

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ТЕРТИШНИЙ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 613.67:617

**ДИСЕРТАЦІЯ
МУЛЬТИМОДАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ
ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН
(ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛІНІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ)**

Спеціальність 14.01.03 – хірургія

22 «Охорона здоров'я»

Дисертація подається на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ С.В. Тertiшний

АНОТАЦІЯ

Тертишний С.В. Мультимодальний підхід до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин (експериментально-клінічне дослідження). - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.03 – хірургія (22 «Охорона здоров'я»). – Одеський національний медичний університет МОЗ України, Одеса, 2023.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-практичної проблеми - удосконаленню надання хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин. В умовах проведення операції Об'єднаних сил на сході України надання хірургічної допомоги, лікування та реабілітація поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин із застосуванням сучасних технологій є одним із пріоритетів держави. Особливого значення це набуває унаслідок трансформації ЗСУ до стандартів НАТО, включаючи напрямок військової медицини, в аспекті лікування поранених з бойовою хірургічною травмою.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, проведений дисертантом, дав змогу сформулювати положення, що характеризують сучасний стан проблеми реконструктивно-відновлювальної хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Спостерігається збільшення питомої ваги вогнепальних ушкоджень з дефектами м'яких тканин в структурі бойової хірургічної травми (6,9-35,9%), значної тяжкості та кількості незадовільних результатів лікування поранених, високого рівня ускладнень (9,3-81,0%) та летальності (6,3-39,3%). Водночас, надання пластичної хірургічної допомоги в системі медичного забезпечення Збройних Сил України розроблена недостатньо і потребує подальшого удосконалення. Аналіз якості надання хірургічної допомоги на початковій стадії проведення Антитерористичної операції показав недостатню ефективність існуючої системи реконструктивно-відновлювальної хірургії пораненим з

вогнепальними дефектами м'яких тканин. Виникла потреба в удосконаленні змісту та обсягу медичної допомоги з можливістю підсилення першого та другого рівнів з метою наближення хірургічної допомоги до зони бойових дій, упровадження диференційованої хірургічної тактики лікування цієї категорії поранених.

Таким чином, стає очевидним, що сьогодні функціонує, проте неостаточно науково обґрунтована та удосконалена система надання реконструктивно-відновлювальної хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин в умовах сучасного збройного конфлікту. Це визначає потребу та актуальність проведеного дослідження, що є основою для визначення мети та завдань дисертаційної роботи. Сутність її полягає в теоретичному узагальненні та обґрунтуванні методологічних засад удосконалення надання хірургічної допомоги в межах нових мироприємств при діагностиці та лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин в умовах сучасних бойових дій за досвідом проведення операції Об'єднаних сил.

Досягнення мети потребувало розробки спеціальної програми, що передбачала його реалізацію в чотири організаційних етапи з використанням адекватних методів, на кожному з яких виконували взаємопов'язані завдання, що дало можливість забезпечити системний підхід при проведенні дослідження та отримати репрезентативні результати для оцінки об'єкту дослідження. З метою аналізу ефективності обґрунтованої, розробленої та удосконаленої системи надання хірургічної допомоги із загального масиву дослідження були відібрані 342 поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Поранених було розподілено на 2 групи спостереження, залежно від хірургічних особливостей отриманих поранень, результатів динамічної термографії та доплерографії ділянки ураження, а також лікувально-організаційних та сортувально-евакуаційних особливостей надання хірургічної допомоги означеному контингенту поранених. Для розрахунку структури поранених був проведений аналіз груп порівняння, який виявив відсутність

статистично значущих різниць ($p > 0,05$) за критерієм Хі-квадрат (χ^2) між групами порівняння: за віком, статтю, видом та механізмом поранення, ступенем крововтрати, частотою виникнення шоку, тяжкістю бойової хірургічної травми, а також за температурними та доплерографічними показниками. Для проведення дослідження був використаний адекватний і сучасний комплекс наукових методів в обсязі, що забезпечує репрезентативність отриманих результатів. Для оцінки тяжкості бойової хірургічної травми, визначення прогнозу виживання автором були застосовані планіметричні характеристики вогнепальних дефектів м'яких тканин, універсальна шкала AdTS та перфузійний індекс. Масив вибірки для вивчення й аналізу був репрезентативний, методика і методологія збору й аналізу інформації - адекватні завданням дослідження.

Під час комплексного наукового дослідження дисертантом було вирішено актуальну наукову проблему підвищення якості реконструктивно-відновлювальної системи хірургічного забезпечення Збройних Сил України при проведенні операції Об'єднаних сил на основі теоретичного удосконалення та наукового обґрунтування надання хірургічної допомоги військовослужбовцям з вогнепальними дефектами м'яких тканин на підставі розробки та практичного застосування диференційованої хірургічної тактики, яка в результаті впровадження довела свою ефективність. Виходячи з досвіду проведення операції Об'єднаних сил на сході України, автором науково обґрунтовано, розроблено і впроваджено удосконалену систему мультимодального моніторингу та забезпечення хірургічною допомогою військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення, з урахуванням планіметричних характеристик ушкоджень, тяжкості стану, наявності травматичного шоку, анатомо-функціональних змін в організмі поранених та даних динамічної цифрової термографії та показників ультразвукового обстеження.

Дисертантом встановлено, що в структурі санітарних втрат хірургічного профілю питома вага поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин

становить 16,7%. Анатомо-функціональна характеристика локалізації дефектів м'яких тканин виглядала наступним чином: грудна клітка – 14,0%, живіт – 7,0%, таз – 4,1%, кінцівки – 74,9%. В структурі вогнепальних дефектів м'яких тканин надвеликі ушкодження становили 6,1%, великі – 33,7%, середні – 60,2%. Клінічно-епідеміологічними та клінічно-анатомічними дослідженнями було доведено, що у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин нетяжка бойова хірургічна травма становила 36,8%, тяжка – 45,7%, вкрай тяжка – 17,5%. Причиною виникнення дефектів м'яких тканин у 45,6% військовослужбовців були осколкові поранення, кульові – у 38,0%, мінно-вибухові – у 16,4%. Ізольована бойова хірургічна травма була виявлена у 28,9%, множинна – у 44,2%, поєднана – у 26,9% поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Непроникна бойова хірургічна травма була діагностована у 62,9% поранених, проникна в плевральну порожнину – у 17,4%, в черевну порожнину – у 16,3%, в порожнину малого таза – у 3,4% військовослужбовців.

Науково обґрунтовано та впроваджено частково удосконалену систему медичного забезпечення Збройних Сил України, центральним елементом якої стала розроблена і обґрунтована диференційована хірургічна тактика надання медичної допомоги пораненим з мультимодальним підходом до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин, що базувалася на сукупності сучасних діагностичних, лікувальних, профілактичних та реабілітаційних заходів.

Автором, на підставі існуючої, науково обґрунтовано та впроваджено оригінальну класифікацію вогнепальних дефектів м'яких тканин, термографічну класифікацію, яка надає можливість прогностичної оцінки хірургічного лікування поранених, комплексну оцінку тяжкості бойової хірургічної травми на основі анатомо-функціональної шкали (AdTS – Admission trauma score) та перфузійного індексу при надходженні на рівні медичного забезпечення.

На основі вимірювання лінійних розмірів ран автором були науково обґрунтовано методики визначення площі і об'єму ранових дефектів з

розподілом їх на малі ($<2 \text{ см}^2$), середні ($2-50 \text{ см}^2$), великі ($51-200 \text{ см}^2$) та надвеликі ($>200 \text{ см}^2$) з урахуванням анатомічних зон ушкодження грудної клітки, живота, таза, кінцівок. Запропонована і впроваджена тактика хірургічного лікування пошкоджень на II-IV рівнях медичного забезпечення відповідно до мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин, що дало змогу скоротити термін евакуації та, відповідно, зменшити час до моменту отримання спеціалізованої допомоги, а також спрямувати поранених з бойовою хірургічною травмою саме до відповідних лікувальних закладів.

Доведено, що у поранених з нетяжкою травмою (ВДМТ середніх розмірів, AdTS <5 балів, перфузійного індекс $>4\%$) необхідно виконувати повний обсяг хірургічної допомоги з первинною та остаточною корекцією ушкодження; при тяжкій травмі (вогнепальні дефекти м'яких тканин великих розмірів, AdTS 5-9 балів, перфузійного індекс 2-4%) - скорочений обсяг медичної допомоги. При цьому автором визначено, що низький перфузійний індекс у поранених доповнюється незначними показниками доплерографії ділянки ураження через слабкий об'єм та низьку швидкість кровотоку, що також детермінує обсяг та особливості надання хірургічної допомоги означеному континенту поранених.

Показано, що екстрені або термінові хірургічні втручання необхідно виконувати після проведення протишокових заходів та після стабілізації гемодинамічних та термографічних показників. При вкрай тяжкій травмі (вогнепальні дефекти м'яких тканин надвеликих розмірів, AdTS >9 балів, перфузійного індекс $<2\%$) хірургічна допомога повинна надаватися за технологією «контролю ушкоджень» - реанімаційні хірургічні втручання проводити в скороченому обсязі паралельно з протишовковими заходами до повної нормалізації показників гемодинаміки з подальшою остаточною корекцією пошкодження.

Впровадження розробленої диференційованої хірургічної тактики надання медичної допомоги пораненим з мультимодальним підходом до

реконструкції вогнепальними дефектами м'яких тканин сприяло зниженню питомої ваги ускладнень травматичної хвороби на 41,1%, частки післяопераційних ускладнень - з 48,6% до 21,3%, гнійно-деструктивних - з 21,5% до 14,3% та тромбоемболічних ускладнень - з 2,3% до 0,9%, а також зменшенню тривалості стаціонарного лікування на $9,3 \pm 2,5$ ліжко-днів ($p < 0,05$). Дисертантом доведено, що впровадження диференційованої хірургічної тактики надання медичної допомоги на рівнях медичного забезпечення дало змогу зменшити летальність з 12,1% до 8,6%, що дало змогу рекомендувати її впровадження в лікувальних закладах охорони здоров'я інших міністерств ($p < 0,05$). При цьому відбулося покращення результатів за рахунок зменшення кількості поранених, які були звільнені з лав Збройних Сил України за станом здоров'я, з 57,4% до 31,3% та збільшення питомої ваги поранених, що були повернені до військової частини, з 42,6% до 68,7% ($p < 0,05$).

Ефективність клінічного застосування запропонованих сучасних діагностичних технологій (динамічної цифрової термографії та сонографічного спостереження вогнепальних дефектів м'яких тканин) та традиційних методик при лікуванні пацієнтів була заключна у наступних критеріях: збільшилася хірургічна тактика реконструктивно – відновлювального характеру при лікуванні поранених ($p < 0,001$); зменшилася тривалість оперативного втручання з $72,68 \pm 1,08$ до $58,53 \pm 0,9$ хв ($p < 0,001$); зменшилася кількість оперативних втручань з $3,7 \pm 0,06$ до $2,16 \pm 0,05$ ($p < 0,001$); зменшилася кількість післяопераційних ускладнень з $3,8 \pm 1,3$ до $1,87 \pm 0,87$ ($p < 0,001$); збільшився показник функціонального відновлення за шкалою модифікованої системи функціональної оцінки Karlstrom-Olerud з $62,91 \pm 1,35$ до $76,5 \pm 2,12$ ($p < 0,001$); зменшилася вираженість больового синдрому, за ВАШ, з $7,3 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,4$ балів ($p < 0,01$); зменшився термін стаціонарного лікування з $25,11 \pm 0,55$ до $20,07 \pm 1,12$ днів.

Ключові слова: вогнепальні дефекти м'яких тканин, вогнепальні поранення, диференційована хірургічна тактика, мультимодальний підхід до

реконструкції, планіметричні характеристики, система медичного забезпечення.

ANNOTATION

Tertyshny S.V. A multimodal approach to soft tissue gunshot defects reconstruction (experimental-clinical investigation). - Qualifying scientific work as the manuscript.

Thesis for the scientific degree of Doctor of Medical Science in speciality 14.01.03 – Surgery (22 – Health Care). - Odessa National Medical University, Odesa, 2023.

The dissertation is devoted to the solution an actual scientific and practical problem – the improvement of surgical care providing to wounded with gunshot defects of soft tissues. In the context of the Joint Forces operation in eastern Ukraine, the provision of surgical care, treatment and rehabilitation of wounded with gunshot defects of soft tissues using modern technology is one of the priorities of the state. This is especially important as a result of the Ukrainian Armed Forces transformation to NATO standards including the field of military medicine. wounded with combat surgical trauma

The analysis of domestic and foreign literature, conducted by the dissertation, allowed to formulate provisions that characterize the current state of the problem of organizing surgical care for the wounded with gunshot defects of soft tissues. There is an increase in the proportion of gunshot wounds with soft tissue defects in the structure of combat surgical trauma (6.9-35.9%), significant severity and the number of unsatisfactory results of treatment of the wounded, a high level of complications (9.3-81.0%) and mortality (6.3-39.3%). The organization of surgical care in the medical support system of the Armed Forces of Ukraine is insufficiently developed and needs further improvement. Analysis of the quality of surgical care at the initial stage of the Anti-Terrorist Operation showed the lack of effectiveness of the existing system of medical care for the wounded

with gunshot defects of soft tissues. There is a need to improve the content and scope of medical care with the possibility of strengthening the first and second levels in order to bring surgical care closer to the combat zone, the introduction of differentiated surgical tactics for the treatment of this category of wounded.

Thus, it becomes clear that today there is no scientifically sound and improved system of providing surgical care to the wounded with gunshot defects of soft tissues in the current armed conflict. This determines the need and relevance of the study, which is the basis for determining the purpose and objectives of the dissertation. Its essence is to theoretically generalize and substantiate the methodological principles of improving the provision of surgical care ranging from new procedures using in both diagnosis and treating of wounded with gunshot defects of soft tissues in modern combat in the experience of the Joint Forces operation.

Achieving the goal required the development of a special program, which involved its implementation in four organizational stages using adequate methods, each of which performed interrelated tasks, which allowed to provide a systematic approach to the study and obtain representative results for evaluating the object of study. In order to analyze the effectiveness of a sound, developed and improved system of surgical care from the total mass of the study, 342 wounded with gunshot defects of soft tissues were selected. The wounded were divided into 2 groups of observation depending on the surgical characteristics of the injuries, the dynamic thermography and DG results of the affected area as well as medical and organizational and sorting and evacuation features of providing surgical care to the specified contingent of wounded. To calculate the structure of the wounded, an analysis of comparison groups was performed, which revealed no statistically significant differences ($p > 0.05$) by Chi-square (χ^2) between comparison groups: by age, sex, type and mechanism of injury, degree of blood loss, frequency shock, the severity of combat surgical trauma, data of temperature and DG-investigations. An adequate and modern set of scientific methods was used to conduct the study to the extent that ensures the representativeness of the results. To assess the severity of combat surgical trauma, to determine the prognosis of survival, the author used

planimetric characteristics of soft tissue gunshot defects, universal AdTS scale and perfusion index. The array of samples for study and analysis was representative, the methodology and methodology of collecting and analyzing information - adequate to the objectives of the study.

During the complex scientific research the dissertation solved the topical scientific problem of improving the quality of the surgical supply of the Armed Forces of Ukraine during the Joint Forces operation on the basis of theoretical improvement and practical application of surgical care to servicemen with gunshot defects of soft tissues on the basis of differentiated surgical tactics, which as a result of implementation has proved its effectiveness. Based on the experience of the Joint Forces operation in eastern Ukraine, the author scientifically substantiated, developed and implemented an improved system of surgical care for servicemen with gunshot defects of soft tissues at the level of medical care, taking into account planimetric characteristics of injuries, severity, traumatic shock and anatomical and functional changes in the body of the wounded as well as dynamic digital thermography and ultrasound data.

The dissertation found that in the structure of sanitary losses of the surgical profile, the proportion of wounded with gunshot defects of soft tissues is 16.7%. The anatomical and functional characteristics of the localization of soft tissue defects were as follows: chest - 14.0%, abdomen - 7.0%, pelvis - 4.1%, limbs - 74.9%. In the structure of gunshot defects of soft tissues, ultra-large injuries accounted for 6.1%, large - 33.7%, medium - 60.2%. Clinical and epidemiological and clinical and anatomical studies have shown that in soft tissue defects wounded with gunshot defects, non-severe combat surgical trauma was 36.8%, severe - 45.7%, extremely severe - 17.5%. The cause of soft tissue defects in 45.6% of servicemen was shrapnel wounds, bullet wounds in 38.0%, and mines in 16.4%. Isolated combat surgical trauma was found in 28.9%, multiple - in 44.2%, combined - in 26.9% of wounded with gunshot defects of soft tissues. Impermeable combat surgical trauma was diagnosed in 62.9% of the wounded,

penetrating into the pleural cavity - in 17.4%, in the abdominal cavity - in 16.3%, in the pelvic cavity - in 3.4% of military persons.

Scientifically substantiated and implemented a partially improved system of medical care of the Armed Forces of Ukraine, the central element of which was developed and substantiated differentiated surgical tactics of medical care for the wounded with a multimodal approach to the reconstruction of gunshot defects of soft tissues, based on combination and modern treatment measures.

The author, using the issuing, scientifically substantiates and implements the classification of gunshot defects of soft tissues, thermographic classification which allows for prognostic assessment of surgical treatment of the wounded, a comprehensive assessment of the severity of combat surgical trauma based on the anatomical-functional scale (AdTS - Admission trauma score) and perfusion index on admission at the level of medical care.

Based on the measurement of the linear size of wounds, the author scientifically substantiated the methods of determining the area and volume of wound defects with their division into small ($<2 \text{ cm}^2$), medium ($2-50 \text{ cm}^2$), large ($51-200 \text{ cm}^2$) and ultra-large ($> 200 \text{ cm}^2$) taking into account the anatomical areas of damage to the chest, abdomen, pelvis, limbs. Tactics of surgical treatment of injuries at the II-IV levels of medical support in accordance with the multimodal approach to the reconstruction of gunshot defects of soft tissues have been proposed and implemented, which allowed to shorten the evacuation period and, accordingly, to reduce the time until the moment of specialized assistance receiving as well as to direct the wounded with combat surgical trauma to the appropriate medical facilities.

It is proved that in the wounded with a minor injury (VDMT of medium size, AdTS <5 points, perfusion index $> 4\%$) it is necessary to perform a full range of surgical care with primary and final correction of the injury; with severe trauma (VDMT large size, AdTS 5-9 points, perfusion index 2-4%) - reduced medical care. It is shown that emergency or urgent surgical interventions should be performed after anti-shock measures and after stabilization of hemodynamic parameters. In case of extremely severe trauma (VDMT of extra size, AdTS > 9 points, perfusion

index $<2\%$) surgical care should be provided by the technology of "injury control" - resuscitation surgery should be performed in a reduced volume in parallel with anti-shock measures until complete normalization of hemodynamics. damage correction. The author determined that the low perfusion index in the wounded is supplemented by insignificant indicators of DG of the affected area due to low volume and low blood flow velocity, which also determines the volume and features of surgical care to the specified continent of the wounded.

The introduction of the developed differentiated surgical tactics of medical care for the wounded with a multimodal approach to the reconstruction of soft tissue defects helped to reduce the proportion of complications of traumatic disease by 41.1%, the proportion of postoperative complications - from 48.6% to 21.3%, purulent destructive - from 21.5% to 14.3% and thromboembolic complications - from 2.3% to 0.9%, as well as reducing the duration of inpatient treatment by 9.3 ± 2.5 bed-days ($p < 0.05$). The dissertation proves that the introduction of differentiated surgical tactics of medical care at the level of medical care allowed to reduce mortality from 12.1% to 8.6%, which allowed to recommend its introduction in medical institutions of other ministries ($p < 0,05$). At the same time, the results improved due to a decrease in the number of wounded who were discharged from the Armed Forces of Ukraine on health grounds from 57.4% to 31.3% and an increase in the proportion of wounded who were returned to the military unit from 42.6% to 68.7% ($p < 0.05$).

The efficacy of clinical application of the proposed modern diagnostic technologies (dynamic digital thermography and sonographic observation of soft tissue gunshot defects) and traditional methods in the treatment of patients was concluded in the following criteria: the surgical tactics of a reconstructive-restorative nature in the treatment of the wounded increased ($p < 0.001$); the duration of surgical intervention decreased from 72.68 ± 1.08 to 58.53 ± 0.9 min ($p < 0.001$); the number of operative interventions decreased from 3.7 ± 0.06 to 2.16 ± 0.05 ($p < 0.001$); the number of postoperative complications decreased from 3.8 ± 1.3 to 1.87 ± 0.87 ($p < 0.001$); the indicator of functional recovery according to

the scale of the modified Karlstrom-Olerud functional assessment system increased from 62.91 ± 1.35 to 76.5 ± 2.12 ($p < 0.001$); the intensity of the pain syndrome decreased, according to VASH, from 7.3 ± 0.2 to 5.2 ± 0.4 points ($p < 0.01$); the period of inpatient treatment decreased from 25.11 ± 0.55 to 20.07 ± 1.12 days.

Key words: soft tissue gunshot defects, gunshot wounds, differentiated surgical tactics, multimodal approach to reconstruction, planimetric characteristics, medical support system.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

1. Хоменко І.П., Лурін І.А., Усенко О.Ю., Клименко М.О., Якимова Т.П., Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Гуменюк К.В., **Тертишний С.В.**, Слесаренко К.С. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2020. – 400 с.
2. Салютін Р.В., Каштальян М.А., Лурін І.А., Хоменко І.П., Негодуйко В.В., Михайлусов Р.М., Гуменюк К.В., **Тертишний С.В.** та ін. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2021. – 385 с.
3. **Лікування поранених з бойовими ушкодженнями живота (за досвідом АТО/ООС):** монографія / за ред. К.В. Гуменюка, І.П. Хоменка, І.А. Луріна та ін.; за заг.ред. В.І. Цимбалюка. – Херсон: Олді+, 2022. – 194 с.
4. **Моделювання вогнепальних поранень.** Під заг.ред. В.І. Цимбалюка. – Харків, 2022. – 322 с.
5. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Розробка та організація втілення спектральної інфрачервоної

- термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2019. - №1(94). - С.157-159.
6. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Луговий С.В. Використання повношарового клаптя за методикою Кейстоун при реконструкції передньої черевної стінки (клінічне спостереження) // Хірургія України. – 2020. - № 3. – С. 65-70.
 7. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.** Організація діагностики та динамічне спостереження при реконструктивному відновлюванні вогнепальних ран м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2020. - № 2 (101). – С. 119-125.
 8. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Використання мультимодального підходу під час реконструкції вогнепальних дефектів нижніх кінцівок (клінічний випадок) // Science Review. – 2020. - №7 (34). – С. 15-22.
 9. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Перший етап реконструкції дефектів м'яких тканин при вогнепальному пораненні // International Academy Journal Web of Scholar. – 2020. - №6 (48). – Р. 31-35.
 10. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., **Тертишний С.В.** Створення концепції термографічної класифікації вогнепальних поранень м'яких тканин // World of Science. – 2020. - Vol.1, N 4(56) – Р. 32-36.
 11. Khomenko I.P., Lurin I.A., Korol S.O., Shapovalov V.Yu., Hrebennikov K.O., Halushka A.M., **Tertyshnyi S.V.**, Matviichuk D.V. Organization of sorting and surgery of wounds with soft tissue defects during the joint force surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2020. – Vol. 10, N1. – Р. 259-269.
 12. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М., Попова О.М. Імплементация принципів реконструктивної хірургії у поранених з дефектами м'яких тканин на ІV

рівні медичного забезпечення // World of Science. – 2020. - N 8 (60). – P. 30-34.

13. Khomenko I.P., Tsema E.V., Shapovalov V.Yu., **Tertyshny S.V.**, Yermuraki P.P. Original method of the frontal abdominal wall defect reconstruction using the principle of the reconstructive-restorative surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2021. – Vol. 11, N1. – P. 372-378.
14. **Тертишний С.**, Хоменко І., Гуменюк К., Король С., Цема Є., Дубенко Д., Михайлусов Р., Гринчук М., Попова О. Мета-аналіз класифікацій дефектів м'яких тканин та обґрунтування оптимального об'єму та методу хірургічної реконструкції // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2021. – Т. 121, №1. – С. 112-123.
15. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O. Soft tissues gunshot defects ultrasound investigation use in reconstructive-restorative surgery // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2021. - №3 (77). – С. 169-174.
16. Бабов К.Д., Хоменко І.П., **Тертишний С.В.**, Бабова І.К., Вастьянов Р.С. Організація етапної реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги // Медичні перспективи (SCOPUS). - 2021. – Т. 26, №4. – С. 188-195.
17. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S. Experimental investigation of animals survival adequacy and efficacy in case of their soft tissues gunshot wounds using the thermometry technique // Journal of Education, Health and Sport. – 2022. – Vol. 12, N1. – P. 473-492.
18. Khomenko I.P., Gumenyuk K.V., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Maidanyuk V.P., Popova O.N., Yermuraki P.P. Change Of the Concept of Surgical Support For Wounded With Soft Tissue Defects at the Levels Of Medical Care // International Journal Dental and Medical Sciences Research. – 2022. – Vol. 4, N 1. – P. 351-354.
19. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O., Turchin M.I., Panasenko S.I. Experimental background of thermometry using with

- diagnostic purposes in soft tissue gunshot damages // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2022. - №1 (79). – С. 237-243.
20. Лурін І.А., Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Особливості ключового виду та характеру вогнепальних уражень військовослужбовців під час сучасних збройних конфліктів // Харківська хірургічна школа. – 2022. - №2(113). – С. 59-63.
21. Khomenko I.P., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Enin R.V., Maidanyuk V.P., Popova O.N. Organization of surgical assistance to wounds with fire-fighting defects of soft tissues at the levels of medical security // American Journal of Medicine and Surgery. – 2022. – Vol.7, N2. – P. 40-42.
22. Lurin I.A., Khomenko I.P., Gumeniuk K.V., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Hrynychuk M.M., Maidaniuk V.P., Popova O.M. Firearm reconstruction of the lower extremity. Multi-modal concept. A case report // American Journal of Medicine and Surgery. – 2022. – Vol. 9, N3. – P. 12-15.
23. Лурін І.А., Бойко В.В., Гуменюк К.В., Замятін П.М., Хорошун Е.М., Михайлов І.Ф., Батурін О.А., Негодуйко В.В., Замятін Д.П., **Тертишний С.В.** Показники інтенсивності рентгенофлюоресценції вмісту капсул металевих осколків м'яких тканин у поранених із вибуховою і вогнепальною травмою // Медицина невідкладних станів. – 2022. – Т. 18, №3. - С. 48-54.
24. Лурін І.А., Хоменко І.П., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.** Комбінація мультимодального алгоритму та реконструктивно–відновлювальної драбини при лікуванні поранених із вогнепальними дефектами м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2022. - №3(114). – С. 57-60.
25. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б. Вибір системи оцінки тяжкості бойової хірургічної травми у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на I-II рівнях медичного забезпечення //

- Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. - 2022. - №3. – С. 5-12.
26. Хоменко І.П., Лурін І.А., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П. Прогностичні погляди на оперативне втручання при вогнепальних пораненнях з дефектами м'яких тканин // Актуальні питання транспортної медицини. - 2022. - №4(70). – С. 18-25.
27. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б., Корнієнко С.М. Особливості надання хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин на I та II рівнях надання медичної допомоги при проведенні операції об'єднаних сил // Вісник морської медицини. - 2022. - №4. – С. 35-44.
28. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б., Корнієнко С.М. Дефініції хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин на III та IV рівнях надання медичної допомоги при проведенні АТО/ООС // Medical Science of Ukraine (Медична наука України). – 2022. – Т. 18, №4. – С. 46-54.
29. Tsybaliuk V.I., Lurin I.A., Makarov V.V., Nehoduiko V.V., Buchnieva O.V., **Tertyshnyi S.V.**, Bunin Yu.V. 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 (Web of Science). – 2022. – Vol. 24, N6. – P. 760-764.
30. Khomenko I.P., Lurin I.A., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Popova O.M., Vastyanov R.S., Weis B. Soft tissue perfusion evaluation algorithm in the scheme of gunshot defects “closure” // World of Medicine and Biology (Web of Science). – 2023. – N1 (83). – P. 169-173.
31. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Makarov V.V., Kvasnevskyi I.Y., Kvasnevskyi O.A. Prospects of the high-speed multimedia data transmission technologies use in the structure of the system

for providing aid to injured persons having a gunshot defect of soft tissues // Wiadomości Lekarskie Medical Advances (SCOPUS). – 2023. – Vol. 76, Iss. 5 (part II). – P. 1191-1198.

32. Лурін І.А., Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Косинський О.В., Бузмаков Д.Л., Вайс Б. Клінічний випадок використання концепції моніторингу при лікуванні вогнепального дефекту м'яких тканин колінного суглоба // Медичні перспективи (SCOPUS). – 2023. – Т. 28, №2. – С. 197-207.

- Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

33. **Тертишний С.В.** Мультиmodalний підхід реконструкції вогнепальних ран з пошкодженням м'яких тканин. Міжгалузева щорічна науково-практична конференція. Інтегративна медицина: досягнення та перспективи (хірургічна секція) в рамках засідання асоціації травматологів м. Маріуполя 11-12 червня 2020 р
34. **Тертишний С.В.** Реконструктивна модель закриття дефектів м'яких тканин вогнепальних ран. Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція 12-13 вересня 2019 року м. Одеса.
35. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Tsema Ye.V, Slesarenko K.S. Grinchuk M.M. Reconstructive model for closing defects of the soft tissue gunshot wounds. 10-12 October 2019 Poznan
36. **Tertyshnyi S.V.** Diagnostic capabilities of spectral infrared thermography and portable Doppler in the course of treatment of gunshot wounds of soft tissues. 12-15 June 2019 Bologna, Italy
37. **Tertyshnyi S.V.** Complex Surgical Treatment of Gunshot Wounds. APFSRM 8th National Congress of the Turkish Society for Reconstructive Microsurgery (TSRM) 09-13 May 2018 Antalya, Turkey.
38. Igor Khomenko, Vitaliy Shapovalov, **Sergey Tertyshnyi**, Volodimir Negoduiko A multimodal surgical approach during the treatment patients with

infectious complications of gunshot wounds in the East of Ukraine“ 30 th ECCMID Paris France 18-20 April 2020

39. І. П. Хоменко, К. В. Гуменюк, С. О. Король, Р. М. Михайлусов, **С. В. Тертишний**, М.М. Гринчук, О. М. Попова. Диференційована хірургічна тактика у поранених з дефектами м'яких тканин на IV рівні медичного забезпечення. Сучасні аспекти військової медицини випуск 27. 01-02.10.2020 р.
40. **S.V. Tertyshnyi** “Clinical case of the multimodal scheme using for limbs and frontal thorax soft tissues reconstruction” XXIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology November 30, 2020 Warsaw, Poland
41. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Модернізований підхід відновлення вогнепальних поранень з дефектом м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса
42. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Зарванський Д.І. Динамічне спостереження під час реконструкції вогнепальних пошкоджень м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса
43. **Тертишний С.В.**, Гуменюк К.В., Майданюк В.П. Зміна поглядів на диференційне лікування вогнепальних поранень м'яких тканин, з врахуванням майбутніх реконструктивних етапів. Науково – практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» м. Харків 28-29.04.2021р.
44. **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Особливості сучасної реабілітації поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. актуальні питання медичних наук: теоретичні та прикладні дослідження.

Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 23 квітня 2021 року)

45. **Lurin I.A., Khomenko I.P., Tertyshnyi S.V.** Ultrasound study of inflammatory defects of soft tissues and its use in further implementation of reconstructive-plastic interventions. New trends and unsolved issues in medicine. Abstr. of International scientific conference. - Riga, the Republic of Latvia, July 29–30, 2022. – P. 109-113. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-226-5-27>
46. **Тертишний С.В.** Інтеграція шкали AdTs та пі в мультимодальну схему діагностики поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Досягнення військово – польової хірургії та анестезіології в умовах бойових дій. – Тези доп. XVI з'їзду військових хірургів та анестезіологів. - Київ, 20-21 жовтня 2022.
47. **Tertyshnyi S.V.** The dynamic multimodal screening concept at level II of medical care provided for the armed forces of Ukraine Актуальні питання загальної, судинної та пластичної хірургії. – Тези доп. наукової конф.. – Київ, 28-29 жовтня 2022.

- Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації:

48. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М., Попова О.М. Патент на корисну модель «Продукт для впровадження аутодермопластики РШК у поєднанні з імпульсним негативним тиском під час комплексного лікування вогнепальної рани» № а 2020 07435 23.11.2020 р.
49. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Захватний інструмент горизонтального типу для видалення малих сторонніх тіл м'яких тканин.

Патент України №153158. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 24.05.2023. - Бюл. №21. – 4 с.

50. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Інструмент магнітний з асиметричним зубом для видалення фіксованих феромагнітних сторонніх тіл. Патент України №153258. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 08.06.2023. - Бюл. №23. – 4 с.
51. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Горолюк Д.О., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С.В.** Пристрій захватний вертикального типу для видалення сторонніх тіл малих розмірів, розташованих поверхнево. Патент України №153702. – Заявлено 02.12.2022; Опубл. 16.08.2023. - Бюл. №33. – 4 с.
52. Хоменко І.П., Цема Є В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Шкляревич П.О. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування // Хірургія України. - 2018. - № 1. - С. 7-13
53. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Діагностичні можливості спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Проблеми військової охорони здоров'я. – 2019. – Вип. 51. – С. 262-268.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	27
ВСТУП	29
РОЗДІЛ 1 МУЛЬТИМОДАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН (огляд літератури)	42
1.1 Місце та структура вогнепальних поранень серед бойової та небойової хірургічної травми в Україні і світі	42
1.2 Визначення понять, термінологія та класифікація вогнепальних поранень	48
1.3 Сучасні уявлення щодо патоморфозу вогнепальних ран	52
1.4 Особливості підходів до лікування вогнепальних поранень в Україні та світі.....	64
1.5 Сучасні методи реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин.....	74
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	83
2.1 Матеріали досліджень	83
2.2 Методи досліджень	108
2.3 Методи лікування	121
2.4 Статистична обробка результатів досліджень	124
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІКИ БІОЛОГІЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ БАГАТОФАКТОРНОГО АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ (ПНЕВМАТИКА)	127
3.1 Динаміка змін вітальних показників у процесі відтворення вогнепального ураження м'яких тканин	127

РОЗДІЛ 4	ТРАНСФОРМАЦІЯ НАДАННЯ ХІРУРГІЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОРАНЕНИМ З ВОГНЕПАЛЬНИМИ ДЕФЕКТАМИ М'ЯКИХ ТКАНИН НА РІВНЯХ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ	142
4.1	Аналіз визначення потоків поранених, обсягу та змісту надання хірургічної допомоги військовослужбовцям з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення при проведенні АТО та ООС	142
4.2	Особливості організації спеціалізованого лікування поранених з дефектами м'яких тканин при бойовій хірургічній травмі при проведенні операції Об'єднаних сил	160
4.3	Визначення тяжкості бойової хірургічної травми у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення.....	166
4.4	Медичне сортування та евакуація поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин в системі медичного забезпечення Збройних Сил України при проведенні операції Об'єднаних Сил	178
РОЗДІЛ 5	ДИСТАНЦІЙНЕ ТЕРМОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИВНИХ ТКАНИН У ПОРАНЕНИХ З ВОНЕПАЛЬНИМИ ТА ВИБУХОВИМИ РАНАМИ	202
5.1	Характеристика даних термографії в ділянці країв вогнепальних ран	202
5.2	Вибір оптимальної зони дослідження термографічного скринінгу вогнепальної трансформації пошкодженої анатомічної	

	структури	218
5.3	Концепція термографічної класифікації вогнепальних поранень м'яких тканин	224
РОЗДІЛ 6	УЛЬТРАЗВУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ПОДАЛЬШОМУ ЗДІЙСНЕННІ РЕКОНСТРУКТИВНО-ПЛАСТИЧНИХ ВТРУЧАНЬ ...	232
6.1	Показання до використання доплерівського ультразвукового дослідження при реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин	232
6.2	Типові інтраопераційні зміни кровотоку у шкіряних клаптях	236
6.3	Інтраопераційний кровотік у вільних клаптях при одномоментному здійсненні судинного шунтування	238
6.4	До - та післяопераційний кровотік у вільних клаптях та реципієнтних ділянках	238
6.5	Сучасні можливості динамічного моніторингу мікросудинного русла та оцінки перфорантів ...	240
РОЗДІЛ 7	ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМИ ЕТАПНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З ДЕФЕКТАМИ М'ЯКИХ ТКАНИН НА РІЗНИХ РІВНЯХ НАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЯЖКОСТІ ПОРАНЕННЯ ТА ТАКТИКИ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ	252
7.1	Етапна реабілітація військовослужбовців з вогнепальними пораненнями у вигляді дефектів м'яких тканин	252
7.1.1	Основні принципи реабілітаційного лікування ...	252

7.1.2	Організаційні аспекти функціонування системи реабілітації в санаторно-курортних закладах Збройних Сил України	262
7.1.3	Етапи реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги	266
РОЗДІЛ 8	АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ХІРУРГІЧНОЇ РОБОТИ	280
8.1	Ідентифікація вхідних факторів в хірургічному втручанні	280
8.2	Статистичне тестування показників ефективності та факторного впливу	282
8.3	Кореляційний аналіз показників факторного впливу	284
8.4	Оцінка ефективності хірургічної тактики на основі мультимодальної концепції	285
8.5	Клінічні приклади імплементації мультимодального скринінгу при реконструктивному відновленні вогнепальних дефектів м'яких тканин	288
8.6	Практична імплементація програми динамічного мультимодального скринінгу	292
РОЗДІЛ 9	АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	310
	ВИСНОВКИ	333
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	337
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	339
	ДОДАТКИ	371

Додаток А	ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІКИ БІОЛОГІЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ БАГАТОФАКТОРНОГО АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ (ПНЕВМАТИКА)	371
3.2	Оцінка статистичної значущості показників при двуфакторному впливі на біологічний об'єкт ...	371
3.3	Лінійний кореляційний аналіз показників і терміни їх спостереження	387
3.4	Множинний кореляційний аналіз систем показників. Оптимізація числа показників з інформаційної цільової функції	389
3.5	Порівняльний аналіз інформативності показників, виявлених у ході досліджень при дисперсійних та кореляційних видах аналізу ...	402
3.6	Моделювання процедур статистичного розпізнання рівнів температури уламків по результатам вимірювань біомедичних показників (пневматика та вогнепальне поранення)	404
Додаток Б	Основні статистичні показники лікованих пацієнтів. Таблиці.....	416
Додаток В	Акти впровадження	419
Додаток Г	Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації	424

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

АЗФ	– апарат зовнішньої фіксації
АП-2	– автоперев’язувальна машина
АТО	– антитерористична операція
АФД	– анатомо-функціональні ділянки
БХТ	– бойова хірургічна травма
ВДМТ	– вогнепальні дефекти м’яких тканин
Відн.	– відносне число
ВМГ	– Військовий мобільний госпіталь
ВМКЦ	– Військово-медичний клінічний центр
ВТ	– вибухова травма
Вт	– вкрай тяжка травма
ДГ	– доплерографія
ДМС	– динамічний мультимодальний скринінг
ДЦТ	– динамічна цифрова термографія
ЕМЕ	– етап медичної евакуації
ЗС України	– Збройні Сили України
КДС	– кольорова дуплексна сонографія
КП	– кульове поранення
КХД	– кваліфікована хірургічна допомога
МВП	– мінно-вибухове поранення
МЛСБ	– мобільні лікарсько-сестринські бригади
МО України	– Міністерство оборони України
МОЗ	– Міністерство охорони здоров’я
НАТО	– Північноатлантичний альянс
НВМКЦ «ГВКГ»	– Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь»
Нт	– нетяжка травма

ООС	– операція Об'єднаних сил
ОП	– осколкове поранення
ПІ	– перфузійний індекс
ПШ	– повношаровий клапоть
ПХО	– первинна хірургічна обробка
РГД	– ручна граната дистанційна
РП	– ранові покриття
РШК	– розщеплений шкірний клапоть
СВ	– санітарні втрати
СХД	– спеціалізована хірургічна допомога
ТХ	– травматична хвороба
ТТ	– тяжка травма
ТШ	– травматичний шок
АО	– світова асоціація ортопедів-травматологів
AdTS	– Admission trauma score
CCDS	– Color-coded duplex sonography
DCS	– Damage control surgery – тактика контролю ушкоджень

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. В умовах проведення операції Об'єднаних сил (ООС) на сході України надання якісної та своєчасної хірургічної допомоги пораненим військовослужбовцям на рівнях медичного забезпечення із застосуванням сучасних технологій є одним із пріоритетів держави [3, 6, 13-16, 31, 102]. Особливого значення це набуває унаслідок трансформації ЗСУ до стандартів НАТО, включаючи також військову медицину в аспекті лікування поранених з бойовою хірургічною травмою [10, 12, 32, 44, 46, 48-50, 98-101, 107-110, 161-163, 167, 239, 240, 255, 293].

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури дав змогу сформулювати положення, що характеризують сучасний стан проблеми організації надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ. Сьогоднішній стан цієї вкрай важливої медичної проблеми характеризується збільшенням питомої ваги ВДМТ в структурі бойової хірургічної травми (6,9-35,9%), наявністю значної тяжкості та кількості незадовільних результатів лікування таких поранених, високого рівня ускладнень (9,3-81,0%) та летальності (6,3-39,3%) [9, 11, 16, 61-64, 73, 74, 89, 101, 102, 108-110, 112]. Водночас рівень ускладнень, незадовільних результатів також збільшується, що свідчить про те, що потрібно змінювати або удосконалювати систему надання хірургічної допомоги при медичному забезпеченні Збройних Сил України.

Таким чином, стає очевидним, що на сьогодні існуюча реконструктивно – відновлювальна тактика хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах сучасного збройного конфлікту все ще не повною мірою відповідає сучасним потребам [19, 30, 36, 41, 56, 57, 80,81, 82, 93, 104, 106, 111, 120, 135, 147, 148, 154, 185, 188, 190, 196, 200, 210, 218, 220, 240, 260]. В свою чергу, зазначені обставини і послужили основою для визначення суті наукової проблеми, вибору напрямку дисертаційного дослідження, дозволили сформулювати його мету і завдання, вирішення яких дало змогу провести теоретичне узагальнення

та обґрунтувати методологічні засади удосконалення системи надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах сучасних бойових дій з урахуванням досвіду проведення операції Об'єднаних сил, що і лягло в основу вирішуваної в роботі важливої наукової проблеми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертація є складовою частиною науково-дослідних робіт Української військово-медичної академії, передбачених планом Міністерства Оборони України, а саме: «Розробити систему оцінки тяжкості бойової хірургічної травми», шифр «Політравма - V», на 2016-2018 роки, № державної реєстрації 0116U007313 та «Розроблення сучасних методів діагностики та лікування гнійно-септичних ускладнень при бойовій хірургічній травмі» шифр – «Рана», на 2020-2022 роки, № державної реєстрації 0120U101834.

Мета дослідження полягає у підвищенні ефективності реконструктивно-відновлювального підходу хірургічного забезпечення Збройних Сил України шляхом науково обґрунтованої розробки та впровадженні диференційованої, мультимодальної хірургічної тактики лікування поранених з ВДМТ в умовах сучасних бойових дій

Завдання дослідження

1. Провести аналіз структури вогнепальних дефектів м'яких тканин в умовах бойових дій АТО /ООС.
2. Вивчити організаційні, клінічно-нозологічні та клінічно-анатомічні характеристики санітарних втрат хірургічного профілю з ВДМТ та удосконалити маршрут евакуації при проведенні АТО/ООС.
3. В експериментальних умовах дослідити патоморфологічні, ультраструктурні, термографічні та сонографічні особливості ВДМТ для обґрунтування клінічних перспектив хірургічного лікування.
4. Розробити та дослідити ефективність діагностично-лікувальних заходів у поранених з вогнепальними ушкодженнями м'яких тканин із

застосуванням дистанційного термометричного та доплерівського ультразвукового дослідження.

5. Обґрунтувати створення концепції термографічної класифікації ВДМТ на підставі результатів динамічного мультимодального скрінінгу.

6. Дослідити ефективність застосування кольорової дуплексної сонографії в просторовому моделюванні та оцінки можливості трансплантації шкірно-м'язового клаптя для покриття дефекту пораненим з вогнепальними ушкодженнями м'яких тканин.

7. Удосконалити методику проведення медичного сортування поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення на підставі розробки і впровадження комплексної оцінки тяжкості БХТ.

8. Обґрунтувати організаційно-методичні основи системи реабілітації поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин на етапах надання медичної допомоги в залежності від тяжкості поранення та тактики хірургічного лікування при використанні мультимодального підходу.

9. Вивчити ефективність оригінального мультимодального підходу лікування поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин.

Об'єкт дослідження – вогнепальні дефекти м'яких тканин.

Предмет дослідження – надання реконструктивно – відновлювальної хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах проведення АТО/ООС на Сході України; результати клініко – експериментальних та інструментальних методів досліджень; об'єктивно існуючий зв'язок тяжкості вогнепального пошкодження та факторів ризику з прогнозом хірургічного лікування ВДМТ; програма етапної реабілітації; організаційні аспекти на етапах медичної евакуації.

Методи дослідження:

- клінічні – загально клінічне обстеження поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин;

- *аналітичні* - для дослідження закономірностей формування системи медичного забезпечення Збройних Сил України, обґрунтування концептуальних напрямів та методичних підходів до удосконалення надання хірургічної допомоги військовослужбовцям відповідно до сучасних вимог;

- *бібліосемантичний* - для аналізу сучасних джерел наукової інформації щодо удосконалення надання хірургічної допомоги військовослужбовцям на рівнях медичного забезпечення в умовах бойових дій;

- *концептуальне моделювання* - для розробки диференційованої хірургічної тактики надання медичної допомоги пораненим з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ при проведенні ООС;

- *інструментально-лабораторні* - для встановлення тяжкості травми та тяжкості стану поранених з ВДМТ, які включають до себе наступні методики: а) *лабораторний* - для визначення показників гомеостазу у поранених; б) *динамічної термографії* - для встановлення термографічних особливостей ушкоджень анатомо-функціональних ділянок у поранених з ВДМТ; в) *сонографічний* – для підтвердження даних отриманих під час тепловізійного спостереження та подальшого просторового моделювання клаптів; г) *гістологічний* – для визначення динаміки морфологічних змін в пошкоджених анатомічних структурах;

- *медико-статистичний* - для збору, обробки та аналізу показників стану здоров'я військовослужбовців, доведення зіставлення груп порівняння, визначення достовірності отриманих результатів та оцінки медичної ефективності надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

- розроблено, обґрунтовано та впроваджено в практику принципово нову систему удосконалення динамічного моніторингу під час надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах бойових дій та оцінено її медичну ефективність;

- розроблена та науково обґрунтована мультимодальна система реконструктивно – відновлювального хірургічного лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин, що включає послідовність використання інструментальних досліджень (ДЦТ та сонографію), обґрунтованість хірургічних методів та реабілітаційні програми з прогнозуванням відновлення функцій;

- встановлені термографічні та сонографічні особливості змін м'яких тканин під час вогнепального поранення, які лягли в основу оригінальної термографічної класифікації ВДМТ;

- обґрунтовано, розроблено і впроваджено диференційовану хірургічну тактику надання медичної допомоги військовослужбовцям з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ залежно від планіметричних та перфузійних характеристик ранових дефектів, тяжкості травми із застосуванням сучасних медичних технологій в умовах проведення операції Об'єднаних сил;

- удосконалено методику проведення медичного сортування поранених з ВДМТ в результаті мультимодального скринінгу тяжкості бойової хірургічної травми при надходженні поранених на II-IV рівні медичного забезпечення;

- встановлені специфічні структурні змін вогнепальних ран з дефектами м'яких ткан в порівнянні з невогнепальною, які проявилися у вигляді зменшення температурного показника на поверхні рани від 31,5 °С до 28,5 °С (в деяких випадках нижчими показниками), зниження об'ємного та швидкісного кровотоку в ідентифікованих ділянках виходу перфорантних судин пошкодженої анатомічної структури;

- отримані науково обґрунтовані експериментальні результати ефективності мультимодального скрінгу механізму деструкції м'яких тканин при вогнепальних пораненнях, які стали підґрунтям для внесення змін в хірургічну тактику лікування; основою яких стали принципи ідентифікації термостабільних ділянок з задовільними показниками кровотоку в рановому субстраті;

- виявлені особливості, які запропоновані для розподілу ВДМТ за термо-сонографічними особливостями у вигляді: площі, глибини травмованих структур та сонографічних змін кровотоку на базі яких визначена диференційована тактика реконструкції, що спирається на оптимальну сходинку реконструктивної дробини;

- на основі ідентифікованих недоліків хірургічного лікування поранених з ВДМТ виявлені організаційні особливості негативного їх перебігу з аналізом інформаційної значимості кожного та визначенням серед них принципово важливого, який стратегічно зменшує функцію ураженої анатомічної ділянки, на підставі чого розроблені нові діагностичні заходи у обраного контингенту поранених військовослужбовців;

- встановлена висока кореляційна залежність між ступенем тяжкості та втратою функції uszkodженої анатомічної ділянки з дефектом м'яких тканин із показниками мультимодального обстеження: динамічної цифрової термографії та сонографічними показниками в прекції перфорантів за результатами яких доведено, що при термостабільному фоні з наявністю кровотоку подальше видалення тканин рахується недоцільним, бо прогностично за рахунок зменшення об'єму тканин буди зменшений відсоток функції;

- розроблені рекомендації медичної допомоги пораненим з ВДМТ на етапах евакуації ЗСУ, запропоновані схеми послідовності дій з визначенням строків госпіталізації (на кожному етапі) враховуючи бойову обстановку.

Удосконалений підхід щодо діагностики за рахунок мультимодального скринінгу та динамічного спостереження під час хірургічного відновлення вогнепальних дефектів м'яких тканин з урахуванням об'єму, локалізації uszkodженої анатомічної структури, характеру супутньої патології; експериментально доведена ефективність поєднання динамічної цифрової термографії з сонографічним контролем ідентифікованої зони майбутнього джерела грануляційної тканини, а при відсутності подальшого розвитку незворотних змін в м'яких тканинах.

Отримано подальший розвиток: визначення специфіки вогнепальної трансформації дефектів м'яких тканин з врахуванням показників температури та швидкісних характеристик в ідентифікованій ділянці розташування перфорантної судини на рановій поверхні в умовах вогнепального поранення, що надає можливість отримати оптимальні результати під час реконструктивного відновлення ураженої анатомічної ділянки.

Проведено порівняльний аналіз зміни лікувально-діагностичного процесу при імплементації мультимодальної концепції при відновленні ВДМТ, розроблено систему динамічного моніторингу трансформації вогнепальної рани з пошкодженням покривних тканин, доведені критерії ефективної оцінки запропонованої методики лікування у віддаленому періоді, що свідчить про ефективність запропонованої методики діагностики та лікування ВДМТ.

Теоретичне значення одержаних результатів полягає у тому, що результати дослідження є науковим підґрунтям щодо внесення нових елементів у існуючі концепції, ідеї та підходи в галузі воєнно-польової хірургії у частині теорії організації медичного забезпечення військ.

Принципово нова термографічна класифікація ВДМТ дозволяє швидше встановлювати діагноз та зменшує термін для початку лікувальних заходів, що є вкрай важливим з точки зору відновлення здоров'я поранених.

Нова тактика надання медичної допомоги військовослужбовцям із використанням планіметричних та перфузійних характеристик ранових дефектів є важливим внеском у комплексних діагностично-лікувальних заходах лікарів, що дозволить оптимізувати час надання першої та подальшої спеціалізованої медичної допомоги пораненим на етапах медичної евакуації. Розроблена мультимодальна тактика дозволить з більшою ефективністю застосувати сучасні медичні технології для лікування та якнайшвидшого відновлення здоров'я поранених.

Виявлені та оцінені термо-сонографічні особливості ранових ушкоджень та ділянок, які підлягли ушкодженням, є внеском у розвиток патофізіологічних механізмів перебігу запального ранового процесу.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що вони стали підставою додаткової об'єктивізації хірургічної тактики при поєднанні реконструктивно – пластичної дробини та мультимодального моніторингу в ході лікування поранених з ВДМТ.

Науково доведені схеми оптимізації маршрутів евакуації та специфіки надання етапної медичної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин.

Встановлені оптимальні умови та часові рамки мультимодального скринінгу від моменту поранення військовослужбовця до госпіталізації на четвертий рівень надання медичної допомоги де відбувається завершення реконструктивно – відновлювального процесу.

Розроблений та впроваджений в практику спосіб попередньої зупинки кровотечі із вогнепальної рани печінки за програмою “Damage Control”, що забезпечував завдяки оригінальності конструкції щадне, нетравматичне припинення кровотечі, збереження анатомічних та фізіологічних властивостей тканин печінки й судин, зменшення тривалості оперативного втручання, підвищення якості і зручності операції (патент України №121654).

Запропонований та запатентований продукт для впровадження аутодермопластики РШК у поєднанні з імпульсним негативним тиском під час комплексного лікування вогнепальної рани, що забезпечує виражений хірургічний ефект, а саме покращення безпосередніх та віддалених результатів аутодермопластики та скорочення терміну виконання хірургічної операції (патент України № а 2020 07435).

Запропоновано захватний інструмент горизонтального типу для видалення малих сторонніх тіл м'яких тканин, інструмент магнітний з асиметричним зубом для видалення фіксованих феромагнітних сторонніх тіл та пристрій захватний вертикального типу для видалення сторонніх тіл

малих розмірів, розташованих поверхнево, які завдяки оригінальній ідеї та схемі захвату та видалення сторонніх тіл малих розмірів покращують перебіг лікування та послідуєчої реабілітації поранених (патенти України №153158, №153258, №153702).

Запропонована науково–обґрунтована термографічна класифікація вогнепальних дефектів м'яких тканин з урахуванням особливостей анатомічної ділянки.

Обґрунтована тактика застосування мультимодальної схеми обстеження та динамічного моніторингу травмованих структур з встановленням напрямку подальшої тактики хірургічного лікування.

Удосконалена схема моніторингу: перед-, інтра- та післяопераційного контролю поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин, з доведеною ефективністю в ході експерименту.

Доведена доцільність застосування динамічного мультимодального підходу під час реконструктивно – відновлювального процесу уражених анатомічних зон.

Запропонована схема використання методу керованого негативного тиску(режим, частота заміни та тривалість терапії) в комплексному лікуванні поранених з ВДМТ з урахуванням динамічних змін результатів ,отриманих за рахунок ДЦТ та сонографії під час сканування ранової поверхні.

Розроблена прогностична оцінка ймовірності ускладнень, як межа для прогнозування результату лікування, можливістю варіанту корекції для збереження максимального показника анатоμο-функціональної властивості пошкодженої ділянки.

Обґрунтована схема хірургічного лікування на етапах надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ, комплекс організаційних заходів , що забезпечує скорочення термінів відновлення в 1,8 рази.

Мультимодальна схема реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин за своїми результатами дослідження впроваджена у Національному військово–медичному клінічному центрі «Головному військово- медичному

клінічному госпіталі» (м. Київ), Військово-медичному клінічному центрі Південного регіону (м. Одеса), Військово–медичному клінічному центрі Східного регіону (м. Дніпро), Військово–медичному клінічному центрі Північного регіону (Харків), 61 ВМГ (м. Маріуполь), Військовій частині А 2428 (військовий госпіталь м. Миколаїв).

Результати дослідження використовуються в підготовці військових лікарів на факультетах підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації Української військово-медичної академії, на кафедрі хірургії №4 Харківського національного медичного університету, на кафедрі загальної та клінічної патологічної фізіології Одеського національного медичного університету.

Особистий внесок здобувача. Всі наукові результати дисертаційного дослідження отримані автором особисто.

Дизайн дослідження, включаючи його програму, визначення мети із задачами її реалізації, а також об'єкта, предмета запропоновані автором. Дисертантом обрані методологічні основи та методичні підходи для опрацювання первинного матеріалу власноруч зібраному. Обрано наукові бази дослідження.

Дисертант виконував дослідження по верифікації змодельованих вибухових процесів, їх впливу на організм тварин та їх імплементації на відповідні процеси в організмі людини, Його внесок був вирішальним при оцінці морфометричних, гістологічних, імуногістологічних, клінічних біохімічних результатів, в тому числі, даних по вивченню термографічних результатів, впливу УЗД та процесів реабілітації на динаміку та характер патологічних змін в організмі поранених. Інтерпретація та аналіз результатів проведені автором.

Ідеї та розробки співавторів колективно опублікованих робіт у дослідженні не використовувалися. Загальна комплексна оцінка клінічних та експериментальних складових дослідження обговорена з

науковим консультантом, узгоджені також основні висновки та наукові положення.

Апробація матеріалів дисертації. Основні теоретичні та практичні положення дисертації було оприлюднено та обговорено:

а) *на міжнародному рівні*: 8-й Національний конгрес Турецької Спілки Реконструктивної Мікрохірургії, 9-13 травня 2018 р., м. Анталія (Туреччина) Міжнародна науково-практична конференція 12-15 червня 2019 р, м. Болонья (Італія); Міжнародна науково-практична конференція 10-12 жовтня 2019 р, м. Познань (Польща); Міжнародна науково-практична конференція 18-20 квітня 2020 р, м. Париж (Франція); XXIII міжнародна науково-практична конференція «Міжнародні тенденції в науці та технології», 30 листопада 2020 р., м. Варшава (Польща); 11-й Конгрес Всесвітнього товариства реконструктивної мікрохірургії, 2-4 червня 2022 р., м. Канкун (Мексика); «Новітні методи лікування в хірургії». Міжнародний науково-практичний форум, 7-8 липня 2022 р., м. Львів (Україна); «Нові тенденції та невирішені проблеми в медицині». Міжнародна наукова конференція, 29-30 липня 2022 р., м. Рига (Латвія); Симпозіум з військової хірургії на Лондонській травматологічній конференції, 7 грудня 2022 р., м. Лондон (Велика Британія); Конгрес німецької асоціації хірургів, 26 квітня 2023 р., м. Мюнхен (Німеччина); 12-й Конгрес Всесвітнього товариства реконструктивної мікрохірургії, 17-19 серпня 2023 р., м. Сінгапур;

б) *на державному рівні*: Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція 12-13 вересня 2019 року м. Одеса; I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 23 квітня 2021 р., м. Київ; «Актуальні питання невідкладної хірургії». Науково-практична конференція з міжнародною участю 28-29 квітня 2021 р., м. Харків; Реконструктивно-відновна хірургія вогнепальних дефектів м'яких тканин та їх наслідків. стан проблеми та оптимізація надання високоспеціалізованої медичної допомоги. «Круглий стіл», ДУ «Національний інститут хірургії та

трансплантології ім. О.О. Шалімова» НАМН України, 26 травня 2022 р., м. Київ; «Відкрита наука та інновації в Україні – 2022». міжнародна наукова конференція з відкритої науки та інновацій в Україні, 27-28 жовтня 2022 р., м. Київ; «Актуальні питання загальної, судинної та пластичної хірургії», Науково-практична конференція, 28-29 жовтня 2022 р., м. Київ; «Клініко-технологічні виклики в етапній та реконструктивній хірургії. Вогнепальні та побутові ускладнені рани, опіки, рубцеві трансформації, виразки та нориці, діабетична стопа, електрозварювання та з'єднання живих тканин». XXII науково-практична конференція з міжнародною участю, 5-6 грудня 2022 р., м. Київ; «Актуальні питання невідкладної хірургії». Науково-практична конференція з міжнародною участю, 15–16 грудня 2022 р., м. Харків;

в) *на галузевому рівні*: Міжгалузева щорічна науково-практична конференція. Інтегративна медицина: досягнення та перспективи (хірургічна секція) в рамках засідання асоціації травматологів м. Маріуполя 11-12 червня 2020 р.; Всеукраїнська курсантсько–студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса; «Актуальні питання пластичного закриття раневих дефектів при бойовій хірургічній травмі». УВМА, 16 серпня 2022 р., м. Київ; «Актуальні питання хірургії у військовий час». Науково–практична конференція сумісно із 1273 засіданням Асоціації хірургів Одеської області, 26 серпня 2022 р., м. Одеса; «Досягнення військово–польової хірургії та анестезіології в умовах бойових дій». XVI з'їзд військових хірургів та анестезіологів, 20-21 жовтня 2022 р., м. Київ; «Хірургія, анестезіологія, реаніматологія: нові реалії. Частина V». Науково-практичний семінар, 29 листопада 2022 р., м. Київ.

Публікації. Матеріали дисертації опубліковано в 53 друкованих працях, в тому числі 4 монографії у співавторстві, 30 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України (в т.ч. 16 у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Web of Science (4), SCOPUS (3), EBSCOhost, OCLC Word Cat, Ulrichs Web, Google Scholar, Cross ref та ін.), із

них - 15 тез науково-практичних конференцій. Дисертант є автором 4 патентів України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертацію викладено на 430 сторінках друкованого тексту в комп'ютерному наборі. Робота складається із анотації, вступу, 6 розділів власних досліджень, висновків, практичних рекомендацій та додатка. Дисертація ілюстрована 83 таблицями, 68 рисунками, 47 формулами. Список використаної літератури містить 301 джерелонаукової інформації, з них 113 кирилицею, 188 латиницею.

РОЗДІЛ 1

МУЛЬТИМОДАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН (огляд літератури)

1.1. Місце та структура вогнепальних поранень серед бойової та небойової хірургічної травми в Україні і світі

У зв'язку зі світовими тенденціями, що проявляються збільшенням кількості нелегальної вогнепальної зброї, почастищенням соціальних, політичних, етнічних, расових і релігійних конфліктів, що супроводжуються застосуванням вогнепальної зброї, проблема лікування вогнепальних поранень набуває все більшої актуальності. Особливо гостро вона постає під час локальних і поширених військових дій, виконанні миротворчих місій, антитерористичних операцій, у випадках масового отримання вогнепальних поранень [12].

В мирний час серед цивільного населення зростання кількості вогнепальних поранень відбувається за рахунок криміналізації суспільства, а також внаслідок нещасних випадків на полюванні, при необережному та невмілому поводженні з вогнепальною зброєю, спробах суїциду тощо [139, 299].

За даними багаточентрового статистичного дослідження Mohsen Naghavi та ін. [274], в 2016 році у світі від вогнепальних поранень загинуло близько 251 тис. осіб, що склало 3,7 випадків на 100 тис населення. У порівнянні з 1990 р. - близько 209 тис. осіб. (3,5 випадків на 100 тис. населення). Слід звернути увагу, що 27% - це випадки смертності внаслідок самогубства від вогнепальної зброї, а 9% - випадкові випадки смерті від вогнепальної зброї, що вкотре звертає увагу на актуальність проблеми вогнепальних ран і серед цивільного населення у мирний час. В цілому, з 1990 по 2016 рік не спостерігалось суттєвого зниження летальності від

вогнепальних поранень. Статистичні дані з розподілом по країнах світу наведені на Рис. 1.1

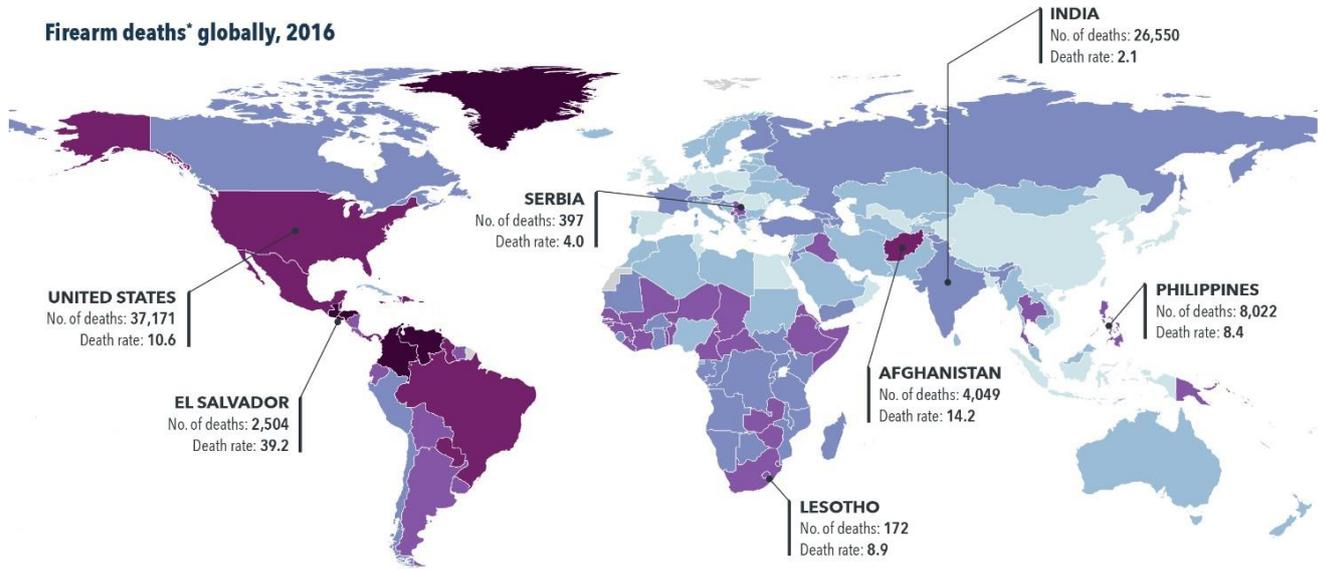


Рис. 1.1 Статистичні дані смертності від вогнепальних поранень у різних регіонах світу за даними Mohsen Naghavi та ін. [274]

Умовні позначення: смертність на 100 тис. населення, стандартизована за віком:

	понад 20 випадків на 100 тис. населення
	10 – 20 випадків на 100 тис. населення
	4 – 10 випадків на 100 тис. населення
	2 – 4 випадки на 100 тис. населення
	1 – 2 випадки на 100 тис населення
	менше 1 випадку на 100 тис. населення
	немає даних

В Україні кількість вогнепальних поранень серед цивільного населення поза межами зони проведення АТО/ООС за період з 2015 по 2019 рік зросла у півтори рази, що обумовлено збільшенням кількості вогнепальної зброї (переважно нелегальної) на руках у населення [6].

У вітчизняній літературі еталонними даними стосовно структури санітарних втрат зазвичай вважається інформація часів Другої Світової війни. Проте, після її закінчення у світі сталося понад 150 локальних війн і збройних конфліктів (в Кореї, В'єтнамі, Алжирі, Сирії, Ефіопії, Ізраїлі, Аргентині, Ірані, Сомалі, Афганістані, Гренаді, Іраку, Югославії, на території Північно-Кавказького регіону Росії, на території незалежної України та ін.) [72, 124, 147, 153, 159, 160, 233, 254, 277, 289-292].

Структура санітарних втрат та виду ушкоджень залежить від масштабів бойових дій і характеру застосовуваної зброї [24, 90], порівняльна характеристика наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Загальна структура бойової хірургічної травми у війнах та збройних конфліктах, % [92]

Характер ушкодження	Друга Світова війна, 1939 -1945 р.р.	Війна в Афганістані, 1979-1989 р.р.	Військовий конфлікт в Чеченській республіці, 1994-1996 р.р.	Бойові дії ВС США в Іраці, 2001 р – по теперішній час
Вогнепальні поранення	93,4	62,3	58,9	78
Травми	3,5	32,6	33,2	22
Термічні ураження	3,1	3,6	5,5	-
Комбіновані ураження	-	1,5	2,4	-

Примітка: * - точних даних немає.

На фронтах Другої Світової війни переважали вогнепальні кульові (43,1%) та осколкові (56,8%) поранення. Зараз, окрім вогнепальної зброї, на озброєнні армій багатьох країн знаходиться зброя масового ураження: ядерна, хімічна, біологічна. В разі застосування такої зброї структура бойових ушкоджень значно зміниться. Про це можна судити за даними,

отриманими після застосування США двох атомних бомб у війні з Японією: механічна травма спостерігалася у 70% уражених, опіки - у 65%; при цьому у 60% уражених були комбіновані радіаційні ураження. При застосуванні сучасного ядерної зброї опіки складуть не менше 75%, а комбіновані радіаційні ураження - до 85% загального числа уражених [29, 188].

Після Другої світової війни, поряд з розробкою нових видів зброї масового ураження тривало вдосконалення і звичайної (конвенційної) зброї. З'явилися дрібнокаліберні кулі (5,45-5,56 мм) з високою початковою швидкістю польоту (900-1000 м/с); кулькові бомби та касетні снаряди, начинені кількома тисячами кульок; нові типи протипіхотних та протитанкових мін, в тому числі системи дистанційного мінування; боєприпаси термобаричної дії (об'ємного вибуху); високоточна зброя. Наразі, розробляється лазерна зброя (ураження очей), мікрохвильова зброя [153, 269, 298].

Все це призвело до того, що в сучасних локальних війнах і збройних конфліктах - в Кореї (1950-1953), В'єтнамі (1964-1973), на Близькому Сході (1967, 1973), в Афганістані (1979-1989), в збройному конфлікті в Чеченській Республіці 1994-1996 рр., при веденні бойових дій в Іраці та Афганістані (2001 рік - по теперішній час), а також на Донбасі структура бойової патології істотно різниться (див. табл. 1.1) [172].

Також відзначено деяку тенденцію до збільшення частоти термічних уражень і комбінованих уражень, в основному механотермічне. В структурі санітарних втрат по локалізації в всіх війнах продовжують переважати поранення кінцівок, які аж до Другої світової війни становили абсолютну більшість бойової хірургічної патології. Зміни структури санітарних втрат по локалізації поранень в сучасних локальних війнах і збройних конфліктах, в порівнянні з Другою Світовою війною, зводяться в основному до збільшення числа поранених в голову (в 1,5-2 разів) і в живіт (в 2-3 разів).

За досвідом АТО/ООС, за локалізацією вогнепальні поранення розподіляються наступним чином: кінцівки – 53%, голова – 23 %, груди –

8%, живіт – 3%, шия 2%, хребет – 1%, таз та сідниці – 1%, інші – 8% (Рис. 1.2) [68, 110].

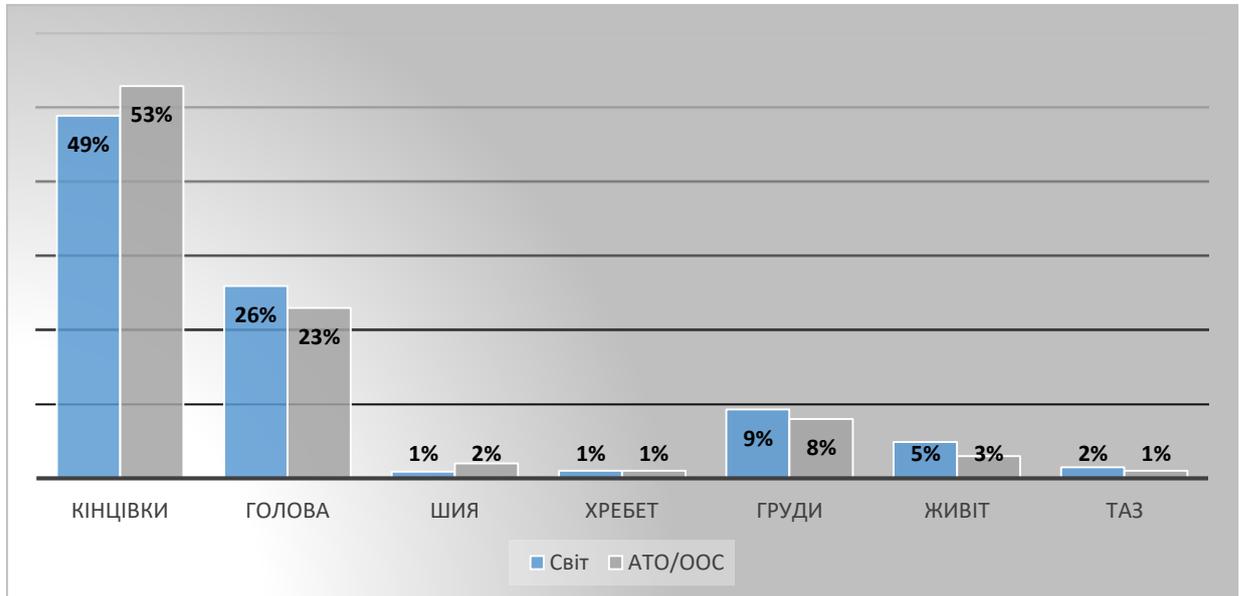


Рис. 1.2. Порівняння структури вогнепальних поранень зі локалізацією під час сучасних військових конфліктів у світі та у зона АТО/ООС

У загальній структурі сучасної бойової хірургічної травми, вогнепальні ушкодження м'яких тканин спостерігаються в 64,9 – 68,2 %. За локалізацією вогнепальні поранення м'яких тканин розподілені наступним чином: голова – 26,3% , шия – 0,9%, груди – 9,3 %, живіт – 4,9 %, таз – 1,5 % , кінцівки – 48,9%, опіки – 2,7% , поєднані – 22,7%. За видом ранового каналу поранень м'яких тканин було наскрізних – 39,6,% , сліпих – 44,8%, дотичних – 15,6 % (див. Рис. 1.2).

Аналіз джерел наукової інформації при проведенні АТО/ООС показав, що в структурі санітарних втрат хірургічного профілю поранені з ушкодженнями кінцівок становлять 56,7% - 62,6 %. Клініко-епідеміологічними та клініко-анатомічними дослідженнями доведено, що поранені з осколковими ушкодженнями кінцівок становлять 80,4%, з кульовими – 13,1 %, з мінно- вибуховими – 2,2% та з вибуховими травмами – 4,3%. Осколкові поранення кінцівок у 70,6 % є сліпими, ізольованого або

множинного характеру. Кульові поранення у 75,8% є наскрізними, ізольованого характеру.

Поранення м'яких тканин склепіння черепа діагностовано у 55,4% випадків, у 44,6% - виявлені непроникаючі та проникаючі поранення з ушкодженням головного мозку. Вогнепальні поранення м'яких тканин склепіння черепа частіше були осколкові (у 96,3% потерпілих), з них за характером ранового каналу: сліпі (у 39,1%) та дотичні (у 37,1%), рідше – рикошетні (у 20,2%) та наскрізні (у 3,6 %). У 58,5% потерпілих рани м'яких тканин склепіння черепа не супроводжувалися порушенням свідомості.

Поранення грудей у загальній структурі бойової хірургічної травми за даними АТО/ООС становить 11,7%, переважну кількість склали непроникаючі поранення (83,6%). Частота вогнепальної травми живота останнім часом зменшилася до 4,0 – 7,0 %, з них 35,7% - 37 % склали непроникаючі.

В дослідженні Трутяка І.Р. та співав. проаналізовано лікування 1051 поранених і травмованих учасників антитерористичної операції на Сході України, які перебували у Військово-медичному клінічному центрі [95]. Всі вони мали поєднані поранення порожнин і кінцівок: 4,24% - пошкодження черевної та грудної порожнин і стабільними показниками, 4,65% - нестабільними, 7,91% пошкодженням головного та спинного мозку, 7,4% - вогнепальні кульові поранення, 20,7% - вогнепальні переломи різних сегментів кінцівок, 8,65% - інфекційні ускладнення бойової хірургічної травми. Більшість поранених становили поранені з множинними та поєднаними ушкодженнями уламками гранат і реактивних боєприпасів – 47,9%. Найтяжчі пошкодження мали поранені з мінно-вибуховою травмою, яка супроводжувалась вогнепальним пораненням з відчленуванням і тяжкими пошкодженнями кінцівок, ураженням вибуховою хвилею та імпульсним шумом (25,4%). Також 17,3% постраждалих отримали поєднані травми внаслідок руйнування техніки, будівель і падіння з висоти.

Вогнепальні поранення кінцівок і тулуба, що супроводжується утворенням дефектів м'яких тканин становить 12-18% санітарних втрат хірургічного профілю. Тому питання лікування цих пацієнтів залишається однією з найважливіших проблем сучасної військової хірургії. Їх вирішення дозволить скоротити терміни лікування, покращити функціональні результати, пришвидшити строки повернення у стрій, зменшити процент інвалідизації [12].

Таким чином, вогнепальні поранення займають важливе місце у структурі вогнепальних поранень військовослужбовців ЗСУ.

1.2. Визначення понять, термінологія та класифікація вогнепальних поранень

До бойової хірургічної травми відносяться вогнепальні і невогнепальні травми, ураження різними видами зброї масового ураження, а також захворюваннями хірургічного профілю [11, 12, 14-16, 31, 32]. У військово-медичній термінології використовуються такі поняття:

поранений - військовослужбовець, який отримав вогнепальну або невогнепальну травму;

уражений - військовослужбовець, який постраждав в результаті впливу ядерного, термічного, хімічної або біологічної зброї;

хворий - військовослужбовець, у якого виникло захворювання хірургічного профілю [38, 39].

Всі перераховані вище об'єднуються міжнародним терміном комбантанти.

Відносно цивільного населення (некомбантантів) з будь-якими видами бойової хірургічної патології використовується термін постраждалих. Вивчаючи патологію бойової хірургічної травми, варто розглянути сутність деяких термінів [12, 16].

Зокрема, пошкодження - результат впливу снарядів, вражаючих факторів або навколишніх предметів на тканини, органи або системи людського організму.

Пошкодження - це морфологічний субстрат травми (поранення) і, отже, основний структурний елемент всіх класифікацій.

Рана - локальний вид ушкодження, обов'язковим компонентом якого є порушення цілісності шкірного покриву або слизових оболонок на всю їх товщину, часто з пошкодженням більш глибоко розташованих тканин та органів.

Травма - загальний результат взаємодії людського організму з факторами навколишнього середовища в екстремальних ситуаціях при конкретних умовах зовнішнього середовища й надання медичної допомоги.

Патофізіологічний прояв такої взаємодії (травми) - типові патологічні процеси, а клінічний прояв - симптоми та синдроми. Поняття «травма» обов'язково включає в себе два компоненти: пошкодження (стабільний морфологічний компонент) і стан пораненого (змінюється функціональний компонент).

Поранення – локальний вид травми, морфологічним компонентом якого є рана. Класифікацію бойової хірургічної травми проводять з урахуванням наступних критеріїв:

- за видом снаряду, який ранив – вогнепальні поранення (кульові та осколкові), мінно- вибухові та вибухові поранення;
- за видом ранового каналу – сліпі, наскрізні та дотичні;
- за відношенням до порожнин - непроникаючі та проникаючі;
- за локалізацією ураження – голова, шия, грудна клітина, живіт, таз, хребет та кінцівки;
- за пораненням органів та структур – відповідно за органами та системами органів, які підлягли пораненню (з пошкодженням головного мозку, очей, вух, носа, роту, глотки, обличчя; з переломами кісток скелета та основи черепа, лицевого скелета; з

пошкодженням гортані, трахеї, стравоходу, магістральних судин, нервів, щитоподібної залози; з переломами ребер, грудини, лопатки; з пошкодженням легень, серця, магістральних судин, стравоходу; з пошкодженням: органів, магістральних судин; з переломами кісток тазу, крижів, куприка; з пошкодженням сечового міхура, уретри, прямої кишки, магістральних судин, нервів, статевих органів; з переломами: тіл, дуг, відростків хребців; з пошкодженням: спинного мозку, корінців; з переломами кісток; з пошкодженням суглобів, магістральних судин, нервових стволів; з роздробленням кінцівки; з відривом кінцівки) [12, 42].

Залежно від кількості та локалізації пошкоджень вогнепальні й невогнепальні травми поділяються на ізолювані, множинні та поєднані.

Ізолюваними називаються травми, при яких виникло одне пошкодження тканин, сегментів опорно-рухової системи або внутрішніх органів.

Множинними називаються травми, при яких виникло кілька ушкоджень (одним або декількома снарядами, стосовно вогнепальної травми) в межах однієї анатомічної ділянки тіла.

Поєднаними називаються травми, при яких виникло кілька ушкоджень (одним або декількома снарядами, стосовно вогнепальної травми) в декількох анатомічних областях тіла (голова, шия, груди, живіт, таз, хребет, кінцівки).

За тяжкістю вогнепальні й невогнепальні травми поділяються на 4 групи: легкі, середньої тяжкості, тяжкі та вкрай тяжкі. Відповідно до стандарту NATO AJP 4.10 (ALLIED JOINT DOCTRINE FOR MEDICAL SUPPORT у редакції від вересня 2019 року), об'єктивність оцінки досягається використанням кількісних критеріїв тяжкості шляхом присвоєння кожному ушкодженню певного балу відповідно до оціночних шкал. Для оцінки тяжкості множинних, поєднаних та комбінованих травм бали всіх пошкоджень підсумовуються [119].

Для оцінки тяжкості комбінованої травми, розроблена та запроваджена міжнародна шкала ISS, яка базується на обрахунку кількості уражених ділянок та тяжкості ураження за 6-тибальною шкалою. Дана шкала увійшла до стандарту ATLS (Advanced Trauma Life Support) і використовується здебільшого для медичного сортування, її використання для надання допомоги має другорядний характер.

Втім, питання визначення і класифікування обсягу пошкодження при вогнепальних пораненнях досі лишається неоднозначним. При пораненнях кулями і осколками, що мають велику кінетичну енергію, виникає значне пошкодження тканин. У зв'язку з тим, що формування зони порушеної перфузії займає кілька годин, точна оцінка обсягу пошкодження відразу після поранення викликає складнощі.

Характерною рисою сучасних вогнепальних поранень є значний і складно визначаємий обсяг пошкоджень – це пов'язано з особливостями вражаючої дії сучасної вогнепальної зброї. Крім того, часто невідомим є обсяг пошкодження м'яких тканин при незначних зовнішніх розмірах ран і наявності ранового каналу.

Серед недоліків наведених вище класифікацій, можна виділити те, що не приділяється достатньо уваги стороннім тілам в м'яких тканинах та термінам їх видалення або знаходження в тканинах, матеріалу, з якого вони виготовлені, феромагнітних властивостей та інше, що чинить вплив на загоєння вогнепальних ран, вірогідність виникнення ускладнень, подальшу хірургічну тактику.

За наявними даними відмінність сторонніх тіл вогнепального походження від таких іншого походження характеризується наступними особливостями: широкий діапазон варіабельності розміру стороннього тіла, часто геометрично неправильна, асиметрична форма і нерівні краї; наявність вхідного ранового отвору частіше неправильної форми; значна глибина знаходження в тканинах.

У міжнародній класифікації хвороб 10 перегляду (МКХ-10) присутня нозологічна одиниця – залишкове стороннє тіло у м'яких тканинах (М 79.5), але не розкриті фази протікання їх носійства, наявності або відсутності магнітних властивостей, структури, форми, глибини розташування та інших властивостей сторонніх тіл, які впливають на терміни загоєння рани та ймовірні ускладнення.

Наведені визначення та класифікації мають головною метою єдність термінології в військово-польової хірургії, єдине розуміння механізмів розвитку патологічних процесів при вогнепальної травми, єдиний алгоритм формування діагнозу бойової хірургічної травми. Це сприяє формуванню єдиної тактики надання медичної допомоги та лікування, наступності та послідовності діагностичних і ЛЕЗ в умовах етапного лікування поранених.

1.3. Сучасні уявлення щодо патоморфозу вогнепальних ран

Вогнепальні поранення об'єднують велику групу ушкоджень, це вогнепальні кульові, осколкові поранення, вибухова травма, невогнепальні поєднані травми і поранення вторинними відламками та комбіновані ураження різними видами зброї.

Загальною рисою всієї вогнепальної зброї є велика кінетична енергія снаряду, що ушкоджує, або його елементів, уламків та осколків, яка передається тканинам під час контакту у вигляді головної ударної хвилі, безпосередньої дії снаряду та бокового удару [12, 130].

У 1960-1970 рр. з'явилися нові види конвенційної зброї: кулькові бомби, снаряди зі стрілоподібним вражаючими елементами, високошвидкісні кулі зменшеного калібру, боеприпаси об'ємного вибуху та ін. Експериментальні дослідження дозволили вивчити особливості поранень, що викликаються цими видами зброї. В 1980-1990 рр. широкого поширення набуло мінно-вибухова зброя, ефективність якої також була вивчена в експерименті, а потім - в ході надання хірургічної допомоги пораненим в

локальних війнах [92, 149, 164]. Тому, проблема бойової хірургічної травми та її наслідків залишається однією з найбільш актуальних у воєнній хірургії. Особливостями сучасної бойової хірургічної травми є наявність вогнепальних кульових поранень, вогнепальних осколкових поранень, мінно-вибухової травми, невогнепальних поєднаних травм, невогнепальних поранень вторинними відламками та комбінованих уражень різними видами зброї [132, 134, 136, 138, 175, 227, 231, 266, 268].

Відповідно до Міжнародного гуманітарного права, якого дотримуються армії більшості цивілізованих країн, при уражень живої сили противника повинні використовуватися лише засоби, що виводять бійців зі строю, позбавляють їх боєздатності, але не завдають їм зайвих страждань і не мають за мету неодмінно позбавити їх життя [25, 72, 148, 261]. Проте, незважаючи на всі прийняті міжнародні угоди, тяжкість бойових вогнепальних пошкоджень в останні роки істотно зростає. Це пов'язано із загальним науково-технічним прогресом, зміною умов і форм ведення бойових дій у сучасній війні. Війни стали більш динамічними, поширилися на водні і повітряні простори [12, 16, 133, 179, 198, 295].

Удосконалення вогнепальної зброї ведеться в напрямку збільшення сили вибухових речовин, зниження калібру і маси снарядів, підвищення початкової швидкості їхнього польоту, поліпшення конструкції зброї. Все це дозволяє збільшити потужність вогню, його щільність, забезпечує вражаючою дію снарядів на значні відстані [6].

Досвід збройного конфлікту на сході України показав, що внаслідок зміни характеру ведення бойових дій та широкого застосування великокаліберної зброї та систем залпового вогню, мінометів, керованих вибухових пристроїв високоточної дії, змінилася і бойова хірургічна травма: виникають поранення особливої тяжкості, з ураженням декількох анатомічних областей з утворенням дефектів м'яких тканин, що додатково супроводжуються загальним комоційно - контузійним синдромом [31, 32].

Особливостями вогнепальних кульових поранень в антитерористичній операції на Сході України було те, що всі вони високоенергетичні, тобто отримані кулями з великою швидкістю польоту. Такі поранення характеризувались утворенням дефекту м'яких тканин, множинними уламковими переломами з дефектом кісткової тканини [165, 166, 174, 184]. Поранення уламками мін, гранат чи реактивних боєприпасів були множинними, різної глибини та площі ранової поверхні. Особливо тяжкий перебіг ранової хвороби був у пацієнтів з порожнинними уламковими пораненнями й ушкодженням внутрішніх органів. У всіх цих поранених виникли ранні ускладнення ранової хвороби. Найчастіше – рецидивні кровотечі та неспроможність швів порожнистих органів, що потребувало повторних операційних втручань.

Окрім того, більшість поранених уламками боєприпасів мали дефекти м'яких тканин кінцівок і проникаючі поранення порожнин з ушкодженням внутрішніх органів, що потребували спеціальної хірургічної обробки та пластичного закриття [145, 150, 151, 169, 200, 214]. Пошкоджуюча дія травмуючого снаряду визначається швидкістю польоту, масою, площею поперечного січення, ступенем стійкості при попаданні в тканини, схильністю до деформації і фрагментації, величиною кінетичної енергії, яка передається кулею тканинам.

Тяжкість травмування тканин визначається саме величиною кінетичної енергії, яка передається тканинам. Чим вона вища, тим більші ураження [156, 198].

В залежності від цього виділяють високошвидкісні травмуючі снаряди (понад 700 м/сек), з середньою швидкістю (400-700 м/сек), з низькою швидкістю (до 400 м/сек) [31, 32].

В залежності від кінетичної енергії травмуючі снаряди розрізняють:

- 1) розривної дії;
- 2) пробивної дії;
- 3) клиновидний;

4) забійної дії.

Розривна (дробляча) дія характеризується тим, що снаряд, який має велику енергію дробить і руйнує щільні середовища (кістки, хрящі, внутрішні органи, шкіру).

При пробивній - снаряд діє по типу пробійника, утворюючи в пошкоджених щільних середовищах дефект “мінус-тканина”, при клиновидній – діє як клинок, розщеплюючи і розсовуючи тканина. Забійна дія проявляється на великій відстані пострілу, коли снаряд, що загубив кінетичну енергію, в момент удару на шкірі може викликати гематому, садно, а інколи поверхневу рану.

При вогнепальних пораненнях велика енергія снаряду у вигляді ударної хвилі миттєво передається навколишнім тканинам, викликаючи їх коливання. При цьому, вслід за снарядом, який рухається, утворюється пульсуюча порожнина, яка передає коливальні рухи на сусідні органи і тканини. Тому дія снаряду на тіло людини складається із прямої дії (удару) і дії енергії, яка передається в сторони (бокової дії).

При попаданні снаряду в порожнинні органи, які наповнені рідиною, спостерігається гідродинамічна дія, тобто снаряд передає енергію у всі напрямки, що супроводжується розривом даних органів. Такі явища спостерігаються при попаданні кулі у порожнини серця в стані діастолі, тобто наповнені кров'ю, наповнений сечовий, жовчний міхур і т.і.

Тому, сумарна пошкоджуюча дія травмуючого снаряду виникає внаслідок ударної хвилі, енергії бокового удару та вихрового сліду. Однією з основних причин пошкоджуючої дії вогнепального поранення є утворення навколо снаряду надзвукового потоку, що складається з частин пошкоджених тканин, пухирців повітря та інших газів, які розлітається у радіальному напрямку за рахунок переданої їм енергії снаряду. В цих умовах виникає тимчасова пульсуюча порожнина, яка досягнувши свого максимального розміру спадається, потім її розміри знов збільшуються, але вже з меншою амплітудою і так відбувається зо повного згасання коливань.

В результаті пульсуючого ефекту кавітації виникають великі та тяжкі пошкодження тканин не тільки у ділянці поранення, але й на значній відстані від ранового каналу у вигляді забоїв і розривів м'язів, фасцій, порожнистих органів, судин, нервів, створюючи умови для проникнення в рану патогенної мікрофлори вже в момент формування рани м'яких тканин вогнепального походження.

Травмуючі агенти снаряду:

1. Дія ударно-хвильових процесів при першому контакті з тканиною. (більше 1000 кПа). Викликає диспозиційні дислокації тканин.
2. Безпосередня дія травмуючого снаряду.
3. Дія енергії бокового удару з утворенням пульсуючої (тимчасової) порожнини.
4. Дія вихрового сліду - турбулентного потоку частинок тканин, які всмоктуються в рановий канал [118, 193-195, 197, 201, 228, 229].

З моменту поранення в тканинах організму проходять складні патоморфологічні процеси. Включаючи функціональні і морфологічні зміни клітинних структур і мембран, розлад мікроциркуляції та регіонарного кровотоку з розвитком гіпоксії і травматичного набряку тканин, порушення проникності судин. Це, у свою чергу, веде до поглиблення метаболічних внутрішньоклітинних порушень, виділення і накопичення біологічно активних речовин, які сприяють порушенню трофічних функцій і некрозу тканин.

Відповідно з морфологічними і функціональними змінами, а головне, в інтересах лікувальної тактики в межах ранового каналу виділяють три зони:

1. Первинний рановий канал (первинна, або постійна, порожнина) виникає внаслідок розщеплення, розтрощення, роз'єднання і роздроблення тканин по осі польоту снаряда. Діаметр і контур одного і того ж каналу на всьому протязі різні, що пов'язано з поведінкою снаряда і анатомічної характеристикою пошкоджених тканин. Власне каналу при вогнепальних пораненнях може і не бути, оскільки утворений дефект тканин заповнюється рановим детритом, згустками крові. Хід ранового каналу в значній мірі

ускладнюється у міру проходження снарядом через різнорідні тканини, що розрізняються за структурою, щільністю, еластичністю. У момент поранення відбувається первинна девіація ранового каналу (відхилення від прямої лінії, яка є продовженням траєкторії руху снаряда), що є характерною рисою вогнепальних ран.

Вторинна девіація до механізму дії снаряда відношення не має, вона настає після поранення, іноді через тривалий період часу внаслідок зсуву м'яких тканин і кісткових фрагментів, стисненням тканин гематомою, або посттравматичним набряком. Раньовий канал заповнений кров'ю, сторонніми тілами, частинами відторгнутих, розтрощених, мертвих тканин - рановим детритом. Кількість зруйнованих тканин збільшується в напрямку вихідного отвору [12, 16, 121, 126, 152].

Рановий канал при наскрізних пораненнях має вхідний і вихідний отвори, при сліпих — тільки вхідний. Військовим лікарям важливо знати, що вид вхідного і вихідного отворів не дають повного уявлення про розмір руйнувань тканин.

«Видима рана - це лише дим від вогню», - писав французький хірург Депл. Розміри отворів залежать від балістичних властивостей заряду [12].

При пораненнях швидкісними малокаліберними кулями обсяг пошкоджених тканин збільшується до вихідного отвору; при пораненнях стрілоподібними елементами і голчастими кулями спостерігається рівномірне пошкодження тканин від вхідного до вихідного отворів, а при пораненнях сталевими кульковими осколками, ребристими кубиками, каучуковими і пластмасовими кульками, осколками від корпусів снарядів найбільші пошкодження спостерігаються в зоні вхідного отвору. Це пов'язано з тим, що форма осколків сприяє більш швидкій втраті їх швидкості як у повітрі, так і в більш щільних середовищах, і тому в зоні вихідного отвору обсяги пошкодження тканин, зазвичай, незначні [12, 14-16]. Необхідно враховувати особливості ранового каналу при пораненнях, які супроводжуються багатоосколковими переломами, при яких кісткові

відламки різного розміру, одержуючи частину енергії від заряду, з великою швидкістю розлітаються в сторони від ранового каналу, створюючи осередки додаткового пошкодження тканин.

2. Зона контузії (зона прямого травматичного, первинного некрозу) виникає на площі зіткнення снаряда з тканинами. У цю зону входять тканини, розташовані в безпосередній близькості від ранового каналу і піддаються некрозу в момент поранення або найближчі години після нього в результаті фізичного впливу на тканини ранняго снаряду. Глибина некрозу тканин в стінках первинного ранового каналу різна на його різних ділянках, у різних органах і тканинах. Розміри зони первинного некрозу залежать від балістичної характеристики снаряду, структурно-функціональних особливостей тканин, зокрема від їх здатності переносити травматичні ушкодження та гіпоксичні стани. Краще за всіх в зоні контузії зберігається сполучнотканинна строма, яка іноді залишається при повній загибелі інших навколишніх тканин, що особливо добре видно в стінках ранових каналів у клітковині і м'язах. Чим більше енергія, передана тканинам травмуючим снарядом, тим більше площа зони контузії і первинно-некротизованої тканини [12, 16]. Візуально зона контузії являє собою відносно тонкий шар тканини темно-червоного кольору м'якої консистенції без капілярної кровотечі (якщо це м'язова тканина, то відсутня контракція м'язових волокон при розрізі або щипку). Важливо мати на увазі, що конфігурація зони первинного некрозу може бути різною, що дуже ускладнює здійснення вичерпної первинної хірургічної обробки ран [12, 14-18]

3. Зона струсу (молекулярного струсу, вторинного некрозу) - зона бокового удару, безпосередньо прилягає до тканин, які повністю втратили життєздатність у момент поранення або в найближчі години після нього. У механізмі формування цієї зони головну роль грають формування тимчасової пульсуючої порожнини ранового каналу і поширення ударних хвиль, особливо хвиль тиску. У зоні струсу тканини піддаються непрямому впливу снаряда.

Тканини, розташовані поблизу зони контузії, внутрішній шар зони струсу, піддаються масивному струсу, при якому відбувається їх різке зміщення у результаті утворення тимчасової пульсуючої порожнини. У тканинах, розташованих на більшій віддалі від осі вогнепального каналу, тобто в зовнішньому шарі зони струсу (зона «молекулярного струсу», за М.І. Пироговим), струс менш виражений [12, 16]. Обсяг пошкодження тканин в зоні струсу (зона комоції) коливається в широких межах і залежить від структури тканин. Так, в органах, що характеризуються невеликим коефіцієнтом стиснення (мозок, печінка, селезінка, кістка), звичайно переважають ефекти розриву або розколювання на частини. У тканинах, що містять велику кількість колагенових і еластичних волокон, пошкодження менш значні. Порушення мікроциркуляції і супутні їм явища вираженого набряку, гемо-та лімфостазу сприяють розвитку ацидозу і гіпоксії, що має шкідливу дію на тканини в даній зоні.

Виникає порочне коло: набряк м'язів, що знаходяться в фасціальних футлярах, призводить до їх стиснення, подальшого погіршення кровопостачання і наростання набряку. Таким чином, в зоні комоції на тлі посилення розладів мікроциркуляції, можуть прогресувати дистрофічні і некробіотичні процеси, що сприяють розвитку вторинних некрозів, які виникають у зоні комоції на значній відстані від первинного ранового каналу. При сприятливому перебігу ранового процесу, обумовленому відповідним адекватним місцевим впливом на рану і загальним лікуванням пораненого, може статися зворотний розвиток структурно-функціональних змін зовнішнього шару зони комоції, в результаті чого значно зменшується величина вторинного некрозу тканин [5, 7, 21-23, 37, 43, 47, 54, 55, 66, 69, 70, 78, 144, 146, 182, 189].

Зона струсу являє собою інтерес для хірургів. Вона може бути названа зоною нестійкої рівноваги. При несприятливих умовах (наростання набряку, відсутність або затримка відповідних місцевих і загальних заходів при лікуванні пораненого) ця зона здатна значно розширитися або цілком

піддатися некротичних змін. Місцеве і загальне лікування сприяє зменшенню цієї зони і, отже, дозволяє зберегти життєздатність ушкоджених тканин, насамперед м'язової [114, 117, 155, 176-178, 276, 286]. Доля тканин зони молекулярного струсу визначається як ступенем їх пошкодження, так і особливостями лікувальної тактики. В умовах несприятливого перебігу ранового процесу, зокрема при неадекватному лікуванні, глибокі функціональні розлади можуть вести до виникнення мікроевгніщ некрозу, які, зливаючись, утворюють макроевгніща, а ті в свою чергу формують зони суцільного некрозу [137, 170, 171, 191, 200, 300].

Слід зауважити, що патоморфологічні особливості уражених тканин залежать від балістичних характеристик зброї та біологічних характеристик тканини. Залежно від швидкості польоту, вражаючі елементи вогнепальної зброї розподіляють на низькошвидкісні (менше 700 м/с) та високошвидкісні (від 800м/с). Руйнівна дія залежить не тільки від швидкості, але й від ефективності передачі енергії, яка визначається фізичними характеристиками снаряду, що пов'язані з його калібром, формою, структурою оболонки і сердечника, можливістю деформації та фрагментації, розташуванням центру ваги, а також від локалізації рани та біологічних характеристик тканини (щільності, еластичності, кровонаповнення та ін.).

Якщо характеристики вражаючих елементів стрілецької зброї можна змоделювати та передбачити, то після вибуху вибухових пристроїв утворюється велика кількість фрагментів з різноманітними розмірами, формою та швидкістю, які призводять до множинних, вкрай різноманітних поранень та характеризуються значними дефектами тканин.

Сучасна вогнепальна зброя завдяки значно збільшеній швидкості та зменшеному калібру. Але з підвищеною кінетичною енергією, значно збільшує зони некрозу, струсу тканин, порушень мікроциркуляції.

Загалом, для вогнепальної рани, отриманої в результаті застосування сучасної вогнепальної зброї, характерні нерівномірність зони ураження тканини, складність архітекtonіки ранового каналу, наявність прихованих

порожнин і великих ранових каналів при невеликих зовнішніх розмірах ранових отворів; велика варіабельність, а за суттю, неповторність та індивідуальність кожної рани; наявність в зоні ранового каналу або в оточуючих тканинах сторонніх тіл, які обумовлюють мікробне забруднення вогнепальної рани з високим ризиком гнійних ускладнень, наявність загальних системних запальних реакцій.

Це підтверджується результатами аналізу санітарних втрат під час війн, локальних конфліктів та військових операцій. Зокрема встановлено, що сучасна бойова травма характеризується забрудненням сторонніми матеріалами, високими показниками бактеріального та грибкового інфікування, часто з композитними дефектами, масивними ушкодженнями м'яких тканин та мультисистемними ураженнями.

Слід звернути увагу саме на той вплив, який чинить на перебіг ранового процесу і загоєння ран мікробне забруднення, яке є неминучим і закономірним наслідком поранення. Проте розвиток ранової інфекції не завжди супроводжує вогнепальне поранення. Рани можуть гоїтися без ускладнень, незважаючи на наявність у них мікроорганізмів. Це зумовлено тим, що не всі мікроорганізми, що потрапили в рану, знаходять у ній умови для існування. Відбувається їх своєрідна селекція.

Так, анаероби погано розвиваються в широко відкритій рані, що добре аерується, деякі мікроорганізми не можуть розвиватися в умовах ацидозу у рані, частина їх механічно вимивається з рани кров'ю і рановим секретом. Крім цього, мікроорганізми піддаються фагоцитозу і впливу гуморальних імунобіологічних чинників. Водночас у вогнепальній рані є ряд умов, що сприяють розвитку ранової інфекції.

Так, у рані можуть бути замкнуті порожнини, куди не проникає повітря, що сприяє розвитку анаеробів. Некротизовані тканини стінок ранового каналу можуть служити гарним живильним середовищем для мікроорганізмів. Варто враховувати, що рановий канал оточений тканинами зі зміненою реактивністю і зниженою опірністю до інфекції. Сприяють

розвитку ранової інфекції також масивна крововтрата, білковий і електролітний дисбаланс, авітаміноз, імунодефіцит та інші несприятливі чинники [203, 205-207, 223, 236, 249, 252].

За даними різних авторів, частота інфекційних ускладнень вогнепальних ран сягає 29,6 % [12, 27, 46, 50, 57, 61, 63, 64, 69, 91, 216, 217, 221, 251]. Статистично достовірними факторами, що суттєво підвищують вірогідність розвитку інфекційних ускладнень є пенетруючі рани, високошвидкісні поранення, гематокрит нижчий 30%, наявність перелому або травми порожнистих органів, а також затримка госпіталізації більш ніж на 6 годин. Частота ускладнень зростала у дистальному напрямку: при локалізації рани в області нижніх кінцівок – 40,6%, в області голови і шиї – 9,1%.

Важливо відмітити, що інфікування рани залежить від термінів її лікування. Максимальна висіваємість мікроорганізмів на 2 та 3 тижні після поранення з антибіотикорезистентністю у 71,4% та 96,6% відповідно. Тим не менш, ознаки інфекційного процесу можуть спотерігатися в рані, починаючи з першої доби після отримання травми. При тривалому знаходженні в стаціонарі набуває актуальності госпітальна антибіоткорезистентна флора.

На відміну від інших механізмів травм, при вогнепальних пораненнях величезного значення набувають дефіцит тканин, наявність зон первинного некрозу та ділянок сумнівної життєздатності, рясне забруднення та мікробна контамінація не тільки поверхні рани, але й в глибоких шарах м'яких тканин. Ці фактори значно обтяжують перебіг ранового процесу та нерідко перешкоджають повноцінній регенерації тканин.

Не менш впливовою патофізіологічною причиною незадовільних результатів лікування вогнепальних поранень є дефекти шкіри у вигляді хронічних ранових дефектів, які погіршують не тільки косметичний ефект, але й можуть призводити до часткової втрати функції ураженої ділянки.

Витрати на лікування хронічних та ускладнених ран сягають 2,5–3,1 млрд. доларів на 100 000 населення в рік. У США тільки на лікуванні гіпертрофічних рубців щорічні витрати сягають 12 млрд. доларів. Тому

подальше вивчення патофізіології ранового процесу вогнепальних поранень м'яких тканин не втрачає актуальності.

Також важливою особливістю вогнепальних ран є наявність сторонніх тіл, часто у великій кількості та на значні глибини. Окрім безпосередньо травмуючої дії та заносу бактеріальних тіл, вони чинять значний вплив на репаративні процеси, загальмовуючи їх, шляхом патологічної активації нейтрофілів та макрофагів, залученням калікреїн-кінінового комплексу, системи гемостазу та ін.

Виділяють три фази носійства сторонніх тіл м'яких тканин:

1. Активних динамічних змін.
2. Перехідна.
3. Нестабільної рівноваги [12].

Фаза активних динамічних змін починається з кінця 1 тижня після поранення при наявності стороннього тіла м'яких тканин та триває 10-12 місяців, коли відмічаються активні зміни на елементному, структурному, клітинному та тканинному рівнях у капсулі стороннього тіла, які клінічно можуть мати прояви у вигляді ускладнень (міграції, нагноєння, норичь) та наявності больового синдрому або без клінічних проявів. Термін 10-12 місяців має назву «пік максимальних змін». Видалення стороннього тіла м'яких тканин з капсулою під час ускладнення приводить до одужання.

Перехідна фаза триває від 1 до 2 років. Зміни в капсулі навколо стороннього тіла регресують, зменшується кількість ускладнень. Термін 2 роки виступає у ролі «біологічної адаптації організму».

Фаза нестабільної рівноваги триває від 2 років та більше і характеризується мінімальними змінами у капсулі стороннього тіла та клінічними проявами носійства, що пов'язано з процесами взаємодії структурних елементів капсули з оточуючими тканинами.

Клінічні ознаки вогнепального поранення залежать від калібру і конфігурації снаряду, що ранить, від наскрізного або сліпого, одиночного або множинного, ізольованого або сукупного характеру поранення, його

локалізації, пошкоджень судин, нервів, інших важливих анатомічних утворень і внутрішніх органів, а також від стадії ранового процесу. Зазвичай, за розміром і конфігурацією ранових отворів у шкірі можна визначити, яким зарядом (куля, стандартний осколок або осколок неправильної форми) нанесена рана.

При зіставленні вхідного і вихідного отворів можна передбачати пошкодження різноманітних анатомічних структур на шляху заряду, що раниць. Біль у ділянці рани, кровотеча різноманітної інтенсивності і порушення функції пошкодженої частини тіла є постійними клінічними ознаками вогнепального поранення. Вираженість загальних розладів залежить від тяжкості і локалізації ушкодження [12, 14-16, 114, 121, 127, 139, 146, 147, 161-163, 169, 185, 192, 208, 209, 213, 219, 227, 230, 234, 241, 242, 276, 297].

Зауважимо, що у зв'язку з тим, що зміна клітинного складу в рановому субстраті змінюється відразу при пораненні і трансформується в рубцеву тканину під час «дозрівання» грануляції, змінюється і тепловізійний і сонографічний профіль ранової поверхні. Це дозволяє зазначити, що підвищення температури на поверхні рани за наявності клітинного компонента у вигляді (фібробластів та еритроцитів) є відображенням мультимодального підходу нашої роботи.

1.4. Особливості підходів до лікування вогнепальних поранень в Україні та світі

Вогнепальне поранення слід розглядати як тяжке порушення життєво важливих функцій людського організму, яке безпосередньо залежить від характеру отриманих ушкоджень. Для вогнепальної рани є характерними наступні ознаки: 1) наявність дефекту шкіри або слизової оболонки і тканин внаслідок безпосередньої дії раничого снаряду (куля, уламок, вторинний снаряд) - первинний раньовий канал; 2) зона первинного травматичного некрозу тканин; 3) порушення життєздатності тканин в стороні від раньового

каналу - зона молекулярного струсу або вторинного некрозу; 4) мікробне забруднення; 5) наявність в рані чужорідних тіл. Для ефективного лікування ран необхідно знати, що їх загоєння проходить 3 фази: запальну, проліферативну та відновну [12].

До середини XIX ст. в роботах видатних хірургів попередніх століть були обгрунтовані головні принципи лікування ран : 1) необхідність широкого розтину рани і видалення нежиттєздатних тканин; 2) доцільність дренивання ран; 3) прискорення загоєння рани при накладенні швів. Основним методом попередження розвитку інфекційних ускладнень вогнепальних поранень є первинна хірургічна обробка (ПХО) ран [14-16, 265, 267, 272, 285].

Хірургічною обробкою вогнепальної рани називається хірургічне втручання, спрямоване на видалення нежиттєздатних тканин, попередження або лікування інфекційних ускладнень, створення сприятливих умов для загоєння рани. Відповідно до показань, хірургічна обробка рани може бути первинною (профілактичною) або вторинною (спрямованою на лікування інфекційних ускладнень). При необхідності хірургічна обробка рани може повторюватися: здійснюється повторна хірургічна обробка за первинними або вторинними показаннями. Первинна хірургічна обробка рани - оперативне втручання, спрямоване на видалення нежиттєздатних тканин, попередження ускладнень і створення сприятливих умов для загоєння рани.

При первинній обробці рани необхідно:

- запобігти їх подальшій контамінації;
- видалити мертві та нежиттєздатні тканини;
- позбавитись від контамінантів;
- забезпечити адекватний дренаж;
- зберегти судинне ложе та стимулювати його відновлення;
- вибрати відповідний метод закриття рани;
- підготувати програму крокової реабілітації

Мета будь-якої терапії полягає в стимуляції загоєння рани за допомогою забезпечення кровопостачання - тепла, чистоти та достатнього

кровопостачання [55]. Залежно від термінів проведення, ПХО називається ранньою, якщо виконується в 1 добу після поранення; відстроченою, якщо виконується протягом 2 діб; пізньою, якщо виконується на 3 добу та пізніше.

Зокрема, окремі автори наполягають на тому, що раннє оперативне лікування має бути направлене на видалення некротично змінених тканин, яке виконується на тлі явищ компенсації опікового або травматичного шоку [37, 46]. Після ПХО утворюється одна або декілька великих зяючих ран, які мають бути заповнені матеріалами з дренажними властивостями, окрім встановлених дренажних трубок. Найпростішим способом є введення в рану марлевих серветок, змочених антисептичними розчинами у вигляді «джгута» або використання водорозчинних мазей. Ефективніший метод - це заповнення рани вугільними сорбентами, що прискорюють процес очищення рани. Нині на озброєнні хірургів стоїть безліч засобів по веденню ран після ПХО. Після ПХО, як після будь-якого оперативного втручання, в рані розвивається захисна пристосувальна запальна реакція, що проявляється повнокров'ям, набряком, ексудацією. Проте, оскільки у вогнепальній рані можуть бути залишені тканини зі зниженою життєздатністю, запальний набряк сприяє прогресуванню вторинного некрозу. В таких умовах дія на рановий процес полягає в тимчасовому та регульованому пригніченні запальної реакції [49, 57].

В зв'язку з варіабельною морфологією різних вогнепальних ран (локалізація, величина вхідних та вихідних отворів ранового каналу, протяжність ділянок первинного і вторинного некрозу, кількість чужорідних тіл, наявність ушкоджень внутрішніх органів й анатомічних структур та ін.), зміст операції ПХО у різних поранених може істотно розрізнятися. Виділяються вогнепальні рани, що потребують тільки розтину (наприклад, дрібноуламкові поранення з ушкодженням магістральної судини), тільки у видаленні (вогнепальні або мінновибухові з великим ушкодженням м'яких тканин, де додатковий розтин є непотрібним), в обов'язковому накладенні контрапертурних отворів (довгий рановий канал із загрозою затримки ексудату) [56].

У першій фазі ранового процесу потрібні заходи, що прискорюють очищення рани, нейтралізують несприятливі фактори запалення (набряк, порушення кровообігу, надмірна активація протеолізу), забезпечують адекватне дренивання рани. Якщо після очищення рани та появи грануляції рана не може бути закрита (ушивання, пластика), її лікування проводиться за допомогою рідких перев'язок із застосуванням препаратів на жировій основі, які сприяють епітелізації та рубцюванню.

Вторинна хірургічна обробка рани (ВХО) - оперативне втручання, спрямоване на лікування інфекційних ускладнень, які розвинулися в рані. ВХО рани може бути першою операцією у пораненого, якщо ускладнення розвинулися в раніше необробленій рані, або другою - у випадках, коли з вже виконувалася ПХО (тоді це втручання називається повторною хірургічною обробкою за вторинними показаннями) [12, 14-16].

Особливості операції ВХО рани:

1. Застосування при хірургічній обробці ран, ускладнених інфекцією, загального або регіонарного знеболення. При великих інфікованих ранах місцева анестезія не може створити знеболення, достатнього для видалення усіх нежиттєздатних тканин, дренивання рани, фасціотомії та накладання швів.

2. Розтин рани повинен включати широке розкриття фасціальних футлярів, забезпечити відновлення життєздатності тканин за рахунок декомпресії набряклих тканин і покращення їх кровопостачання.

3. Видалення є основним змістом операції ВХО. Мета його - забезпечити видалення з рани некротичних і нежиттєздатних тканин, звільнивши тим самим організм від необхідності «використання нагноєння» як біологічного етапу загоєння рани. Об'єм видалення визначається: межами некрозу; межами гнійного та серозного запалення живих тканин; видом та функціональною значущістю уражених тканин; анатомічною і функціональною доцільністю; можливостями збереження тканин, уражених рановою інфекцією, за допомогою консервативного лікування; станом пораненого. Підлягають

безумовному видаленню, окрім мертвих тканин, щільна сполучна тканина (ділянки сухожилків, фасцій), хрящова тканина і кістка. Інфекційний процес в цих тканинах консервативними способами зупинити неможливо.

4. Максимальне усунення умов для колонізації та розмноження мікроорганізмів, пригнічення збудників ранової інфекції шляхом створення тканинних бар'єрів (шкірних, м'язових) між зовнішнім середовищем і тканинами зі слабкою стійкістю до інфекції, ретельним гемостазом із запобіганням утворенню гематом, замкнутих просторів. Потрібне гранично щадне відношення до шкіри.

5. Прагнення до закриття ран. Неодмінною умовою припинення місцевого інфекційного процесу є відновлення покривних тканин як бар'єру між зовнішнім і внутрішнім середовищем.

6. Дренування ран при ВХО може бути пасивним і активним. Пасивне дренування марлевими тампонами, гумовими (рукавичками) та трубчастими дренажами різного діаметру застосовується лише при лікуванні ран з мінімальними ознаками ранової інфекції. Для лікування ран, ускладнених рановою інфекцією, методи пасивного дренування малоефективні і нерідко завдають прямої шкоди пораненому, оскільки швидко супроводжуються припиненням відтоку ранового ексудату внаслідок фізико-хімічних властивостей пусу [12].

Активне дренування полягає в поєднанні наступних методів: аспірація ексудату з ранової порожнини; постійне промивання порожнини рани; пряма дія на раньову мікробіоту за допомогою антибіотиків, антисептиків і протеолітичних препаратів.

У військово-польових умовах найбільш простим і зручним є тривале активне дренування проточним способом або вакуумний дренаж за Редоном [48, 280, 283, 284, 294]. При будь-якому способі дренування трубку слід розміщувати на дні гнійної порожнини та виводити її через найнижчу ділянку ранового вогнища. Важливим моментом є підведення дренуючих

елементів через окремі проколи, поза шкірною раною, оскільки здорові тканини стійкіші до чужорідних тіл та дають менше ускладнень.

Ідеальний антисептик для топічного застосування повинен володіти наступними характеристиками :

- широким спектром антимікробної активності;
- високою активністю в присутності органічних сполук;
- здатністю проникати через біоплівки, некротичні тканини, струп;
- низькою частотою розвитку резистентності до антисептика;
- позитивною динамікою загоєння ран шляхом попередження запалення;
- доброю переносимістю;
- невисокою вартістю;
- простотою використання.

З цією метою найчастіше застосовують хлоргексидин і йод повідон. Хлоргексидин має широкий спектр антибактеріальної активності, погано абсорбується і тривало діє, малотоксичний. Його випускають у вигляді ацетату, глюконату та гідрохлориду 0,05% й водний розчин діацетату хлоргексидину значно знижує популяцію бактерій в контамінованих ранах без посилення запалення. Він зв'язується з протеїнами рогового шару шкіри, що забезпечує тривалу (до 48 ч) дію навіть в присутності органічних речовин [249]. Застосування хлоргексидину в занадто високій концентрації уповільнює епітелізацію ран, утворення грануляційної тканини, силу натягнення і звуження рани. Йод повідон (Бетадин). Це розчин, що містить незв'язаний йод і повідон.

Бактерицидна активність йод повідону пропорційна концентрації вільного йоду. Сполуки йоду з полівінілпіролідом входять до складу багатьох лікарських засобів. Бетадин являє бактерицидну дію, при цьому пригнічує:

- грампозитивні бактерії, в тому числі ентерококи та мікобактерії;
- грамнегативні бактерії, включаючи протей, псевдомонади,

клебсіели, ацинетобактерії;

- спори бактерій, гриби, віруси, включаючи віруси гепатиту В та С, ентеро- та аденовіруси; анаеробні бактерії [88].

Найбільшого поширення в практиці лікування гнійно-запальних процесів набули дві лікарські форми комплексних сполук йоду з полівінілпіролідом - розчин і мазь. Мазь Бетадин застосовується для лікування гнійних ран при значній ексудації. Розчин Бетадин використовують при лікуванні ран, трофічних виразок, пролежнів, при місцевій терапії гнійно-некротичних ран на тлі помірної ексудації, а також як антисептик з профілактичною метою для обробки операційного поля, шкіри при виконанні інвазивних діагностичних і лікувальних маніпуляцій [263].

Ведення рани під пов'язкою. Це найбільш давній спосіб ведення ран. Незважаючи на усі досягнення в цій області, використання марльових пов'язок, просочених розчинами антисептиків, мазей, залишається найбільш використовуваним. Головним недоліком цього методу є короткочасна дренажна дія тампонів, вторинна травматизація ранової поверхні при заміні пов'язки. Останніми роками до широкої клінічної практики увійшли альгінати, гідроколоїди, атравматичні нейтральні пов'язки, що містять антисептики. У 1980-х роках сформульовані основні вимоги до перев'язувальних матеріалів.

Ідеальне раньове покриття повинно:

- 1) бути нетоксичним, неалергенним, неканцерогенним;
- 2) бути бар'єром для проникнення інфекції;
- 3) не викликати імунних реакцій та не травмувати грануляційну тканину в рані;
- 4) мати гемостатичну та антисептичну дію;
- 5) стимулювати репаративні процеси;
- 6) запобігати плазмовтраті, не порушувати електролітний баланс, адсорбувати раньовий ексудат, перешкоджати його скупченню під покриттям;

- 7) легко накладатися та зніматися без хірургічного втручання;
- 8) мати зручну форму та легко стерилізуватися;
- 9) бути дешевим і доступним;
- 10) піддаватися біодеградації в рані без утворення токсичних продуктів, не змінювати своїх властивостей та структури при зберіганні [10].

Проте, в останній час реалізована ідея створення диференційованого застосування перев'язувальних засобів відповідно до стадій раньового процесу. Продовжує розвиватись система управління раньовим процесом, яка включає розвиток методів об'єктивної діагностики перебігу раньового процесу та біохімічних процесів в рані, синхронну зміну використовуваних покриттів.

Очікується, що в найближчий час будуть розроблені принципово нові, адаптивні покриття-сенсори, які будуть адаптуватись до перебігу раньового процесу, змінюючи свої характеристики. В той же час, загальноприйнятої класифікації ранових покриттів на сьогодні не існує [12, 16]. Вживані перев'язувальні матеріали можуть бути класифіковані відповідно до їх конструкції і функціональних властивостей.

За властивостями ранові пов'язки розділяються на чотири основні групи:

- 1) сорбційні;
- 2) захисні;
- 3) пов'язки, що містять антисептики;
- 4) атравматичні [16].

Для реалізації усіх основних функцій ідеального перев'язувального засобу були створені багатошарові покриття: верхній шар покриття захищає від інфекцій, нижній забезпечує зчеплення з раною, проміжний шар виконує сорбційні функції [12].

Одним з нових підходів до відновлення тканинних дефектів є використання різних типів культивованих клітин. Зараз позитивні результати

в цій області отримані при лікуванні різних тканинних дефектів, опіків, виразок, дефектів, нориць та ін. [12, 16, 77, 79].

Існує тенденція використовувати як трансплантати не лише клітин, але й біополімерні конструкції, що включають живі культивовані клітини. Такі тривимірні конструкції, які мають гістологічну подібність з тканиною, стимулюють гістоскопічну регенерацію. Ці конструкції можуть об'єднувати клітини різних типів (мезенхімальні та епітеліальні), що підвищує ефективність використання тканинних еквівалентів; з метою спрямованої стимуляції регенерації тканин. Як матриця можуть використовуватися різні біополімери: колаген, фібрин, фібронектин, хитозани або їх поєднання.

Тривимірність тканинних конструкцій дозволяє ефективно заповнювати великі (глибокі) дефекти або порожнини. Ефективність перев'язувальних матеріалів для лікування ран багато в чому обумовлена їх сорбційними властивостями. Великі рани продукують значну кількість ексудату - до 0,35 мл/см² на добу. Видалення ексудату, що виділяється, з ранової поверхні потрібне для запобігання зворотнього всмоктування в організм токсичних продуктів розпаду некротичних тканин.

Здатність сорбційної ранової пов'язки, залежить від швидкості всмоктування ексудату та сорбційної ємності. Сорбційна ємність - це кількість речовини, яку здатний поглинути сорбент на одиницю своєї маси [12]. Класичними сорбентами, що знайшли широке застосування в медицині, є целюлоза та її похідні. Сучасними покриттями з целюлозним сорбентом є вдосконалені ватно-марлеві пов'язки, що мають поглинаючу здатність до 3400% від початкової маси. Маючи високу сорбційну здатність, вони повітрепроникні, міцні, і при цьому м'які та піддатливі [16].

Виділяють також біотехнологічні ранові покриття, які є найсучаснішими і, мабуть, одними з найперспективніших видів покриттів. Ці покриття можна підрозділити на наступні основні типи: 1) безклітинні (що містять в своєму складі тільки біологічно активні макромолекули); 2) живі клітини різного типу (фібробласти, кератиноцити та ін.) [12, 224].

Тобто, традиційно лікування вогнепальних ран після хірургічної обробки здійснюється накладанням пов'язок. Сучасними вимогами до пов'язок є: незворотно видалити детрит, мікробні частинки та надмірний ексудат, захищати рану від висихання, стимулювати репаративні процеси, захищати від механічного впливу і вторинного інфікування, зберігати кровообіг та оксигенацію, перешкоджати розвитку адгезії контактного шару до поверхні рани, бути зручною для пацієнта.

Отже, аналіз літературних даних сучасних методів лікування ран вказує на їх поліморфність, а також відсутність чіткої схеми та єдиної методики ефективного лікування вогнепальних ран.

Важливим положенням в розумінні вчення про вогнепальну рану є теза про те, що впродовж десятиліть моделлю класичної вогнепальної рани вважалася рана м'яких тканин стегна експериментальної тварини, в кращому разі - кістково- м'язова рана кінцівки. Тому всі схеми ранового каналу, зони вогнепальної рани та інші її атрибути були орієнтовані на ці моделі. Виникає питання: які рани закриваються первинним швом, а які залишаються відкритими?

Відповідь на ці питання є однозначною. Будь-яка вогнепальна рана будь-якої локалізації повинна розглядатися з єдиної позиції вчення про вогнепальну рану [12]. Тому й оперативне втручання, що виконується з приводу таких поранень, називається первинною хірургічною обробкою вогнепальної рани.

Новими напрямками в змісті ПХО ран є реконструктивні елементи хірургічних втручань (що стає можливим при первинній операції, яка виконується лікарем-фахівцем з відповідним оснащенням і в сприятливих умовах етапного лікування). З іншого боку, застосування тактики ('damage control') [75], що усе більш розширюється, робить актуальним використання лікувально-транспортної іммобілізації, тимчасового внутрішньосудинного протезування, при яких частина елементів ПХО вимушено може відкладатися до стабілізації стану пораненого або до його евакуації в

передовий госпіталь. Вивчення вогнепальної травми залишається актуальною проблемою військово-польової хірургії.

Незадовільні результати лікування поранених із вогнепальним пораненням м'яких тканин найчастіше пов'язані з ускладненим перебігом за рахунок високої кількості гнійно-запальних ускладнень, частота яких, за даними різних авторів, складає від 12% до 29,4%, хірургічних і тактичних помилок при виконанні хірургічних обробок, особливо при тяжких множинних пораненнях, зокрема, мінно-вибухових. Між тим, цей контингент поранених належить до санітарних втрат, які швидко поновлюються і є найбільш перспективною категорією постраждалих для лікування і якнайшвидшого поповнення особового складу військових частин.

У вітчизняній та закордонній літературі описується також інтеграція телемедичних технологій у систему надання допомоги при вогнепальних та інших пораненнях [12, 16]. Даний напрямок є перспективним у сучасній системі надання допомоги, оскільки дозволяє значно скоротити терміни надання допомоги, створити висококваліфіковану команду, скоротити витрати.

1.5 Сучасні методи реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин

Визначення «велика рана» широко використовується в практиці клініцистів травматологічного, хірургічного та комбустіологічного профілів як для характеристики ран, так і для формулювання діагнозу. Проте, до теперішнього часу немає точного та єдиного позначення обширності ран, а це, у свою чергу, негативно позначається на виборі тактики і результатах лікування [12, 16, 40, 58-60].

Вважається, що велика рана - це повношарове ураження шкірних покривів або слизових оболонок із дефектом тканини, який не зможе загоїтись самостійно, без спеціального хірургічного лікування [12]. В той же час, розміри уражених ділянок в літературних джерелах сильно варіюють. Так, в англійській літературі найчастіше рану називають великою при дефекті

шкірних покривів більше 20 см² [121], хоча в інших літературних джерелах зустрічаються величини від 6 до 1000 см² та більше [122]. Є думки, що велика рана не може бути охарактеризована тільки площею ураження шкірних покривів [168].

Наприклад, відомо, що рана кисті навіть при невеликому, в метричних одиницях, дефекті покривних тканин призводить до значного дефіциту їх у відсотковому відношенні, такі ж ствердження наводяться відносно ран гомілок та стоп. Окрім того, для характеристики обширності рани було розраховано критичні площі ран методом побудови математичних моделей залежно від клінічних критеріїв [96].

В якості критеріїв були обрані:

1) тривалість лікування до повної ліквідації рани - для економічної характеристики лікування;

2) відносна площа (у відсотках) аутодермотрансплантату або клаптя після першого оперативного втручання з виконанням шкірної пластики - для оцінки раннього післяопераційного результату лікування;

3) відносна площа (у відсотках) розвитку патологічних рубців в області ранового дефекту (через 12-18 місяців після останньої операції) - для оцінки віддаленого післяопераційного результату [96].

Таким чином, нині не існує єдиного визначення поняття «Велика рана», і в більшості випадків цей термін застосовується як абстрактна характеристика ран, при цьому не враховується глибина ураження і локалізація рани. В будь-якому випадку, вибір тактики хірургічного лікування, показання до використання різних методів реконструкції викликають численні дискусії [19, 30, 36, 41, 118, 120, 129, 135, 142, 147, 148, 154, 155, 179, 185, 188, 190, 196, 199, 200, 210, 215, 218, 222].

Для успішної пластичної реконструкції при ранових дефектах необхідний комплексний підхід, який включає в себе розгляд можливості застосування відповідних хірургічних методів і критичних чинників об'єктивного стану пацієнта, які можуть обмежувати застосування

хірургічних втручань. Традиційна система пріоритетів щодо методів реконструктивної хірургії відома у вигляді концепції під назвою «реконструктивна драбина» («reconstructive ladder») [56].

Концепція «реконструктивної драбини» відображає поділ методів пластичного закриття рани в залежності від технічної складності їх хірургічного виконання (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Концепція закриття ран з дефектами м'яких тканин в залежності від складності операційного втручання [56]

КОНЦЕПЦІЯ "РЕКОНСТРУКТИВНОЇ ДРАБИНИ"		
Умовні сходинки	Метод пластичного закриття дефектів м'яких тканин	Технічна складність
1 сходинка	Первинні шви	Легше Складніше
2 сходинка	Первинно відстрочені шви	
3 сходинка	Вторинні шви	
4 сходинка	Алло- та Ксенодермопластика	
5 сходинка	Аутодермопластика	
6 сходинка	Місцеві клапті з випадковим кровопостачанням.	
7 сходинка	Дистантні клапті з випадковим кровопостачанням.	
8 сходинка	Дистантні клапті на ніжці з вісьовим кровопостачанням	
9 сходинка	Мікрохірургічна аутотрансплантація тканин	

Метою хірургічного лікування будь-яких ран є швидке закриття дефекту найбільш простим способом із мінімальними втратами у функціональному і косметичному аспекті [18, 19].

При закритті таких ран на етапі надання спеціалізованої медичної допомоги, як правило, використовується алгоритм «реконструктивної драбини» (див. табл. 1.2).

Цей алгоритм побудований за системою: "від простого - до складного", де перевага віддається максимально простому можливому способу закриття рани, з мінімальними післяопераційними ризиками. За відсутності

можливості закриття рани первинним швом або аутодермотрансплантатом, виробляється перехід на «наступну сходинку» - пластику місцевими тканинами та регіональними клаптями.

При обґрунтуванні стратегії виконання реконструкції в кожному окремо взятому випадку вогнепального поранення з дефектами м'яких тканин пластичному хірургові необхідно оцінювати і брати до уваги безліч чинників, які можуть бути умовно розділені на три групи, що характеризують:

- 1 - рановий дефект;
- 2 - локальний статус;
- 3 - стан систем організму.

Систематизація вказаних характеристик у вигляді алгоритму, уніфікує ухвалення рішення відносно планованої операції. Розміри і локалізація дефекту, разом з іншими його характеристиками, є визначальний при виборі методу пластичної реконструкції, проте локальні або системні чинники можуть обмежувати застосування деяких методик. На думку [20], спосіб заміщення дефекту шкірного покриву визначається сукупністю чинників: обширність, глибина і локалізація дефекту, стан тканин в рані, характерологічними особливостями.

Первинне хірургічне закриття із застосуванням радикальної хірургічної обробки ранового дефекту і накладенням лінійного шва можна вважати пріоритетом для більшості випадків, особливо коли немає дефіциту місцевих тканин і натягнення при зведенні оброблених країв рани. Пересадка вільного шкірного трансплантату. Залишається відносно простим, швидким і добре перевіреним часом способом закриття ран. Безліч літературних джерел відносно використання розщеплених та повношарових трансплантатів шкіри в різних клінічних ситуаціях наводять техніку процедури, необхідні умови для приживлення, найкращі ділянки для вибору донорських зон і ефективність поєднання пересадки трансплантатів шкіри із замінниками шкіри (Dermal substitutes) [173, 260].

При цьому, основна перевага використання розщеплених трансплантатів шкіри - це мінімальне ушкодження донорської зони (0,2-0,4 мм), можливість реепітелізації, що є особливо важливим при лікуванні великих ран [173]. На відміну від розщеплених, повношарові шкірні трансплантати включають усю товщину дерми і демонструють значно меншу тенденцію до вторинних деформацій, забезпечують кращий функціональний і естетичний результат [260]. Проте, обмежуючим критерієм для цього методу є розмір ранового дефекту, оскільки донорська зона при узятті такого трансплантата має бути закрита первинним швом або ж пересадкою розщепленого трансплантата при неможливості ушивання.

Показаннями для використання повношарових трансплантатів шкіри є значущі у функціональному і естетичному аспектах області, такі як суглоби або обличчя. Повношарові шкірні трансплантати з одного боку дають можливість отримати кращий результат у порівнянні з розщепленими, але з іншого боку їх приживлення не завжди буває успішним. Тому існує компромісне рішення, яке прийнятне для функціонально активних зон - пересадка, так званих "товстих" розщеплених трансплантатів, при глибині обмеження шару на 0,5- 0,6 мм. При цій техніці не вимагається хірургічного закриття донорської зони швом, а пересаджений шкірний трансплантат частково містить шар, що включає еластичні волокна, і менш схильний до вторинної деформації або рубцювання після пересадки. Остання обставина дозволяє отримувати добрі функціональні і естетичні результати.

Останніми роками все більшої популярності набувають локальні острівцеві клапти, які дозволяють закрити рановий дефект не лише в один етап, але й найбільш близьким до втраченого за анатомічними характеристиками шкірного покриву шляхом транспозиції клаптя з прилеглих до дефекту тканин. Суть кровопостачання таких клаптів полягає в локації і включенні в живлячу ніжку відповідних по розмірах перфорантних артерій, що вимагає додаткових передопераційних досліджень із застосуванням доплеро- і комп'ютерної томографії (КТ) з ангіографією.

Серед локальних острівцевих перфорантних клаптів особливий інтерес має методика Keystone island flap. На відміну від традиційних перфорантних клаптів, що базуються на концепції angiosome і переміщуваних, як правило, на одній аксіальній артерії, Keystone island flap є пріоритетним методом для адекватного відновлення втрачених тканин повноцінним шкірнофасціальним покриттям [104], з мінімальним операційним ризиком для пацієнта і відмінними функціональними і естетичними результатами.

До інших переваг описаного методу можна віднести: стабільніше кровопостачання з феноменом швидкого післяопераційного відновлення перфузії в переміщених тканинах (IVAC - immediately vascular augmentation concept), мінімальне ушкодження прилеглої до дефекту донорської зони, прийнятний у функціональному і естетичному планах кінцевий результат відновлення втраченого шкірного покриву повноцінним шкірно-фасціальним клаптом і хороший показник параметра «затрати-ефективність» [80]. Пластика регіональними клаптями (лоскутами). Раніше вважалося, що шкірно-м'язові комплекси тканин забезпечують хорошу реваскуляризацію реципієнтної зони та адекватно закривають оголені глибокі анатомічні структури. Проте вони не були позбавлені й недоліків, до яких можна віднести, передусім, значуще ушкодження донорської зони і зайву товщину переміщених в реципієнтну зону тканин, так звані bulky flaps. Проте, нещодавні дослідження і вдосконалення дизайну перфорантних клаптів на базі теорії ангіосом (перфорасом) призвели до появи та розвитку методів тонших клаптів [120].

Перфоратори типу 1 прямують від м'язової фасції до дерми, зберігаючи свій калібр до поверхневої фасції, де вони зазвичай розгалужуються. Гілки помітно входять в дерму і з'єднуються з судинною мережею шкірного сплетення. Перфоратори типу 2 зберігають свій калібр від м'язової фасції до фасції Скарпа, де вони починають з'єднуватися в колатеральні судини в підшкірній клітковині і, нарешті, досягають дерми через менші гілки.

Ці клапті складаються зі шкіри і підшкірної тканини, не вимагають включення до свого складу м'яза або фасції, але так само, як і м'язові структури забезпечуються харчуванням за рахунок кровоносних судин, що перфорують м'язи або фасції. До переваг перфорантних клаптів відносять відносно невелике ушкодження донорської зони і якість відновленого шкірного покриву за рахунок тонкого шкірнопідшкірного масиву клаптя [120]. Одним з найчастіше використовуваних регіональних острівцевих клаптів є клапоть гомілки, що включає у своїй живлячій ніжці артерію на дистальній основі, яка пов'язана з глибокими судинами гомілки за допомогою перфорантів.

Мобільність і велика дуга ротації такого клаптя дозволяє використовувати його для закриття дефектів в області гомілки або стопи. Перфорантні клапті можуть бути використані як для варіантів регіональної транспозиції, так і для вільної трансплантації у віддалені реципієнтні області.

Вільна пересадка комплексів тканин. Вільна трансплантація комплексів тканин є найбільш складним ступенем в парадигмі пластичної реконструкції при ранових дефектах. Перевагою цього методу безперечно є можливість закриття малих і середнього розміру ранових дефектів навіть за умов відсутності донорських ресурсів на локальному рівні, за рахунок того, що узяття клаптя проводиться у віддалених зонах. В той же час, лімітуючими чинниками до виконання трансплантації вільного комплексу тканин є: наявність спеціального технічного оснащення і підготовленої бригади пластичних мікрохірургів, необхідність інтенсивної профілактики ускладнень відносно тромбоутворення в зоні анастомозу і венозної недостатності, а також значний час роботи в операційній із загальним знеболенням [225, 226].

Також перспективним напрямом реконструктивної відновної хірургії є застосування «пропелерних» клаптів. З їх допомогою вдається закрити складні за конфігурацією дефекти тканин різної локалізації, що дозволяє у ряді випадків розглядати транспозицію таких комплексів тканин як метод вибору [154].

Перевагою використання «пропелерних» перфорантних клаптів є первинне закриття тканинного дефекту пластичним матеріалом, максимально відповідним за своїми характеристиками втраченим тканинам, і відсутність функціональних порушень з мінімальними естетичними вадами в донорській зоні [20]. Представлений у роботі алгоритм пластичної реконструкції при ранових дефектах, який базується на принципах доказової медицини [122, 141, 249] і значимому досвіді авторів забезпечує адекватний вибір можливих реконструктивних варіантів і припускає початкове використання менш складних методів з прогресуванням в бік більш складних методів коли це обґрунтовано необхідно.

На локальному рівні обмежують вільну пересадку недостатня локальна перфузія, відсутність або неспроможність реципієнтних судин. Отже, вільна трансплантація комплексів тканин є одночасно і найбільш складною методикою і потужним інструментом, який дозволяє закривати більшість ранових дефектів в один етап з використанням різноманітних варіантів рішення клінічної задачі. При цьому, критично важливим для позитивного результату є досвід і технічна підготовка хірургічної бригади, ретельний відбір пацієнтів, з критичним аналізом медичних проблем, оптимальних термінів для реконструкції, можливих способів профілактики ускладнень. Запропоновано для закриття великого раньового дефекту використовувати тильний клапоть стопи. Анатомічні особливості тильного клаптя стопи у сукупності з виконанням розроблених правил закриття донорської зони обумовлюють його високу якість як пластичного матеріалу для закриття глибоких і великих дефектів на верхніх і нижніх кінцівках [20].

В цілому, слід зазначити, що проблема ефективного лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин кінцівок залишається не вирішеною.

Більшість робіт акцентують увагу на лікуванні вогнепальних ран у ранні терміни, ПХО, ПовтХО, ВХО але ніхто не акцентує на пластичному закритті, гарному косметичному ефекті, аналізі віддалених результатів. На

великих об'ємах ураження м'яких тканин, що буває тільки при вогнепальних пораненнях, анатомічно «складних» ранах, розташованих в функціонально важливих зонах, множинний «мозаїчний» характер ураження, складність визначення зони ураження та границі здорових тканин .

Нині не визначені роль та місце як різних напрямів реконструктивної хірургії, так і особливих методик в системі лікування таких хворих, не розроблені чіткі показання до виконання різних (реконструктивно - пластичних) операцій та їх методик, а також відсутні науково обгрунтовані алгоритми вибору застосування оптимальних методик їх лікування та їх послідовності. Тому існує потреба у нових комплексних порівняльних дослідженнях, присвячених даній проблемі.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали досліджень

Програмно-цільова структура та обсяг дослідження визначалися поставленою метою та колом вирішуваних завдань. Дослідження здійснювали за програмою, розробленою із використанням системного підходу.

Для досягнення поставленої мети та завдань дисертаційної роботи нами було проведено експериментально-клінічне дослідження, дизайн якого наведено нижче.

Дизайн експериментального дослідження включав 6 етапів:

Завданням *першого етапу* було порівняльне вивчення існуючих моделей вогнепальної травми, можливостей діагностичної та експериментальної бази.

Завданням *другого етапу* було освоєння методики нанесення пневматичного вогнепального поранення тваринам. Обґрунтування вибору вида тварини - щури чи кролі. Вивчення термінальної балістики осколків за модельних умов. Оцінка переваг та недоліків методик і моделей.

На *третьому етапі* відтворювали моделювання пневматичних осколкових вогнепальних поранень на тваринах (кролях) з розподілом на групи за переважним фактором ураження через осколки різної температури. Оцінка методик і методів вивчення.

На *четвертому етапі* аналізували отримані балістичні дані та морфологічні результати видалених тканин, які підлягли пневматичному вогнепальному ураженню.

Завданням *п'ятого етапу* було визначення порівняльної ефективності отриманих результатів досліджень.

Завданням *шостого етапу* було обґрунтування доцільності застосування отриманих результатів в клінічних умовах.

Перед проведенням клінічної частини наукової роботи нами завчасно була розроблена спеціальна програма, яка передбачала реалізацію мети дослідження в чотири організаційних етапи з використанням адекватних методів, на кожному з яких виконувались взаємопов'язані завдання, що дало можливість забезпечити системний підхід при проведенні дослідження та отримати репрезентативні результати для оцінки об'єкту дослідження. Таким чином, дизайн клінічного дослідження включав 4 етапи.

Перший організаційний етап роботи був присвячений вивченню світового та вітчизняного досвіду щодо стану проблеми надання медичної допомоги пораненим із ВДМТ. До ВДМТ нами були віднесені вогнепальні поранення грудної клітки, живота, таза та кінцівок у яких спостерігались середні, великі та надвеликі дефекти за лінійними розмірами, параметрами площини та обсягу. Проведено аналіз існуючих наукових підходів до удосконалення системи медичного забезпечення в умовах реформування Збройних Сил України. Отримані результати дали змогу визначити напрямки, об'єкт і предмет дослідження, сформулювати його мету і завдання.

Метою *другого етапу* став аналіз стану надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ під час АТО, порівняно з реалізацією удосконаленої системи медичного забезпечення при проведенні ООС на рівнях медичного забезпечення. Характеристика локалізації та тяжкості ВДМТ при проведенні АТО в Україні, статистична обробка результатів діагностики та хірургічного лікування, підбір об'єктів дослідження та формування груп порівняння. Результатом *другого етапу* дослідження стало формулювання методологічних основ удосконалення надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в системі медичного забезпечення.

На *третьому етапі*, базуючись на отриманих під час дослідження результатах, розроблено концептуальні підходи та обґрунтовано сучасні

методи визначення життєздатності тканин, шкали оцінки тяжкості травми та методики сортування поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення.

На *четвертому етапі* проведено розроблення та впровадження малоінвазивних методик обстеження та лікування поранених з ВДМТ як напрямків удосконалення надання хірургічної допомоги військовослужбовцям при проведенні ООС. Результатом проведеного дослідження стало формулювання методологічних основ та розробка диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ. Проведено визначення медичної ефективності впровадження диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ в умовах реформування системи медичного забезпечення Збройних Сил України.

2.1.1 Експериментальні дослідження

У якості експериментального матеріалу і об'єкта для дослідження вогнепальних поранень були використані кролі породи *Shinshilla* в кількості 25 особин-самців, у віці 6-7 місяців, вагою 2600-3600 г (у середньому (3100 ± 100) г, 3 з яких не отримували поранення. Вибір саме кролів для проведення експериментальних досліджень обумовлений можливістю комплексної оцінки зміни їх біологічного стану в результаті запланованих осколкових поранень при різних фіксованих температурах вражаючого елемента (уламка) [235]. Головна особливість даних випробувань у тому, що вони є модельними: генерація ударного впливу осколка проводиться за допомогою спеціального механічного пристрою, що моделює бойову зброю.

За 2 тижні до початку і 3 місяці після дослідження кролі жили у віварії. У період до початку дослідження кролі перебували у вольєрах віварію в карантинному приміщенні зі стандартною температурою $(19 \pm 1,0)$ °C, отримували однакове помірнокалорійне харчування [45]. Тваринам був забезпечений доступ до їжі і води. За тиждень до початку дослідження тварин двічі фіксували у верстаті для адаптації.

Зміст, догляд і методи експериментальної роботи з тваринами відповідали загальноприйнятим нормам і правилам, передбаченим «Європейською конвенцією з нагляду і захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986), Директивою Ради Європейського Співтовариства від 24.11.86 р., Гельсінською декларацією, Женевською конвенцією "International Guiding principles for Biochemical research involving animals", 1990 г., розпорядженням МОЗ України № 32 від 22.02.88 р. і «Законом України про захист тварин від жорстокого поводження» № 1759 від 15.12.2009 р.

Поранення тварини отримували з пневматичної зброї на військовому полігоні (полігон МВС, с. Руська Лозова, Харківська область) з дотриманням заходів безпеки. При нанесенні поранення з пневматичної зброї використовували осколки різної температури: температури навколишнього середовища, 17,5 °С, 50 °С і 100 °С. Тварини були фіксовані у верстаті і знеболені до і після дослідження налбуфіном в дозі 0,3 мг/кг. Місця передбачуваного поранення стегна та протилежна симетрична ділянка були за годину до дослідження поголені.

Мета дослідження – формування систем максимально інформативних біомедичних показників, що відображають динаміку реабілітації кролів за різних рівнів температури уламка.

Базові умови факторного експерименту:

1. Кількість чинників, що впливають – 2 (чинник А – температура вражаючого елемента (уламка), чинник (В) – час спостереження).
2. Рівні чинників, які впливають:
 - чинник А – 3 рівня температури (17,5 °С, 50 °С, 100 °С);
 - чинник В – 3 рівня часу (1, 3 і 5 доби спостереження).
3. Кількість груп, які піддаються факторному впливу кролів - 4: одна контрольна група і 3 експериментальні (піддають осколковому впливу).
4. Кількість кролів в кожній групі – 3

5. Ідентифікація кролів по групам: виділяли 3 групи тварин, які підлягали осколковим пораненням відповідно числу рівнів чинника, що впливає (температура).
6. Кількість біомедичних показників, які досліджуються – 27.
7. Абсолютна похибка вимірювання температури уламка – не менше $\pm 2,5$ °С.
8. Динаміка реабілітації кролів після поранення передбачає відсутність їхнього активного лікування.

Принципове розташування місця нанесення вогнепального поранення показано на рис. 2.1, де видно локалізацію спеціального направляючого пристрою для моделювання вогнепальних поранень.



Рис. 2.1 Організація місця та спосіб нанесення вогнепального поранення. Направляючий пристрій для моделювання вогнепальних поранень.

Повну схему нашого оригінального пристрою та розташування його компонентів на експериментальному майданчику можна бачити на рис. 2.2.

Вимірювання температури уламка, площі рани (стегно) та протилежної ділянки (стегно) проводили за допомогою тепловізора «Fluke Ti125» та термографа IRTIS 2000 C (Рис. 2.3).

Основним показником місцевої температури був варіант, коли показання приладів збігалися. У живих тканинах експериментальних тварин ступінь ішемії та деструкції оцінювали шляхом дослідження за допомогою оптичного діагностичного приладу «Green Light» з програмним забезпеченням та насадкою $\times 60$ (Рис. 2.4).



Рис. 2.2 Остаточний вигляд і композиція всіх деталей в оригінальному пристрої вогнепального поранення.

РГД-5 кріпиться безпосередньо перед направляючим пристроєм;

Критеріями оцінки змін мікроциркуляції, виявлених під час експериментального дослідження, були наявність та кількість крововиливів, звуження просвіту капілярів.

Наявність переваги або рівності однієї з двох ознак (крововилив або звуження просвіту капіляра) була достатньою для інтерпретації даних та їх аналізу. Зміни в тканинах оцінювали як незначні, помірні та важкі залежно від ступеня ішемії. Помірні зміни характеризуються наявністю множинних крововиливів і звуженням просвіту капілярів в межах 0,3-0,5 мм. Виражені зміни характеризувались наявністю множинних дренажних крововиливів та звуженням просвіту капілярів менше 0,3 мм.



Рис. 2.3. Огляд ділянки вогнепальних поранень м'яких тканин піддослідних тварин. Термометрія зони вогнепальних ушкоджень м'яких тканин кінцівок експериментальної тварини.



А

Б

Рис. 2.4. Визначення наявності ішемії та вираженості ішемічних змін у піддослідних тварин після нанесених їм травм.

Фрагменти А та Б – визначення ішемії та ступеня деструкції вогнепальних ушкоджень м'яких тканин кінцівок експериментальної тварини.

Обсяг отриманої в ході активного експерименту вимірювальної інформації за рівнями чинників А і В є відносно невеликим, оскільки кількість рівнів цих чинників дорівнює 3. Це означає, що результати експерименту містять велику апріорну визначеність у параметрах динаміки значень показників, а отже, і невизначеність в результаті факторних впливів. Обмеженість обсягу вибірових даних має враховуватися під час виборів математичних моделей їх статистичної обробки.

Основні завдання дослідження є такими:

1. Оцінка статистичної значущості двофакторного впливу на біомедичні показники за умов:

а) взаємної незалежності впливу чинників А та В (окремо по кожному чиннику);

б) з урахуванням факторної взаємодії за рівнями чинників, які впливають одночасно.

Очікуваний результат дослідження - формування інформативних підмножин біомедичних показників, що статистично значуще реагують:

- на чинник А,

- на чинник В,
- на одночасний вплив чинників А і В.

2. Оцінка статистичної значущості регресійного впливу часу спостереження (рівнем фактора В) на кожен біомедичний показник. Ранжування показників за модулем коефіцієнта парної лінійної кореляції з часом. Оцінка статистичної значущості множинного регресійного впливу за групами максимально інформативних біомедичних показників.

Очікуваний результат дослідження – оптимізація кількості біомедичних показників, що інформативно реагують на рівні фактора В при фіксованих рівнях фактора А.

Методи дослідження:

1. Двофакторний аналіз з повтореннями (з багаторазовими вимірами за поєднаннями рівнів факторів А та В).
2. Лінійний регресійний аналіз значень показників за рівнями фактора (часу спостереження).
3. Множинний регресійний аналіз впливу рівнів фактора на підмножини досліджуваних показників.
4. Математичні методи теорії інформації та інформаційної теорії вимірювань.

2.1.2 Клінічні дослідження

Загальні СВ хірургічного профілю за період з 2014 по 2021 роки при проведенні АТО/ООС у Збройних Силах України становили 3776 (100%) поранених. З них ушкодження кінцівок визначені у 2051 (54,3%), голови та хребта – у 1041 (27,5%), грудної клітки – у 379 (10,1%), живота – у 192 (5,1%) і таза – у 113 (3,0%) поранених (Рис. 2.5).

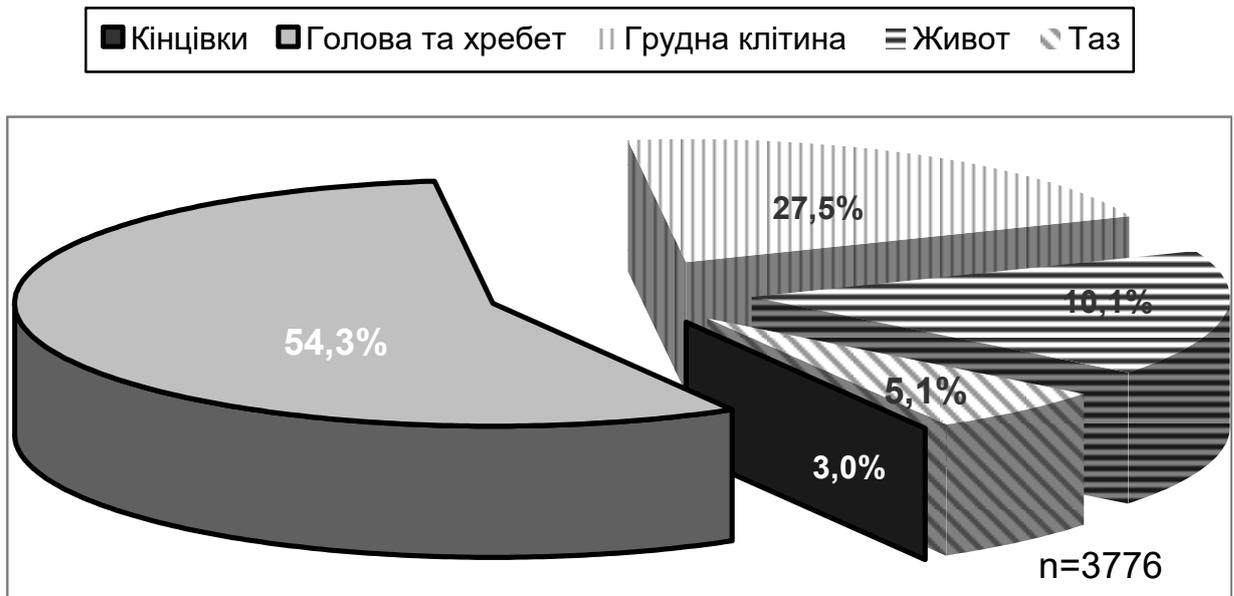


Рис. 2.5. Структура поранень ділянок тіла військовослужбовців

З числа всіх військовослужбовців з ушкодженням кінцівок нами для проведення дослідження були обрані 342 (16,7%) поранених, які мали ВДМТ.

Критерії включення поранених в загальний масив дослідження були наступними:

- за віком - особи активного, працездатного віку (18-60 років), згідно Закону України про загальний військовий обов'язок;
- за локалізацією та характером ушкодження – ізольовані, множинні або поєднані ОП, КП або ВП з ВДМТ середніх, великих та надвеликих розмірів за метричною класифікацією;
- поранені потребували хірургічної допомоги;
- наявність первинної медичної картки (форма 100), історій хвороби на рівнях медичного забезпечення, представлення на військово-лікарську комісію, тобто повних документальних даних надання хірургічної допомоги, проведення операційних втручань, лікувальних заходів та наслідків лікування.

Проведено проспективний та ретроспективний аналіз 342 первинних медичних карток, 1026 історій хвороби в наступних лікувальних закладах:

- на другому рівні медичного забезпечення – на базі Центральних районних лікарень були розгорнуті групи підсилення окремих медичних підрозділів;

- на третьому рівні - у Комунальному закладі «Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. І.І.Мечникова» (м. Дніпро), Військово-медичному клінічному центрі Північного (м. Харків), військових госпіталях: в/ч А 4615 (м. Дніпро), в/ч А 3309 (м. Запоріжжя), у Військово-медичному клінічному центрі Південного регіону (м. Одеса);

- на четвертому рівні - у Національному військово-медичному клінічному центрі «Головний військовий клінічний госпіталь» (м. Київ), у Військово-медичних клінічних центрах Західного регіону (м. Львів), Південного регіону (м. Одеса), Центрального регіону (м. Вінниця).

З метою аналізу ефективності впровадження диференційованої хірургічної тактики загальний масив дослідження - 342 поранених з ВДМТ - був розподілений на дві групи порівняння:

- основна група – 128 (37,4%) поранених, лікування яких було проведено під час ООС з травня 2018 по грудень 2021 рр. за диференційованою хірургічною тактикою з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ, з урахуванням тяжкості стану, використовуючи розроблену колективом кафедри військової хірургії шкалу AdTS, пульсоксиметрію з визначенням індексу перфузії, планіметричну класифікацію; визначення життєздатності тканин раньового каналу і прогнозування розвитку ускладнень здійснювали методом термометрії та ДГ ураженої анатомічної структури;

- група порівняння – 214 (62,6%) поранених з ВДМТ лікували за загальноприйнятими лікувально-діагностичними методами в період проведення АТО з квітня 2014 по квітень 2018 рр (табл. 2.1).

Лікувально-організаційна схема вибору хірургічної тактики на другому рівні медичного забезпечення в групах порівняння

Лікувально-діагностична та організаційна ознака	Основна група (n ₁ =128)	Група порівняння (n ₂ =214)
Оцінка тяжкості травми за допомогою шкали AdTS та перфузійного індексу	проводили	не проводили
ПХО	щадна	Радикальна
Фасціотомія	закрита	відкрита
Накладання АЗФ	з подальшою корекцією	без корекції до конверсії
Відновлення прохідності магістральної артерії кінцівки	аллошунтування + фасціотомія футлярів сегменту кінцівки	аллопротезування
Малоінвазивні високотехнологічні методики корекції проникного ушкодження	застосовувались	не застосовувались
Видалення металевих осколків	за допомогою магніта	за допомогою магніта, приладів ультразвукової діагностики та електронно-оптичного перетворювача
Мультимодальний підхід до реконструкції ВДМТ	Проводили	не проводили
Використання термометрії для визначення життєздатності тканин	Проводили	не проводили
Ультразвукова діагностика ВДМТ	Проводили	не проводили

Як наведено в табл. 2.1. для хірургічного лікування поранених основної групи порівняння була використана диференційована хірургічна тактика надання допомоги з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ.

Первинна хірургічна обробка вогнепальних ран була щадною, а саме включала: розсічення рани, зупинку кровотечі, висічення зруйнованих і нежиттєздатних тканин, дренування всіх відгалужень ранового каналу і тканинних “кишень”. Виконувалась при необхідності профілактична закрита підшкірна фасціотомія усіх фасціальних футлярів сегментів кінцівок.

При ушкодженні магістральних артерій виконували тимчасове аллошунтування, профілактична підшкірна закрита фасціотомія футлярів кінцівки. Металеві осколки видалялись тільки поверхнево розташовані за допомогою магніту.

Хірургічна тактика лікування поранених основної групи була спрямована на скорочення об’єму та травматичності операційного втручання та на якнайшвидшу евакуація на третій рівень медичного забезпечення.

Пораненим контрольної групи хірургічна допомога надавалась за загальноприйнятими методиками, тяжкість травми не враховувалась. Первинна хірургічна обробка в таких хворих радикальною, з висіченням тканин сумнівної життєздатності.

Фасціотомія виконувалась відкрита профілактична або декомпресивна, з широкими шкірними доступами по всій довжині фасціальних футлярів. При ушкодженні магістральних артерій кінцівок виконувалось аллопротезування, що збільшувало об’єм та тривалість операційного втручання. Профілактична фасціотомія футлярів сегменту кінцівки не проводилась.

Видаляли всі можливі металеві осколки в ранах за допомогою магніту, при необхідності застосовували прилади ультразвукової діагностики та електронно-оптичний перетворювач.

Усі поранені віком від 18 до 60 років були чоловіками, практично здорові до поранення, середній вік пацієнтів у основній групі ($n_1=128$)

становив $35,2 \pm 2,7$ років, а у групі порівняння ($n_2=214$) $34,6 \pm 2,8$ років (Рис. 2.6).

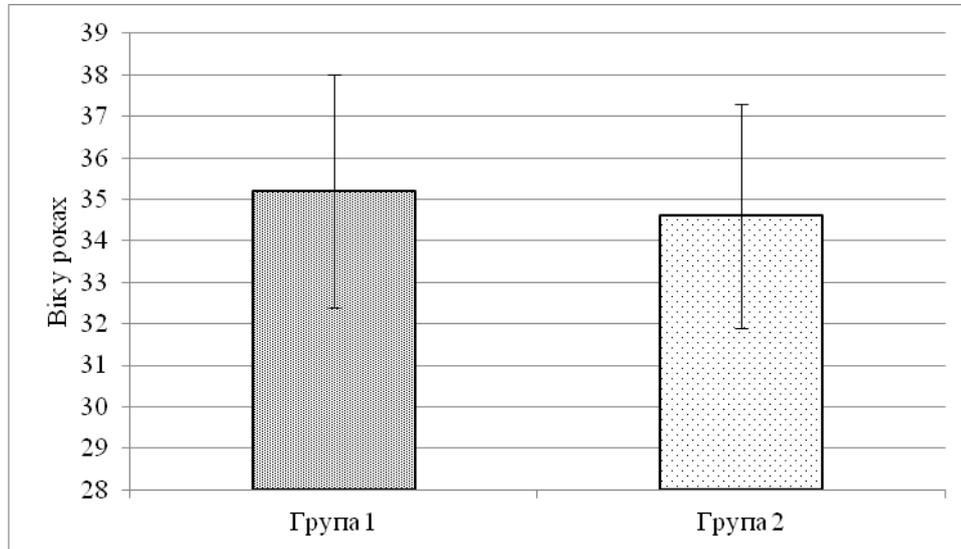


Рис. 2.6. Аналіз основної групи та групи порівняння за віком поранених

Діаграма наведена на рис. 2.6, доводить, що між групами встановлена статистично незначуща різниця за віком ($p_\alpha > 0,05$) – групи співставні.

За кількістю ран відповідно до ходу ранового каналу 548 поранень були сліпими, 195 наскрізними. Серед груп порівняння статистично значущої різниці залежно від ходу ранового каналу виявлено не було ($p_\alpha > 0,05$). Групи порівняння між собою були співставні (табл. 2.2).

У таблиці 2.3 наведено розподіл поранених з ВДМТ за групами порівняння залежно від кількості отриманих ран.

В основній групі та групі порівняння статистично значущих різниць за кількістю вогнепальних ран виявлено не було ($p_\alpha > 0,05$). Групи порівняння були співставними. Розподіл поранених з ВДМТ в групах дослідження залежно від виду травми наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.2

Розподіл поранених в досліджуваних групах залежно від виду ранового каналу

Вид ранового каналу	Основна група ($n_1=128$)			Група порівняння ($n_2=214$)			Достовірність різниці
	m_1	$p_1, \%$	$m_{p1} \cdot t$	m_2	$p_2, \%$	$m_{p2} \cdot t$	
Сліпі	214	72,8	$\pm 11,8$	334	74,4	$\pm 13,8$	$\chi^2=0,076$ $p_\alpha=0,783$
Наскрізнi	80	27,2	$\pm 11,8$	115	25,6	$\pm 13,8$	
Всього	294	100	–	449	100	–	–

Таблиця 2.3

Структура досліджуваних груп за кількістю отриманих вогнепальних ран

Кількість ран у одного пораненого	Основна група ($n_1=128$)			Група порівняння ($n_2=214$)			Достовірність Різниці
	m_1	$p_1, \%$	$m_{p1} \cdot t$	m_2	$p_2, \%$	$m_{p2} \cdot t$ або [$p^{L2}; p^{U2}$]	
Одна	52	40,6	$\pm 13,0$	79	36,9	$\pm 15,2$	$\chi^2=2,507$ $p_\alpha=0,644$
Дві	36	28,1	$\pm 11,9$	83	38,8	$\pm 15,4$	
Три	13	10,2	$\pm 8,1$	26	12,1	$\pm 10,3$	
чотири	11	8,6	$\pm 7,5$	16	7,5	[1,3;17,5]	
п'ять і більше	16	12,5	$\pm 8,7$	10	4,7	[0,4;13,8]	
всього	128	100	–	214	100	–	–

В досліджуваних групах статистично значимих різниць залежно від виду травми та за терміном поступлення до лікувальних закладів четвертого рівня медичного забезпечення виявлено не було ($p_\alpha > 0,05$). Обрані для клінічного дослідження основна група та група порівняння були співставними. Отже, групи є співставними за віком, видом ранового каналу, кількістю ран, видом травми, терміном поступлення до лікувальних закладів четвертого рівня медичного забезпечення (табл. 2.5).

Таблиця 2.4

Розподіл поранених в досліджуваних групах залежно від виду травми

Вид травми	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)			Достовірність Різниці
	m ₁	p ₁ , %	m _{p1} · t	m ₂	p ₂ , %	m _{p2} · t	
ізолювані	31	24,2	±11,4	68	31,8	±14,7	$\chi^2=0,873$ $p_\alpha=0,647$
множинні	57	44,5	±13,2	94	43,9	±15,7	
поєднані	40	31,3	±12,3	52	24,3	±13,6	
Всього	128	100	–	214	100	–	–

Таблиця 2.5

Розподіл поранених в досліджуваних групах залежно від терміну поступлення до лікувального закладу четвертого рівня медичного забезпечення

Доба після поранення	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)			Достовірність різниці
	m ₁	p ₁ , %	m _{p1} · t	m ₂	p ₂ , %	m _{p2} · t	
до 7 доби з моменту поранення	65	50,8	±15,8	83	38,8	±15,4	$\chi^2=1,349$ $p_\alpha=0,246$
після 7 доби після поранення	63	49,2	±15,8	131	61,2	±15,4	
Всього	128	100	–	214	100	–	–

Поранені з ВДМТ в досліджуваних групах за домінуючими ушкодженими АФД статистично не відрізнялись ($p_\alpha > 0,05$), що підтверджувало репрезентативність визначених груп. Розподіл досліджуваних груп залежно від рівнів медичного забезпечення, які проходили поранені з ВДМТ на шляхах медичної евакуації, наведено в табл. 2.6.

Характеристика груп порівняння залежно від шляхів медичної евакуації поранених

Рівні медичного забезпечення	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
рівень 1	128	100	1	214	100	1	342	100	1
рівень 2	128	100	1	200	93,5	2	328	95,9	2
рівень 3	97	75,8	4	181	84,6	3	278	81,3	3
рівень 4	109	85,2	3	167	78,0	4	276	80,7	4
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=0,29; p_{\alpha}>0,05$								

Як наведено в табл. 2.6, за проходженням рівнів медичного забезпечення склад досліджуваних груп між собою статистично не відрізнявся ($p_{\alpha}>0,05$). Характеристика досліджуваних груп залежно від домінуючого ушкодження АФД наведена в табл. 2.7.

Характеристика досліджуваних груп залежно від ушкодженого сегменту кінцівки наведений в табл. 2.8.

Як наведено в таблиці 2.8, поранені з ВДМТ в досліджуваних групах за ушкодженими сегментами кінцівок статистично не відрізнялись ($p_{\alpha}>0,05$), що підтверджувало репрезентативність визначених груп.

Аналіз загального масиву дослідження за механізмом отриманого поранення наведений в табл. 2.9.

Таблиця 2.7

Характеристика груп порівняння залежно від домінуючого ушкодження анатомо-функціональної ділянки

Анатомо-функціональна ділянка	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
Грудна клітка	18	14,1	2	30	14,0	2	48	14,0	2
Живіт	9	7,0	3	15	7,0	3	24	7,0	3
Таз	5	3,9	4	9	4,2	4	14	4,1	4
Кінцівки	96	75,0	1	160	74,8	1	256	74,9	1
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=0,24; p_{\alpha}>0,05$								

Таблиця 2.8

Характеристика груп порівняння залежно від ушкодженого сегменту

Ушкоджені сегменти кінцівки	Досліджувані групи				Всього поранених	
	Основна група (n ₁ =128)		Група порівняння (n ₂ =214)			
	Абс.	Питома вага, %	Абс.	Питома вага, %	Абс.	Питома вага, %
Плече	19	14,6	33	15,6	52	15,2
Передпліччя	20	15,6	17	8,1	37	10,9
Кисть	5	4,2	20	9,4	25	7,4
Стегно	29	22,9	54	25,0	83	24,2
Гомілка	43	33,3	68	31,9	111	32,5
Стопа	12	9,4	22	10,0	34	9,8
Разом	128	100	214	100	342	100
Статистична достовірність	$\chi^2=14,23; p_{\alpha}>0,05$					

Як наведено в табл. 2.9, в основній групі КП переважали в 2,8 разів означений показник групи 2, у зв'язку з переважним використанням стрілецької зброї в ООС ($p_{\alpha}<0,01$) та збільшенням використання військовослужбовцями індивідуальних засобів захисту (бронезилетів).

Відносно МВП досліджувані групи між собою статистично не відрізнялись ($p_{\alpha} > 0,05$), що також підтверджувало репрезентативність отриманих результатів.

Таблиця 2.9

Характеристика груп порівняння залежно від механізму поранення

Механізм поранення	Досліджувані групи						Всього поранених			Статистична достовірність
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)						
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	
ОП	25	19,5	2	131	61,2	1	156	45,6	2	$p_{\alpha} < 0,01$
КП	81	63,3	1	49	22,9	2	130	38,0	1	$p_{\alpha} < 0,01$
МВП	22	17,2	3	34	15,9	3	56	16,4	3	$p_{\alpha} > 0,05$
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-	-

Характеристика досліджуваних груп залежно від використання військовослужбовцями індивідуальних засобів захисту (бронежилетів) на момент отримання поранення наведена в табл. 2.10.

Таблиця 2.10

Характеристика груп порівняння залежно від використання військовослужбовцями індивідуальних засобів захисту (бронежилетів)

Наявність індивідуальних засобів захисту	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
в бронежилеті	82	64,0	1	122	57,1	1	204	59,7	1
без бронежилета	34	26,6	2	69	32,2	2	103	30,1	2
немає інформації	12	9,4	3	23	10,7	3	35	10,2	3
загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
статистична достовірність	$\chi^2 = 3,57; p_{\alpha} > 0,05$								

Як наведено в табл. 2.10, поранені в основній групі переважали означений показник групи порівняння, але в межах довірчого інтервалу ($p_{\alpha} > 0,05$), що також підтверджувало репрезентативність визначених груп.

В групі порівняння спостерігалось статистично значиме в 3,2 рази збільшення ВДМТ внаслідок ОП у зв'язку з використанням противником проти військовослужбовців Збройних Сил України ракетних установок залпового вогню «Град», «Ураган», «Смерч» під час проведення АТО ($p_{\alpha} < 0,01$) та меншої частки використання бронежилетів для індивідуального захисту.

Із загального масиву поранених з ушкодженнями грудної клітки, живота і тазу - 86 (100%) поранених з БХТ непроникні ушкодження були діагностовані у 54 (62,8%), проникні – у 32 (37,2%). За означеним показником досліджувані групи між собою статистично не відрізнялись ($p_{\alpha} > 0,05$). Характеристика досліджуваних груп залежно від проникного характеру БХТ наведена в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Розподіл груп порівняння залежно від проникного характеру БХТ

Проникний характер БХТ	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
непроникні поранення	21	65,7	1	33	61,1	1	54	62,9	1
плевральна порожнина	5	15,6	2	10	18,5	2	15	17,4	2
черевна порожнина	5	15,6	2	9	16,7	3	14	16,3	3
порожнина таза	1	3,1	4	2	3,7	4	3	3,4	4
Загальна кількість поранених в грудну клітку, живіт, таз	32	100	-	54	100	-	86	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=2,94; p_{\alpha} > 0,05$								

Як наведено в табл. 2.11, досліджувані групи не відрізнялись за

структурою поранень ($p_{\alpha} > 0,05$). В основній групі зазначено незначне на 4,6% збільшення частки непроникних ушкоджень та зниження на 2,9% проникних в плевральну порожнину поранень, за рахунок більшого використання індивідуальних засобів захисту при проведенні ООС. В досліджуваних групах зазначено збільшення питомої ваги проникних поранень живота над означеним показником грудної клітки і таза. Означені зміни пов'язані з анатомо-функціональними особливостями: наявність грудинно-реберного каркасу, тазових кісток та захищеностю АФД індивідуальними засобами.

Із 48 (100%) поранених в грудну клітку проникні в плевральну порожнину поранення діагностували у 15 (31,3%), непроникні – у 33 (68,7%).

Із 24 (100%) поранених в живіт проникні в черевну порожнину поранення спостерігали у 14 (58,3%), непроникні – у 10 (41,7%).

Із 14 (100%) поранених в тазову ділянку проникні в порожнину таза поранення спостерігали у 3 (21,4%), непроникні – у 11 (78,6%).

У 32 (100%) поранених з проникними БХТ частіше спостерігались ушкодження паренхімних та порожнистих органів живота – 14 (43,8%) та легень грудної клітки - 8 (25,0%). Із поранень паренхімних органів частіше діагностували ушкодження печінки – 7 (21,9%), селезінки - 2 (6,3%), нирок - 1 (3,1%). Із поранень порожнистих органів частіше спостерігалось ушкодження тонкої кишки – 5 (15,6%), товстої - 4 (12,5%), шлунка - 3 (9,4%).

Характеристика досліджуваних груп залежно від ушкодженого органу при проникній БХТ наведена в табл. 2.12.

Як наведено в табл. 2.12, досліджувані групи не відрізнялись за ушкодженими органами при проникних БХТ ($p_{\alpha} > 0,05$). В основній групі зазначено незначне на 3,5% збільшення питомої ваги ушкоджень легень, на 3,9% - паренхімних органів, на 8,3% - печінки, на 4,3% - селезінки, на 3,9% - тонкої кишки, чепця та брижи. Але, за означеним показником не було зазначено статистично значимих розбіжностей, що також підтверджувало репрезентативність груп порівняння ($p_{\alpha} > 0,05$).

Характеристика досліджуваних груп залежно від ушкоджених органів при БХТ проникного характеру

Ушкоджені органи	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
перелом ребер	1	9,1	7	3	14,3	4	4	12,5	7
легені	3	27,3	1	5	23,8	1	8	25,0	1
паренхімні органи	2	18,2	3	3	14,3	4	5	15,6	4
порожністі органи	1	9,1	7	2	9,5	9	3	9,4	9
паренхімні та порожністі органи	2	18,2	3	4	19,0	2	6	18,8	3
печінка	3	27,3	1	4	19,0	2	7	21,9	2
селезінка	1	9,1	7	1	4,8	11	2	6,3	11
підшлункова залоза	-	-	-	1	4,8	11	1	3,1	12
нирок	-	-	-	1	4,8	11	1	3,1	12
шлунок	1	9,1	7	2	9,5	9	3	9,4	9
дванадцятипала кишка	-	-	-	1	4,8	11	1	3,1	12
тонка кишка	2	18,2	3	3	14,3	4	5	15,6	4
товста кишка	1	9,1	7	3	14,3	4	4	12,5	7
чепець та брижа	2	18,2	3	3	14,3	4	5	15,6	4
Загальна кількість поранених з проникними ушкодженнями	11	100	-	21	100	-	32	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=0,34; p_{\alpha}>0,05$								

Одним із важливих чинників, що впливав на покращення результатів надання хірургічної допомоги, є визначення тяжкості травми. Існує пряма залежність між тяжкістю стану пораненого при надходженні і віддаленими результатами хірургічного лікування, що в подальшому визначається реалізацією тактики хірургічного лікування за концепцією контролю ушкоджень.

Причиною, що впливала на тяжкість стану, була крововтрата тяжкого та вкрай тяжкого ступеня, внаслідок ушкодження органів грудної клітки і живота. У зв'язку з означеним на першому рівні медичного забезпечення у всіх поранених визначався шоківий індекс на підставі вимірювання частоти скорочень серця (ЧСС) і систолічний артеріальний тиск (АТ). Із 342 (100%) поранених крововтрата менше 1 л спостерігались у 153 (44,7%), від 1,0 до 1,5 л - у 83 (24,3%). Крововтрата, що потребувала невідкладної зупинки кровотечі та гемотрансфузії – у 106 (31,0%) поранених.

Досліджувані групи не відрізнялись за рівнем крововтрати ($p_{\alpha} > 0,05$). В основній групі зазначено збільшення на 1,7% питомої ваги БХТ з крововтратою від 1,5 до 2,0 л, зниження на 2,1% - понад 2 л та на 3,5% - понад 3 л, що пов'язано з наданням хірургічної допомоги протягом «золотої» години та своєчасний початок проведення гемотрансфузії при проведенні ООС.

Характеристика досліджуваних груп залежно від рівня крововтрати при БХТ наведена в табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Розподіл груп порівняння залежно від ступеню крововтрати на першому рівні медичного забезпечення

Дефіцит ОЦК, %	Загальна крововтрата, л	Досліджувані групи						Всього поранених		
		Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
		Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
<20%	<1,0	58	45,0	1	95	44,4	1	153	44,7	1
20-30%	1,0 – 1,5	31	24,1	2	52	24,3	2	83	24,2	2
30-40%	1,5 - 2,0	21	16,6	3	31	14,9	3	52	16,0	3
40-50%	2-3	12	9,6	4	18	8,2	4	30	9,1	4
>50%	>3,0	6	4,7	5	18	8,2	5	24	6,0	5
Загальна кількість поранених		214	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність		$\chi^2=0,27; p_{\alpha}>0,05$								

Резюмуючи вище викладені дані, слід відзначити співставність

досліджуваних груп за різними критеріями, які були застосовані.

2.2 Методи досліджень

При надходженні в клініку пораненим проводили ретельне клінічне обстеження з використанням існуючих відомих клініко-інструментальних і клініко-лабораторних методів. Проведене мультимодальне комплексне обстеження поранених вже в перші години після надходження сприяло ранній діагностиці вогнепальних ушкоджень та вибору адекватної лікувальної тактики.

2.2.1 Методи клінічних досліджень

Шкала оцінки тяжкості БХТ при поступленні на рівні медичного забезпечення Admission trauma scale (AdTS) була розроблена колективом кафедри військової хірургії УВМА та впроваджена при проведенні ООС [35].

Особливістю її є простота (при поступленні на другий рівень медичного забезпечення визначалися пульс та частота дихання, не було потреби в інструментальних дослідженнях), комплексність (окрім функціонального враховує ще й анатомічну компоненту) та універсальність (дозволяє визначити тяжкість вогнепальних, відкритих та закритих травм) (табл. 2.14).

Вогнепальні поранення були нетяжкими при значенні показника від 1 до 4, прогноз виживання та перебігу ТХ визначався як сприятливий, допомога надавалась в умовах приймального відділення, лікування поранених проводилось в повному обсязі. Нетяжкі вогнепальні поранення розподілялись на легкі (1–2 бали) та середньої тяжкості (3–4 бали).

Вогнепальні поранення були тяжкими при значенні показника 5–9 балів, характеризувались компенсованим ТШ, прогноз виживання та перебігу ТХ був сумнівним, допомога надавалась в умовах протишокової палати, лікування проводилось в скороченому обсязі.

Шкала оцінки тяжкості травми Admission trauma scale (AdTS)

F ₁ + F ₂		ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ* (в балах)	
F ₁ СЕРЦЕВО-СУДИННА СИСТЕМА	ЧСС за 1 хв (референтні значення <100)	100 – 120	1
		120 – 140	2
		> 140	3
F ₂ ДИХАЛЬНА СИСТЕМА	Частота дихання, за хв. (референтне значення 10 – 20)	8 – 9 або 20 – 24	1
		6 – 7 або 25 – 29	2
		<6 або ≥ 30	3
F ₃ АНАТОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ (в балах)			
ГОЛОВА, СПИННИЙ МОЗОК			Травма
ЧМТ, струс головного мозку; нетяжка травма лицевого скелету	GCS 15-13	ясна свідомість/помірне приглушення	1
ЧМТ, забій головного мозку; тяжка травма лицевого скелету; ушкодження спинного мозку	GCS 12-9	глибоке приглушення / сопор	2
ЧМТ, тяжкий забій головного мозку або стиснення	GCS 8-3	кома	3
ГРУДНА КЛІТКА, ЖИВІТ, ТАЗ**			
Перелом до 3 ребер, грудини, ключиці; пошкодження стравоходу; неускладнена травма живота			1
Множинні переломи ребер, лопатки; пневмоторакс; пошкодження гортані, трахеї; Пошкодження судин ший; травма органів живота і тазу з наявністю перитонеальних ознак			2
Нестабільна грудна клітка; напружений пневмоторакс; гемоторакс; травма органів живота і тазу з гемоперитонеумом			3
СКЕЛЕТНА ТРАВМА І СУДИНИ**			
Перелом кісток кисті, стопи, передпліччя, хребців; пошкодження артерій дистальніше колінного та ліктьового суглобів			1
Перелом гомілки, плеча; відрив, руйнування, КРТ стопи, верхньої кінцівки; перелом кісток тазу; нестабільний перелом хребців; пошкодження підколінної або плечової артерій			2
Перелом стегнової кістки; відрив, руйнування, КРТ гомілки, стегна; нестабільний перелом кісток тазу; пошкодження стегнової артерії			3
Травма м'яких тканин будь-якої локалізації			1
Великі дефекти м'яких тканин			2

Примітки.

F₁ – Частота серцевих скорочень (ЧСС), F₂ – показник частоти дихання;

* - референтні значення F₁; F₂ оцінюються 0 балів;

F₃ – оціночний показник суми балів анатомічних ушкоджень;

GCS - оціночний показник свідомості за шкалою ком Глазго;

КРТ - компресійно-роздавлена травма (синдром тривалого стиснення, «краш-синдром»);

** - при наявності множинних та поєднаних ушкоджень в межах однієї категорії виставляється максимальний бал за дану категорію.

Вогнепальні поранення були вкрай тяжкими при значенні показника понад 9 балів, прогноз виживання та перебігу ТХ був несприятливим, допомога надавалась в умовах протишокової палати та в операційній, лікування поранених проводилось в мінімальному обсязі, за принципом

контролю ушкоджень. При цьому, при значенні показника від 10 до 11 балів за AdTS вогнепальні поранення характеризувались декомпенсованим зворотнім ТШ, при понад 11 балів – незворотнім ТШ.

Як наведено в таблиці 2.14, оціночний анатомо-функціональний показник тяжкості травми складається із суми балів: $AdTS = F_1 + F_2 + F_3$.

При нетяжкій травмі пораненим хірургічну допомогу надавали в повному обсязі в перев'язочній або за потребою в операційній: ПХО рани, фасціотомія, інфузійна терапія, сучасні медичні технології у вигляді (динамічної цифрової термографії та ДГ зони пошкодження). При тяжкій та вкрай тяжкій травмі на другому рівні медичного забезпечення обсяг хірургічної допомоги був скорочений відповідно до тактики контролю ушкоджень: зупинка зовнішньої кровотечі, протишокові заходи, фасціотомія, протишокові заходи, тимчасове шунтування магістральної артерії, первинна стабілізація переломів в стержневому АЗФ.

На першому рівні медичного забезпечення визначалась тяжкість БХТ за AdTS. Дана шкала була створена колективом Української військово-медичної академії для визначення ступеня тяжкості БХТ на першому та другому рівнях медичного забезпечення, що дає змогу своєчасно провести медичне сортування з метою адекватного надання невідкладної хірургічної допомоги у максимально короткі терміни максимальній кількості СВ.

Із 342 (100%) поранених легка травма спостерігалась у 26 (7,6%), середнього ступеня – у 100 (29,2%), тяжка – у 156 (45,7%), вкрай тяжка – у 60 (17,5%). В основній групі визначено незначне на 2,0% збільшення питомої ваги ушкоджень БТХ середнього ступеня тяжкості (3–4 бали), на 0,7% - вкрай тяжкої травми (>9 балів). Але, по означеному показнику не було визначено статистично значимих розбіжностей ($p_a > 0,05$), що також підтверджувало репрезентативність груп порівняння.

Характеристика поранених в досліджуваних групах за тяжкістю травми наведена в табл. 2.15.

Таблиця 2.15

Характеристика тяжкості БХТ в досліджуваних групах за AdTS на першому рівні медичного забезпечення

Тяжкість травми (за AdTS)	Досліджувані групи						Всього поранених		
	Основна група (n ₁ =128)			Група порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
Легка (1–2 бали)	10	7,8	4	16	7,5	4	26	7,6	4
Середньої тяжкості (3–4 бали)	39	30,5	2	61	28,5	2	100	29,2	2
Тяжка (5–9 балів)	56	43,7	1	100	46,7	1	156	45,7	1
Вкрай тяжка (>9 балів)	23	18,0	3	37	17,3	3	60	17,5	3
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=0,17; p_{\alpha}>0,05$								

Як наведено в табл. 2.15, досліджувані групи за тяжкістю травми статистично не відрізнялись ($p_{\alpha}>0,05$).

З метою об'єктивізації тяжкості стану поранених, окрім шкали, використовували пульсоксиметрію з визначенням індексу перфузії. Застосовували пульсоксиметри BP-10M, MD300K2, BP-10B, ACURO, Sx100, Sx120, ChoiceMMed, BIOMED, що дало змогу за декілька секунд визначити частоту пульсу, SpO₂ та індекс перфузії.

При надходженні поранених на перший рівень медичного забезпечення було виявлено скарги, встановлено місце, обставини та механізми поранення, проведено збір даних про вік, супутню соматичну патологію та перенесені раніше травми, підвищену чутливість до ліків та продуктів харчування, спадковість та інші.

Оцінку тяжкості поранень та травми виконували за розробленою

шкалою, використовували класифікацію складності вогнепальних переломів за АО, за Gustilo R.V., Anderson J.T. [10, 12], при порушенні свідомості шкалу Глазго [12, 16].

2.2.2 Методи клініко-інструментальних досліджень

На другому рівні медичного забезпечення КХД пораненим надавалася хірургами, анестезіологами, травматологами, судинними хірургами, нейрохірургами залежно від характеру БХТ.

Первинне обстеження та надання допомоги проводили в оглядовій приймального відділення, протишоківій палаті, операційній. Проводилася пальпація, перкусія та аускультация живота та грудної клітки, виявлялася патологічна симптоматика. Обов'язково проводилось пальцеве ректальне дослідження. Окрім того зверталась увага на психічний статус поранених, відсутність чи наявність гострої реакції на стрес та розладів психіки.

Тактика діагностики та лікування при надходженні визначалась провідним хірургом на основі оцінки тяжкості травми, виявлення конкуруючих ушкоджень з урахуванням консультаційного висновку суміжних спеціалістів. Проводили анатомічну оцінку тяжкості торакального, абдомінального та скелетного компонентів БХТ за даними ультрасонографії (FAST-протокол), рентгенографії, рентгеноскопії, комп'ютерної томографії, інтраопераційно (торакоскопія, лапароскопія, торакотомія, лапаротомія). Ультразвукове дослідження виконувалось за стандартним FAST протоколом в 6 точках для визначення наявності вільної рідини в серозних порожнинах тіла (грудна, черевна, перикард) [232].

З метою диференційної діагностики ушкоджень органів черевної порожнини (враховуючи і тазові) виконувався лапароцентез за методикою «блукуючого катетера» та пробу Зельдовича.

Оцінку тяжкості скелетної компоненти визначали за даними рентгенологічних методів дослідження (рентгенографія/рентгеноскопія таза, хребта, сегментів кінцівок). Подальше надання КХД проводилось у

відповідності до тяжкості БХТ, перебігу ТХ та медично-тактичної обстановки.

При надходженні в лікувальні заклади другого рівня медичного забезпечення оцінювали стан внутрішніх органів та систем життєзабезпечення за класичними методиками, виконували рентгенографію сегменту кінцівки в 2–х, а при потребі в 3–х проекціях, формулювали попередній діагноз, визначали тяжкість травми.

На другому рівні життєздатність кінцівки ми оцінювали згідно шкали MESS (Mangled Extremity Severity Score) [204, 238].

При показниках за шкалою MESS < 7 балів кінцівка життєздатна, при сумарній оцінці 7 балів та більше – необхідна ампутація.

Для визначення основних планіметричних характеристик ВДМТ вимірювали його довжину (найбільша відстань між краями рани - l), ширину (найбільший перпендикулярний до l відрізок – h) та глибину (найбільший перпендикуляр від площини до дна рани – d) [].

Площу рани (S) в квадратних сантиметрах визначали за формулою:

$$S = l \times h / 2 \quad (2.1),$$

де l – довжина рани, h – ширина рани.

При проведенні планіметричних досліджень ранового дефекту, окрім загальної площі рани, визначали об'єм ранового дефекту в кубічних сантиметрах за формулою:

$$V = l \times h / 2 \times d / 4 \quad (2.2),$$

де h – ширина рани, d – глибина рани.

Всі дефекти м'яких тканин, що не перевищували 2 см³ вважалися малими, від 2 см³ до 125 см³ – середніми, від 125 см³ – до 1000 см³ – великими. Дефекти м'яких тканин з об'ємом більше 1000 см³ вважалися обширними (табл. 2.16).

Планіметрична характеристика ВДМТ

Розміри ран	Лінійні	Площа (S)	Об'єм (V)
Малі	до 2 см	до 2 см ²	до 2 см ³
Середні	2 – 10 см	2 – 50 см ²	2 – 125 см ³
Великі	10 – 20 см	50 – 200 см ²	125 – 1000 см ³
Надвеликі	> 20 см	> 200 см ²	> 1000 см ³

Обов'язковим етапом вимірювання розмірів ВДМТ є його цілковите очищення з обрахування лінійних розмірів, площі, об'єму, на які впливають хірургічні заходи. Загальний об'єм ВДМТ визначається згодом, він складається з об'єму первинного дефекту, об'єму первинних некрозів, що видалені під час ПХО, об'єму вторинних некрозів, видалених при повторних хірургічних обробках.

Поєднання планіметричних характеристик площі та об'єму ранових дефектів м'яких тканин спонукали до розробки класифікації з урахуванням локалізації, що дозволяє запропонувати комплексний підхід до сортування поранених для визначення подальшої хірургічної допомоги закриття ВДМТ.

При віднесенні ВДМТ до тієї чи іншої класифікаційної категорії за стереометричним показником обирали найвищий з трьох метричних критеріїв, що використовували. Більшість ВДМТ в групах порівняння відносили до середніх та великих, надвеликих – було 5,5-6,5%, а поранені з малими дефектами були критерії виключення з дослідження (табл. 2.17).

Таблиця 2.17

Характеристика досліджуваних груп за розмірами вогнепальних дефектів м'яких тканин

Розмір ВДМТ	Основна група		Група порівняння		x ² / p
	n ₁ =128	%	n ₂ =214	%	
Середній	76	59,3	130	60,8	0,013 / 0,91
Великий	45	35,2	70	32,7	0,074 / 0,79
Надвеликий	7	5,5	14	6,5	0,09 / 0,77
Всього	128	100	214	100	

Таким чином, на підставі метричних та анатомічних критеріїв ВДМТ ми розподіляли на малі, середні, великі та надвеликі. Повноцінне діагностичне обстеження поранених та врахування їхніх метричних характеристик дозволяло обрати правильну хірургічну лікувальну тактику для їх закриття [35].

Тепловізійна візуалізація післяранових осередків та здорових тканин шкіри у поранених проводилася на базі ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т.Зайцева НАМН України» з використанням матричного тепловізора ТК-1, виготовленим у Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б.І.Веркіна НАН України (Харків, Україна). Матричний тепловізор марки ТК-1 – сучасний професійний тепловізійний програмно-апаратурний комплекс на основі охолоджуваного багатоелементного приймача з оптико-механічним скануванням 6 покоління, спектральний діапазон – 8-14 мкм (Рис. 2.7).



Рис. 2.7 – Матричний тепловізор марки ТК-1

Діапазон вимірювальних температур був від -40 до $+2000$ $^{\circ}\text{C}$, чутливість – менша $0,1$ $^{\circ}\text{C}$. Прилад характеризується високою портативністю та компактністю (вага $1,6$ кг із батареєю), що дозволяло здійснювати запис термозображень на карти пам'яті типу Compact Flash з можливістю синхронного запису текстових та голосових коментарів, із вбудованою

кольоровою відеокамерою. Він включає різноманітні функції аналізу та налаштування термозображень у масштабі реального часу.

При аналізі інфрачервоних зображень чутливих патологічно змінених осередків країв вогнепальних та вибухових пошкоджень поверхні шкіри пораненого з метою виключення артефактів при діагностиці враховували вплив зовнішніх умов, які змінювали значення температури шкіри і температурну топографію поверхні тіла пораненого.

З метою усунення можливого впливу на результати вимірювань факторів похибки при проведенні термографічної дослідницької процедури ретельно дотримувалися наступних умов:

1. Вимірювання температур проводили в термонеутральній зоні, тобто в діапазоні комфортних температур (для роздягнутої людини комфортна температура повітря в приміщенні кабінету при нормальному тиску і вологості та відсутності примусової вентиляції була 22-24°C);

2. До початку обстеження пораненому дозволяли пройти температурну адаптацію в приміщенні з температурою, близькою до температури кабінету, протягом 30 хвилин;

3. Всі дослідження проводили виключно в позі пораненого стоячи, оскільки інфрачервоні портрети лежачої людини та людини, що стоїть, розрізняються;

4. Площа приміщення кабінету для тепловізійного дослідження становили понад 20 м², в ньому були відсутні нагрівальні прилади спрямованої дії. Для освітлення кабінету були використані лампи денного світла, що не створювали інтенсивних теплових полів;

5. Спільно з термографічним дослідженням в кабінеті паралельно проводили термометрію повітря для контролю змін зовнішніх температурних умов. Строго дотримувалися умов білатеральної фотографічної симетрії (досліджувана і контрольна області повинні знаходитися на рівній відстані від об'єктива тепловізора).

Для зв'язку з персональним комп'ютером використовувалися цифрові інтерфейси. Отримані кольорові термограми аналізували на кількісному та якісному рівнях, що полягав в оцінці зон гіпертермії та гіпотермії, визначенні температурного градієнту досліджуваної ділянки порівняно з оточуючими тканинами або симетричною ділянкою (виявлення термоасиметрії). Діагностичне значення мав температурний градієнт більше $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Рис. 2.8).

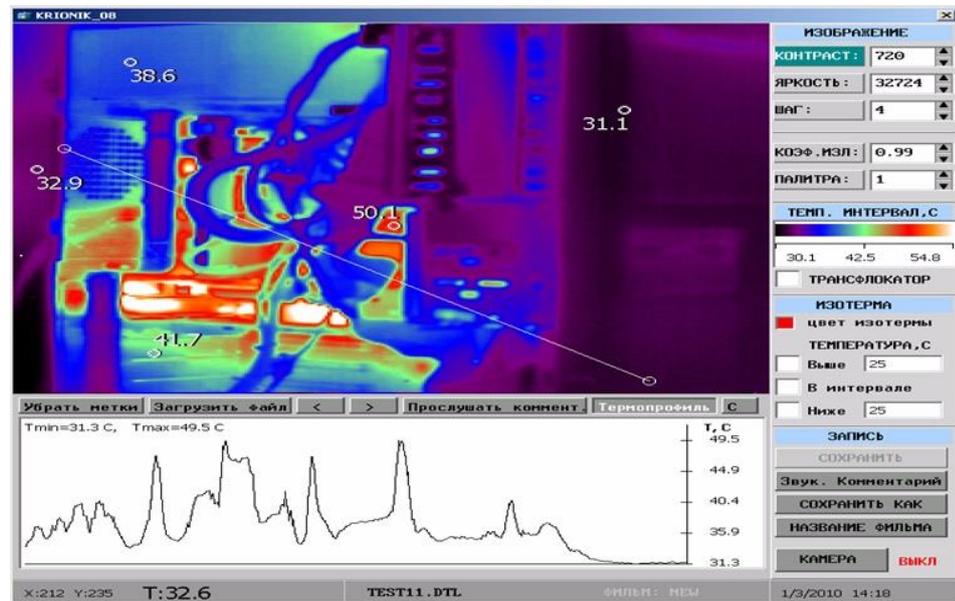


Рис. 2.8. Інтерфейс багатoeлементного тепловізора ТК-1

Для безпосереднього аналізу термограм використовували програмне забезпечення Image Processor 5.7, що входив в комплект поставки тепловізійного комплексу, при обробці за допомогою вбудованих інструментів виділяли області з максимальними (уражену ділянку) і мінімальними (контрольну ділянку) значеннями температур. Дані значення використовували для їх подальшого математичного аналізу (Рис. 2.9).

При надходженні поранених на третій та четвертий рівні медичного забезпечення проводили ультразвукографічне дослідження за протоколом FAST (focused assessment with sonography for trauma) в основній групі. В подальшому за клінічної необхідності проводили повторну детальну УЗД

органів черевної, плевральної порожнин та тазової ділянки [103].

Під час всього перебування поранених на етапі спеціалізованого лікування (третьій та четвертий рівень) проводили загальноклінічні аналізи крові та сечі 2-3 рази на тиждень, визначали біохімічні показники крові (загальний білок, протеїнограму, глюкозу, білірубін, кінцевий азот, сечовину, креатинін, аланінамінотрансферазу, аспаратамінотрансферазу, лужну фосфатазу, іони калію, кальцію та хлору) 1-2 рази на тиждень, вивчали згортаючу систему крові (час згортання, тривалість кровотечі, фібриноген, протромбінів індекс, час рекальцифікації плазми, кількість тромбоцитів) - 1-2 рази на тиждень, дослідження параметрів кислотно-відновного стану крові (рН, буферна ємність, дефіцит основ) - 1-2 рази на тиждень, імунологічні дослідження - при необхідності.

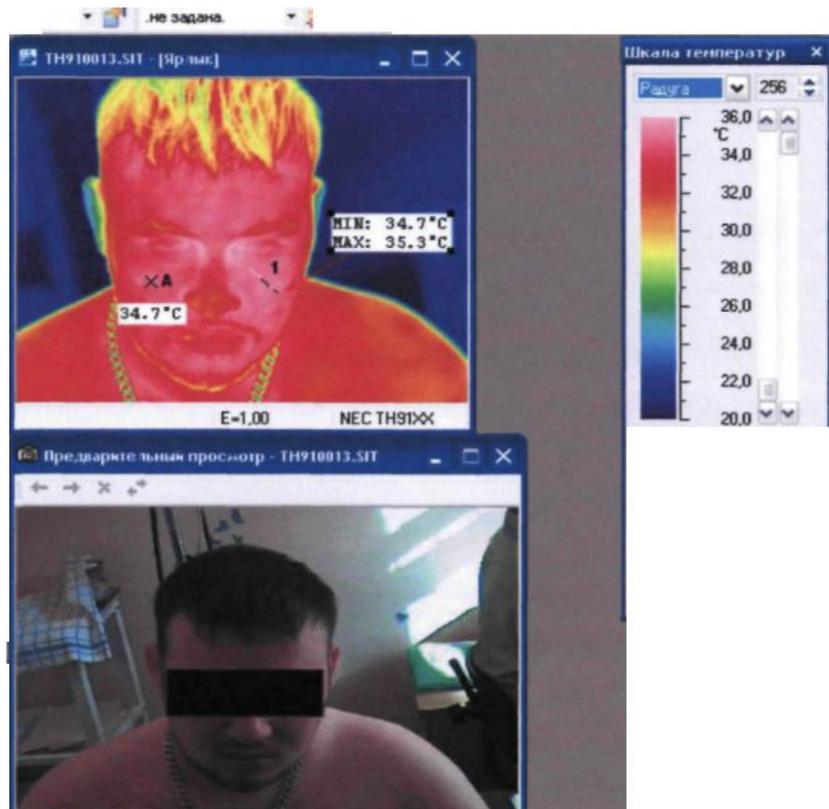


Рис. 2.9. Вікно дисплею програми Image Processor ver.5.7

2.2.3 Методи клініко-лабораторних та інструментальних досліджень

На третьому та четвертому рівні медичного забезпечення *кількість лейкоцитів* периферичної крові пораненим визначали за методом Карелина А.А. та співавт.. Число нейтрофілів (поліморфних лейкоцитів) - за методом Глоба А.Г. та співавт., рівень їх функціональної активності за методом Комарова О.С.

Кількість еритроцитів підраховували на целоскопі. Їхній функціональний стан оцінювали за ступенем деформації, що обумовлений осмотичною резистентністю в 0,5% розчині NaCl за Петуховим Е.Б. та співавт. Параметри гемолізу визначали на спектрофотометрі СФ-26, погодженому із самописом КСП-4.

Для визначення концентрації фібриногену використовували метод Платонової Т.М. та співавт., для реєстрації тромбінового часу - загальноприйнятий метод, протромбіновий індекс реєструвався за методом з тромбoplastином фірми "Sigma" (США).

З метою визначення *концентрації продуктів деградації фібрину/фібриногену* застосовувався метод затримки полімеризації мономерного фібрину, розчиненого фібрину - метод Варецкой Т.В. та співавт.; антитромбіну-III - метод Кацадзе Ю.Л., Котовщицкової М.А. *Активованій частковий тромбoplastиновий час* реєструвався традиційним методом з використанням реагенту АРТТ фірми "Sigma" (США). Особлива увага приділялась визначенню активності ферментів сироватки, загального білка та його фракцій, електролітів крові. Вміст у плазмі крові *загального білка, залишкового азоту, сечовини, холестерину, глюкози, білірубіна*, а також визначення активності *ферментів* (лактатдегідрогенази, аланінамінотрансферази, аспаратамінотрансферази, лужної фосфатази, гамма-глутамілтрансферази) здійснювали на біохімічному автоаналізаторі СМА-12/60 фірми "Technotron" (США).

Стан дихальної системи і газообміну оцінювали на підставі показників частоти дихання, вмісту гемоглобіну крові (Hb), насичення крові киснем (SaO_2), парціального тиску і вуглекислого газу в артеріальній крові (PaO_2 і PaCO_2). Значення SaO_2 визначали пульсоксиметром „Ohmeda”, PaO_2 і PaCO_2 апаратом „Microastrup - Radiometr”. Дослідження газового складу крові робили шляхом прямого визначення напруги кисню і рН середовища артеріальної і венозної крові апаратом АВ-520 фірми «Radiometer Copenhagen» (Данія).

Томографія виконана на спіральних комп'ютерних томографах «HiSpeed Zx/i» та «HiSpeed CT/e» (General Electric, США) пораненим в групах порівняння з метою визначення поєднаних ушкоджень. Дослідження проводили в спіральному режимі за наступними характеристиками: колімація шару - 2 мм, інтервал реконструкції - 1 мм, крок спіралі - 1,5, розмір матриці - 512, період обертання - 1,0 с, режим «BONE» з використанням функції автоматичного регулювання анодного току, що зменшувало променеве навантаження при проведенні дослідження та не впливало на якість зображення. Ці параметри дали змогу отримати якісні зображення в аксіальній, фронтальній та сагітальній площинах, а також трьохмірні зображення. Виконання одного дослідження займало 15 секунд, що дуже важливо при наданні допомоги пораненим з БХТ, які знаходились в тяжкому та вкрай тяжкому стані на етапі спеціалізованого лікування [81].

Магнітно-резонансну томографію виконували пораненим з метою встановлення характеру, локалізації та розповсюдженості глибокого інфекційного процесу у поранених [243].

Ультразвукова доплерографія судин нижніх кінцівок із застосуванням лінійного датчику з частотою 3,5-7,5 МГц виконана у поранених з метою своєчасного виявлення тромботичних ускладнень та в післяопераційному періоді при підозрі, на апараті «Logiq 500» фірми «General Electric», глибину сканування, посилення ехо-сигналу підбирали індивідуально та зберігали незмінним протягом всього дослідження. Для дослідження вен нижніх

кінцівок використовували три режими: в В-режимі оцінювали діаметр, просвіт, наявність клапанів, в кольоровому режимі виявляли повне прокрашування просвіту вени, наявність турбулентних потоків, в режимі спектральної доплерографії визначали фазність кровоплину [259].

Електрокардіографічне дослідження проводили за допомогою електрокардіографа ЭК1Т-04 і електрокардіографічного діагностичного комплексу “Cardiosom” Ver. 2.0 (Cardiolab, 2000р.; Windows 98). Для реєстрації показників центральної гемодинаміки використовували комплекс 4-канальної комп'ютерної реографії «REGINA-2000» фірми DX - Complexes (Угорщина), сумісний з операційною системою Windows NT.

Інструментальні методи дослідження пораненим проводили під час заходів інтенсивної терапії у гострому періоді ТХ, та в подальшому, з метою дообстеження та моніторингу. Усі прилади були метрологічно забезпечені у процесі проведення регламентних робіт.

Після аналізу медичної документації дані заносились в електронну карту, що включала прізвище, ім'я, по-батькові, дата народження, військова частина, звання, посада, дата та час отримання поранення, повний діагноз, встановлений на етапі спеціалізованого лікування, обставини та механізм поранення, характеристика БХТ та поєднаних ушкоджень інших АФД, загально-соматичний стан пораненого, наявність супутньої хронічної патології, терміни надходження, тяжкість травми та загальний стан при надходженні, інформація про надану хірургічну, анестезіологічну та терапевтичну допомогу, ортопедо-травматологічну допомогу, дефекти лікувально-діагностичного процесу на рівнях медичного забезпечення, терміни перебування на даному етапі та загальні терміни перебування, результати лабораторних та інструментальних досліджень, заходи медичної реабілітації, наслідки та результати лікування.

Серед ендоскопічних методів дослідження застосовували *відеоторакоскопію* за допомогою відеоендоскопічної стійки фірми “Stryker” (США). Цей метод застосовувався як діагностичний та лікувальний у

випадку розвитку емпієми плеври. Об'єм відеоторакоскопії включав видалення ексудату з візуальною ревізією плевральної порожнини, видалення фібрину, руйнування плевральних перемичок, перетворення окремих порожнин в загальну, декортикацію легені.

Діагностичну, санаційну та лікувальну фібробронхоскопію (ФБС) проводили бронхоскопом Olympus BF-TE2 (Японія) діаметр якого 5,9 мм дозволяв здійснювати доступ до сегментарних бронхів включно. При цьому досліджені було важливим виявлення бронхів, патологічний процес в яких зумовлював утворення нориць. Бронхоскопія дозволяла уточнити характер змін трахеобронхіального дерева, блокувати бронх, що несе норицю з установкою бронхоблокатора для припинення функціонування бронхоплевральної нориці та створення оптимальних умов для розправлення легені й ліквідації запальних явищ.

Мікробіологічне обстеження поранених з ВДМТ включало проведення бактеріологічного посіву вмісту з ранової поверхні, а також вмісту трахеобронхіального лаважу, із визначенням мікрофлори та кількості колонієутворюючих одиниць (КУО), а також чутливості до антибіотиків та антимікробних препаратів – антибіотикограми.

Матеріал для мікробіологічного дослідження з ВДМТ забирався під час першого операційного втручання у відділенні із суворим дотриманням правил забору та умов асептики на одноразові транспортні системи. Повторний забір матеріалу проводився на 3-5-10 добу під час перев'язок, що дозволяв оцінити ефективність санації рани та у разі потреби змінити курс антибіотикотерапії.

Ідентифікацію виділених мікроорганізмів визначали за морфологічними (в т.ч. з бактеріоскопією нативного матеріалу), культуральними та біохімічними ознаками. Ідентифікацію виділених мікроорганізмів проводили на основі їх морфологічних характеристик. Рівень бактеріального обсіменіння визначали в розрахунку величини КУО на 1 г тканини рани або 1 мл ексудату. Дослідження на визначення чутливості до

антибіотиків проводилася в усіх випадках, оскільки сучасна мікрофлора володіє високою резистентністю до антибіотиків.

Для детального обстеження характеру торакального компоненту ушкодження у поранених використовували метод МСКТ з внутрішньовенним контрастуванням апаратом "Hispeed" фірми "General electric", SUPRIA 32 HITACHI (Японія). Комп'ютерна томографія мала високу діагностичну точність, що дозволяла виявити локалізацію та ступінь ушкодження внутрішніх органів, виявлення ускладнень, дослідження розмірів та точної локалізації патологічних утворень, наявність бронхоплевральних норниць.

Для визначення наявності та вираженості СПОН (синдром поліорганної недостатності) у поранених з ВДМТ здійснювали оцінку за шкалою SOFA (Sequential Organ Failure Assessment). Їй віддали перевагу перед іншими аналогічними шкалами: MODS, LOD, у зв'язку з урахуванням застосування інотропної підтримки серцево-судинної діяльності при розрахунку показника. Ця шкала була спеціально розроблена для прогнозування виникнення інвалідизації та летальності при щоденному застосуванні.

2.3 Методи лікування

Загальна тактика лікування ВДМТ складалася з двох фаз: підготовки рани до закриття та хірургічної пластики рани. Ми вважаємо, що саме підготовка рани до закриття є ключовим етапом в лікуванні поранених, за рахунок якого можливе покращення загальних результатів лікування.

В групі порівняння використовували традиційний спосіб підготовки ВДМТ до закриття, а саме: щоденна санація рани під час перев'язок з накладанням лікувальних мазей та антисептиків.

Тактика підготовки рани до закриття в основній групі суттєво відрізнялася. Ми застосовували комплекс заходів активної санації та дренивання, який включав: метод вакуум-терапії та ультразвукової кавітації рани.

Робоча гіпотеза дослідження полягала в тому, що у комплексному лікуванні ВДМТ метод вакуум-терапії дозволяв ефективно їх очищувати та готувати до закриття за рахунок санації рани, стимуляції грануляцій і зменшення площі ранового дефекту – дермотензії.

Вакуум-терапію застосовували у всіх поранених основної групи з моменту включення їх у дослідження. Цю терапію проводили апаратами HEASO, GomCo. Застосування цього методу тимчасово відтермінували при наявності недренованих вогнищ хірургічної інфекції – осумкованих гнійних скупчень в порожнинах, до їх розкриття і санації.

Переважно за режимом роботи застосовували вакуум-терапію у постійному (у рані створювався від'ємний тиск встановленої величини) та переривчастому (від'ємний тиск змінювався від 0 до встановленої величини з певними інтервалами часу) режимах із дотриманням низької (-25 – 75 мм рт. ст.) та середньої інтенсивності (-75 – 125 мм рт. ст.).

Один цикл вакуум-терапії тривав від 3 до 5 діб, залежно від перебігу ранового процесу. Сильно забруднені рани, велика ексудація та необхідність контролю процесу загоєння вимагали більш часті заміни пов'язок. Середня тривалість використання однієї пов'язки становила 3 доби. Пов'язки накладали за відповідною методикою із застосуванням оригінальних витратних матеріалів. На рановий дефект накладали адсорбуючу поліуретанову губку, моделюючи останню по формі рани. При багатофокусних ураженнях – декілька ранових дефектів, – губкою заповнювали кожну рану, а між ними створювали «функціональні внутрішні чи зовнішні містки». Потім усю ділянку покривали та герметизували прозорою адгезивною плівкою (клеюкою мембраною), яку перфоровали для приєднання дренажної трубки, з'єднаної з апаратом для вакуум-терапії. Апарат працюючи в автоматичному режимі відкачував повітря та постійно видаляв надлишковий рановий ексудат із замкненого простору, що сприяло зниженню бактеріальної контамінації в рані, зменшенню площі та об'єму ран, локального інтерстиціального набряку тканин, активізації місцевого

кровообігу та стимуляції росту грануляційної тканини у рані. При використанні вакуум-терапії обов'язковим був моніторинг за її проведенням, оскільки існувала загроза розвитку кровотеч.

Оцінку ефективності застосування вакуум-терапії проводили на підставі динаміки перебігу ранового процесу, за клініко-лабораторними критеріями, термінами готовності рани до закриття.

У всіх поранених основної групи також застосовували метод селективної ультразвукової кавітації ВДМТ апаратом «Sonosa» фірми Soering (Німеччина). Цей метод ґрунтується на місцевому застосуванні низькочастотного ультразвукового хвильового потоку, який створює поєднаний ефект антибактеріальної дії та процесу механічного очищення ранової поверхні від некротичних без ушкодження життєздатних тканин. При проходженні ультразвукової хвилі в рідині виникають мініатюрні бульбашки, що прискорюють відторгнення некротичних та руйнують мікробні біоплівки - відбувається ретельна, але щадна санація рани. Ультразвукова кавітація (УЗК) мала механічний (вплив звукової хвилі, схлопування бульбашок, гідродинамічні коливання), термічний (утворення теплової енергії внаслідок перемішування рідини) та хімічний вплив (гідроліз води з утворенням короткоживучих хімічних сполук). Окрім того, УЗ-коливання викликали набухання клітин, руйнування полісахаридної біологічної плівки, яка захищала колонії патогенних мікроорганізмів. Цей метод застосовували при очищенні вогнепальних і гнійних ран, та адаптували ранову поверхню до будь-якого пластичного закриття. Особливо у поєднанні із вакуум-терапією досягали найбільш позитивного ефекту у комплексному хірургічному лікуванні ускладнених ран.

Ультразвукову кавітацію використовували в першій (ексудативній) фазі ранового процесу з метою повного очищення ранової поверхні ВДМТ від фібрину та некротичних нашарувань до появи грануляційної тканини.

Після досягнення критеріїв підготовки рани до закриття, залежно від її розмірів, локалізації, глибини та форми, на основі концепції

«реконструктивної драбини», проводили пластичне операційне втручання, спрямоване на ліквідацію залишкового ВДМТ. Стаціонарне лікування проводили до загоєння післяопераційних ран та компенсації функціональних систем. По завершенню лікування військовослужбовці проходили ВЛК з визначенням придатності до військової служби, а цивільні пацієнти направлялись на амбулаторне лікування.

Результати ампутацій нижніх кінцівок оцінювали за наступними критеріями: госпітальна летальність, ускладнення, кількість випадків загоєння кукси первинним натягом, кількість реампутацій нижньої кінцівки та їх рівень, тривалість перебування в стаціонарі після операції.

Віддалені результати вивчали в строки не раніше 6 місяців, ураховували рівень освоєння протеза нижньої кінцівки. Рівень освоєння та користування протезом оцінювали за шкалою ALAC (Artificial Limb and Appliance Centre – США) [281, 282].

Анатомо-функціональні результати лікування поранених в клінічних групах порівняння визначали за методикою Матисса–Любошица–Шварцберга (1980-1985) у модифікації Шевцова (1995).

Доброму анатомо-функціональному результату лікування відповідав сумарний індекс поділений на 10, що дорівнював 3,5-4,0 балам; задовільному результату - 2,5-3,5 балам і незадовільному - 2,5 та меншій кількості балів.

2.4. Статистична обробка результатів досліджень

Статистичний аналіз результатів дослідження проводили з використанням методів варіаційної статистики [28, 65, 67].

Аналіз та опрацювання отриманих статистичних даних проводили за допомогою програм STATISTICA 8.0 та “Microsoft Excel 2013”.

Нами проводилась оцінка абсолютних (m) та частотних (p) характеристик показників для якісних параметрів та середніх величин для кількісних даних (середньої арифметичної – X) з оцінкою їх варіабельності (середнє квадратичне відхилення – σ). Також визначалась середня похибка

досліджуваних показників з оцінкою довірчого інтервалу. У тих випадках, коли одна з альтернатив була близька до 0, розраховували похибку з поправкою Ван дер Вардена. При значеннях $p > 75\%$ або $p < 25\%$, похибка вибіркової частки ставала досить велика, і довірчий інтервал генеральної частки виходив за дозволені межі ($p^L < 0\%$ або $p^U > 100\%$). В таких випадках для розрахунку довірчих інтервалів застосовували методу Ф-Фішера з визначенням додаткової величини Ф. Довірчий інтервал генеральної частки наводили у вигляді відрізка: $[p^L; p^U]$.

Кількісні ознаки заносилися в базу даних без змін.

Для визначення впливу відповідного фактора на досліджувану ознаку в цілому застосовували критерій Хі-квадрат (χ^2) Пірсона. Для більш детального аналізу впливовості фактора на окремі градації використовували t-критерій Ст'юдента. Впливовість фактора на ознаку оцінювали за рівнем статистичної значущості p_α . Вплив є статистично значущим при $p_\alpha < 0,05$ [67, 247].

Висновки за розділом 2

1. Для проведення дослідження було розроблено спеціальну програму, яка передбачала реалізацію мети дослідження в чотири організаційних етапів з використанням адекватних методів, на кожному з яких виконувались взаємопов'язані завдання, що дало можливість забезпечити системний підхід при проведенні дослідження та отримати репрезентативні результати.

2. Для дослідження нами було сформовано дві групи порівняння, які за віком, статтю відповідали вимогам Закону про загальний військовий обов'язок, ідентичні за травмогенезом, клінічно-нозологічною структурою, тяжкістю та характером ВДМТ, а масив дослідження був репрезентативний (тобто групи рандомізовані та відображають генеральну сукупність явища).

3. Для оцінки тяжкості поранень на першому та другому рівнях була використана планіметрична характеристика ушкоджень, шкала Admission trauma scale (AdTS) та перфузійний індекс (ПІ). Особливістю означених

методик є універсальність, можливість оцінити тяжкість відкритої та закритої травми, статистична достовірність за принципом вижив-помер 89%.

РОЗДІЛ 3
ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ДИНАМІКИ БІОЛОГІЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ
БАГАТОФАКТОРНОГО АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ
(ПНЕВМАТИКА)

Завданням цієї частини наукової роботи було експериментальне відтворення ранового процесу, адекватне відповідному процесу за бойових та клінічних умов, а також всебічне експериментально-лабораторно-математичне дослідження динаміки та інформативності гомеостатичних показників, які визначають функціонування організму в цілому та детермінують його вітальні функції.

Додатковим доданням цього розділу роботи було математичне моделювання динамічних змін широкого спектру гомеостатичних показників за умов відтворення вогнепальних поранень біологічного організму (Додаток А).

3.1. Динаміка змін вітальних показників у процесі відтворення вогнепального ураження м'яких тканин

При огляді уражених ділянок у кролів контрольної групи не було виявлено крововиливів у незмінній м'язовій тканині, що оточувала місце рани, а діаметр капілярів становив $0,90 \pm 0,06$ мм (табл. 3.1).

У групі кролів, які отримали вогнепальне поранення з пневматичної зброї при температурі навколишнього середовища, через 1 добу діаметр капілярів дещо збільшився порівняно з відповідним контролем і становив $0,88 \pm 0,06$ мм. Ознак крововиливу в навколишню м'язову тканину не було, а у 18 з 20 тварин була виявлена перфорантна судина в області навколо рани.

Показники температури лап кроля в ділянці рани, пульсу, напруги кисню в крові та частоти дихання достовірно не відрізнялися до та після вогнепального поранення ($p > 0,05$).

Одна з двох тварин, у яких нам не вдалося знайти перфорантну судину, померла.

Зміни морфологічних та функціональних показників у дослідних кролів через 24 години після вогнепальних поранень

Дослідні групи (Кількість тварин)	Наявність геморагій	Діаметр судин, мм	Наявність перфорантної судини	Летальність, %	Температура, °С		Частота пульсу, за 1 хвилину		ρO ₂ мм.рт.ст		Дихання, за 1 хвилину	
					до	після	до	після	до	після	до	після
Контроль (n=5)	-	0.91±0.06	Absent	0	36.4±3.5	-	84.4±7.6	-	88.1±6.4	-	86.2±8.0	-
№1 T=окр (n=4)	-	0.85±0.06	16/18 88.9 %	1/18 5.6	36.4±3.7	37.7±4.1	85.7±8.4	91.8±8.8	88.1±6.4	89.8±7.3	86.2±8.0	106.9±8.7
№1 T=50 °C (n=4)	-	0.83±0.04	15/18 83.3 %	2/18 11.1	36.1±3.6	38.6±3.7	82.9±7.6	106.9±8.9*	88.1±6.4	91.2±8.1	86.2±8.0	109.3±8.6
№1 T=100 °C (n=4)	+	0.79±0.08	13/18 72.2 %	3/18 16.7	35.9±3.4	38.8±3.9	83.3±7.7	109.0±8.9*	88.1±6.4	91.6±7.9	86.2±8.0	113.1±8.9*
№2 (n=4)	-	0.76±0.07	12/18 66.7 %	5/18 27.8	36.2±3.4	37.6±3.8	83.5±8.1	108.7±8.6*	88.1±6.4	94.2±8.3	86.2±8.0	112.7±8.6*
№3 (n=4)	+	0.72±0.08#	26/32 81.3 %	7/32 21.9	36.0±3.6	38.6±3.6	84.1±8.3	111.6±9.1*	88.1±6.4	96.1±8.6	86.2±8.0	113.6±8.9*

Примітки: # – p<0.05 – вірогідні відмінності досліджуваних показників порівнянно з такими в контрольній групі тварин; * – p<0,05 – вірогідні відмінності досліджуваних параметрів порівнянно з отриманими до вогнепальних поранень (в обох випадках статистичний критерій Крушкала-Уолліса)

У групі кролів через 1 добу після вогнепального поранення пневматичною зброєю температурою 50 °С діаметр капілярів був на 5,6 % меншим порівняно з таким же контрольним показником ($p>0,05$).

Ознак крововиливу в навколишню м'язову тканину не було, а у 3 з 4 тварин була виявлена перфорантна судина в області навколо рани. Показники температури лапи кроля в ділянці рани, напруги кисню в крові та частоти дихання були порівнянними до та після вогнепальних поранень ($p>0,05$). ЧСС у тварин після травми була на 29 % вищою за аналогічний показник до травми ($p<0,05$).

Один кроль загинув – саме той, у якого ми не виявили перфорантної судини.

Через 1 добу після вогнепального поранення у кролів пневматичною зброєю з температурою 100 °С діаметр капілярів був меншим на 13,3 % при такому ж показнику в контрольних спостереженнях ($p>0,05$). Ознаки крововиливу в навколишню м'язову тканину спостерігалися у 3 з 4 тварин, а у 3 кролів виявлено перфорантну судину в області рани. Показники пульсу та дихання достовірно відрізнялися (на 30,9 % та 31,2 % відповідно, $p<0,05$) до та після вогнепальних поранень.

Один з кролів, у якого ми не виявили перфорантної судини, загинув.

Через 1 добу у кролів 2-ї групи після моделювання вогнепального поранення діаметр капілярів був на 20 % меншим порівняно з аналогічними даними контролю ($p<0,05$). Ознаки крововиливу в навколишню м'язову тканину спостерігалися лише у 3 із 4 тварин, і у 3 кролів (75,0 %) була перфоративна судина в ділянці навколо рани. Частота пульсу та дихання тварин до та після вогнепального поранення достовірно відрізнялася (на 30,2 % та 30,7 % відповідно, $p<0,05$).

Один із кролів загинув - саме той, у якого ми не виявили наявність перфорантної судини.

При спостереженні за кролями 3 групи через добу після травми виявлено ознаки крововиливу у 3 тварин із 4. Діаметр капілярів м'язової

тканини становив $0,75 \pm 0,05$ мм, що на 25,6 % менше порівняно з контролем ($p < 0,05$). У 3 кролів (75 %) виявлено наявність перфорантної судини в ділянці рани. Показники температури лап кроля в ділянці поранення та напруги кисню в крові достовірно не відрізнялися до та після вогнепального поранення ($p > 0,05$). Частота пульсу та дихання у тварин до та після вогнепальних поранень відрізнялася на 32,7 % та 31,8 % відповідно ($p < 0,05$).

Загинуво 1 кроль із числі 4 тварин – в нього не виявили наявність перфоративної судини.

Фактичні результати, отримані на 3-й день дослідження, не відрізнялися від отриманих через 24 години після травми. Так, через 3 доби після нанесення кролям вогнепальних ушкоджень розміри судин у тварин усіх груп відрізнялися в середньому на 3,3–6,7 %, що достовірно не відрізнялося від такого у тварин контрольної групи ($p > 0,05$, таблиця 3.2).

Перфорантну судину ми виявили в переважній більшості спостережень у кожної з дослідних груп тварин, однак у 1 тварини 1-ї групи після поранення пневматичною зброєю при температурі 100 °С наші зусилля були неефективними.

Загибелі тварин у цей проміжок часу не було.

Наші дослідження основних життєво важливих функцій кролів – температури, пульсу, тиску крові та частоти дихання – виявили показники, які виявилися ідентичними до моменту нанесення вогнепальних поранень (у всіх випадках $p > 0,05$, табл. 3.2).

Так само аналіз отриманих нами статистичних показників не виявив достовірних відмінностей через 5 днів після нанесення вогнепальних поранень кролям дослідних груп. У цей проміжок часу розміри судин у тварин усіх груп відрізнялися в середньому на 2,3–6,8 %, що достовірно не відрізнялося від показників контрольної групи тварин (у всіх випадках $p > 0,05$, табл. 3.3).

Таблиця 3.2.

Зміни морфологічних та функціональних показників у піддослідних кролів через 3 доби після вогнепальних поранень

Дослідні групи (Кількість тварин)	Наявність геморагій	Діаметр судин, мм	Наявність перфорантної судини	Летальність, %	Температура, °С		Частота пульсу, за 1 хвилину		ρO ₂ мм.рт.ст		Дихання, за 1 хвилину	
					до	після	до	після	до	після	до	після
Контроль (n=5)	-	0.90±0.08	Absent	0	36.4±3.5	-	84.4±7.6	-	88.1±6.4	-	86.2±8.0	-
№1 T=окр (n=4)	-	0.86±0.08	16/17 94.1%	0	36.4±3.7	37.2±3.7	85.7±8.4	93.2±8.7	88.1±6.4	86.6±7.1	86.2±8.0	86.0±8.0
№1 T=50 °С (n=4)	-	0.84±0.08	15/16 93.8%	0	36.1±3.6	37.8±3.8	82.9±7.6	91.7±8.6	88.1±6.4	87.4±8.3	86.2±8.0	85.5±7.8
№1 T=100 °С (n=4)	-	0.84±0.07	13/15 86.7%	0	35.9±3.4	37.9±3.7	83.3±7.7	92.7±8.8	88.1±6.4	86.3±8.5	86.2±8.0	86.0±8.0
№2 (n=4)	-	0.86±0.07	12/13 92.3%	0	36.2±3.4	37.1±3.6	83.5±8.1	91.9±8.9	88.1±6.4	83.9±7.9	86.2±8.0	83.0±7.5
№3 (n=4)	+	0.87±0.08	24/25 96.0%	0	36.0±3.6	37.9±3.8	84.1±8.3	93.1±9.0	88.1±6.4	85.6±7.9	86.2±8.0	84.0±8.0

Таблиця 3.3

Зміни морфологічних та функціональних показників у піддослідних кролів через 5 діб після вогнепальних поранень

Дослідні групи (Кількість тварин)	Наявність геморагій	Діаметр судин, мм	Наявність перфорантної судини	Летальність, %	Температура, °С		Частота пульсу, за 1 хвилину		ρO ₂ мм.рт.ст		Дихання, за 1 хвилину	
					до	після	до	після	до	після	до	після
Контроль (n=5)	-	0.88±0.06	Absent	0	36.4±3.5	-	84.4±7.6	-	88.1±6.4	-	86.2±8.0	-
№1 T=окр (n=4)	-	0.84±0.07	17/17 100%	0	36.4±3.7	36.9±3.6	85.7±8.4	88.9±8.5	88.1±6.4	85.9±7.3	86.2±8.0	84.0±7.6
№1 T=50 °С (n=4)	-	0.86±0.06	16/16 100%	0	36.1±3.6	36.8±3.5	82.9±7.6	87.7±8.7	88.1±6.4	86.8±8.1	86.2±8.0	84.0±7.4
№1 T=100 °С (n=4)	-	0.86±0.07	14/15 93.3%	1/15 6.7	35.9±3.4	36.7±3.9	83.3±7.7	90.6±8.5	88.1±6.4	85.7±8.2	86.2±8.0	85.5±6.8
№2 (n=4)	-	0.82±0.08	13/13 100%	0	36.2±3.4	37.0±3.6	83.5±8.1	89.4±8.7	88.1±6.4	81.8±8.4	86.2±8.0	84.5±6.5
№3 (n=4)	-	0.84±0.08	24/25 96.0%	2/25 8.0	36.0±3.6	37.4±3.7	84.1±8.3	91.1±8.9	88.1±6.4	84.3±8.1	86.2±8.0	86.5±6.0

На 5-й день досліду загинув ще 1 кроль у групі №1 з вогнепальним пораненням із пневматичної зброї температурою 100 °С, а також 1 кроль з групи №3.

Летальність з'явилася і дещо підвищилася в цей проміжок часу, однак ми пов'язуємо це з порушенням основних життєвих показників протягом 5-денного періоду експерименту. Чітко видно відсутність статистично підтверджених змін досліджуваних показників у кролів порівняно з такими до нанесення вогнепальних ушкоджень (у всіх випадках $p > 0,05$, табл. 3.3).

Аналіз отриманої великої маси первинних даних дозволив зробити висновок, що критичним інтервалом часу за даних вихідних умов експерименту є 24 години після нанесення вогнепального поранення. Саме в цей проміжок часу, на нашу думку, вкрай важливо провести максимально ефективний комплекс діагностичних заходів для оцінки тяжкості вогнепальної травми та її подальшого ефективного лікування.

В наступній експериментальній частині ми поставили за мету виявити ефективність теплометрії з діагностичної точки зору за умов відтворення вогнепальних поранень м'яких тканин у кролів.

Найбільшу валідність мали ті кролі, які вижили після різноманітного моделювання вогнепальних поранень. Ми оцінили результати їх термометричних вимірювань у динаміці експериментальних вогнепальних поранень.

На рис. 3.1 (фрагменти А і Б) наведено результати термометричного дослідження лапи кроля Б через 1 добу після вогнепального поранення. Його температура підвищилася з 34,9 °С до 35,0 °С. При морфологічному дослідженні м'язової тканини, що оточує ділянку рани, виявлено перфорантну судину, що забезпечило сприятливий прогноз виживання тварини.

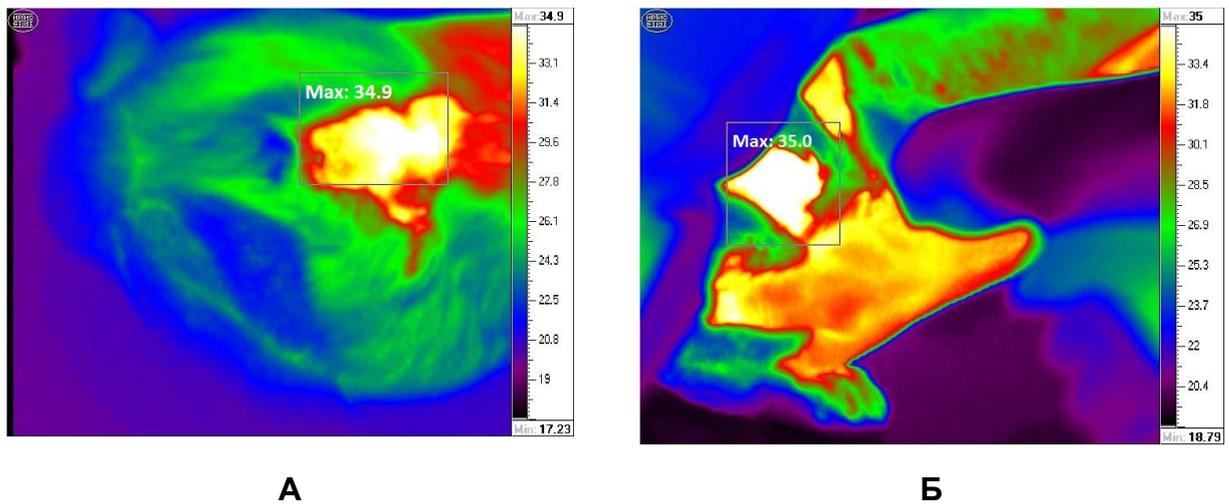


Рис. 3.1. Температура лапи кроля Б за даними тепловізора до (фрагмент А) та після (фрагмент Б) вогнепальних поранень.

Через 1 добу після поранення кроля В пневматичною зброєю температурою 50 °С температура його лапи 36,4 °С досягла 52,9 °С (Рис. 3.2). Тварина вижила, при її морфологічному дослідженні ми виявили перфорантну судину.

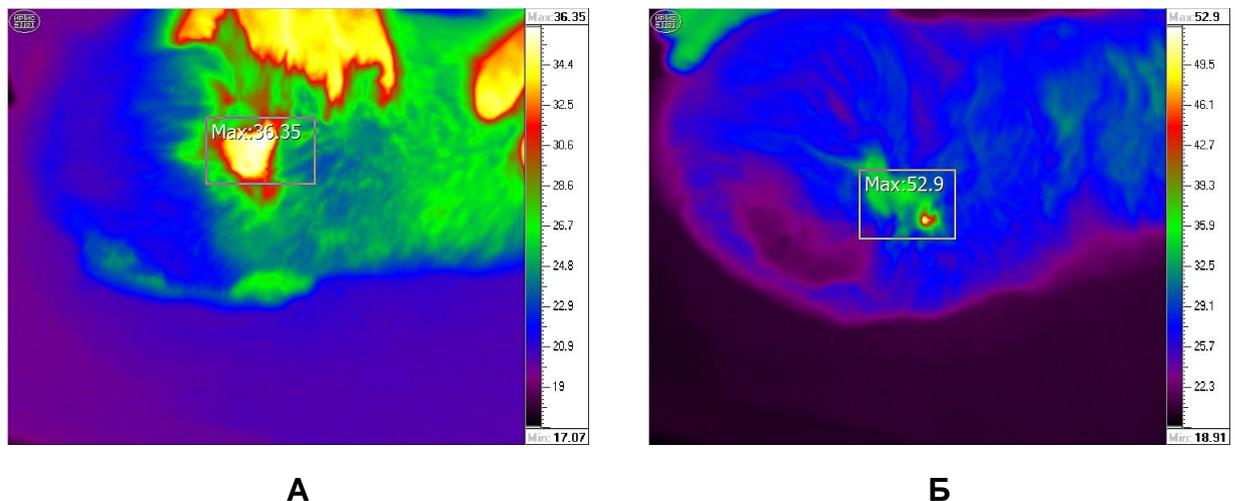
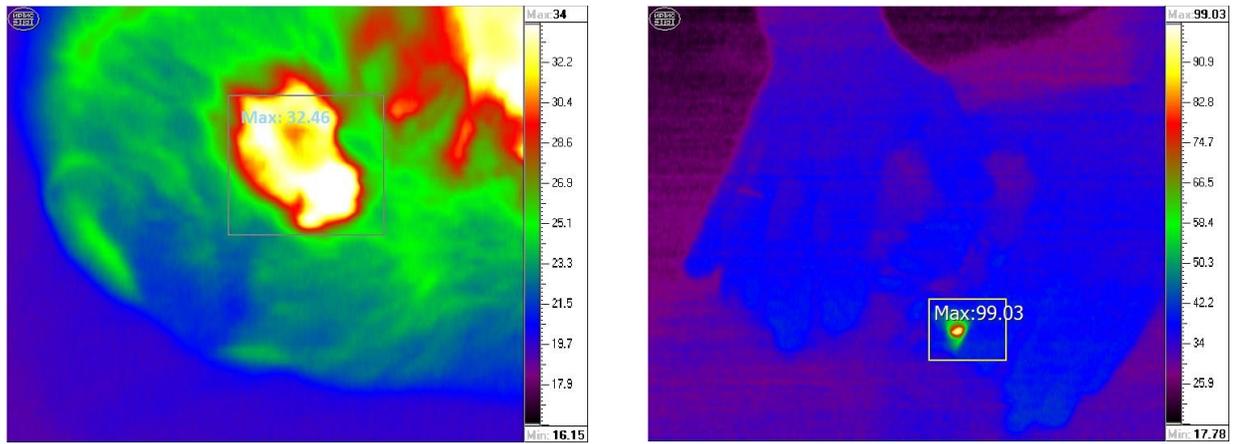


Рис. 3.2. Температура лапи кроля В за даними тепловізора до (фрагмент А) та після (фрагмент Б) вогнепальних поранень.

При термометричному дослідженні лапи кроля К через добу після поранення пневматичною зброєю температурою 100 °С зареєстровано підвищення температури з 35,2 °С до 99,0 °С (Рис. 3.3). При морфологічному дослідженні ділянки м'язової тканини навколо рани перфорантної судини не виявлено. Цей кроль загинув протягом 1-ї доби експерименту.

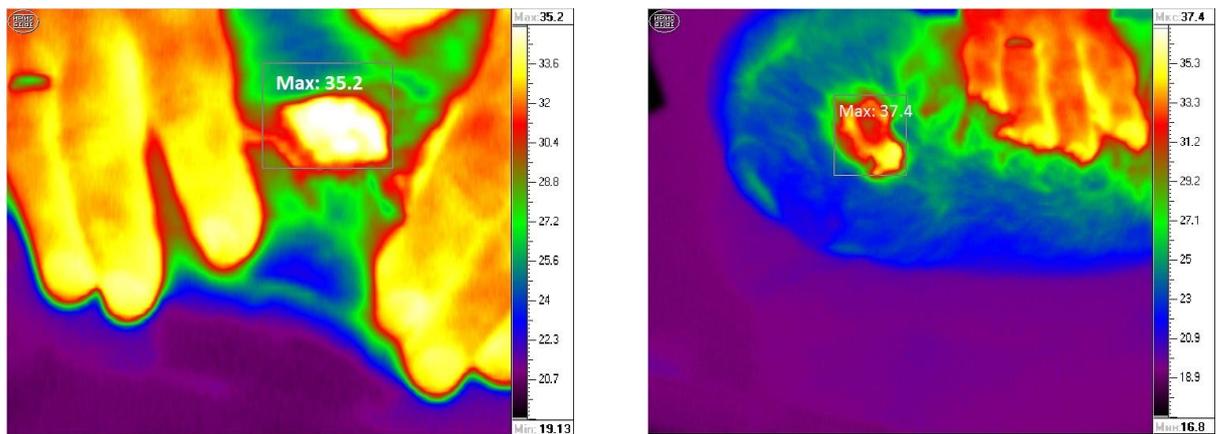


А

Б

Рис. 3.3. Температура лапи кроля К за даними тепловізора до (фрагмент А) та після (фрагмент Б) вогнепальних поранень.

Через добу після поранення кроля Фз вогнепальної зброї температура його лапи підвищилася з 35,2 °С до 37,4 °С (Рис. 3.4). Тварина вижила, при її морфологічному дослідженні ми виявили перфорантну судину.



А

Б

Рис. 3.4. Температура лапи кроля Ф за даними тепловізора до (фрагмент А) та після (фрагмент Б) вогнепальних поранень.

Термометричні показники решти тварин, які вижили через 1 добу після вогнепального поранення, на 3 і 5 добу досліду суттєво не відрізнялися від таких температур до експерименту. Це можна продемонструвати на прикладі кроля М, у якого температура лапи після вогнепального поранення на 3-й день досліду дорівнювала 35,8 °С, а на 5-й день – 33,9 °С (Рис. 3.5).



А

В

Рис. 3.5. Температура лапи кроля М за даними тепловізора через 3 доби (фрагмент А) та 5 діб (фрагмент Б) після нанесення вогнепальних поранень.

Подібний результат з незначною зміною температури лапи від 31,2 °С до 29,2 °С ми зафіксували при обстеженні кроля Д протягом 5 діб експерименту з нанесення вогнепального поранення (Рис. 3.6).



А

Б

Рис. 3.6. Температура лапи кроля Д за даними тепловізора через 3 доби (фрагмент А) та 5 діб (фрагмент Б) після нанесення вогнепальних поранень.

У переважній кількості експериментальних спостережень можна запропонувати наступні провідні критерії на користь подальшого виживання тварин після вогнепальних поранень - наявність перфорантної судини в області,

що оточує уражений простір; розмір діаметра судин на прилеглий ділянці; відсутність крововиливу в м'язову тканину, розташовану поблизу ураженої ділянки; порівнянні з нормальними даними функціональних параметрів організму тварини - частоти серцевих скорочень, тиску кисню в крові і дихання; результати термометрії. Причому остання в переважній більшості випадків корелювала зі смертю та/або виживанням піддослідних тварин.

Підсумовуючи отримані дані, висловлюємо наступне. По-перше, нами визначено морфологічні та функціональні критерії, які найбільш ефективно сприяють виживанню тварин при різних типах експериментальних вогнепальних поранень. Морфологічними критеріями є наступні: (а) наявність перфорантної судини в області, що оточує уражену ділянку; (б) діаметр судин прилеглої ділянки та (в) відсутність крововиливу в м'язову тканину, прилеглу до ураженої ділянки. Функціональними критеріями, що визначають виживання тварин, є температура пошкодженої кінцівки, напруга кисню в крові, пульс і частота дихання.

По-друге, ми підкреслюємо важливе прогностичне значення термометрії кінцівок після їх вогнепального поранення з точки зору виживання піддослідних тварин. Відповідність високих термометричних показників після вогнепального поранення вищому ризику загибелі тварини є статистично достовірною і, відповідно, незначна термометрична динаміка протягом експерименту свідчить на користь позитивного результату після поранення.

Таким чином, нами впевнено доведено доцільність застосування термометрії в клінічних умовах. Використання термометрії з діагностичною метою при вогнепальних пораненнях м'яких тканин дозволяє обґрунтувати температурну реакцію в анатомічній зоні вогнепального дефекту та/або ураження та її залежність від тяжкості та/або поширеності ураження. Усе це, за умов адекватного клінічного тестування та верифікації, має найважливіші медичні перспективи, спрямовані насамперед на економію часу на діагностичні заходи та процедури.

Висновки за розділом 3

З експериментальної частини нашої роботи ймовірно зробити наступні висновки:

1. Існують наступні провідні критерії на користь подальшого виживання тварин після вогнепальних поранень - наявність перфорантної судини в ділянці, що оточує уражений простір; розмір діаметра судин на прилеглій ділянці; відсутність крововиливу в м'язову тканину, розташовану поблизу ураженої ділянки; співставними з нормальними даними функціональних параметрів організму тварини – ЧСС, тиску кисню в крові та дихання; результати термометрії.
2. Термометрія кінцівок має важливе прогностичне значення після їх вогнепального поранення щодо виживання піддослідних тварин. Відповідність високих термометричних показників після вогнепального поранення вищому ризику загибелі тварини є статистично достовірною і, відповідно, незначна термометрична динаміка протягом експерименту свідчить на користь позитивного результату після поранення.
3. Надзвичайно важливо оцінювати дані термометрії протягом перших 24 годин після отримання вогнепальних поранень, оскільки ми виявили максимальну валідність цього методу на ранніх термінах. Усе це, за умов адекватного клінічного тестування та верифікації, має найважливіші медичні перспективи, спрямовані насамперед на економію часу на діагностичні заходи та процедури.
4. Отримана маса експериментального матеріалу має всі перспективи для клінічного використання, що може бути передумовою для вдосконалення і деталізації діагностики, раннього прогнозування можливих важких гнійно-запальних і септичних ускладнень і вибору адекватної терапевтичної хірургічної тактики, вибору комплексна терапія або профілактика цього виду пожежі.
5. Термометрія дозволяє судити про активність і вираженість запалення або склерозу сполучної тканини в осередках ураження кожної рани і забезпечує

можливість клінічного застосування дистанційної термографії як неінвазивного методу діагностики та прогнозування ускладнень у поранених вогнепальними та вибуховими речовинами. в різних ранах.

6. За результатами термометричних досліджень при надходженні пацієнтів в клініку ми також визначаємо тактику їх комплексного лікування та подальших реабілітаційних заходів.

Поданий в другій частині цього розділу матеріал (див. Додаток А) є новою науковою інформацією, значущість якої для військових хірургів визначається насамперед отриманими висновками. Останні базуються на статистичному багатовимірному аналізі результатів досить недосконалого активного експерименту, в якому головним є можливість використання попередньої інформації про рівні факторів, що впливають (температури осколка і часу спостереження). Недолік експерименту - крайня дециція обсягів вибірок виміряних значень по групах кроликів, що піддаються осколковому впливу (кількість кролів у групах не перевищує трьох). Однак базові висновки за результатами обробки всіх даних можуть бути такими:

1. Статистично доведено, що біомедичні показники можуть бути розділені на три групи за ступенем впливу на них, окремо, температури, часу та взаємодії між температурою та часом. Це означає, що для контролю рівнів факторів А та В бажано використовувати відповідні групи показників

2. Кількісно (за рівнем одержуваної інформації) обґрунтовано можливість поділу біомедичних показників на інформативні та малоінформативні по відношенню до динаміки загоєння рани у часі. Розраховані таблиці зменшення інформативності (за коефіцієнтом лінійної кореляції з часом) для всіх 27 показників (ранжованих за інформативністю).

3. За результатами множинного кореляційного аналізу доведено, що інформативність системи показників досягає максимуму за конкретних значень кількості цих показників. Саме для останніх інформативність системи – максимальна. Нова наукова інформація, отримана за таких дослідженнях у тому, що кожному рівню чинника А (температури осколка)

відповідає своя система інформативних показників, інформаційні властивості яких визначаються як температурою, а й часом спостереження. Хоча ці системи (для досліджуваних температур), частково перетинаються слід зазначити, що при виборі біомедичних показників бажано знати ступінь тяжкості фактора, що впливає (в даному випадку температури уламка). Завдання оцінки потенційного рівня такого фактора – це проблема, вирішення якої буде представлено у наступних розділах (з доповненням нових факторів, що впливають).

4. Доведено важливу можливість оцінювання рівнів фізичних величин (температура вражаючих елементів) за вимірними значеннями біохімічних показників у перший день спостереження біологічного об'єкта.

5. Оцінка рівня температури дозволяє вибрати оптимальну систему біомедичних показників, що відображають максимально інформативно динаміку змін біохімічного стану

6. Зниження ризику (підвищення достовірності) класифікації температури уламка можна забезпечити: а) розширенням номенклатури біомедичних показників; б) збільшенням обсягів навчальних вибірок (n_1 і n_2 і т.і), тобто розширення кількості біологічних об'єктів (кроликів) у експериментальних групах. в) підвищенням точності вимірювання значень біомедичних показників, що зменшить дисперсію (S^2) їх випадкових похибок.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Моделювання вогнепальних поранень. Під заг.ред. В.І. Цимбалюка. – Харків, 2022. – 322 с.
2. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S. Experimental investigation of animals survival adequacy and efficacy in case of their soft tissues gunshot wounds using the thermometry

technique // Journal of Education, Health and Sport. – 2022. – Vol. 12, N1. – P. 473-492.

3. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O., Turchin M.I., Panasenko S.I. Experimental background of thermometry using with diagnostic purposes in soft tissue gunshot damages // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2022. - №1 (79). – С. 237-243.

РОЗДІЛ 4

ТРАНСФОРМАЦІЯ НАДАННЯ ХІРУРГІЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОРАНЕНИМ З ВОГНЕПАЛЬНИМИ ДЕФЕКТАМИ М'ЯКИХ ТКАНИН НА РІВНЯХ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ

4.1 Аналіз визначення потоків поранених, обсягу та змісту надання хірургічної допомоги військовослужбовцям з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення при проведенні АТО та ООС

З урахуванням впровадження в Збройних Силах України стандартів НАТО проведення медичного забезпечення військ в основній групі під час ООС здійснювалося на чотирьох рівнях. Структура організації надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в основній групі наведена на рис. 4.1. Нами було визначено за мету цієї частини дисертаційної роботи визначення потоків поранених, обсягу та змісту надання хірургічної допомоги військовослужбовцям з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення залежно від показників динамічної цифрової термографії та доплеру.

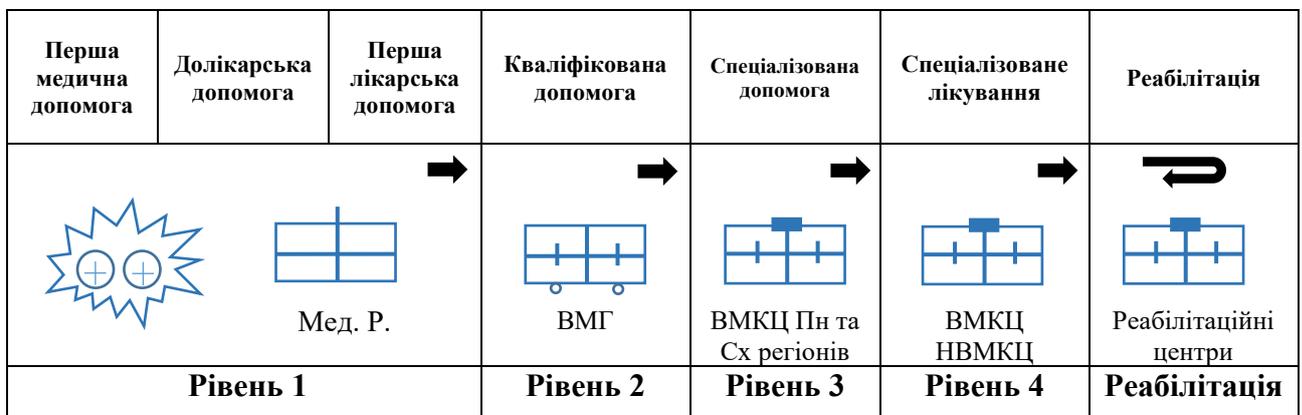


Рисунок 4.1 – Структура організації медичного забезпечення поранених з ВДМТ при проведенні ООС в ЗС України

Перший рівень медичного забезпечення (Role 1) формувався та реалізовувався на тактичному рівні за рахунок сил і засобів медичної служби батальйону і передбачав надання першої медичної, долікарської та першої лікарської допомоги (проведення медичного сортування, необхідних лікувально-діагностичних, реанімаційних і стабілізаційних заходів, тимчасового утримання до евакуації).

В основній групі на перший рівень медичного забезпечення надійшли всі 128 (100%) поранених з ВДМТ. Медичну допомогу за першим рівнем надавали військовослужбовці Збройних Сил України в порядку само- та взаємодопомоги в 87 (68,0%) випадках, санітари-інструктори – в 26 (20,3%), фельдшери – в 12 (9,4%), лікарі – в 3 (2,3%).

В основній групі 117 (91,4%) поранених з ВДМТ медичну допомогу за першим рівнем надавали на полі бою, у 6 (4,7%) – на місці пригоди, у 3 (2,3%) – в медичному пункті батальйону, у 2 (1,6%) – на полігоні.

В основній групі при наявності зовнішньої кровотечі джгут було накладено у 28 (21,8%) поранених з ВДМТ: джгут Есмарха - у 3 (2,3%), САТ – у 25 (19,5%). Асептичну пов'язку було накладено у всіх 128 (100%) поранених з ВДМТ, іммобілізацію табельними та підручними засобами – у 96 (75,0%), знеболення проведено 102 (79,7%). Інфузійна терапія була розпочата на першому рівні медичного забезпечення у 98 (76,6%) поранених (рис. 4.2).

В основній групі у 70 (54,7%) поранених з ВДМТ медичну допомогу за першим рівнем було надано протягом 20 хвилин, у 47 (36,7%) - протягом 21-30 хвилин, у 11 (8,6%) - протягом 31-40 хвилин. В групі порівняння при проведенні АТО медичну допомогу за першим рівнем переважно було надано протягом 20 хвилин у 149 (69,6%) поранених, в терміни до 40 хвилин - 65 (30,1%).

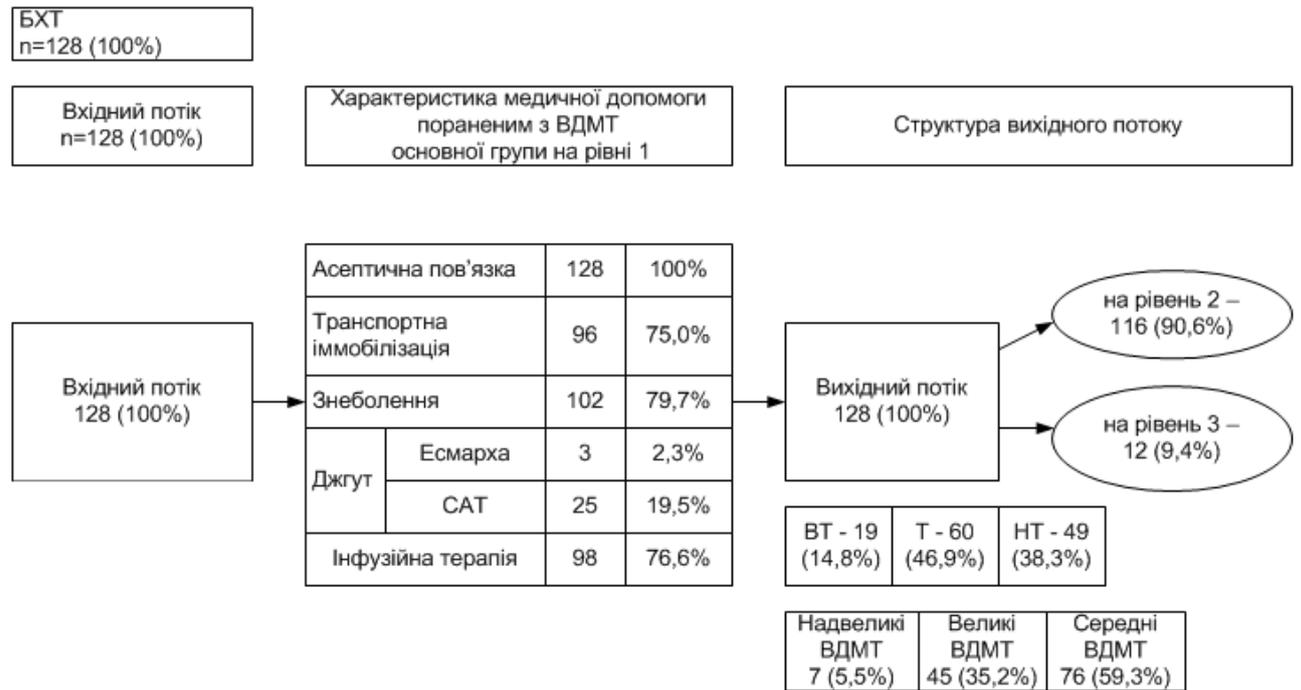


Рис. 4.2 - Структура поранених з ВДМТ основної групи на першому рівні медичного забезпечення

Примітки:

1. Безповоротні втрати не враховувались.
2. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на першому рівні.

В основній групі всі 128 поранених з ВДМТ становили вихідний потік. Після надання медичної допомоги за першим рівнем нетяжку травму за шкалою AdTS та ПІ мали 49 (38,3%) поранених, тяжку – 60 (46,9%) та вкрай тяжку – 19 (14,8%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 7 (5,5%) поранених, великі – 45 (35,2%), середні – 76 (59,3%) поранених основної групи. Із вихідного потоку, 116 (90,6%) поранених були евакуйовані на другий рівень, на третій – 12 (9,4%), переважно поранені з нетяжкою травмою та середніми за розмірами ВДМТ.

В групі порівняння на початку проведення АТО медичну допомогу було надано на полі бою у 166 (77,6%) з подальшою тенденцією до збільшення надання медичної допомоги в наступні періоди.

При проведенні статистичного аналізу засобів доставки поранених з ВДМТ в групі порівняння з поля бою на перший рівень, було встановлено,

що 178 (83,2%) поранених доставляли автотранспортом не призначеним для їх транспортування (бойова техніка, попутний автотранспорт, автотранспорт волонтерів). Санітарним транспортом доставлено лише 36 (16,8%). В наступні періоди проведення АТО доставка поранених санітарним транспортом покращувалась до 107 (50,0%) ($p < 0,05$). На підставі проведеного статистичного аналізу місця надання медичної допомоги пораненим групи порівняння було встановлено, що допомогу переважно надавали в АП-2 - 191 (89,3%), в медичних пунктах батальонів – у 23 (10,7%), з подальшою тенденцією до збільшення означеного показника до 21,4% в наступні періоди АТО ($p < 0,05$).

В групі порівняння при проведенні АТО медичну допомогу надавали військовослужбовці Збройних Сил України в порядку само- та взаємодопомоги в 50 (23,4%) випадках, санітари-інструктори - в 92 (43,0%) випадків, фельдшери – в 52 (24,3%) та лікарі – в 20 (9,3%). В групі порівняння в першому періоді проведення АТО лікарі виконували обов'язки санітарів з надання медичної допомоги та проводили винос поранених з поля бою. В подальшому спостерігалась тенденція до збільшення питомої ваги надання медичної допомоги в порядку само- та взаємодопомоги, що було пов'язано з підвищенням рівня медичної підготовки особового складу Збройних Сил України при проведенні ООС.

Результати опитування та вивчення даних історій хвороби свідчили про те, що допомога за першим рівнем була надана всім пораненим обох груп. Медична допомога за першим рівнем представляла собою заходи, спрямовані на врятування життя та попередження небезпечних ускладнень.

В групі порівняння при наявності зовнішньої кровотечі джгут було накладено у 48 (22,4%) поранених з ВДМТ: джгут Есмарха - у 38 (17,8%), САТ – у 10 (4,7%). Асептичну пов'язку було накладено у 209 (97,7%) поранених з ВДМТ, транспортну іммобілізацію – у 99 (46,3%), знеболення проведено 140 (65,4%). Інфузійна терапія була розпочата на першому рівні медичного забезпечення у 139 (65,0%) поранених. Особливостями надання медичної

допомоги пораненим з ВДМТ на першому рівні медичного забезпечення в групах порівняння було збільшення питомої ваги накладання транспортної іммобілізації на 28,7% в основній групі, знеболення – на 14,3%, накладання джгутів типу САТ при зовнішній кровотечі - на 14,8%, проведення інфузійної терапії - на 11,6% порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

В групі порівняння всі 214 поранених з ВДМТ становили вихідний потік. Після надання медичної допомоги за першим рівнем нетяжку травму за шкалою AdTS та III мали 74 (34,6%) поранених, тяжку – 112 (52,3%) та вкрай тяжку – 28 (13,1%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 14 (6,5%) поранених, великі – 70 (32,7%), середні – 130 (60,8%) поранених групи порівняння.

Із вихідного потоку, 185 (86,4%) поранених були евакуйовані на другий рівень, на третій – 29 (13,6%), переважно поранені з нетяжкою травмою та середніми ВДМТ (рис. 4.3).

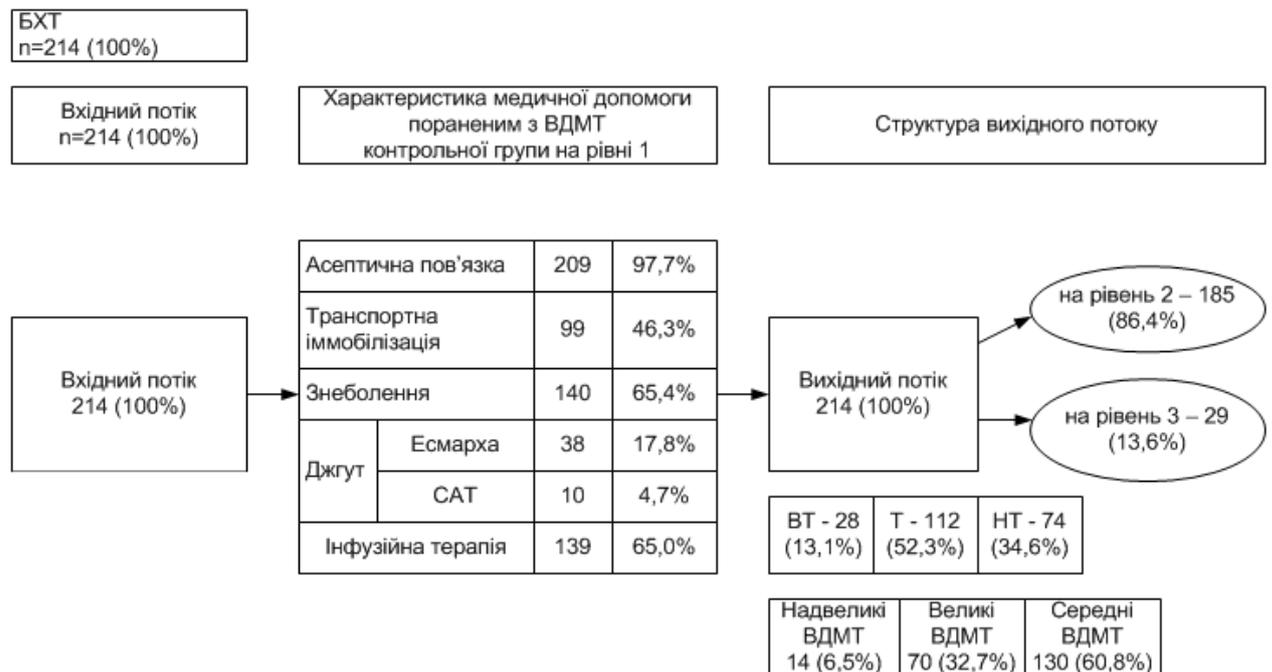


Рис. 4.3 - Структура поранених з ВДМТ групи порівняння на першому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на перший рівень медичного забезпечення.

При проведенні статистичного аналізу термінів доставки поранених з ВДМТ в групі порівняння на перший рівень медичного забезпечення, було встановлено, що лише 96 (44,9%) поранених отримали медичну допомогу протягом «золотої години», 118 (55,1%) – через 1-3 години після поранення. Причому на початку проведення АТО протягом «золотої години» медичну допомогу на першому рівні отримали лише 24,3%, з збільшенням означеного показника до 93,0% в наступні періоди.

Другий рівень медичного забезпечення (Role 2) передбачав надання кваліфікованої медичної допомоги (прийняття і сортування поранених з ВДМТ, надання їм хірургічної допомоги, проведення реанімаційних та протишокових заходів, тимчасового утримання до евакуації). Особливістю другого рівня є надання кваліфікованої медичної допомоги пораненим з ВДМТ при тяжкій та вкрай тяжкій БХТ за принципом контролю ушкоджень (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Особливості надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ основної групи за другим рівнем відповідно стандартам НАТО (Role 2)

Терміни початку надання допомоги пораненим з ВДМТ в основній групі		
10 хвилин після ушкодження	1 година після пошкодження	2 години після пошкодження
Домедична допомога не пізніше 10 хвилин від моменту ушкодження (невідкладні заходи порятунку життя, виконані персоналом, підготовленим з тактичної медицини при бойових пораненнях (ТССС – Tactical Combat Casualty Care)	Перша лікарська допомога (реанімаційний контроль ушкоджень, необхідні лікувально-діагностичні заходи) протягом 1 години з моменту ушкодження	Невідкладні заходи кваліфікованої медичної допомоги (першої хірургічної допомоги – операції з контролю ушкоджень) протягом однієї та не пізніше двох годин з моменту ушкодження

В основній групі із 128 (100%) поранених з ВДМТ хірургічну допомогу на другому рівні медичного забезпечення було надано 116 (90,6%)

військовослужбовцям. Вони становили вхідний потік поранених основної групи на другий рівень медичного забезпечення при проведенні ООС (рис. 4.4).

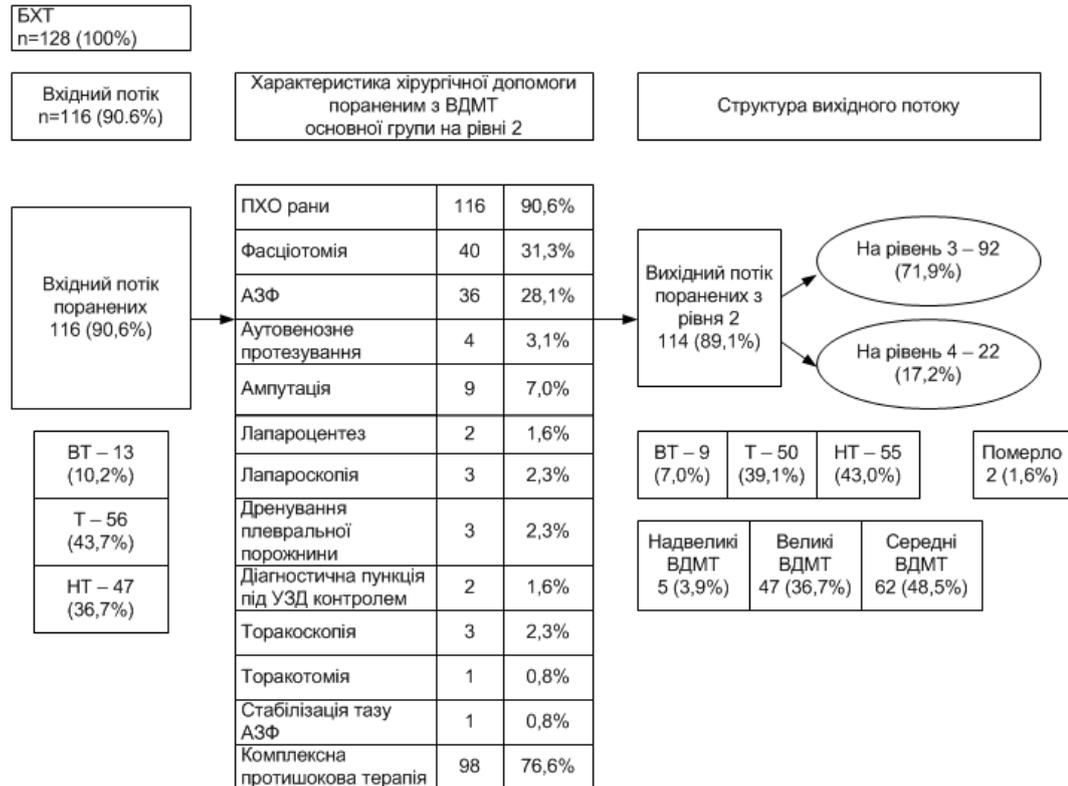


Рис. 4.4 - Структура поранених з ВДМТ основної групи на другому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на другий рівень медичного забезпечення.

Як видно з рис. 4.4, у поранених з ВДМТ, що становили вхідний потік на другий рівень, вкрай тяжку травму визначали у 13 (10,2%), тяжку – у 56 (43,7%), нетяжку – у 47 (36,7%).

Зберігальну первинну хірургічну обробку рани за показаннями було виконано у 116 (90,6%) поранених з ВДМТ, фасціотомію – у 40 (31,3%), накладання стержневого АЗФ – у 36 (28,1%), аутоvenoзне протезування – у 4 (3,1%), комплексну протишокову терапію – у 98 (76,6%), ампутацію кінцівки – у 9 (7,0%), лапароскопію – у 3 (2,3%), дренування плевральної порожнини – у 3 (2,3%), торакоскопію – у 3 (2,3%), діагностичну пункцію під УЗД

контролем – у 2 (1,6%), лапароцентез, торакотомію та стабілізацію таза АЗФ. Летальність на другому рівні серед поранених з ВДМТ в основній групі не перевищувала 1,6%. Вихідний потік становили 114 (89,1%) поранених, із них нетяжку травму мали 55 (43,0%), тяжку – 50 (39,1%) та вкрай тяжку – 9 (7,0%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 5 (3,9%) поранених, великі – 47 (36,7%), середні – 62 (48,5%) поранених основної групи. Із вихідного потоку поранених були евакуйовані на третій рівень – 92 (71,9%), на четвертий – 22 (17,2%).

В групі порівняння медичну допомогу на другому рівні медичного забезпечення надали 185 (86,4%) пораненим з ВДМТ. Вони становили вихідний потік поранених групи порівняння на другий рівень медичного забезпечення при проведенні АТО (рис. 4.5).

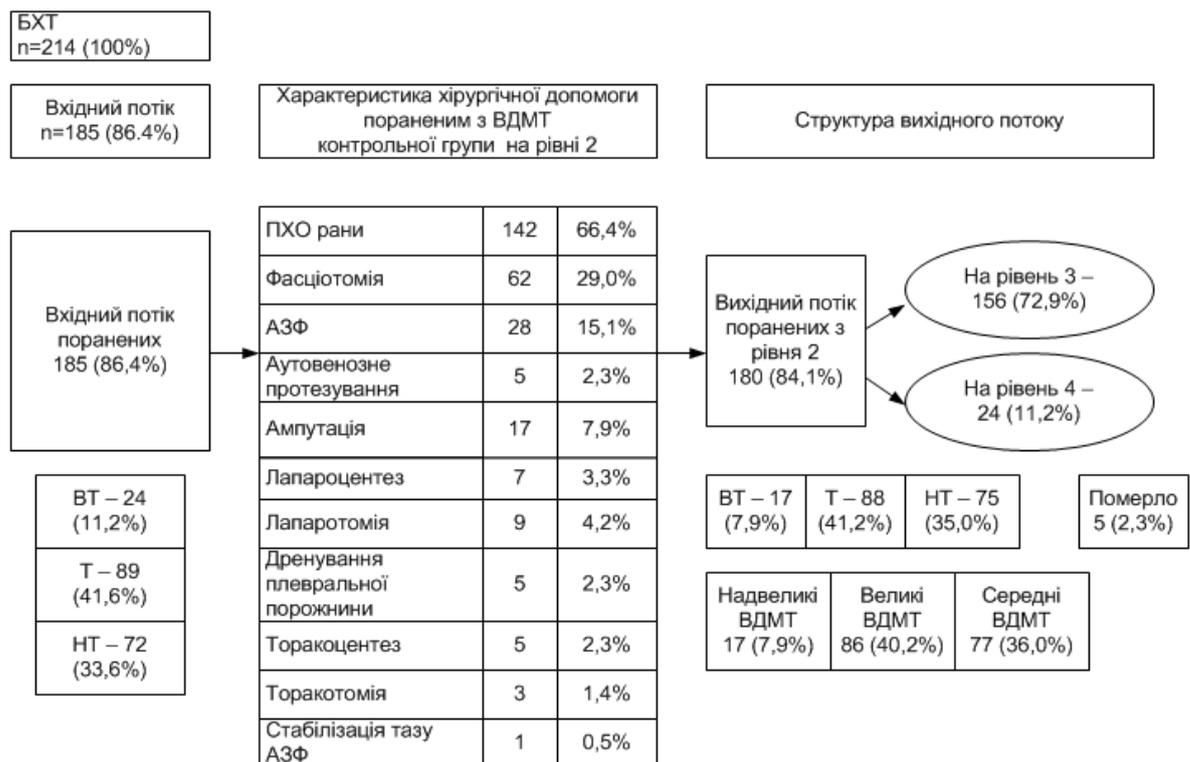


Рис. 4.5 - Структура поранених з ВДМТ групи порівняння на другому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на другий рівень медичного забезпечення.

Як наведено на рис. 4.5, у 185 поранених з ВДМТ, що становили вхідний потік на другий рівень в групі порівняння, вкрай тяжку травму діагностували у 24 (11,2%), тяжку – у 89 (41,6%), нетяжку – у 72 (33,6%). Первинну хірургічну обробку рани за показаннями було виконано у 142 (66,4%) поранених з ВДМТ, фасціотомію – у 62 (29,0%), накладання стержневого АЗФ – у 28 (15,1%), аутовенозне протезування – у 5 (2,3%), ампутацію кінцівки – у 17 (7,9%), лапароцентез – у 7 (3,3%), лапаротомію – у 9 (4,2%), дренажування плевральної порожнини – у 5 (2,3%), торакоцентез – у 5 (2,3%), торакотомію – у 3 (1,4%), та стабілізацію таза АЗФ. Летальність на другому рівні серед поранених з ВДМТ в групі порівняння становила 2,3%.

Особливостями надання кваліфікованої хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ на другому рівні в групах порівняння було збільшення питомої ваги проведення зберігальної ПХО рани на 24,2% в основній групі, накладання АЗФ при переломах довгих кісток – на 13,0%, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань та діагностичних пункцій під УЗД контролем порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$). Означена хірургічна тактика призвела до збільшення питомої ваги нетяжкої БХТ в основній групі на 6,3%, а використання зберігальної ПХО – до переважання середніх ВДМТ на 12,5% порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

Вихідний потік групи порівняння становили 180 (84,1%) поранених, із них нетяжку травму мали 75 (35,0%), тяжку – 88 (41,2%) та вкрай тяжку – 17 (7,9%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 17 (7,9%) поранених, великі – 86 (40,2%), середні – 77 (36,0%) поранених групи порівняння. Із вихідного потоку поранених були евакуйовані на третій рівень – 156 (72,9%), на четвертий – 24 (11,2%).

Організація роботи передових хірургічних груп на базі Центральних районних лікарень в зоні проведення АТО була спрямована на зменшення рівня догоспітальної летальності серед тяжкопоранених за рахунок надання

допомоги на другому рівні протягом «золотої години». Травматологічна допомога здійснювалась за принципом контролю ушкоджень з метою врятування життя військовослужбовців з тяжкою та вкрай тяжкою травмою.

В зоні проведення АТО обсяг медичної допомоги за другим рівнем став можливим за рахунок сумісної роботи військових та цивільних лікарів. Лікувальні заклади підсилювались досвідченими травматологами та хірургами із Військово-медичних клінічних центрів та Української військово-медичної академії та додатково оснащувались сучасним медичним майном. Означений напрямок був перспективним для покращання допомоги на другому рівні та передевакуаційної підготовки тяжкопоранених.

Третій рівень медичного забезпечення (Role 3) формувався та реалізовувався на оперативному рівні за рахунок хірургічних відділень (клінік) ВМКЦ Північного і Східного регіонів, лікувальних закладів МОЗ України та передбачав надання спеціалізованої медичної допомоги: проведення діагностики ушкоджень і необхідного стаціонарного лікування поранених з метою їх найшвидшого повернення до військових частин або направлення на четвертий рівень медичного забезпечення. Залежно від медико-тактичних обставин спеціалізовану хірургічну допомогу надавали в скороченому або повному обсязі. Вона включала операційні втручання та заходи інтенсивної терапії. На третьому рівні продовжували реалізацію протоколу контролю ушкоджень. Операційні втручання на третьому рівні медичного забезпечення виконували лікарі-спеціалісти: абдомінальні та торакальні хірурги, травматологи-ортопеди, ангіохірурги зі застосуванням спеціального медичного обладнання та повноцінну інтенсивну терапію.

Операційні втручання спеціалізованої хірургічної допомоги у поранених з ВДМТ були первинними (невідкладними та відтермінованими) і повторними. Спеціалізована хірургічна допомога включала комплекс діагностичних, хірургічних, реаніматологічних та реабілітаційних заходів, що надавалась лікарями-спеціалістами хірургічного профілю зі застосуванням складних методик, спеціального обладнання та оснащення

відповідно до характеру, профілю і тяжкості ушкоджень в багатопрофільних лікувальних закладах, і спрямований на остаточну ліквідацію наслідків поранень (травм).

Проведеними дослідженнями було встановлено, що в основній групі із 128 поранених з ВДМТ медична допомога на третьому рівні була надана 104 (81,3%). Поступлення поранених проводилось переважно з другого рівня медичного забезпечення – 92 (71,9%) військовослужбовців та з першого – 12 (9,4%), переважно поранені з нетяжкою БХТ та середніми ВДМТ (рис. 4.6).

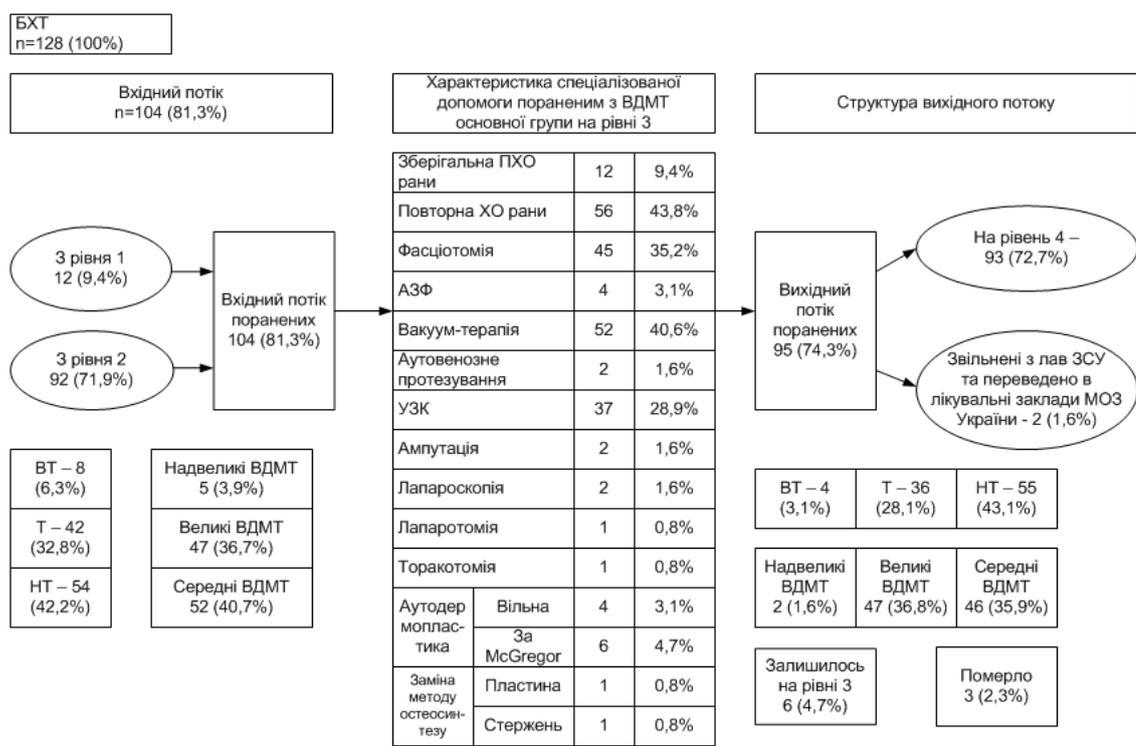


Рис. 4.6 - Структура поранених з ВДМТ основної групи на третьому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на третій рівень медичного забезпечення.

Дані наведені на рис. 4.6 свідчать, що у поранених з ВДМТ основної групи, що склали вхідний потік на третій рівень, вкрай тяжку травму визначали у 8 (6,3%), тяжку – у 42 (32,8%), нетяжку – у 54 (42,2%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі ушкодження

мали 5 (3,9%) поранених, великі – 47 (36,7%), середні – 52 (40,7%) поранених основної групи.

Зберігальну первинну хірургічну обробку рани за показаннями було виконано у 12 (9,4%) поранених з ВДМТ, повторні хірургічні обробки – у 56 (43,8%), фасціотомію – у 45 (35,2%), накладання стержневого АЗФ – у 4 (3,1%), вакуум-терапія – у 52 (40,6%), аутовенозне протезування – у 2 (1,6%), комплексну протишокову терапію – у 50 (39,1%), ампутацію кінцівки – у 2 (1,6%), лапароскопію – у 2 (1,6%), лапаротомію - у 1 (0,8%), торакотомію – у 1 (0,8%).

Закриття ВДМТ проводили відповідно мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ: при середніх ушкодженнях в 4 випадках провели вільну аутодермопластику, в 6 – аутодермопластику за McGregor. Після загоєння м'яких тканин у 2 поранених, які отримали остаточне лікування на третьому рівні, провели заміну апарату зовнішньої фіксації на пластину та блокований стержень з антибактеріальним покриттям при вогнепальних переломах стегнової кістки. Летальність на третьому рівні серед поранених з ВДМТ основної групи не перевищувала 2,3%. Остаточне спеціалізоване хірургічне лікування на третьому рівні отримали 6 (4,7%) поранених, переважно з нетяжкою БХТ та ушкодженнями середніх розмірів. Вихідний потік становили 95 (74,3%) поранених, із них нетяжку травму мали 55 (43,1%), тяжку – 36 (28,1%) та вкрай тяжку – 4 (3,1%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 2 (1,6%) поранених, великі – 47 (36,8%), середні – 46 (35,9%) поранених основної групи. Із вихідного потоку поранених були евакуйовані на четвертий рівень - 93 (72,7%). Звільнені з лав ЗС України та переведені в лікувальні заклади МОЗ України - 2 (1,6%) військовослужбовців.

В групі порівняння із 214 поранених з ВДМТ спеціалізована хірургічна допомога на третьому рівні була надана 185 (86,4%) військовослужбовцям. Поступлення поранених проводилось переважно з другого рівня медичного забезпечення – 156 (72,8%) військовослужбовців та з першого – 29 (13,6%).

У поранених з ВДМТ групи порівняння, що складали вхідний потік на третій рівень, вкрай тяжку травму визначали у 18 (8,4%), тяжку – у 79 (36,9%), нетяжку – у 88 (41,1%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 18 (8,4%) поранених, великі – 86 (40,1%), середні – 81 (37,9%) поранених групи порівняння.

Первинну хірургічну обробку рани за показаннями було виконано у 24 (11,2%) поранених з ВДМТ, повторні хірургічні обробки – у 50 (23,4%), фасціотомію – у 37 (17,3%), накладання стержневого АЗФ – у 3 (1,4%), вакуум-терапія – у 18 (8,4%), аутовенозне протезування – у 3 (1,4%), ампутацію кінцівки – у 4 (1,9%), лапаротомію – у 2 (0,9%), торакотомію - у 2 (0,9%), інтрамедулярну фіксацію ребер – у 1 (0,5%). Після загоєння м'яких тканин у 3 поранених, які отримали остаточне лікування на третьому рівні, провели заміну апарату зовнішньої фіксації на пластини та блокований стержень при вогнепальних переломах стегнової кістки. Летальність на другому рівні серед поранених з ВДМТ групи порівняння становила 4,2%. Остаточне спеціалізоване хірургічне лікування на третьому рівні отримали 11 (5,1%) поранених, переважно з нетяжкою БХТ та ушкодженнями середніх розмірів (рис. 4.7).

Особливостями спеціалізованого лікування поранених з ВДМТ на третьому рівні медичного забезпечення в групах порівняння було збільшення питомої ваги щодо проведення повторних хірургічних обробок рани на 20,4% в основній групі, у зв'язку з проведенням зберігальної ПХО рани на рівні 2, фасціотомії – на 17,9%, вакуум-терапії – на 32,2%, УЗК – на 28,9%, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$). Означена хірургічна тактика з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ в основній групі призвела до переважання середніх ушкоджень на 7,3% та зменшення надвеликих дефектів на 3,5%, надвеликих – на 6,6% порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

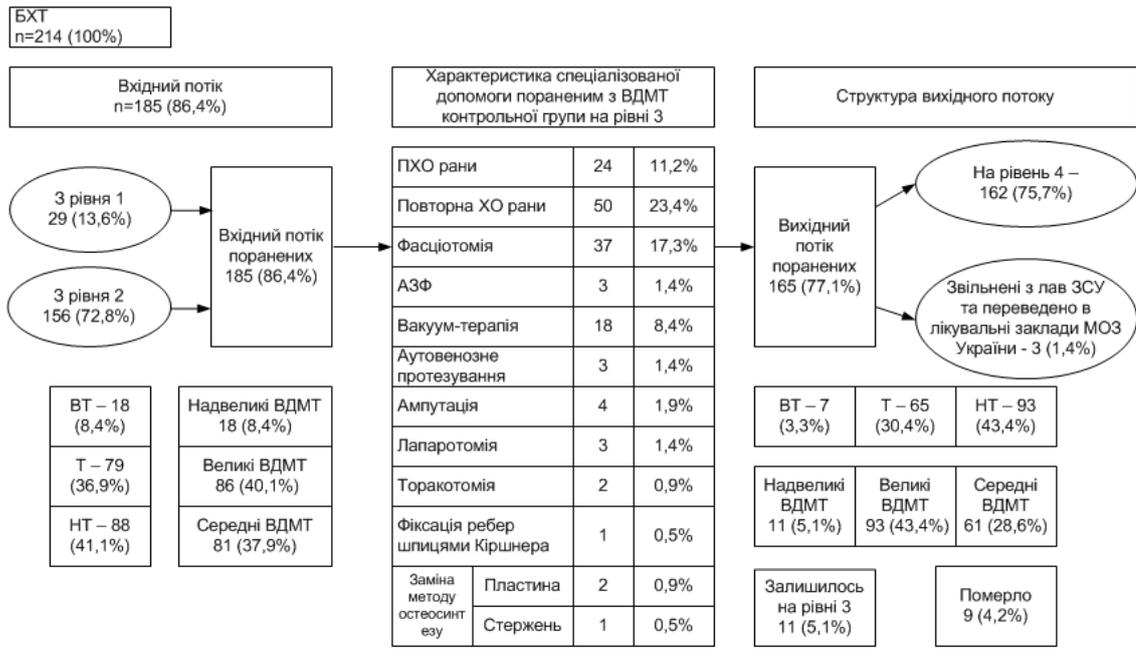


Рис. 4.7 - Структура поранених з ВДМТ групи порівняння на третьому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на третій рівень медичного забезпечення.

Вихідний потік становили 165 (77,1%) поранених, із них нетяжку травму мали 93 (43,4%), тяжку – 65 (30,4%) та вкрай тяжку – 7 (3,3%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 11 (5,1%) поранених, великі – 93 (43,4%), середні – 61 (28,6%) поранених групи порівняння. Із вихідного потоку поранених були евакуйовані на четвертий рівень - 162 (75,7%). Звільнені з лав ЗС України та переведені в лікувальні заклади МОЗ України - 3 (1,4%) військовослужбовців.

Четвертий рівень медичного забезпечення (Role 4) (високоспеціалізоване лікування та реабілітація) формувався та реалізовувався на стратегічному рівні на базі Військово-медичних клінічних центрів (НВМКЦ «ГВКГ», ВМКЦ Південного регіону, ВМКЦ Центрального регіону, ВМКЦ Західного регіону), науково-дослідних інститутів НАМН України та передбачав надання високоспеціалізованої медичної допомоги із застосуванням високотехнологічного обладнання та високоспеціалізованих медичних процедур високої складності. Спеціалізоване лікування передбачало

комплексне лікування, спрямоване на максимальне функціональне відновлення ушкоджених органів та тканин. Даний вид медичної допомоги був вичерпним і виконувався відповідними фахівцями – хірургами та реабілітологами, які мали відповідну підготовку і були забезпечені лікувально-діагностичним обладнанням в спеціалізованих лікувальних закладах.

Медичну реабілітацію проводили після закінчення лікування або вона була його продовженням та завершенням і проводилась на базі Військово-медичних клінічних центрів, центрів медичної реабілітації та санаторно-курортного лікування або в цивільних закладах охорони здоров'я України та за кордоном.

В основній групі високоспеціалізоване лікування на четвертому рівні медичного забезпечення проведено у 115 (89,9%) поранених з ВДМТ. Поступлення поранених проводилось переважно з третього рівня медичного забезпечення – 93 (72,7%) військовослужбовців та з другого – 22 (17,2%), переважно поранені з нетяжкою БХТ та середніми ВДМТ (рис. 4.8).

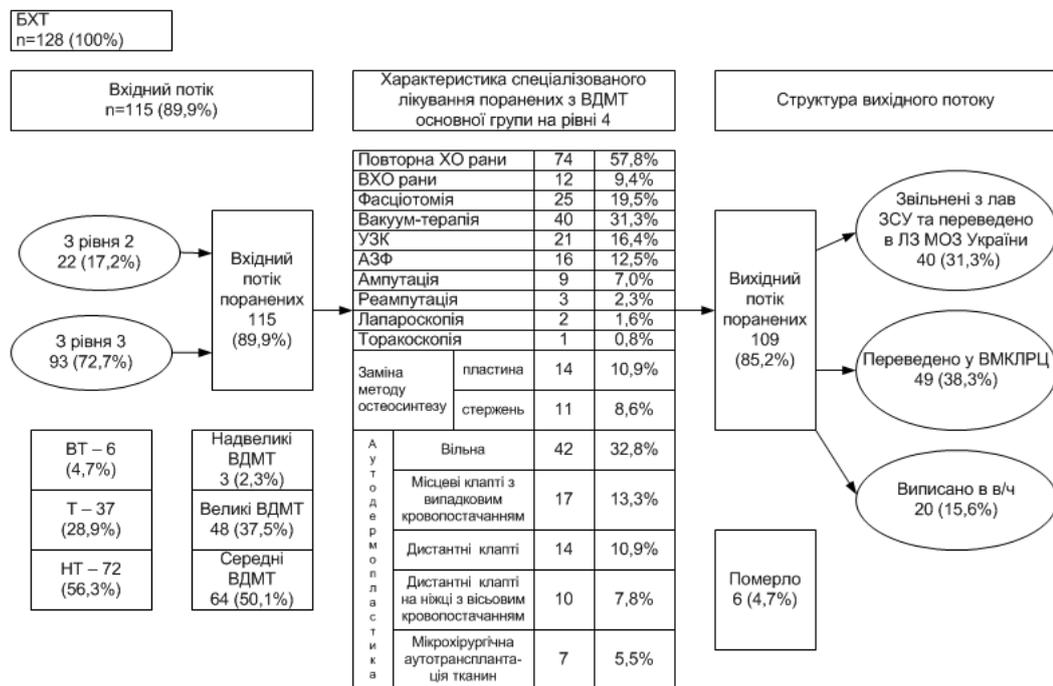


Рис. 4.8 - Структура поранених з ВДМТ основної групи на четвертому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на четвертий рівень медичного забезпечення.

Дані наведені на рис. 4.8 свідчать, що у поранених з ВДМТ основної групи, що складали вхідний потік на четвертий рівень, вкрай тяжку травму визначали у 6 (4,7%), тяжку – у 37 (28,9%), нетяжку – у 72 (56,3%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 3 (2,3%) поранених, великі – 48 (37,5%), середні – 64 (50,1%) поранених основної групи.

Повторні хірургічні обробки рани було виконано у 74 (57,8%) поранених з ВДМТ, вторинні хірургічні обробки – у 12 (9,4%), фасціотомію – у 25 (19,5%), накладання стержневого АЗФ – у 16 (12,5%), вакуум-терапія – у 40 (31,3%), ультразвукову кавітацію – у 21 (16,4%), ампутацію кінцівки – у 9 (7,0%), реампутації – у 3 (2,3%), лапароскопію – у 2 (1,6%), торакоскопію - у 1 (0,8%). Закриття ушкоджень проводили відповідно до мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ: при середніх ушкодженнях - в 42 (32,8%) випадках провели вільну аутодермопластику, при великих ушкодженнях – у 17 (13,3%) – пластику місцевими клаптями з випадковим кровопостачанням, у 14 (10,9%) – дистантними вістовими клаптями, при надвеликих – у 10 (7,8%) – дистантними клаптями на ніжці з вістовим кровопостачанням, у 7 (5,5%) – провели мікрохірургічну аутотрансплантацію тканин.

Після загоєння м'яких тканин у 25 поранених провели заміну апарату зовнішньої фіксації на пластину та блокований стержень з антибактеріальним покриттям при вогнепальних переломах довгих кісток. Летальність на четвертому рівні серед поранених з ВДМТ в основній групі не перевищувала 4,7%. Вихідний потік становили 109 (85,2%) поранених, із них звільнені з лав Збройних Сил України та переведені в лікувальні заклади Міністерства охорони здоров'я України – 40 (31,3%), переведені у Військово-медичний клінічний лікувально-реабілітаційний центр – 49 (38,3%), повернулося у військову частину – 20 (15,6%).

В групі порівняння із 214 поранених з ВДМТ спеціалізована хірургічна допомога на четвертому рівні була надана 186 (86,9%) військовослужбовцям. Поступлення поранених проводилось переважно з третього рівня медичного

забезпечення – 162 (75,7%) військовослужбовців та з другого – 24 (11,2%) У поранених з ВДМТ групи порівняння, що складали вхідний потік на четвертий рівень, вкрай тяжку травму визначали у 8 (3,7%), тяжку – у 66 (30,8%), нетяжку – у 112 (52,4%). Відповідно до планіметричної класифікації ВДМТ надвеликі розміри ушкоджень мали 8 (3,7%) поранених, великі – 95 (44,4%), середні – 83 (38,8%) поранених групи.

Повторні хірургічні обробки рани було виконано у 69 (32,2%) поранених з ВДМТ, вторинні хірургічні обробки – у 56 (26,2%), фасціотомію – у 19 (8,9%), накладання стержневого АЗФ – у 18 (8,4%), вакуум-терапія – у 28 (13,1%), ультразвукову кавітацію – у 11 (5,1%), ампутацію кінцівки – у 17 (7,9%), реампутації – у 13 (6,1%), лапаротомію – у 6 (2,8%), торакотомію - у 5 (2,3%). Закриття ВДМТ проводили за класичною методикою: при середніх ушкодженнях - в 59 (27,6%) випадках провели вільну аутодермопластику, при великих ушкодженнях – у 10 (4,7%) – пластику на судинній ніжці, при надвеликих – у 34 (15,9%) – аутодермопластику за McGregor. Після загоєння м'яких тканин у 16 (7,5%) поранених провели заміну апарату зовнішньої фіксації на пластину та блокований стержень при вогнепальних переломах довгих кісток.

Летальність на четвертому рівні серед поранених з ВДМТ в групі порівняння становила 5,6% (рис. 4.9).

Особливостями спеціалізованого лікування поранених з ВДМТ на четвертому рівні в групах порівняння було зменшення питомої ваги ВХО рани в основній групі на 16,8%, збільшення питомої ваги повторних хірургічних обробок рани на 25,6%, фасціотомії – на 10,6%, вакуум-терапії – на 18,2%, УЗК – на 11,3%, заміни методу остеосинтезу при загоєнні рани – на 12,0%, реалізація мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ в повному обсязі, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

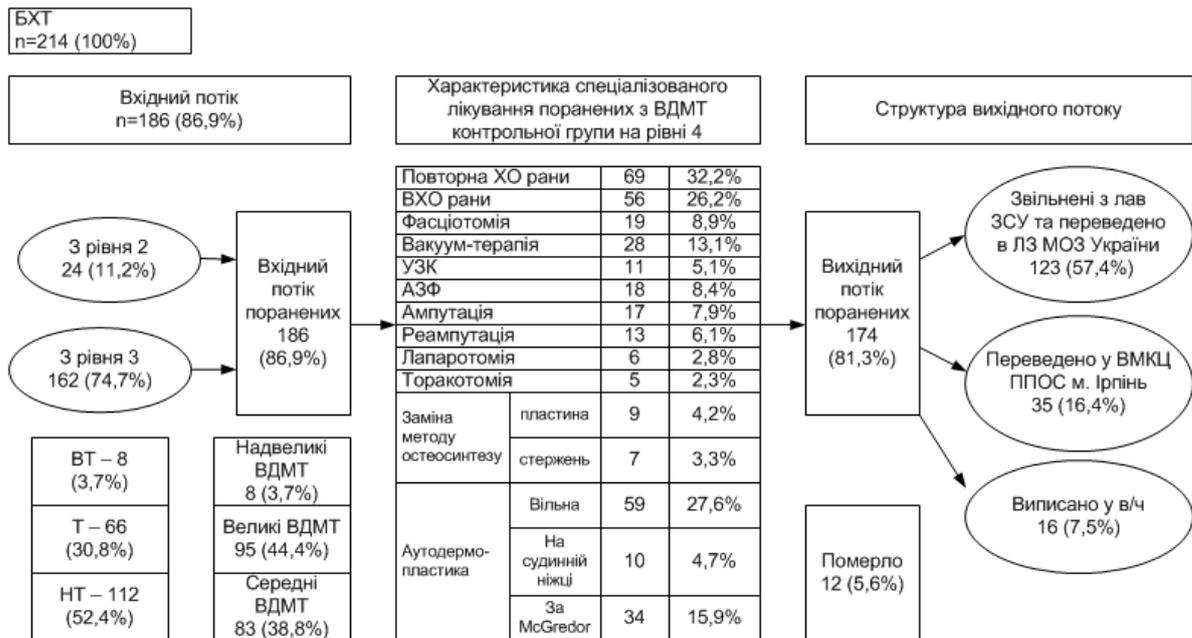


Рис. 4.9 - Структура поранених з ВДМТ групи порівняння на четвертому рівні медичного забезпечення

Примітка. Розрахунки питомої ваги в структурі вхідного потоку на четвертий рівень медичного забезпечення.

Вихідний потік становили 174 (81,3%) поранених групи порівняння, із них звільнені з лав Збройних Сил України та переведені в лікувальні заклади Міністерства охорони здоров'я України – 123 (57,4%), переведені у ВМКЦ ППОС м. Ірпінь – 35 (16,4%), повернулося у військову частину – 16 (7,5%).

В цілому, досвід медичного забезпечення ЗС України при проведенні АТО/ООС показав високу ефективність спеціалізованого хірургічного лікування поранених з ВДМТ у високоспеціалізованих відділеннях лікувально-профілактичних закладів четвертого рівня при використанні найбільш ефективних діагностичних та лікувальних технологій. Ми вважаємо, що подібна трансформація надання медичної допомоги пораненим відбулася через те, що відповідно до запропонованої та впровадженої диференційованої хірургічної тактики з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ при проведенні ООС були запропоновані та затверджені нові штати медичних рот бригад та медичних пунктів батальйонів, введено посади бойових медиків відділень, бойових медиків

взводів, старших бойових медиків рот. Для підготовки цієї категорії фахівців було створено 205-й навчальний центр, в якому пройшли навчання військовослужбовці, які у подальшому проходили службу на посадах стрільців-санітарів відділень, бойових медиків взводів, старших бойових медиків рот.

4.2 Особливості організації спеціалізованого лікування поранених з дефектами м'яких тканин при бойовій хірургічній травмі при проведенні операції Об'єднаних сил

Одним із завдань даної частини наукового дослідження було довести, що метод вакуум-терапії забезпечує підвищення якості надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ та зменшує негативні наслідки раньової хвороби у четвертому періоді ТХ.

Для визначення основних планіметричних характеристик рани нами були використовані формули 2.1 та 2.2, що наведені в розділі 2. В основній групі зазначено незначне на 2,5% переважання великих ВДМТ та зменшення на 1,5% питомої ваги середніх ран порівняно з групою порівняння. Існуючі методичні підходи щодо поліпшення та прискорення відновлення боєздатності поранених з ВДМТ в основному спрямовані на зменшення тяжкості БХТ, прискорення одужання, відновлення працездатності та скорочення періоду реабілітації. Проведені дослідження дали змогу впровадити класифікацію ВДМТ залежно від їх планіметричних характеристик. Розподіл поранених в групах порівняння за тяжкістю ВДМТ наведений в табл. 4.2.

Із даних, наведених в табл. 4.2, видно, що групи порівняння за планіметричною характеристикою визначення ВДМТ між собою статистично не відрізнялись ($p > 0,05$).

Планіметрична характеристика ВДМТ в групах порівняння

Метрична характеристика дефектів	Досліджувані групи						Всього поранених (n=342)		
	основна (n ₁ =128)			порівняння (n ₂ =214)			Абс.	Відн, %	R
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R			
Середні	76	59,3	1	130	60,8	1	206	60,2	1
Великі	45	35,2	2	70	32,7	3	115	33,7	3
Надвеликі	7	5,5	4	14	6,5	4	21	6,1	4
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=3,42; p>0,05$								

Для наукового обґрунтування ефективності запропонованого методу в основній групі проаналізували перебіг загоєння рани за рахунок ДМС на третьому та четвертому рівнях медичного забезпечення порівняно з традиційними методами лікування ВДМТ групи порівняння.

Характеристики та параметри ран обчислювалися за 6 періодів: I - від надходження до п'ятої доби перебування у стаціонарі; II - від шостої до десятої доби; III - від одинадцятої до п'ятнадцятої і аналогічно до VI періоду відповідно. Оцінку планіметричних характеристик ВДМТ проводили безперервно протягом проведення всього періоду лікування. Первинна оцінка на першому та другому рівнях медичного забезпечення рідко була достатньою, тому що неможливо було визначити обсяг патологічних змін до проведення хірургічної обробки.

Вирішення цієї проблеми дало змогу розробити комплексний підхід до хірургічної тактики з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ. З метою оцінки ефективності запропонованого лікування був проведений статистичний аналіз з математичним моделюванням швидкості загоєння ран при використанні різних методів лікування. На основі аналізу клінічно-

анатомічної, клінічно-епідеміологічної характеристик БХТ, площини та об'єму ушкоджень була розроблена планіметрична класифікація ВДМТ (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Класифікація ВДМТ за площею, об'ємом та локалізацією

Зони ушкодження (локалізація)	Метричні параметри	Розміри ранового дефекту			
	довжина, см	< 2	2-10	11-20	> 20
	площа, см ²	< 2	2-50	51-200	> 200
	об'єм, см ³	< 2	2-125	126-1000	> 1000
перша (тулуб, стегно)		малі	середні	великі	надвеликі
друга (гомілка, плече, передпліччя)		середні	великі	надвеликі	-
третя (кисть, стопа)		великі	надвеликі	-	-

Нами проведений порівняльний аналіз планіметричних характеристик у поранених з ВДМТ, які поступили на рівні медичного забезпечення. Було встановлено, що відповідно до впровадженої класифікації ВДМТ середні рани спостерігались у 218 (63,7%), великі – у 109 (31,9%), надвеликі – у 15 (4,4%) випадках.

За структурою мінно-вибухові поранення достовірно відрізнялись від осколкових та кульових за рахунок збільшення площі та об'єму ушкоджень, переважання великих та надвеликих ВДМТ ($\chi^2=109,5$; $p<0,001$ та $\chi^2=94,5$; $p<0,001$ відповідно) (табл. 4.4).

За даними, наведеними в табл. 4.4, встановлена відсутність достовірної різниці між структурою осколкових та кульових поранень ($\chi^2=3,9$; $p=0,237$). Означені вище результати дали змогу диференційовано визначати хірургічну та сортувально-евакуаційну тактику на рівнях медичного забезпечення залежно від локалізації ушкодження з урахуванням планіметричних характеристик.

Таблиця 4.4

Характеристика вогнепальних поранень відповідно до впровадженої класифікації ВДМТ

Ранові дефекти за класифікацією	Структура поранень							
	осколкові		мінно-вибухові		кульові		всього	
	Абс.	Питома вага, %	Абс.	Питома вага, %	Абс.	Питома вага, %	Абс.	Питома вага, %
Середні	132	84,7	2	3,6	84	64,6	218	63,7
Великі	23	14,7	46	82,1	40	30,8	109	31,9
надвеликі	1	0,6	8	14,3	6	4,6	15	4,4
Всього	156	100	56	100	130	100	342	100
Статистична достовірність	$\chi^2=109,5; p<0,001$				-	-	-	-
	-	-	$\chi^2=94,5; p<0,001$				-	-

Поєднання планіметричних характеристик ушкоджень за площею, об'ємом з локалізацією поранень в єдину класифікацію дало змогу розробити комплексний підхід до сортування поранених на рівнях медичного забезпечення і визначити подальшу хірургічну тактику закриття ВДМТ.

Відповідно з сортувально-евакуаційним призначенням поранених з вогнепальними ушкодженнями стопи та кисті (третья зона ушкодження) лікували в спеціалізованих центрах третього та четвертого рівнів. При середніх та великих ранах тулубу, стегна, гомілки, плеча та передпліччя медичну допомогу надавали на другому та третьому рівнях, при великих та надвеликих ранах означеної локалізації – в спеціалізованих клініках четвертого рівня (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Клінічно-організаційний підхід до надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ залежно від зони ушкодження

Зони ушкодження (локалізація рани)	Рівні медичного забезпечення		
	Рівень 2	Рівень 3	Рівень 4
перша (тулуб, стегно)	середні	середні+великі	великі+надвеликі
друга (гомілка, плече, передпліччя)	середні	середні+великі	великі+надвеликі
третя (кисть, стопа)	-	великі	великі+надвеликі

Науково обгрунтована та впроваджена характеристика ушкоджень залежно від клінічно-організаційного призначення дала змогу створити мультимодальний підхід до реконструкції ВДМТ на рівнях медичного забезпечення в основній групі. Пораненим, яких відносили до перших трьох сходинок, накладали первинні та первинно-відтерміновані шви переважно на другому та третьому рівнях (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Мультимодальний підхід до реконструкції ВДМТ на рівнях медичного забезпечення у поранених основної групи

Умовні сходинки	Метод пластичного закриття	Рівні медичного забезпечення		
		Рівень 2	Рівень 3	Рівень 4
перша	первинні шви	+	+	-
друга	первинно-відтерміновані шви	+	+	-
третя	вторинні шви (пізні, ранні)	-	+	+
четверта	алло- та ксенодермопластика	+	-	-
п'ята	аутодермопластика	-	+	+
шоста	місцеві клапті з випадковим кровопостачанням	-	+	+
сьома	дистантні вістові клапті	-	+	+
восьма	дистантні клапті на ніжці з вістовим кровопостачанням	-	-	+
дев'ята	мікрохірургічна аутотрансплантація тканин	-	-	+

У поранених третьої сходи́нки після первинної хірургічної обробки первинні шви не накладали та шкірну пластику не проводили. Ранові дефекти загоювались самостійно вторинним натягом під пов'язкою, при необхідності закриття використовували вторинні шви на четвертому рівні.

Оптимальним методом закриття поверхневих ВДМТ середньої величини із дефіцитом донорських ресурсів була аутодермопластика розщепленим клаптом. Перевагою методу було одномоментне закриття, мала травматичність, технічна простота виконання. Пластику місцевими тканинами застосовували у поранених із глибокими дефектами малої площі за умови достатньої мобільності країв шляхом широкої мобілізації та використання для пластики підшкірно-жирової клітковини та м'язів. Терміни лікування істотно скорочувались у разі застосування вакуум-терапії та ультразвукової кавітації.

Поранених з великими ВДМТ евакуювали в лікувальні заклади третього та четвертого рівнів. Для закриття ран у них застосовували пластику повношаровими локальними клаптями, які забезпечували кращі функціональні результати, але ризик розвитку ускладнень, зокрема, з боку донорської рани був високим. Надвеликі ВДМТ потребували високоспеціалізованого лікування в закладах четвертого рівня медичного забезпечення. Методики вільної пластики комплексів тканин були вершиною реконструктивної драбини за рівнем складності. Він потребував необхідних знань і вмінь операційної бригади, відповідного матеріально-технічного оснащення.

Таким чином, нами було застосовано різноманітні способи лікування вогнепальних поранень за закриття шкірних дефектів при наданні спеціалізованої допомоги пораненим з дефектами м'яких тканин при бойовій хірургічній травмі. Відзначимо, що спочатку увагу та основні зусилля приділяли методу вакуум-терапії, який довів власну ефективність у значній кількості поранених. Застосований нами мультимодальний підхід до реконструкції ВДМТ на рівнях медичного забезпечення виявив високу

ефективність при організації спеціалізованого лікування поранених з дефектами м'яких тканин при бойовій хірургічній травмі при проведенні ООС.

4.3 Вибір системи оцінки тяжкості бойової хірургічної травми у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення

Завданням цієї частини наукової роботи було намагання довести, що сумісне застосування ІІ та AdTS є найбільш оптимальною комбінацією діагностичних заходів при визначенні тяжкості бойової хірургічної травми у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин.

Одним із провідних чинників, що впливали на ефективність і якість лікування поранених були розробка та впровадження критеріїв оцінки тяжкості БХТ, які використовували на рівнях медичного забезпечення для розподілу військовослужбовців з ВДМТ на сортувальні групи з метою визначення черговості надання хірургічної допомоги та медичної евакуації.

З метою обґрунтування найбільш достовірних шкал оцінки тяжкості БХТ нами було проведено експертну оцінку існуючих анатомічних та функціональних методик у виживших та померлих поранених з ВДМТ.

Порівняльний аналіз достовірності, чутливості та специфічності шкал оцінки тяжкості БХТ проведений нами серед анатомічних методик, які характеризували тяжкість ушкодження (ISS, PTS, за Цибиним Ю.М., за Цибиним Ю.М. и Пожарським В.Ф., «ВПХ-П», «ВПХ-ОР»), функціональних, що призначені для визначення тяжкості стану (ІІ, TS, «ВПХ-СП», «ВПХ-СГ»), та комплексних анатомо-функціональних (AdTS, PTS-1997) [16]. Означена експертна оцінка проведена нами у поранених з тяжкою та вкрай тяжкою БХТ, що вижили – 305 (89,2%) і тих, які померли – 37 (10,8%) (табл. 4.7).

Як наведено в табл. 4.7 найвищою точністю прогностичних відповідей, достовірністю, чутливістю та специфічністю характеризувалась шкала AdTS, що можна пояснити тим, що цією шкалою ураховується комплексну

анатомічну та функціональну компоненту тяжкості БХТ. Тяжкість стану поранених з ВДМТ найбільш достовірно характеризував ПІ, що було підтверджено показниками її точності прогностичних відповідей, достовірності, чутливості та специфічності. Саме тому ці показники були обрані нами для сортування поранених з ВДМТ, вибору диференційованої хірургічної тактики з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ та визначення можливості проведення медичної евакуації.

Таблиця 4.7

Критерії оцінки тяжкості БХТ у поранених з ВДМТ

Назва шкали	Інтервали балів у виживших (n=305), бали	Інтервали балів у тих, що померли (n=37), бали	Точність прогностичних відповідей, %	Достовірність, %	Чутливість, %	Специфічність, %
ISS, бали	31,8±1,7	39,7±2,9*	80,1	81,9	81,5	79,2
PTS, бали	32,9±1,3	44,5±2,8*	85,8	86,5	76,8	81,4
за Цибиным Ю.М., бали	8,8±0,8	9,4±1,3	74,9	75,6	76,3	73,5
за Цибиным Ю.М., Пожариським В.Ф., бали	10,7±1,0	12,7±1,8	68,1	75,9	70,2	75,1
«ВПХ-П», бали	8,1±0,9	10,1±1,6	76,9	76,4	81,5	72,3
«ВПХ-ОР», бали	8,3±0,8	12,2±3,1*	81,9	81,3	79,6	81,7
«ВПХ-СП», бали	28,3±0,9	33,1±1,7	73,2	80,9	79,8	82,9
«ВПХ-СГ», бали	34,5±1,2	41,6±1,1	75,5	79,2	74,0	78,1
TS, бали	11,9±0,9	9,4±0,6*	80,7	77,2	76,3	72,9
ПІ, %	2,2±0,2	0,5±0,2*	90,0	88,2	79,9	87,5
AdTS, бали	6,9±1,3	11,9±1,4*	88,2	87,4	91,7	93,6

Примітка. * - статистична достовірність відємностей понад 95% ($p < 0,05$).

Оцінка тяжкості БХТ проводилась як при надходженні на рівень медичного забезпечення, так і в процесі діагностики та лікування, і являла

собою основу для визначення обсягу передопераційної підготовки, вибору хірургічної тактики та прогнозу для життя.

Отже основою оцінки тяжкості травми була анатомо-функціональна шкала AdTS (Admission trauma scale), яка призначена для використання лікарями загальної практики та хірургами на першому та другому рівнях медичного забезпечення. Вона дала змогу в короткий термін, при надходженні пораненого, визначити тяжкість БХТ, прогноз для життя, імовірний рівень летальності та черговість медичної евакуації.

Показник інтервалів за шкалою AdTS при проведенні статистичного аналізу у масиві поранених з тяжкими та вкрай тяжкими ВДМТ, що вижили (n=305) становив $6,9 \pm 1,3$ балів, а у тих, які померли (n=37) – $11,9 \pm 1,4$ балів. Визначення довірчого інтервалу балів за шкалою AdTS у поранених з ВДМТ, що вижили і померли проводилось з використанням статистичного інтервалу в 3δ розрахованого за формулою $M \pm 3\delta$ наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Характеристика інтервалів тяжкості БХТ у вигляді статистичних відхилень за шкалою AdTS (бали)

Шкала AdTS (бали)	Поранені з ВДМТ, які вижили (n=305)	Поранені з ВДМТ, які померли (n =37)
	4,5 – 9,0	8,9 – 12,1

Абсолютна кількість поранених з ВДМТ, які знаходились в межах довірчого інтервалу за шкалою AdTS становила 299 із 342 осіб. Отже, достовірність анатомо-функціональної шкали AdTS, за нашими даними, становила 87,4%. Вона була максимально спрощеною в користуванні, що давало можливість її використовувати починаючи з першого рівня медичного забезпечення без залучення додаткових методів обстеження. В результаті визначення довірчого інтервалу та проведеного аналізу, були отримані

градієнтні рівні в балах, які характеризували тяжкість БХТ у поранених, залежно від функціональних порушень та тяжкості анатомічних ушкоджень внаслідок ВДМТ, що в свою чергу дало змогу більш достовірно проводити оцінку тяжкості при надходженні. Дана шкала дозволяла визначити тяжкість БХТ, імовірний рівень летальності, що в свою чергу обумовлювало черговість медичної евакуації та вибір диференційної хірургічної тактики з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ.

Дана шкала використовувалась як хірургами так і лікарями загальної практики на першому та другому рівнях медичного забезпечення та була достатньо інформаційною для проспективного аналізу та прийняття тактичних рішень.

Обсяг діагностичних заходів на рівнях медичного забезпечення залежав від їх спроможностей, тяжкості БХТ, характеру домінуючого ушкодження, стану поранених, планіметричних характеристик ВДМТ, медичних та оперативно-тактичних обставин. Показники оцінки тяжкості БХТ дали змогу визначити прогноз для життя і перебігу ТХ, місце надання хірургічної допомоги та обсяг лікувальних заходів, починаючи з першого рівня медичного забезпечення (табл. 4.9).

Вогнепальні поранення були нетяжкими при показниках від 1 до 4 балів. При цьому прогноз виживання та перебігу ТХ визначали як сприятливий, летальність не перевищувала 10 %. Даній категорії поранених з ВДМТ медична допомога надавалась в умовах приймального відділення, при потребі операційні втручання проводили в повному обсязі з подальшою медичною евакуацією у третю чергу. Нетяжкі вогнепальні поранення розподіляли на легкі (1–2 бали) та середньої тяжкості (3–4 бали).

Критерії оцінки тяжкості БХТ та лікувально-діагностичної тактики у поранених з ВДМТ

Травма	Вогнепальні поранення	Тяжкість травми	Місце допомоги	Прогноз для життя	Обсяг лікувальних заходів
< 6	< 5	нетяжкі	приймальне відділення	сприятливий	повний
6–10	5–9	тяжкі	протишокова	сумнівний	скорочений
> 10	> 9	вкрай тяжкі	операційна	несприятливий	контроль ушкоджень

Вогнепальні поранення були тяжкими при показниках 5–9 балів. Вони характеризувались компенсованим ТШ, прогноз виживання та перебігу ТХ був сумнівним, летальність становила 10–50%. Медична допомога таким пораненим надавалась в умовах протишокової палати та операційної. Операційні втручання проводили за невідкладними показаннями з подальшою медичною евакуацією у першу чергу.

Вогнепальні поранення були вкрай тяжкими при показниках понад 9 балів. При цьому прогноз виживання та перебігу ТХ був несприятливим, летальність перевищувала 50%. Медична допомога цій категорії поранених з ВДМТ надавалась в умовах протишокової палати та в операційній. Лікування поранених проводили в мінімальному обсязі, операційні втручання виконували за екстреними показаннями за тактикою контролю ушкоджень з подальшою евакуацією у першу чергу. Відзначимо, що у випадку нарахування від 10 до 11 балів за AdTS вогнепальні поранення характеризувались декомпенсованим зворотнім, а при понад 11 балів – незворотнім ТШ.

Для визначення функціональної компоненти тяжкості БХТ на другому рівні медичного забезпечення застосовували пульсоксиметри Oximeter, що дав змогу визначити наступні показники ПІ, SpO₂ та ЧСС. Діапазон визначення індексу перфузії становив від 0,3 до 10 % (норма 4–5%).

Всім 342 пораненим з ВДМТ проводили означене визначення індексу перфузії. За результатами кореляційного аналізу було встановлено сильний зворотній вірогідний кореляційний зв'язок між бальною оцінкою тяжкості БХТ AdTS та значенням перфузійного індексу (ПІ) у поранених з ВДМТ (коефіцієнт кореляції Спірмена $r = -0,76$, $p < 0,001$).

Розподіл поранених з ВДМТ в групах порівняння з урахуванням значень ПІ був співставним з відповідним станом тяжкості БХТ за шкалою AdTS ($p > 0,05$) (табл. 4.10)

Таблиця 4.10

Розподіл поранених з ВДМТ в групах порівняння залежно від тяжкості стану за ПІ (%) на другому рівні медичного забезпечення

Тяжкість стану за ПІ (%)	Досліджувані групи						Всього поранених		
	основна (n ₁ =128)			порівняння (n ₂ =214)					
	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R	Абс.	Відн, %	R
Легка (> 4,0%)	13	10,2	4	25	11,7	4	38	11,1	4
Середньої тяжкості (> 4,0%)	36	28,1	2	49	22,9	2	85	24,9	2
Тяжка (2,0–4,0%)	60	46,9	1	112	52,3	1	172	50,3	1
Вкрай тяжка (<2,0%)	19	14,8	3	28	13,1	3	47	13,7	3
Загальна кількість поранених	128	100	-	214	100	-	342	100	-
Статистична достовірність	$\chi^2=3,14$; $p>0,05$								

Як видно з табл. 4.10 перше рангове число припадало на поранених з ВДМТ, які знаходились в тяжкому стані (2,0–4,0%) – 172 (50,3%), друге рангове число – з БХТ середнього ступеня (> 4,0%) – 123 (36,0%), третє – при вкрай тяжкій БХТ (<2,0 %) – 47 (13,7%). Отримані дані підтверджували висновки, що індекс перфузії – достовірна, ефективна, швидка та проста методика визначення тяжкості стану поранених з ВДМТ.

Враховуючи означений показник з першого рівня за короткий час та без значних фінансових витрат визначали прогноз та приймали рішення щодо оптимальної тактики хірургічного лікування. Незважаючи на особливості вимірювання ПІ і чинників, що на неї впливали, означений показник мав високу інформаційність для комплексної оцінки тяжкості органної дисфункції та прогнозу несприятливих наслідків для життя поранених з ВДМТ. Завдяки показнику ПІ визначали хірургічну тактику лікування та черговість проведення медичної евакуації за наступними критеріями:

- ПІ > 4,0 – ушкодження нетяжкого ступеня (летальність <25%) - хірургічні втручання виконували в повному обсязі та одномоментно, в тому числі на різних АФД;

- ПІ 2,0–4,0 – тяжкі ушкодження, з загрозою для життя в гострому періоді ТХ (летальність <50%) - виконували реанімаційні хірургічні втручання в скороченому обсязі за тактикою контролю ушкоджень з паралельним проведенням протишокових заходів (Damage control resuscitation) до повної нормалізації гемодинаміки;

- ПІ <2,0 – вкрай тяжкі ушкодження (летальність >75%) - виконували реанімаційні хірургічні втручання в мінімальному обсязі за тактикою контролю ушкоджень.

Діагностичні заходи у поранених з нетяжкою та тяжкою травмою проводили в скороченому обсязі. Визначали показники крові, показники шкали AdTS, ПІ та морфо-функціональні зміни для прийняття рішення щодо проведення традиційних або мініінвазивних хірургічних втручань. У поранених у вкрай тяжкому стані діагностичні заходи виконували в

мінімальному обсязі. Проводили інтенсивне медикаментозне лікування, а хірургічні втручання виконували лише за екстреними показаннями з метою збереження життя і лише з використанням тактики традиційних хірургічних втручань. Однак, якщо після проведення інтенсивної терапії та стабілізації гемодинаміки поранених переводили в групу тяжких поранених, то в цій групі вже могли виконуватися як традиційні, так і мініінвазивні хірургічні втручання не лише за екстреними, а й за терміновими показаннями. Таким чином, визначення ПІ сприяло зменшенню обсягу досліджень на другому рівні медичного забезпечення, зменшенню часу до прийняття рішення щодо лікувальної тактики та допомогало здійснити диференційний підхід в лікуванні поранених з ВДМТ.

Тому в подальшому для визначення тяжкості стану пораненого та вибору хірургічної тактики нами використовувались два комплексних показника: анатомо-функціональний – шкала AdTS та функціональний показник зміни тяжкості стану поранених в динаміці – перфузійний індекс (%) (табл 4.11).

Таблиця 4.11

Розподіл інтервалів тяжкості БХТ відповідно до показників, що досліджували

Показники, що досліджувались	Інтервали балів у виживших (n=305), бали	Інтервали балів у тих, що померли (n=37), бали	Точність прогностичних відповідей, %	Достовірність, %
ПІ (%)	2,2±0,1	0,6±0,1*	90,0	88,2
AdTS, бали	7,0±2,0	12,4±1,7*	88,2	87,4

Примітка. * - статистична достовірність відємностей понад 95% ($p < 0,05$).

Отже, з моменту надходження поранених з ВДМТ на рівень медичного забезпечення тяжкість травми визначали за шкалою AdTS, тяжкість стану поранених в динаміці – за ПІ (%), прогноз перебігу ТХ та виживання поранених – в комплексі обох показників. Якщо по одній та другій методиці тяжкість БХТ співпадала, то прогноз був сприятливим або несприятливим залежно від результатів показників, якщо різнився – то сумнівним (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Розподіл інтервалів тяжкості БХТ відповідно до показників, що досліджували

Прогноз виживання поранених з БХТ	Показники, що досліджувались	
	AdTS, бали	ПІ (%)
«сприятливий»	менше 9,0	більше 3,0
«сумнівний»	більше 9,0	менше 3,0
	менше 9,0	більше 3,0
«несприятливий»	більше 9,0	менше 3,0

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок про необхідність визначення тяжкості БХТ у поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення саме за запропонованою методикою. Швидка об'єктивна оцінка тяжкості БХТ була невід'ємною складовою вибору диференційованої тактики надання хірургічної допомоги пораненим з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ, інфузійно-трансфузійної терапії і визначення можливості виконання медичної евакуації.

Особливостями організації медичної евакуації 48 поранених з ВДМТ грудної клітки було наступне. Після надходження в ВМГ за вказаними вище показниками, тяжкість БХТ у всіх поранених з ВДМТ визначали за шкалою AdTS та ПІ. Було встановлено, що у 15 (31,3%) поранених ВДМТ грудної клітки були тяжкими та вкрай тяжкими (AdTS 5 та більше балів, ПІ <2,0%), а у 33 (68,7%) – нетяжкими (AdTS <5 балів, ПІ 2,0% та більше). Всі 15 поранених з тяжкою та вкрай тяжкою БХТ мали проникні ушкодження. ТШ І

ступеня спостерігався у 6 (40,0%), II ступеня – у 6 (40,0%), III ступеня – у 3 (20,0%). Групи порівняння за означеним показником один від одного не відрізнялись ($p > 0,05$).

Діагностичні заходи у поранених з ушкодженнями живота розпочинали безпосередньо на полі бою. У перші хвилини після травми поранений локалізував зону ушкодження. Першу допомогу надавали в порядку само-взаємодопомоги або санінструктором. Санінструктор оцінював стан пораненого за шкалою AdTS, планував евакуаційні заходи і проводив протишокову терапію. З використанням засобів зв'язку інформацію передавали до пункту медичної евакуації поранених (передова хірургічна група), що давало змогу завчасно підготуватися до прийому пораненого з ВДМТ, визначати пріоритетні заходи діагностики і лікування.

Із 24 поранених з ВДМТ живота в загальному масиві дослідження, проникні ушкодження спостерігались у 14 (58,3%). Із 9 поранених основної групи проникні ушкодження були у 5 (55,6%), в групі порівняння із 15 – у 9 (60,0%). У цих поранених діагностику та надання медичної допомоги проводили разом з протишовковими заходами, корегуючою патогенетичною та симптоматичною терапією, минаючи приймальне відділення в умовах реанімації або операційної. Для вибору оптимальної хірургічної тактики в гострому періоді ТХ (лапароскопії – в основній групі або лапаротомії – в групі порівняння) важливою була оцінка тяжкості БХТ за допомогою III та шкалою AdTS.

На першому рівні медичного забезпечення тяжкість БХТ за шкалою AdTS у 66,7% поранених не перевищувала 9 балів (середній бал $5,37 \pm 1,29$, медіана - 10), що відповідало нетяжким ушкодженням. В інших випадках (33,3%) визначали тяжкі та вкрай тяжкі ушкодження (середній бал $10,3 \pm 0,93$, медіана - 30). За даними кореляційного аналізу було встановлено вірогідну асоціацію між анатомо-функціональною оцінкою БХТ за шкалою AdTS і величиною III у поранених з ВДМТ як на момент госпіталізації (коефіцієнт кореляції Спірмена $r = -0,58$, $p < 0,001$), так і в перші три доби після поранення

($r = -0,73$, $p < 0,001$). Отримані дані свідчили про щільний зворотний зв'язок між показниками шкали AdTS і ПІ, що дало змогу розцінювати зниження ПІ як показника збільшення тяжкості БХТ. Водночас, взаємозв'язок між бальною оцінкою тяжкості ушкоджень за шкалою AdTS та SpO_2 був менш вираженим ($r = -0,47$, $p < 0,05$).

На наступному етапі дослідження була проведена порівняльна оцінка інформаційності (прогностичної значимості) показників шкали AdTS і ПІ для проведення диференційної хірургічної тактики при лікуванні ВДМТ за допомогою ROC-аналізу (Receiver Operating Characteristic analysis) з побудовою характеристичних ROC-кривих залежності чутливості прогнозу від ймовірності хибно позитивних результатів, виміром площі під ними (AUC), а також із визначенням «точки розмежування» - значення показника, що забезпечувало оптимальне співвідношення між чутливістю і специфічністю прогнозу. При цьому для підвищення ефективності лікування і мінімізації ризику ускладнень при використанні мініінвазивних операційних утручань в основній групі при ВДМТ з ушкодженнях органів черевної порожнини тяжкість БХТ за шкалою AdTS не повинна перевищувати 9 балів (AUC = $0,868 \pm 0,084$, $p < 0,001$), з показниками чутливості і специфічності - 72,1 % (95 % ДІ 38,0194,0 %) і 100 % (73,6-100%).

ROC-крива для показника ПІ (AUC = $0,891 \pm 0,064$, $p < 0,001$) показала найкращі показники чутливості - 81,9 % (95 % ДІ 49,8-98,0%) та специфічності - 90,8 % (95 % ДІ 65,3-98,9%) для вибору мініінвазивних операційних утручань, якщо ПІ понад 2,9% в основній групі. Порівняльний аналіз операційних характеристик ROC-кривих для зазначених показників за шкалою AdTS і ПІ показав їх статистичну зіставленість ($p = 0,784$). На підставі отриманих даних ми співставили прогностичну цінність імовірності летального результату між шкалою AdTS та ПІ (табл. 4.13).

В ході проведення дослідження серед поранених основної групи визначали тяжкість БХТ залежно від показників AdTS і ПІ та прогнозу перебігу ТХ та виживання. Динаміка показників тяжкості БХТ на першому та

другому рівнях медичного забезпечення в досліджуваних групах наведена в табл. 4.14.

Таблиця 4.13

Характеристика залежності показників тяжкості БХТ від рівня летальності

Тяжкість БХТ у поранених	AdTS, бали	Ш, %	Летальність, %
легка	1-2	>4,0	<10
середньої тяжкості	3-4	>4,0	<25
тяжка	5-9	2,0-4,0	<50
вкрай тяжка	>9,0	<2,0	>75

Таблиця 4.14

Характеристика динаміки показників тяжкості БХТ на першому та другому рівнях медичного забезпечення

Показники	Основна група (n ₁ =128)		Група порівняння (n ₂ =214)	
	Рівень 1	Рівень 2	Рівень 1	Рівень 2
SpO ₂ , ум.од.	88,1±3,9	97,6±2,4*	89,4±3,3	86,7±3,9
ЧСС, уд/хв	113,2±5,2*	77,4±2,9	110,2±5,7	112,5±4,8
Ш, %	3,9±0,6	4,6±0,8*	-	-
AdTS, бали	6,1±0,6*	5,4±0,7	-	-
Померло	-	2 (1,3%)	-	5 (%)

Примітка. Достовірні розбіжності між показниками тяжкості БХТ на першому та другому рівнях (* – p<0,05).

Як свідчать дані, наведені в табл. 4.14 у поранених в основній групі спостерігали компенсацію життєво-важливих функцій у зв'язку з раннім, починаючи з поля бою та першого рівня, проведенням протишокової терапії та доставки поранених з БХТ на другий рівень медичного забезпечення протягом «золотої години».

Таким чином, шкалу AdTS та ПІ слід вважати комплексними діагностичними критеріями тяжкості БХТ, які надають змогу оцінити стан периферичного кровотоку і своєчасно оптимізувати методи інтенсивної терапії та обрати відповідну хірургічну тактику лікування.

Визначення ПІ є простим в застосуванні неінвазивним методом, який не потребує складних математичних розрахунків, а витрати часу на його проведення складають декілька секунд, що дає змогу використати їх на передових рівнях медичного забезпечення в бойових умовах, в тому числі і для проведення медичного сортування та виявлення поранених з найбільш тяжкими ушкодженнями. На жаль, при проведенні АТО це мироприємство не було запроваджено, що виявило недосконалі результати при проведенні діагностично-лікувальних заходів.

4.4 Медичне сортування та евакуація поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин в системі медичного забезпечення Збройних Сил України при проведенні операції Об'єднаних сил

При проведенні АТО (група порівняння) з метою забезпечення лікувально-евакуаційних заходів були сформовані та направлені в зону бойових дій мобільні лікарсько-сестринські бригади зі складу ВМКЦ регіонів та військових госпіталів. З метою наближення кваліфікованої хірургічної допомоги безпосередньо до переднього краю у визначених районах було розгорнуто чотири ВМГ (59, 61, 66 та 65). Медична евакуація поранених з ВДМТ із взводних та ротних опорних пунктів, а також медичних пунктів військових частин здійснювалась до найближчих військових та цивільних лікувально-профілактичних закладів із використанням автомобільного санітарного та залізничного транспорту, армійської авіації (літак Ан-26 "ВІТА", гелікоптери Мі-8) та літаків транспортної авіації Ан-148 (за необхідністю).

У зв'язку з означеним, в групах порівняння були й відмінності в

організації лікувально-евакуаційного процесу, а саме – відстань другого рівня медичного забезпечення від лінії зіткнення, значне покращання первинної медичної допомоги в тактичній ланці, технічні можливості діагностичної та лікувальної фаз на передових етапах, способи медичного сортування та терміни евакуації, застосування високотехнологічного хірургічного обладнання на рівнях медичної допомоги, більш широке впровадження тактики контролю ушкоджень, що вказує на необхідність щільного поєднання хірургії та організації з метою покращення результатів лікування поранених з ВДМТ в умовах гібридної війни на сході України.

Незважаючи на те, що під час АТО проводились активні бойові дії, кількість поранених з тяжкою та вкрай тяжкою БХТ була меншою ніж при ООС. Це пояснювалось тим, що при проведенні АТО система медичного забезпечення не була налагоджена в повній мірі, і значна частина поранених з ВДМТ гинула на полі бою. Медичне забезпечення поранених з ВДМТ ґрунтувалось на основі системи етапного лікування з евакуацією за призначенням. Концепція даного етапного лікування полягала в тому, що після надання першої медичної, долікарської допомоги або першої лікарської допомоги на першому рівні медичного забезпечення, поранених з ВДМТ санітарним транспортом направляли до ЦРЛ де були розгорнуті групи підсилення медичних підрозділів, або до найближчого ВМГ для надання хірургічної допомоги за другим рівнем. Терміни перебування поранених з БХТ на рівнях медичного забезпечення залежали від оперативних обставин і визначались медичними начальниками.

На полі бою стрілки-санітари, бойові медики здійснювали попереднє сортування, яке полягало у визначенні стану життєвих показників, з наступним маркуванням поранених спеціальними жетонами, які свідчили про пріоритет у наданні допомоги та медичній евакуації. Санітарні інструктори пересувались від пораненого до пораненого, оцінювали загальний стан. Насамперед, виявляли тих, хто був непритомним з наявними ознаками дихання або стогнав, плакав, кашляв. Поранені з ВДМТ, при наявності ознак

ТШ, потребували надання медичної допомоги та евакуації в першу чергу. Їм фіксували сортувальний жетон червоного кольору як тяжкопораним (за шкалою AdTS>5 балів, ПІ<2%). Серед загального вхідного потоку СВ хірургічного профілю визначали легкопораних (за шкалою AdTS<3 балів, ПІ>4%) тих, хто міг пересуватися самостійно та вийти з осередку у визначене безпечне місце. Легкопораних маркували жетоном зеленого кольору. Пораних з ВДМТ, які не дихали після забезпечення прохідності верхніх дихальних шляхів, не маркували (травма вкрай тяжка з декомпенсованим незворотнім ТШ).

При вступному сортуванні бойовий медик надавав першу медичну допомогу при зовнішній кровотечі тимчасовими методами гемостазу та забезпечував прохідність дихальних шляхів. Після завершення попереднього сортування бойовий медик доповідав командирі роти про кількість пораних і місце розташування тих, кого необхідно евакуювати у першу чергу. Потім приймали рішення щодо негайної медичної евакуації пораних чи очікування до завершення бойової операції.

Оптимальним було винесення пораних з ВДМТ у безпечну зону – пункт збору пораних, де продовжувалось надання медичної допомоги. Усім пораним «червоної» групи (великі та надвеликі ВДМТ, за шкалою AdTS>5 балів, ПІ<2%), що потребували невідкладної допомоги, перед транспортуванням накладали асептичну пов'язку, транспортну іммобілізацію, шийний комірець і закутували у термоковдру. В першу чергу до медичного пункту батальйону евакуювали пораних без свідомості, але з ознаками життя, інших евакуювали у другу чергу.

На першому рівні медичного забезпечення лікар здійснював первинне медичне сортування. Цей вид сортування передбачав розподіл пораних з ВДМТ на чотири групи з відповідним маркуванням і заповненням картки медичного сортування, в якій зазначалась сортувальна група. Поранені з тяжкою та вкрай тяжкою травмою (великі та надвеликі ВДМТ, за шкалою AdTS>5 балів, ПІ<2%), життя яких знаходилось в небезпеці. Їх можна

врятувати, якщо своєчасно надати невідкладну медичну допомогу. Поранених маркували «червоним» кольором. Медичну допомогу та евакуацію до лікувального закладу третього рівня забезпечували в першу чергу.

Поранені з травмою середнього ступеня тяжкості (середні ВДМТ, за шкалою AdTS 3-4 бали, ПІ >4%) – поранені з ВДМТ, яким допомога була відтермінована протягом обмеженого періоду часу і це не призвело до летального наслідку. Поранених маркували «жовтим» кольором. Медичну допомогу на першому рівні надавали відповідно до визначеного обсягу та здійснювали евакуацію після поранених «червоної» сортувальної групи.

Легкопоранені (середні ВДМТ, за шкалою AdTS <3 балів, ПІ >4%) - поранені, які потребували відтермінованої медичної допомоги та могли самостійно пересуватись. Поранених маркували «зеленим» кольором та вони підлягали евакуації в останню чергу. Медична допомога їм надавалась в третю чергу. При необхідності медичну евакуацію здійснювали в госпіталь для легкопоранених.

Поранених, які знаходились у термінальному стані (надвеликі ВДМТ, за шкалою AdTS >11 балів – травма вкрай тяжка з декомпенсованим незворотнім ТШ та несприятливим прогнозом виживання) маркували «чорним» кольором. Рішення про виділення даної сортувальної групи було спрямоване на порятунок максимальної кількості поранених з інших підгруп на рівнях медичного забезпечення. Таких поранених розміщали окремо й призначали знеболювальні, седативні засоби, інфузійно-трансфузійну терапію та здійснювали догляд.

Організація роботи передових хірургічних груп на базі Центральних районних лікарень в зоні проведення ООС була спрямована на зменшення рівня догоспітальної летальності серед тяжкопоранених за рахунок надання своєчасної медичної допомоги на другому рівні протягом «золотої години». Хірургічна допомога здійснювалась за принципом контролю ушкоджень з метою врятування життя військовослужбовців з тяжкою та вкрай тяжкою травмою.

Терміни початку надання хірургічної допомоги з моменту отримання поранення наведені в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

Терміни початку надання хірургічної допомоги на другому рівні медичного забезпечення пораненим з ВДМТ з моменту отримання поранення (n=342)

Терміни початку надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ	Основна група (n ₁ =128)		Група порівняння (n ₂ =214)	
	абс.	%	абс.	%
< 1 години	98	76,5 %	17	7,9 %
1-2 години	23	18,0 %	41	19,2 %
2-4 години	7	5,5 %	86	40,2 %
4-6 годин	-		49	22,9 %
>6 годин	-		21	9,8 %
Всього	128	100 %	214	100 %

Із даних табл. 4.15 видно, що в основній групі 98 (76,5%) пораненим з ВДМТ допомога за другим рівнем була надана протягом першої «золотої години» з моменту поранення, 23 (18,0%) – протягом 1-2 годин і 7 (5,5%) – протягом 2-4 годин. В групі порівняння лише 17 (7,9%) пораненим з ВДМТ допомога за другим рівнем була надана протягом першої години, 41 (19,2%) – протягом 1-2 годин і 156 (72,9%) – надішли на другий рівень протягом від 2 до 6 годин.

В Центральних районних лікарнях в зоні проведення АТО (група порівняння) медичне сортування здійснювали хірурги та травматологи передових хірургічних груп під керівництвом координатора. У ВМГ під час ООС (основна група) медичне сортування проводили провідний хірург або начальник хірургічного відділення залежно від структури вхідного потоку поранених.

Визначались наступні особливості медичної евакуації тяжкопоранених із другого рівня медичного забезпечення:

- евакуацію поранених ініціював медичний персонал, який надавав допомогу. Начальник відділення або старший групи, згідно із встановленого порядку, надавав усю необхідну інформацію та здійснював координацію проведення медичної евакуації;

- порядок медичної евакуації поранених з ВДМТ із лікувальних закладів другого рівня визначав старший медичний начальник зони відповідальності або начальник госпіталю;

- запит на медичну евакуацію включав дані про кількість та тяжкість стану поранених ВДМТ, які підлягали евакуації, вид транспортування (лежачі, сидячі), потребу в групах медичного супроводу із урахуванням необхідного медичного обладнання та фахівців;

- стан поранених з ВДМТ на момент евакуації повинен бути стабільним, з урахуванням особливостей визначеного способу та тривалості транспортування;

- прохідність дихальних шляхів та дихання тяжкопоранених контролювались медичним персоналом під час проведення евакуації;

- крапельниці, дренажі та трубки у поранених повинні бути прохідними та добре закріпленими;

- поранених з ушкодженнями грудної клітки транспортували з функціонуючими плевральними дренажами;

- при медичній евакуації тяжкопоранених встановлювали зонд у шлунок і катетер в сечовий міхур;

- для авіап перевезень за умов холодної погоди або післяопераційної гіпотермії поранених вкривали термоковдрою;

- кожного пораненого на ношах закріплювали для запобігання вторинних травм;

- особисті речі та медичну документацію перевозили разом із пораненим;

- зовнішнє дихання повинно було бути самостійним і ритмічним;

- гемодинаміка повинна була бути стабільною з систолічним АТ>100 мм. рт. ст., частотою серцевих скорочень менше 100 ударів за хвилину при відсутності порушень ритму серця;

- температура тіла пораненого не повинна була перевищувати 39°C;

- основні показники крові повинні бути на рівні: гемоглобін >90 г/л, еритроцити >2,5 x 10¹² /л, гематокрит >0,25 л/л.

При означених вище показниках гомеостазу та залежно від тяжкості поєданого ушкодження органів і систем евакуація автомобільним санітарним транспортом була можливою при пораненнях:

- таза показання до евакуації визначали за загальним станом, без видалення дренажів на 2-3 добу до розвитку поліорганної недостатності з оптимальною фіксацією переломів кісток АЗФ або фіксацією нижніх кінцівок при їх згинанні у колінних суглобах до 120-140°;

- політравмі показання до евакуації визначали за тяжкістю травми, здійснювали реанімобілем або авіаційним транспортом через 2-3 доби після ушкодження до розвитку поліорганної недостатності з фіксацією переломів кісток стержневим АЗФ.

Пораненим, що надходили на другий рівень медичного забезпечення, проводили внутрішньопунктове, діагностичне та евакуаційно-транспортне сортування. Первинне сортування здійснював головний хірург на борту транспортного засобу і продовжував на сортувальному майданчику. Проводилося маркування перманентним маркером на відкритих ділянках тіла (частіше на обличчі). Крім виділення чотирьох сортувальних груп («зелені» - легко поранені; «жовті» - середньотяжкі, яким надання допомоги можливо було відтерміновати; «червоні» - тяжкі, які потребували негайних протишокових і хірургічних заходів; «чорні» - у термінальному стані). Застосовували послідовну нумерацію поранених (номера так само відзначали перманентним маркером на обличчі). У зв'язку з масовим надходженням (від 20-ти до 180-ти військовослужбовців за добу), цими ж номерами визначали відповідні історії хвороби, лабораторні аналізи, рентгенівські знімки, мішки

зі знятим обмундируванням (паспортні дані заповнювали реєстратори в подальшому, після розподілу всіх поранених за функціональними підрозділами ВМГ), що дало змогу значно економити час і уникати плутанини.

Під час внутрішньопунктового сортування на сортувальному майданчику в основній групі широко застосовували визначення кількості балів за AdTS та пульсоксиметрію з функцією визначення ПП, що дало змогу при масовому надходженні поранених протягом декількох секунд виявити поранених з ВДМТ, які знаходились в стані ТШ. Цю методику застосовували і на першому рівні медичного забезпечення, оскільки визначення цих інформаційних показників просте і не потребувало спеціальної підготовки, при мінімальних фінансових витратах. Після проведення всіх необхідних хірургічних і протишокових заходів, поранених з ВДМТ евакуювали на наступний третій рівень медичного забезпечення.

Лікувальними закладами третього рівня медичного забезпечення при проведенні ООС були Військово-медичні клінічні центри Північного ХАРКІВ та Східного регіонів ДНІПРО. Головними завданнями лікувальних закладів третього рівня медичного забезпечення були: прийом, розміщення, проведення медичного сортування та надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ та підготовка їх до евакуації в лікувальні заклади четвертого рівня для високоспеціалізованого лікування та реабілітації. Характер медичної допомоги на третьому рівні залежав від заходів, які були виконані на попередніх рівнях медичного забезпечення. При надходженні військовослужбовців, що не отримали допомогу на другому рівні, медичне сортування було спрямоване на виявлення поранених, які потребували первинних та термінових операційних втручань. При надходженні поранених, що отримали медичну допомогу на другому рівні, виявляли тих, хто потребував проведення заходів з інтенсивної терапії, невідкладних та термінових операційних втручань, показання до яких були виявлені при евакуації. При проведенні медичного сортування поранених в лікувальних закладах третього рівня використовували спеціальні методи

дослідження та оцінки тяжкості травми. Обсяг та зміст заходів хірургічної допомоги на третьому рівні медичного забезпечення відрізнявся від другого рівня високою питомою вагою відтермінованих операційних втручань, що були виконані на більш високому професійному рівні за рахунок залучення фахівців Української військово-медичної академії.

На четвертому рівні медичного забезпечення медичну допомогу надавали в Військово-медичних клінічних центрах Міністерства оборони України та в спеціалізованих лікувальних закладах Міністерства охорони здоров'я України, в які направляли тяжких та вкрай тяжких поранених з ВДМТ із лікувальних закладів попередніх рівнів для проведення високоспеціалізованого лікування з використанням сучасних медичних технологій. Після обстеження поранених з ВДМТ направляли в профільні відділення у відповідності до домінуючого ушкодження. Обсяг та зміст заходів високоспеціалізованого лікування значно відрізнявся від заходів третього рівня за рахунок збільшення питомої ваги планових операційних втручань за первинними та вторинними показаннями.

Медичне сортування поранених з ВДМТ проводили на сортувальному майданчику аеродрому міст ДНІПРО та ХАРКІВ, а також при прибутті в приймально-діагностичне відділення лікувальних закладів.

Оцінку тяжкості травми починали з сортувального майданчику аеродрому за шкалою AdTS та ПІ, що враховували анатомічну компоненту та найбільш прості функціональні показники.

У відповідності з означеними критеріями тяжкості травми та можливостями лікувальних закладів, наприклад м. ДНІПРО, на сортувальному майданчику аеропорту поранених з ВДМТ розподіляли на 4 сортувальні групи:

- поранених з нетяжкою травмою та середніми ВДМТ направляли в ВМКЦ Східного регіону;

- поранених з тяжкою, вкрай тяжкою травмою та великими та надвеликими ВДМТ, що потребували високоспеціалізованого лікування - в Дніпровську обласну клінічну лікарню ім. І.І.Мечникова;

- поранених з важкими ушкодженнями кисті та стабільним загальним станом - в центр кисті Дніпровської міської лікарні №16;

- поранених з комбінованими термічними ушкодженнями, та тіх що потребували шкірної пластики – в опіковий центр Дніпровської міської лікарні №2.

У разі надходження великої кількості поранених з першого рівня, медичне сортування здійснювали в транспортному засобі або приймально-діагностичному відділенні відповідно до вимог первинного медичного сортування.

При надходженні в приймально-діагностичне відділення лікувального закладу третього рівня сортування поранених з ВДМТ проводив самий досвідчений хірург із залученням при необхідності судинного хірурга, нейрохірурга, травматолога, анестезіолога та рентгенолога. Вони визначали певну сортувальну групу залежно від тяжкості ТШ та прогнозу виживання поранених:

I група «зелені» – поранені з травмою легкого ступеня та малими ВДМТ без ознак ТШ. Вони пересувались самостійно, терміни їх перебування в лікарні не перевищували 15 діб;

II група «жовті» – поранені з травмою середнього ступеня тяжкості та середніми ВДМТ, з «сприятливим» прогнозом перебігу ТХ та ризиком летальності від 2 до 25%, терміни стаціонарного лікування становили від 16 до 30 діб включно;

III група «червоні» – поранені тяжкого, вкрай тяжкого ступеня та з великими та надвеликими ВДМТ, життя яких знаходилось в небезпеці, у зв'язку з розвитком компенсованого та декомпенсованого зворотнього ТШ, з «сумнівним» прогнозом для життя з летальністю від 26 до 75%, терміни їх стаціонарного лікування були понад 30 діб;

IV група «чорні» – поранені, які отримали тілесні ушкодження несумісні з життям, які внаслідок декомпенсованого незворотного ТШ знаходились у термінальному стані (умирали). Перебування таких поранених у лікувальному закладі не перевищувало 1 доби.

Діагностичне сортування передбачало розподіл поранених за діагнозом з урахуванням терміновості, характеру, обсягу та черговості виконання діагностичних заходів. Воно передбачало виділення таких груп:

- I група «зелені» – в умовах приймально-діагностичного відділення їм виконували загально-клінічне обстеження, рентгенографію сегменту кінцівки в 2-х проєкціях, електрокардіографію, при необхідності доплерографію, спіральну комп'ютерну томографію після її проведення серед поранених «жовтої» групи;

- II група «жовті» – означений вище діагностичний комплекс проводили в умовах приймально-діагностичного відділення після поранених «червоної» групи;

- III група «червоні» – повний обсяг діагностики проводили в протишоковій палаті реанімаційного залу з подальшим продовженням вказаних заходів в операційній політравми;

- IV група «чорні» – діагностичні заходи проводили в першу чергу в скороченому обсязі за типом контролю ушкоджень на операційному столі.

Динамічну оцінку стану поранених, корекцію внутрішньогоспітальних та евакуаційно-транспортних рішень щодо сортування здійснювали в процесі лікувально-діагностичних заходів у відділеннях лікарні.

Внутрішньогоспітальне сортування передбачало розподіл поранених з ВДМТ на групи залежно від направлення їх в профільні відділення в установленій послідовності. При проведенні внутрішньогоспітального сортування виділяли наступні групи:

- I група «зелені» – після оцінки тяжкості стану, визначення планіметричних параметрів та діагностики направляли поранених з ВДМТ в хірургічне відділення для передопераційної підготовки. При масовому

надходженні поранених допускалося проведення відтермінованого спеціалізованого лікування в третю чергу, без погіршення загального стану поранених. Подачу в операційну проводили після проходження поранених «жовтої» групи з подальшим переведенням в хірургічне відділення після операції.

- II група «жовті» – після сортування в приймально-діагностичному відділенні в умовах масового надходження спеціалізоване лікування було відтерміноване протягом обмеженого періоду часу без погіршення загального стану поранених з подальшим направленням в операційну після поранених «червоної» групи.

- III група «червоні» - після проведення діагностичних та протишокових заходів в реанімаційному залі (протишокова палата), спеціалізоване лікування цієї групи проводили в першу чергу в операційній з подальшим переведенням поранених в реанімацію політравми;

- IV група «чорні» – після діагностичних, протишокових та реанімаційно-хірургічних заходів на операційному столі таких поранених розміщали в реанімації політравми окремо й призначали комплекс протишокових заходів, якщо на цей час вони ще мали ознаки життя, з надією зміни «несприятливого» прогнозу перебігу ТХ на «сумнівний».

Евакуаційно-транспортне сортування передбачало розподіл поранених за призначенням, черговістю, способами та засобами їх подальшої евакуації. При проведенні цього виду сортування визначали такі групи:

- I група «зелені» – після проведення спеціалізованого лікування, поранених переводили в ВМКЦ Східного регіону для проведення військово-лікарської комісії або в госпіталь для легкопоранених та лікарні міста;

- II група «жовті» та III група «червоні» – при необхідності поранених з ВДМТ переводили в високоспеціалізовані відділення та медичні центри міста. Після надання високоспеціалізованої медичної допомоги, їх евакуювали в лікувальні заклади четвертого рівня медичного забезпечення Міністерства оборони України.

В групі порівняння транспортування поранених з переднього краю здійснювали за допомогою підручного транспорту, в подальшому – броньованим санітарним транспортом (МТЛБ, МТЛБ-С, БММ, «Sakson»). Поранених з ВДМТ транспортували на обладнані у відносно безпечні точки передачі на відстань 1,5-2 км від зони бойових дій, куди одночасно з медичних рот висувався реаніобіль класу В з лікарем та оснащений необхідними медичними укладками. Після перекладання пораненого з броньованого транспорту в реаніобіль розпочинали проводити заходи першої лікарської допомоги паралельно з транспортуванням на другий рівень медичного забезпечення. Медичну евакуацію з другого на третій рівень здійснювали авіаційним (вертольоти Мі-8, рідше Мі-24), автомобільним (реаніобілі класу В та С) та залізничним транспортом (в оснащеному вагоні швидкісного потягу) в супроводі лікаря-анестезіолога та (або) фельдшера. З третього на четвертий рівень медичного забезпечення поранених евакуювали санітарним літаком або залізничним транспортом (табл. 4.16).

Із даних табл. 4.16 слідує що, в основній групі транспортування поранених з ВДМТ з першого рівня на другий у 75,0% випадків проводили реаніобілями та броньованим санітарним транспортом. При транспортуванні поранених групи порівняння переважала їх евакуація гвинтокрилами (59,4%), та підручним транспортом (18,2%), переважно не призначеним для транспортування військовослужбовців у тяжкому стані.

Означені данні підтверджували переваги удосконаленої організації системи медичної евакуації поранених з ВДМТ при проведенні ООС ($p < 0,01$). З другого рівня на третій в основній групі у 59,4% випадків проводили медичну евакуацію поранених гвинтокрилами та у 32,2% - залізничним транспортом. В групі порівняння транспортування гвинтокрилами поранених з ВДМТ проводили частіше на 17,2% випадків, а реаніобілями – в 14,8% порівняно з основною групою. В основній групі для медичної евакуації 32,0% поранених з ВДМТ з другого рівня на третій використовували залізничний транспорт ($p < 0,05$).

Характеристика досліджуваних груп залежно від способу транспортування на рівні медичного забезпечення

Вид транспортного засобу	Шляхи медичної евакуації в групах порівняння					
	Рівень 1 - Рівень 2		Рівень 2 - Рівень 3		Рівень 3 - Рівень 4	
	основна абс./ відн (%)	порівн. абс./ відн (%)	основна абс./ відн (%)	порівн. абс./ відн (%)	основна абс./ відн (%)	порівн. абс./ відн (%)
Підручний транспорт	6/4,7	39/18,2*	-	-		-
Броньований санітарний транспорт (МТЛБ, МТЛБ-С, БММ, Sakson)	26/20,3*	-	-	-		-
Реаніомобілі	96/75,0*	52/24,3	11/8,6	50/23,4*		-
Гвинтокрили Мі-8, Мі-24	-	123/57,5*	76/59,4	164/76,6*		-
Залізничний транспорт	-	-	41/32,0*	-	33/25,8	49/22,9
Санітарний літак «Віта»	-	-	-	-	95/74,2	165/77,1
	128	214	128	214	128	214

Примітка. * - статистична достовірність відмінностей в досліджуваних групах понад 95% ($p < 0,05$).

В основній групі для медичної евакуації поранених з ВДМТ з третього рівня на четвертий на 2,9% переважно використовували залізничний транспорт та на 2,9% менше – санітарні літаки. Але за означеним показником різниця в групах порівняння була не достовірною ($p > 0,05$).

В загальному масиві дослідження у 87 (25,4%) поранених з ВДМТ застосовували скорочену схему організації медичної евакуації. Поранених транспортували минаючи наступний рівень медичного забезпечення. Означена тенденція прослідковувалась в основній групі у 34 (26,6%) поранених з ВДМТ, а в групі порівняння – у 53 (24,8%) ($p > 0,05$) (табл. 4.17).

Характеристика груп порівняння залежно від способу транспортування поранених з ВДМТ на рівні медичного забезпечення за скороченням схеми медичної евакуації

Вид транспортного засобу	Скорочена схема медичної евакуації в досліджуваних групах			
	Рівень 1 - Рівень 3		Рівень 2 - Рівень 4	
	основна абс./відн (%)	порівняння абс./відн (%)	основна абс./відн (%)	порівняння абс./відн (%)
Реаніомобілі	4/3,0	11/5,2	3/2,3	3/1,4
Гвинтокрили Мі-8, Мі-24	4/3,0	18/8,5	4/3,1	21/9,8
Залізничний	4/3,0	-	15/11,7	-
Разом	12/9,0	29/13,7	22/17,1	24/11,2

Примітка. * - статистична достовірність відмінностей в досліджуваних групах понад 95% ($p < 0,05$).

Як видно з табл. 4.17, в групі порівняння відповідно до основної при скороченні схеми медичної евакуації, минаючи другий рівень, спостерігали збільшення частки поранених, яких транспортували реаніомобілями, на 2,2% та гвинтокрилами – на 5,5%. При цьому тільки в основній групі проводили транспортування поранених виключно залізничним транспортом в 3,0% випадків.

При порівнянні основної групи та групи порівняння за видом транспортування поранених при скороченні схеми медичної евакуації, минаючи 3 рівень медичного забезпечення, було встановлено наступне. В групі порівняння спостерігали збільшення медичної евакуації гвинтокрилами на 6,7% та зменшення транспортування реаніомобілями – на 0,9%. Тільки в основній групі проводили транспортування поранених залізничним транспортом в 11,7% випадків ($p < 0,01$).

Підсумовуючи результати проведення цього етапу дослідження, можна зробити висновок, що при проведенні ООС була визначена стійка тенденція до збільшення частки медичної евакуації поранених з ВДМТ залізничним

транспорт. При цьому визначалось достовірне зменшення частки використання авіамедичної евакуації поранених з поля бою на наступні рівні медичного забезпечення у зв'язку з високим ризиком ураження гвинтокрилів протиповітряною зброєю противника.

У всіх випадках медичної евакуації поранених з ВДМТ за скороченою схемою рішення медичних начальників ґрунтувалося на результатах динамічного медичного спостереження за тяжкістю БХТ та планіметричними розмірами ушкодження. В основній групі у 2 випадках медична евакуація з I на III рівень здійснювалась з резервного вертолітного майданчику, наближеного до лінії бойових дій, з метою більш швидкого надання спеціалізованої хірургічної допомоги при домінуючих черепно-мозкових ушкодженнях.

Означене вище дало змогу доставити поранених у спеціалізований нейрохірургічний стаціонар через 1,5 години з моменту поранення. Авіамедична евакуація гвинтокрилами з короткочасною посадкою для надання медичної допомоги на другому рівні здійснювалась з метою стабілізації стану поранених з ВДМТ (в деяких випадках навіть без зняття з борта) та дооснащенням необхідним обладнанням або підсиленням спеціалістами при перевантаженні даного рівня медичного забезпечення. Залізничний транспорт застосовувався для медичної евакуації поранених переважно з нетяжкими ВДМТ, або при нельотній погоді.

У всіх випадках скорочення схеми організації медичної евакуації з урахуванням тяжкості БХТ та планіметричних розмірів ушкодження сприяло отриманню позитивних результатів при проведенні спеціалізованого лікування поранених.

Важливим, на нашу думку, слід вважати дослідження термінів транспортування поранених з ВДМТ на рівні медичного забезпечення узагальнені результати яких наведені в табл. 4.18.

Характеристика досліджуваних груп залежно від термінів транспортування поранених з ВДМТ на рівні медичного забезпечення

Групи порівняння	Терміни транспортування поранених з ВДМТ на рівні медичного забезпечення, хв.		
	Рівні 1-2	Рівні 2-3	Рівні 3-4
Основна група (n ₁ =128)	34,8±3,9	154,5±8,3	165,8±9,9
Група порівняння (n ₂ =214)	66,1±5,6*	169,2±7,9	179,2±10,7
Разом (n=342)	50,5±4,8	161,9±8,1	172,5±10,3

Примітка. * - статистична достовірність відмінностей в групах порівняння понад 95% (p<0,05).

Із даних табл. 4.18 видно, що спостерігалась чітка тенденція до зменшення термінів медичної евакуації поранених з першого рівня на другий протягом «золотої» години 34,8±3,9 хв, що на 31,3±4,8 хв швидше ніж в групі контрольній.

Було встановлено, що широке використання броньованого санітарного транспорту при медичній евакуації з поля бою на перший рівень є вкрай необхідним для безпечного транспортування поранених з ВДМТ. Для транспортування поранених з ВДМТ з першого на другий рівень в основній групі використовували реаніомобілі класу В. Одночасно проводили протишокові заходи в обсязі першої лікарської допомоги.

Застосування скороченої схеми організації медичної евакуації, минаючи окремі рівні медичного забезпечення, необхідно з урахуванням тяжкості БХТ та планіметричних розмірів ВДМТ залежно від медичних та оперативних обставин.

В основній групі авіамедична евакуація поранених з ВДМТ проводилась з резервних вертолітних майданчиків, що були наближені до лінії бойових дій на 10-12 км. Для транспортування поранених з ВДМТ при домінуючій черепно-мозковій травмі, ушкодженнями органу зору, кисті або стопи евакуацію також проводили за скороченою схемою, з метою як

найшвидшої їх доставки в спеціалізовані клініки четвертого рівня медичного забезпечення.

Застосування послідовного маркування поранених з ВДМТ, які надходили на рівні медичного забезпечення, у відповідності до чотирьох сортувальних груп, дало змогу значно скоротити терміни початку протишокових заходів та кваліфікованої хірургічної допомоги, що також підтверджує ефективність розробленої і впровадженої диференційованої хірургічної тактики надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ.

Таким чином, з урахуванням недостатньо ефективної системи організації евакуації та оцінки стану поранених при проведенні АТО нами були проведені оригінальні організаційні заходи та медичні способи оцінки ступеня тяжкості функціонального стану поранених.

За результатами аналізу отриманих даних виявлено принципову зміну парадигми евакуації поранених з зони бойових дій. Визначено, що евакуацію поранених з певного рівня медичного забезпечення необхідно проводити тільки після стабілізації стану військовослужбовців, зупинки кровотечі та проведення комплексної протишокової терапії. Показниками можливості медичної евакуації є AdTS 7,0 балів та менше, а ПІ понад 2,0%.

Медичну евакуацію поранених з ушкодженнями органу зору, кисті та стопи необхідно здійснювати в першу чергу разом з військовослужбовцями «червоної» сортувальної групи в спеціалізовані клініки четвертого рівня медичного забезпечення.

Доведено, що з метою формування сортувальних груп поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення найбільш обґрунтованим слід вважати використання визначення планіметричних характеристик ушкоджень, комплексної оцінки тяжкості БХТ на основі шкали AdTS та ПІ. Показники, що визначають тяжкість БХТ означених методик, відповідають наступним градаціям: нетяжка (AdTS <5 балів), тяжка (AdTS 5-9 балів) та вкрай тяжка БХТ (AdTS > 9 балів).

Висновки за розділом 4

1. Встановлено, що особливостями надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ на першому рівні медичного забезпечення в групах порівняння було збільшення питомої ваги накладання транспортної іммобілізації на 28,7% в основній групі, знеболення – на 14,3%, накладання джгутів типу САТ при зовнішній кровотечі - на 14,8%, проведення інфузійної терапії - на 11,6% порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

2. Доведено, що особливостями надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ на другому рівні в групах порівняння було збільшення питомої ваги проведення зберігальної ПХО рани на 24,2% в основній групі, накладання АЗФ при переломах довгих кісток – на 13,0%, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань та діагностичних пункцій під УЗД контролем порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$). Запропонована хірургічна тактика призвела до збільшення питомої ваги нетяжкої БХТ в основній групі на 6,3%, а використання зберігальної ПХО рани – до переважання середніх ВДМТ на 12,5% порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

3. Визначено, що особливостями надання спеціалізованої допомоги пораненим з ВДМТ на третьому рівні (основна група) було збільшення питомої ваги проведення повторних хірургічних обробок рани на 20,4%, у зв'язку з проведенням зберігальної ПХО рани, фасціотомії – на 17,9%, вакуум-терапії – на 32,2%, УЗК – на 28,9%, а також частішим було використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань відповідно таких показників у групі порівняння ($p < 0,05$). Означена хірургічна тактика призвела до переважання питомої ваги середніх ВДМТ в основній групі на 7,3% та зменшення надвеликих дефектів на 3,5%, надвеликих – на 6,6% ($p < 0,05$).

4. Встановлено, що особливостями спеціалізованого лікування поранених на четвертому рівні (основна група) було зменшення питомої ваги ВХО рани на 16,8%, у зв'язку з суттєвим зменшенням епізодів нагноєнь.

Хірургічне лікування вказаного контингенту хворих характеризувалося збільшенням питомої ваги проведення повторних хірургічних обробок рани на 25,6%, фасціотомії – на 10,6%, вакуум-терапії – на 18,2%, УЗК – на 11,3%, заміни методу остеосинтезу при загоєнні рани – на 12,0%, реалізація мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ в повному обсязі, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань відповідно таких показників у групі порівняння ($p < 0,05$).

5. Визначено, що при наданні медичної допомоги пораненим з ВДМТ на першому та другому рівнях медичного забезпечення лікувальну тактику необхідно визначати відповідно до планіметричної класифікації вогнепальних ушкоджень, оцінки тяжкості травми за шкалою AdTS та показниками перфузійного індексу. Пораненим з нетяжкою БХТ (середні ВДМТ, 1-4 бали за AdTS, ПІ $> 4\%$) допомогу надавати в повному обсязі, з тяжкою (великі ВДМТ, 5-9 балів за AdTS, ПІ 2-4%) - у скороченому, з вкрай тяжкою (надвеликі ВДМТ, за AdTS > 9 балів, ПІ $< 2\%$) - за тактикою контролю ушкоджень.

6. Доведено, що визначення лінійних розмірів ран дає змогу класифікувати ранові дефекти як малі ($< 2 \text{ см}^2$), середні ($2-50 \text{ см}^2$), великі ($51-200 \text{ см}^2$) та надвеликі ($> 200 \text{ см}^2$) з урахуванням анатомічних зон ушкодження. Запропонована і впроваджена тактика хірургічного лікування вогнепальних ушкоджень на рівнях медичного забезпечення відповідно до мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ, що дозволило удосконалити визначення лікувально-евакуаційного призначення поранених.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Хоменко І.П., Лурін І.А., Усенко О.Ю., Клименко М.О., Якімова Т.П., Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Гуменюк К.В., Тертишний С.В., Слесаренко К.С. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2020. – 400 с.

2. Салютін Р.В., Каштальян М.А., Лурін І.А., Хоменко І.П., Негодуйко В.В., Михайлусов Р.М., Гуменюк К.В., **Тертишний С.В.** та ін. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2021. – 385 с.
3. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Луговий С.В. Використання повношарового клаптя за методикою Кейстоун при реконструкції передньої черевної стінки (клінічне спостереження) // Хірургія України. – 2020. - № 3. – С. 65-70.
4. Khomenko I.P., Lurin I.A., Korol S.O., Shapovalov V.Yu., Hrebennikov K.O., Halushka A.M., **Tertyshnyi S.V.**, Matviichuk D.V. Organization of sorting and surgery of wounds with soft tissue defects during the joint force surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2020. – Vol. 10, N1. – P. 259-269.
5. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.** Організація діагностики та динамічне спостереження при реконструктивному відновлюванні вогнепальних ран м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2020. - № 2 (101). – С. 119-125.
6. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Михайлусов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Перший етап реконструкції дефектів м'яких тканин при вогнепальному пораненні // International Academy Journal Web of Scholar. – 2020. - №6 (48). – P. 31-35.
7. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., Михайлусов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Використання мультимодального підходу під час реконструкції вогнепальних дефектів нижніх кінцівок (клінічний випадок) // Science Review. – 2020. - №7 (34). – С. 15-22.
8. **Тертишний С.**, Хоменко І., Гуменюк К., Король С., Цема Є., Дубенко Д., Михайлусов Р., Гринчук М., Попова О. Мета-аналіз класифікацій дефектів м'яких тканин та обґрунтування оптимального об'єму та методу хірургічної реконструкції // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2021. – Т. 121, №1. – С. 112-123.
9. Khomenko I.P., Tsema E.V., Shapovalov V.Yu., **Tertyshny S.V.**, Yermuraki P.P. Original method of the frontal abdominal wall defect reconstruction

- using the principle of the reconstructive-restorative surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2021. – Vol. 11, N 1. – P. 372-378.
10. **Тертишний С.В.**, Попова О.М., Гринчук М.М., Вастьянов Р.С. Мета-аналіз класифікацій дефектів м'яких тканин та обґрунтування оптимального об'єму та методу хірургічної реконструкції // Актуальні проблеми транспортної медицини. – 2021. - № 4 (66). – С. 80-93.
 11. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Makarov V.V., Kvasnevskiy I.Y., Kvasnevskiy O.A. Prospects of the high-speed multimedia data transmission technologies use in the structure of the system for providing aid to injured persons having a gunshot defect of soft tissues // Wiadomości Lekarskie Medical Advances (SCOPUS). – 2023. – Vol. 76, Iss. 5 (part II). – P. 1191-1198.
 12. Лурін І.А., Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Косинський О.В., Бузмаков Д.Л., Вайс Б. Клінічний випадок використання концепції моніторингу при лікуванні вогнепального дефекту м'яких тканин колінного суглоба // Медичні перспективи (SCOPUS). – 2023. – Т. 28, №2. – С. 197-207.
 13. **Тертишний С.В.** Мультимодальний підхід реконструкції вогнепальних ран з пошкодженням м'яких тканин. Міжгалузева щорічна науково-практична конференція. Інтегративна медицина: досягнення та перспективи (хірургічна секція) в рамках засідання асоціації травматологів м. Маріуполя 11-12 червня 2020 р
 14. **Тертишний С.В.** Реконструктивна модель закриття дефектів м'яких тканин вогнепальних ран. Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція 12-13 вересня 2019 року м. Одеса.
 15. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Tsema Ye.V, Slesarenko K.S. Grinchuk M.M. Reconstructive model for closing defects of the soft tissue gunshot wounds. 10-12 October 2019 Poznan

16. **Tertyshnyi S.V.** Complex Surgical Treatment of Gunshot Wounds. APFSRM 8th National Congress of the Turkish Society for Reconstructive Microsurgery (TSRM) 09-13 May 2018 Antalya, Turkey.
17. Igor Khomenko, Vitaliy Shapovalov, **Sergey Tertyshnyi**, Volodimir Negoduiko A multimodal surgical approach during the treatment patients with infectious complications of gunshot wounds in the East of Ukraine“ 30 th ECCMID Paris France 18-20 April 2020
18. І. П. Хоменко, К. В. Гуменюк, С. О. Король, Р. М. Михайлусов, **С. В. Тертишний**, М.М. Гринчук, О. М. Попова. Диференційована хірургічна тактика у поранених з дефектами м'яких тканин на IV рівні медичного забезпечення. Сучасні аспекти військової медицини випуск 27. 01-02.10.2020 р. ст. 41.
19. **S.V. Tertyshnyi** “Clinical case of the multimodal scheme using for limbs and frontal thorax soft tissues reconstruction” XXIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology November 30, 2020 Warsaw, Poland
20. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Модернізований підхід відновлення вогнепальних поранень з дефектом м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса
21. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Зарванський Д.І. Динамічне спостереження під час реконструкції вогнепальних пошкоджень м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса
22. **Тертишний С.В.**, Гуменюк К.В., Майданюк В.П. Зміна поглядів на диференційне лікування вогнепальних поранень м'яких тканин, з врахуванням майбутніх реконструктивних етапів. Науково – практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» м. Харків 28-29.04.2021р.

23. І.П. Хоменко, К.В. Гуменюк, С.О. Король, **С.В. Тертишний**, М.М. Гринчук, О.М. Попова. Патент на корисну модель «Продукт для впровадження аутодермопластики РШК у поєднанні з імпульсним негативним тиском під час комплексного лікування вогнепальної рани» № а 2020 07435 23.11.2020 р.
24. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Захватний інструмент горизонтального типу для видалення малих сторонніх тіл м'яких тканин. Патент України №153158. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 24.05.2023. - Бюл. №21. – 4 с.
25. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Інструмент магнітний з асиметричним зубом для видалення фіксованих феромагнітних сторонніх тіл. Патент України №153258. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 08.06.2023. - Бюл. №23. – 4 с.
26. Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Горолюк Д.О., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С.В.** Пристрій захватний вертикального типу для видалення сторонніх тіл малих розмірів, розташованих поверхнево. Патент України №153702. – Заявлено 02.12.2022; Опубл. 16.08.2023. - Бюл. №33. – 4 с.
27. Хоменко І.П., Цема Є В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Шкляревич П.О. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування // Хірургія України. - 2018. - № 1. - С. 7-13

РОЗДІЛ 5

ДИСТАНЦІЙНЕ ТЕРМОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИВНИХ ТКАНИН У ПОРАНЕНИХ З ВОГНЕПАЛЬНИМИ ТА ВИБУХОВИМИ РАНАМИ

5.1 Характеристика даних термографії в ділянці країв вогнепальних та вибухових ран

Дистанційне тепловізійне обстеження тіла людини має величезну перевагу перед деякими іншими способами отримання об'єктивної інформації про зміни його температурного стану. Це полягає в тому, що дослідник, отримуючи термограму значних ділянок поверхні шкіри, легко може виділити зони з найбільш низькими або, навпаки, високими значеннями температур, в подальшому акцентуючи увагу на обраних ділянках. Також даний метод дослідження є неінвазивним, безпечним і абсолютно не має протипоказань.

В клініці було проведено порівняльний аналіз поверхневої температури симетричних зон тулуба здорових людей без наявності будь-яких ушкоджень, а також у поранених при наявності вогнепальних й вибухових ушкоджень.

Величина поверхневої температури тіла людини зазвичай приймаються рівною $33,8^{\circ}\text{C}$. Проте, її абсолютні значення для різних ділянок тіла в нормі не однакові. Для умов комфорту середня температура різних ділянок тіла відповідає наступним величинам (в $^{\circ}\text{C}$): лоб - $34,4 \pm 0,5$, груди - $33,6 \pm 0,3$, живіт - $34,2 \pm 0,3$, спина - $33,4 \pm 0,2$, поперек - $34,3 \pm 0,4$, плече - $33,0 \pm 0,3$, передпліччя - $32,6 \pm 0,4$, кисть - $31,5 \pm 0,5$, стегно - $32,8 \pm 0,2$, гомілка - $32,5 \pm 0,3$, стопа - $30,4 \pm 0,4$.

Вивчаючи симетричність температурних характеристик тіла людини нами були отримані подібні значення (Рис. 5.1).

Програма статистичного аналізу пропонує можливість в реальному часі увиявити графічно, встановлені закономірності розподілу цифрових значень пікселів. Приклад графічного представлення даних розподілу максимальних за яскравістю (L) пікселів при скринінговому цифровому аналізі неушкодженої шкіри на рис 5.2.

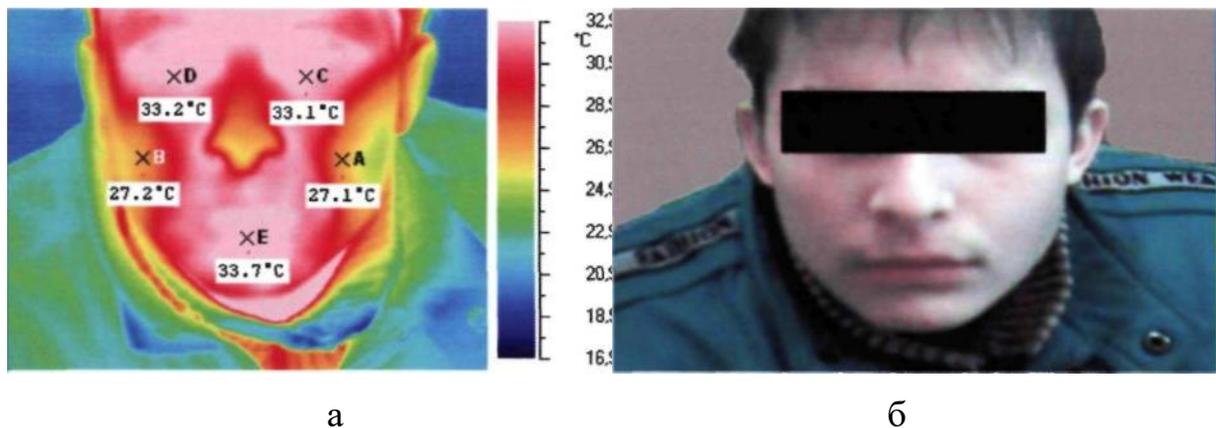


Рис. 5.1. Обличчя здорової людини

На осі ординат зазначено числове значення компонент пікселів (від 0 до 255), на осі абсцис кількість досліджених об'єктів.

Деяким пацієнтам з наявністю вогнепальних та вибухових ран, які знаходилися на лікуванні у клініці торакальної хірургії, термічних уражень та хірургічної інфекції ВМКЦ ПР МО України за «сліпою» виборкою проведено термометричне дослідження.

У групу дослідження увійшли 26 поранених з вогнепальними та вибуховими пораненнями м'яких тканин у віці від 17 до 45 років. При дистанційній термографії в проекції осередків країв вогнепальних та вибухових ран до проведення лікування у 24 (92,3 %) поранених досліджуваної групи у прогресуючій стадії (наявність віночка лілового, рожево-синюшного кольору з фіолетовим відтінком, який переходив в незмінену шкіру, що по суті й було критерієм активності процесу) були виявлені ділянки гіпертермії, що свідчило про наявність запалення в зазначених осередках (рис. 5.4-5.6).

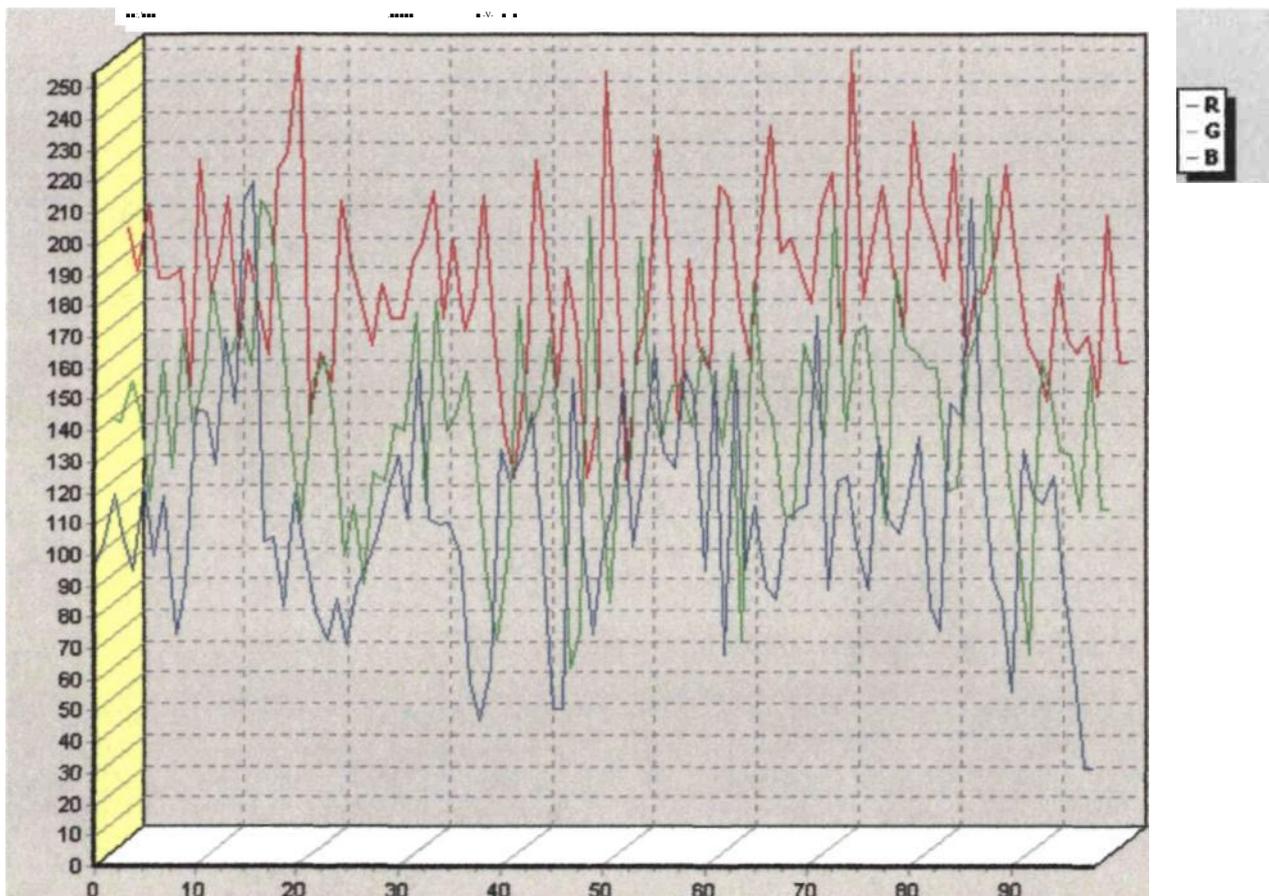
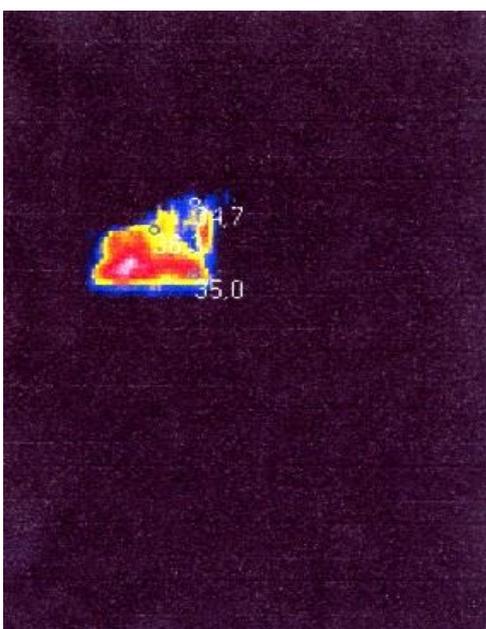


Рис. 5.2. Графічне представлення даних розподілу максимальних за яскравістю (L) пікселів при скринінговому цифровому аналізі неушкодженої шкіри



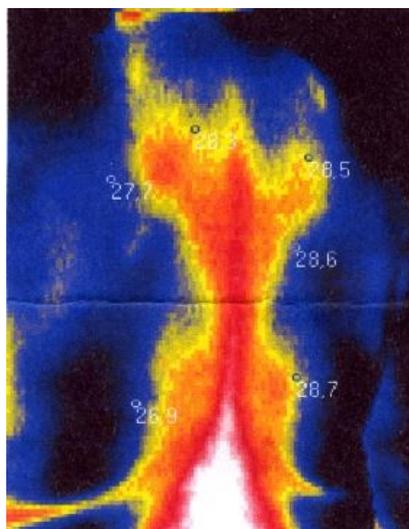
Рис. 5.3. Обличчя людини із вибуховою травмою



а)

б)

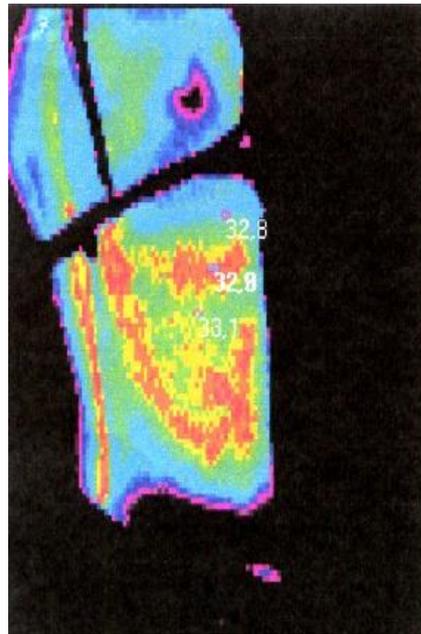
Рис. 5.4 Термограма (а) та фото (б) пораненого Ч., 35 років із вогнепальною раною в прогресуючій стадії до проведення лікування



а)

б)

Рис. 5.5 Термограма (а) та фото (б) пораненого К., 49 років із вогнепальною раною в прогресуючій стадії до проведення лікування

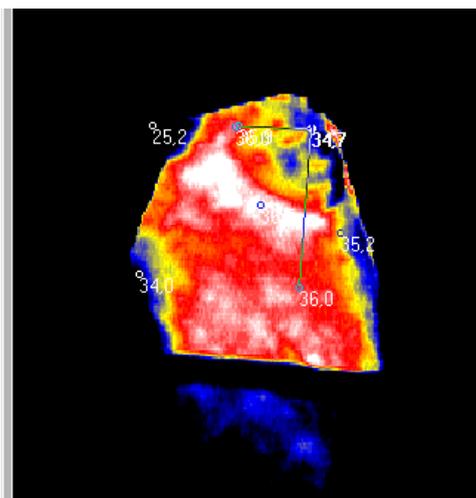


а)

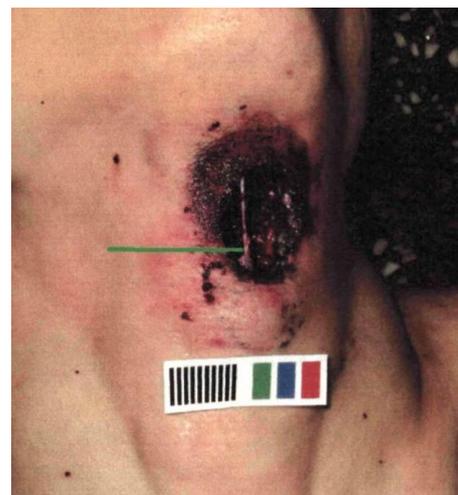
б)

Рис. 5.6 Термограма (а) та фото (б) пораненого В., 40 років із вогнепальною раною в прогресуючій стадії до проведення лікування

Як правило, найвищі значення температури у поранених в прогресуючій стадії до проведення лікування фіксувалися нами ексцентрично, з їх максимумом в зонах, розташованих трохи нижче змінених осередків країв вибухової рани (рис. 5.7).



а



б

Рис. 5.7 Термограма і фото пораненого К., 32 років із вогнепальним пораненням шиї в прогресуючій стадії до проведення лікування

У той же час у поранених в прогресуючій стадії при дещо більшій величині змінених осередків країв вогнепальної рани, появі інтерстиційного набряку м'яких тканин в його зоні, суб'єктивній хворобливості ураженої анатомо-функціональної ділянки тулуба, зміни на термограмі до проведення лікування мали достатньо чіткий і однозначний характер (рис. 5.8).

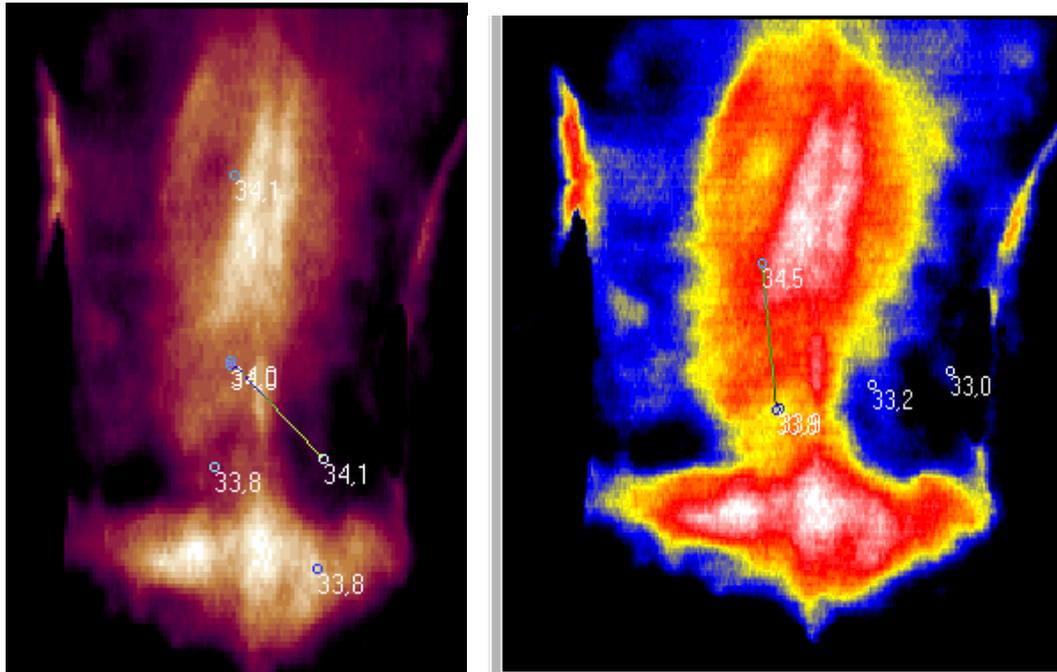
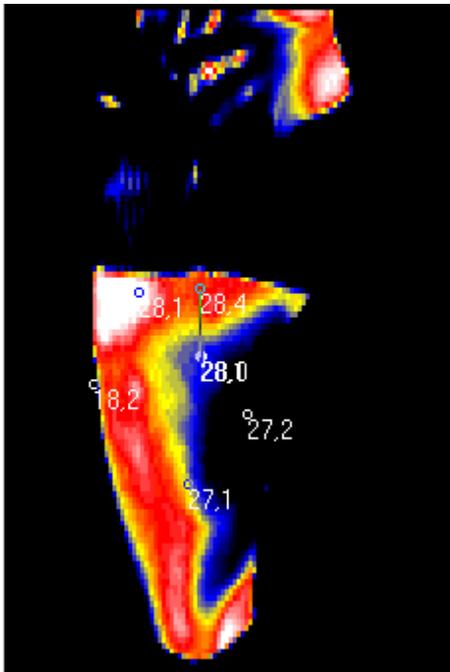


Рис. 5.8 Термограми і фото пораненого Г., 37 років із зміненими осередками країв вогнепальної рани до проведення лікування

Також у 2 (7,7%) поранених в стадії атрофії шкіри, в проекції змінених осередків країв вогнепальних та вибухових ран при дистанційній термографії були виявлені ділянки гіпотермії, що свідчило про наявність процесів склерозування в даних осередках.

Після проведеної терапії у поранених досліджуваних груп спостерігалася наступна тепловізійна картина запалення змінених осередків країв вогнепальних та вибухових ран. Зокрема, звертаючи увагу на розміри патологічно зміненої шкіри і ступінь підвищення температури в даній ділянці, відзначали візуально наявність чіткої кореляційної залежності між

цими величинами. При ураженнях відносно невеликої величини, які часто вже не супроводжуються наявністю суб'єктивних проявів, скарг з боку пораненого, не спостерігалось порушень симетричності розподілу температур щодо вертикальної вісі тулубу (рис. 5.9-5.10).



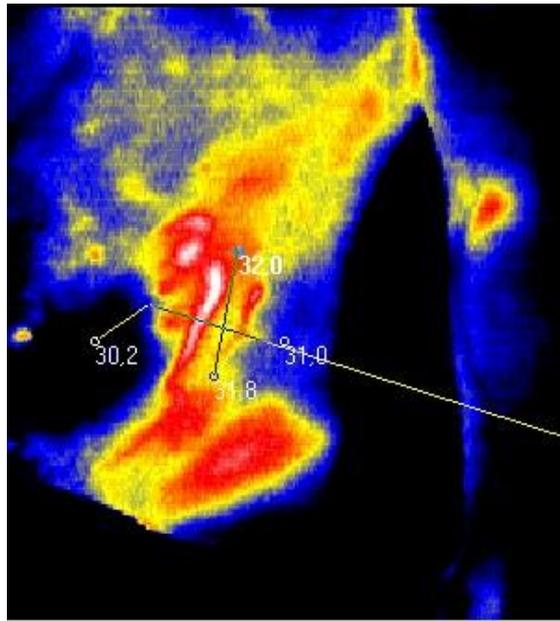
а



б

Рис. 5.9 Термограма (а) та фото (б) пораненого Р., 45 років із вибуховою раною після проведення курсу комплексної терапії

Слід підкреслити, що при регресі візуальних проявів патологічних змін на шкірі (зменшення щільності, інтерстеційного набряку та регрес проявів запалення) при дистанційній термографії після початку комплексної терапії в осередках країв вогнепальних та вибухових ран були виявлені ділянки гіпертермії, що свідчить про наявність пролонгації запальних процесів у проекції даних осередків й потребує продовження лікування цим постраждалим, а також ділянки гіперемії в ряді випадків (7 поранених) виявлялися до появи клінічних ознак прогресування ускладненого перебігу травматичній і ранової хвороб.



а)

б)

Рис. 5.10 Термограма (а) та фото (б) пораненого М., 22 років, із вогнепальною раною після проведення курсу комплексної терапії

Було встановлено пряму залежність між клінічними проявами, клініко-інструментальними та клініко-лабораторними змінами і ділянками гіпертермії у 15 постраждалих обстежуваної групи, яка склала 57,7%. Також пряма залежність між клінічними проявами та ділянками гіпертермії була виявлена у 11 обстежуваних постраждалих, що склало 42,3%. У 2 поранених групи, що обстежується (7,7%) – встановлено пряму залежність між клінічними проявами у вигляді атрофії шкіри країв ран в осередках ураження і ділянками гіпотермії на термограмах.

Проведені раніше дослідження і методики дистанційного тепловізійного обстеження тіла людини, які засновані на реєстрації поверхневої температури, передбачають її вимір в центральному осередку ураженої шкіри з прийняттям в якості контролю зони, віддаленої від нього на відстань, яка дорівнює його діаметру або належить симетричній ділянці тіла.

Проводячи своє дослідження, ми відразу ж були змушені виключити такі умови, що підлягали суворому дотриманню, тому що навіть на самих перших етапах своєї роботи констатували, що далеко не у всіх випадках

область максимальних значень температури осередку країв вогнепальних та вибухових ран відповідала його геометричному центру, що пояснюється стадійністю процесу і особливостями осередку при бойовій травмі: склерозування в центральній частині і прогресування шляхом периферичного зростання, формування зони запалення і індурації в периферичних відділах осередка - в прогресуючій стадії.

При вивченні числових значень пікселів можна достовірно встановити зміни в характері зображення, які в ряді випадків невлімові при візуальній оцінці. На числові значення пікселів не впливають технічні характеристики пристроїв відображення інформації комп'ютера (характеристики процесора, відеокарти, монітора), вони не залежать від психофізіологічного стану експерта і досвіду його роботи, тобто являють собою об'єктивну інформацію про зображення (Рис. 5.11).

Таким чином, впровадження цифрового аналізу в дослідженні морфологічних шкірних проявів відкриває нові можливості у діагностиці перебігу ранового процесу при вогнепальних і вибухових пораненнях.

Слід підкреслити, що кореляція даних про теплову інерцію, визначену за допомогою тепловізора та даних про швидкість кровотоку, виміряну за допомогою доплеровського сканеру, говорить про можливість використання тепловізора для дослідження поверхневої перфузії крові.

Надалі неодноразово були отримані підтвердження даного твердження, що зажадало від нас корекції методики отримання числової інформації про температуру ураженого шкірного осередку країв вогнепальних та вибухових ран.

Зокрема, було вирішено досліджувати всю ділянку, що уражена патологічними змінами у вигляді локальних осередків країв вогнепальних та вибухових ран, порівнюючи її з симетричною ділянкою тіла і при наявності достовірних їх відмінностей, фіксувати її максимальну і мінімальну температури, приймаючи їх як величини для подальшої обробки за допомогою математичного аналізу. Середні значення поверхневої

температури за даними проведеної термометрії областей тулуба в їх симетричному порівнянні представлені в табл. 5.1.

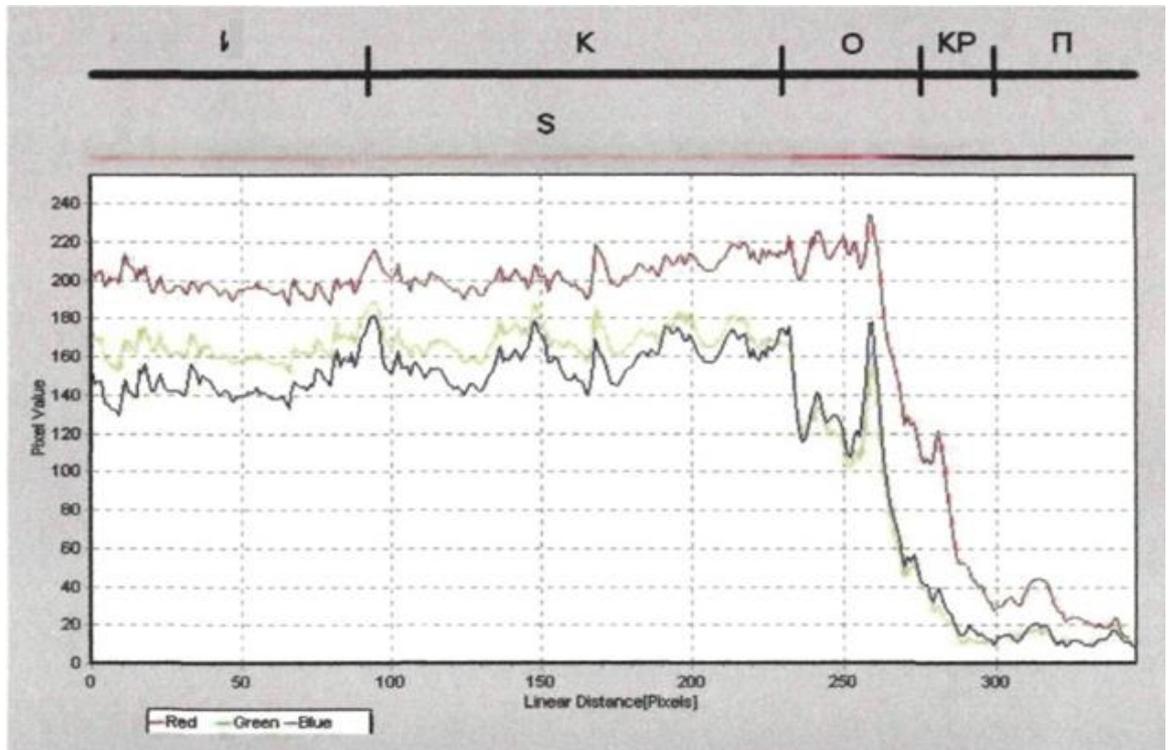


Рис. 5.11. Графічне представлення числових значень пікселів в зоні сканування «S». «S» - зона сканування, R, G, B - значення відповідно червоних, зелених і синіх складових пікселів в колірному просторі RGB; ділянки графіків: «І» - відповідає інтактні ділянки шкіри на зображенні, ділянка «К» - синці, ділянка «О» - осаднення, ділянка «КР» - краю рани, ділянка «П» - просвіту рани. Linear Distance (Pixels) - порядкові номери пікселів аналізованого ділянки, Pixel Value - Величина складових пікселя

Як впливає з представлених в таблиці даних спостережень, середня температура вивчених ділянок практично повністю відповідає літературним даним, а розподіл температур щодо осі симетрії тулуба у них незначний.

Симетричність температур тіла постраждалих із вогнепальними та вибуховими ранами м'яких тканин тулуба й кінцівок

Область	t °C зліва	t °C справа	Середня t, °C	n
Обличчя і шия	33,7±0,1	33,8±0,1	33,8	2
Груди	33,7±0,1	33,5±0,1	33,6	4
Живіт	34,5±0,1	34,6±0,1	34,4	6
Спина	33,5±0,1	33,6±0,1	33,6	4
Сідниці	33,2±0,1	33,3±0,1	33,2	1
Плечі	32,9±0,1	32,7±0,2	32,8	1
Передпліччя	32,3±0,1	32,4±0,1	32,4	3
Стегна	32,7±0,1	32,6±0,1	32,6	2
Гомілки	31,9±0,2	32,3±0,2	32,2	3
Всього спостережень				26

Для математичного підтвердження даного положення спільно зі співробітниками кафедри математичного моделювання Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова проведено статистичне дослідження, що полягає в парному порівнянні отриманих значень температур між собою з використанням методу Дана.

Вибір того чи іншого методу парного порівняльного аналізу (Стюдента, Дана та ін.) обумовлений характером розподілу даних в досліджуваних групах і дотриманням правила рівності дисперсій. Виходячи із зазначених умов, робиться висновок на користь параметричних, або непараметричних методів статистичного аналізу.

Відповідно, на першому етапі дослідження необхідно було переконатися в тому, що розподіл числових даних в порівнюваних групах характеризується нормальним типом, для чого далі був проведений розрахунок асиметрії і ексцесу за допомогою статистичної програми SPSS 13,0 for Windows (табл. 5. 2).

Значення асиметрії та ексцесу, що характеризують тип розподілу даних у
групах досліджуваних ділянок тулуба поранених

Область	Ліворуч		Праворуч	
	Асиметрія	Ексцес	Асиметрія	Ексцес
Обличчя і	0,328	1,425	-0,856	0,843
Груди	1,042	0,775	-0,227	0,284
Живіт	-0,652	0,183	0,375	0,352
Спина	-0,183	-1,932	0,583	-0,968
Сідниці	0,382	-0,780	1,572	0,295
Плечі	1,003	0,337	-0,998	0,994
Передпліччя	0,629	1,845	1,328	0,162
Стегна	-0,283	1,005	-0,552	1,056
Гомілки	0,643	0,386	0,372	-1,633

Як впливає з наведеної таблиці, розподіл даних в порівнюваних групах відрізнявся від нормального типу. Як наслідок, стає очевидним вибір на користь непараметричних методів статистичного аналізу, а перевірка рівності дисперсій не є необхідною. Як і багато інших непараметричні методи, критерій Данна вираховували, виходячи з рангів, які присвоюються значенням в досліджуваних групах (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Значення середнього рангу та кількості спостережень
у досліджуваних групах поранених

Область	Середній ранг		n
	Ліворуч	Праворуч	
Обличчя і шия	54,4	23,7	2
Груди	43,3	56,4	4
Живіт	65,6	32,3	6
Спина	23,6	47,7	4
Сідниці	54,3	37,5	1
Плечі	77,8	56,2	1
Передпліччя	34,4	53,8	3
Стегна	26,6	74,5	2
Гомілки	34,5	42,4	3
Усього спостережень			26

Результати порівняння за критерієм Дана представлені у табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Обчислене значення критерію Дана в співвідношенні з його критичною

величиною для порівнюваних пар при $P > 0,95$

Обчислене значення критерію Дана в співвідношенні з його критичною величиною для порівнюваних пар при $P > 0,95$

Область	Критерій Q	Критичне значення
Обличчя і шия	1,732	3,368
Груди	0,273	3,368
Живіт	0,338	3,261
Спина	1,854	3,529
Сідниці	1,006	3,124
Плечі	0,463	3,368
Передпліччя	0,554	3,529
Стегна	1,062	3,699
Гомілки	0,884	3,744

Як випливає з результатів парного порівняльного аналізу, поверхнева температура симетричних осередків одних і тих же ділянок тулуба в нормі достовірно не розрізнялася.

Таким чином, оскільки температура симетричних ділянок різних регіонів тулуба в нормі достовірно не розрізнялася, існує можливість прийняття в якості контрольної величини значення температури ділянки, симетричної вогнепальним й вибуховим ураженням.

У деяких випадках (при розташуванні ураження на всій площі осередку криві ран аналізованої поверхні тулуба) це нами буде враховуватися.

Значення асиметрії і ексцесу показників, що характеризують тип розподілу значень температури в ділянках ураженої і здорової шкіри, наведені в табл. 5.5.

Оскільки порівнювані групи характеризуються нормальним типом розподілу, на наступному етапі дослідження проведена перевірка рівності дисперсії, здійснювана з використанням F-критерію, яка показала наступні результати, що наведені в табл. 5.6.

Значення асиметрії і ексцесу, що характеризують тип розподілу значень температури у ділянках ураженої і здорової шкіри поранених

Область	Ділянки ураженої шкіри		Ділянки здорової шкіри	
	Асиметрія	Ексцес	Асиметрія	Ексцес
Обличчя і	0,228	-0,709	0,372	-0,473
Груди	0,484	0,111	0,734	0,337
Живіт	-0,389	-0,428	-0,326	0,328
Спина	0,419	-0,761	0,462	-0,228
Сідниці	0,228	-0,514	-0,538	-0,853
Плечі	-0,075	-0,360	-0,274	0,483
Передпліччя	0,110	-0,072	0,446	-0,112
Стегна	0,327	0,112	0,285	0,327
Гомілки	0,538	0,026	-0,574	-0,437

Таблиця 5.6

Результати перевірки рівності дисперсій порівнюваних груп поранених

Область	Значення F обчислене	Значення F критичне
Обличчя і шия	1,453	2,950
Груди	1,004	3,310
Живіт	1,743	2,750
Спина	1,008	2,750
Сідниці	1,983	3,180
Плечі	1,116	3,110
Передпліччя	1,128	3,090
Стегна	1,743	2,950
Гомілки	1,097	2,750

З даних таблиці випливає, що вимога рівності дисперсій для аналізованих груп дотримується, що призвело нас до можливості застосування параметричних методів парного порівняльного аналізу, в якості якого, на даному етапі, адекватно застосуємо метод порівняння середніх з використанням t-критерію Стьюдента (табл. 5.7).

Обчислене значення критерія Стьюдента в співвідношенні до його критичної величини для порівняльних пар у поранених

Область	Значення t обчислене	Значення / критичне
Обличчя і шия	5,843	2,101
Груди	6,328	2,101
Живіт	6,093	2,080
Спина	5,374	2,080
Сідниці	8,682	2,110
Плечі	7,438	2,120
Передпліччя	4,218	2,120
Стегна	3,273	2,101
Гомілки	5,943	2,080

Як впливає з результатів парного порівняльного аналізу, поверхневі температури ураженої і здорової ділянок шкіри достовірно різняться. Отже, застосовуваний для проведення нашого дослідження тепловізор ТК-1 (чи FLIR C 2 на другому етапі – Донецька область), незважаючи на відносно невелику його роздільну здатність, може бути цілком коректно використаний для отримання об'єктивної кількісної інформації про температуру патологічно змінених ділянок поранених із вогнепальною раною.

Оскільки метою нашого дослідження є термодіагностика патологічно змінених осередків країв шкірних покривів вогнепальних та вибухових ран, не можна залишити без уваги можливість реєстрації за допомогою тепловізора змін температури в області патологічно змінених осередків. Показовим і вірним, з точки зору статистичного дослідження, є розподіл температур за давністю перебігу ранового процесу і порівняння їх диференціальних показників (різниці між значенням температури в ділянках ураженої і здорової шкіри) між собою.

Для цього були тимчасово об'єднані всі розглянуті вище групи різних областей тулуба поранених і проведена їх розбивка за часом перебігу

ранового процесу без урахування локалізації ураження шкірних покривів.

Показники диференціальної температури протягом доби перебігу ранового процесу при вогнепальному пораненні представлено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8

Значення диференціальної поверхневої температури (A_t) відповідно до давності перебігу ранового процесу при вогнепальних пораненнях

Давність поранення	A_t	Ст. відхилення	n	Помилка сер.
До 1 доби	2,568	0,264	4	0,054
1-5 діб	2,064	0,421	16	0,064
Більше 5 діб	1,002	0,265	6	0,044

Проведена перевірка розподілу даних в сформованих групах показала, що вони характеризуються типом розподілу, відмінним від нормального, в зв'язку з чим для порівняльного аналізу найбільш доцільним стало використання непараметричних методів статистичного аналізу (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Значення асиметрії і ексцесу, що характеризують тип розподілу значень в досліджуваних групах поранених

Давність поранення	Асиметрія	Ексцес
До 1 доби	1,249	0,652
1-5 діб	1,843	0,263
Більше 5 діб	0,983	0,962

Відповідно, як і раніше, використовували метод Дана, який є непараметричним аналогом добре відомого способу Ньюмена-Кейлса.

Таким чином, температура ураженої ділянки шкіри пораненого із вогнепальною раною, достовірно змінюючись залежно від тривалості поранення, об'єктивно реєструється тепловізором ТК-1 на третьому рівні на FLIR C 2 на другому рівні надання медичної допомоги, який, відповідно,

може бути використаний для об'єктивної констатації наявності і діагностики градієнта температур в зоні ураженого шкірного осередку у постраждалих їх вогнепальними ранами.

Проте, для створення однорідних груп і високої достовірності суджень, що є необхідною умовою будь-якого наукового дослідження, розробці критеріїв і способів їх використання повинна передувати перевірка залежності їх від комплексу факторів, які враховуються.

5.2 Вибір оптимальної зони дослідження термографічного скринінгу вогнепальної трансформації пошкодженої анатомічної структури

Регіонарні особливості зміни температури тулуба поранених у відповідь на наявність вогнепального та вибухового поранення.

Різні ділянки тулуба людини, маючи в нормі індивідуальну середню температуру, зумовлену існуванням особливостей в ступені їх кровопостачання і іннервації, демонструють різну здатність до адаптації при наявності вогнепального та вибухового поранення.

Природно, що наявність таких особливостей зумовлює необхідність вивчення температури шкіри уражених зон різної регіонарної приналежності.

Для перевірки припущення про наявність індивідуальних відмінностей середніх температур досліджених ділянок тулуба з осередками патологічно змінених країв вогнепальних та вибухових ран в залежності від їх регіонарної приналежності анатомо-функційної ділянки був проведений порівняльний міжгруповий аналіз.

Як і раніше, проведенню його передувало дослідження пацієнтів досліджуваних груп на дотримання рівності дисперсій і приналежність їх до нормального типу розподілу, дані про що наведені в табл. 5.10 та 5.11.

Оскільки вимогу рівності дисперсій нами дотримано, коректним є

використання параметричних методів статистичного аналізу, в якості яких нами використаний метод множинного парного порівняння середніх із використанням критерію Ньюмена-Кейлса - q (табл. 5.11).

Таблиця 5.10

Значення асиметрії і ексцесу диференціальної температури груп патологічно змінених країв вогнепальних та вибухових ран різної регіонарної приналежності

Ділянка	Асиметрія	Ексцес
Обличчя і шия	0,372	-0,572
Груди	0,845	-0,463
Живіт	-0,362	0,734
Спина	-0,563	0,463
Сідниці	0,372	-0,533
Плечі	-0,673	-0,112
Передпліччя	-0,574	0,856
Стегна	0,472	0,432
Гомілки	0,286	-0,226

Таблиця 5.11

Результати перевірки рівності дисперсій порівнюваних груп поранених (обчислене значення F в співвідношенні з критичним)

	Гомілки	Стегна	Передпліччя	Плечі	Сідниці	Спина	Живіт	Груди
Обличчя, шия	1,151*	1,463*	1,432*	1,194*	1,057*	1,055*	1,185*	1,351*
Груди	1,174*	1,083*	1,060*	1,131*	1,278*	1,280*	1,140*	
Живіт	1,030*	1,234*	1,209*	1,008*	1,121*	1,123*		
Спина	1,091*	1,386*	1,357*	1,132*	1,001*			
Сідниці	1,089*	1,384*	1,355*	1,130*				
Плечі	1,038*	1,225*	1,199*					
Передпліччя	1,244*	1,021*						
Стегна	1,271*							

Примітка: * вимога рівності дисперсій дотримується

Згідно з даними, отриманими нами в ході проведення тепловізійного обстеження поранених із патологічно зміненими краями вогнепальних та вибухових ран, наводимо параметри з використанням точніших способів

порівняльного міжгрупового аналізу (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Значення коефіцієнта Ньюмена-Кейлса для порівнюваних локалізацій осередків вогнепальних та вибухових ран у досліджуваних груп поранених

	Пле- чі	Гомілки	Перед- пліччя	Стегна	Сідниці	Спина	Груди	Живіт
Обличчя, шия	4,048	4,032*	3,899*	3,678*	3,426*	3,128*	3,064*	3,012*
Груди	3,639	3,443*	3,241*	3,002	2,863	2,521	2,008	
Живіт	3,484	3,246*	2,986	2,642	2,122	2,002		
Спина	3,624	3,422*	3,126*	2,622	1,628			
Сідниці	2,086	2,002	1,826	1,422				
Плечі	2,000	1,968	1,623					
Передпліччя	1,344	1,242						
Стегна	1,322							

Примітка: * наявність достовірних відмінностей ($P > 95$).

Як впливає з даних таблиці, між деякими величинами, що порівнювалися, виявлені значущі відмінності, про що свідчили високі значення отриманих коефіцієнтів, які перевищують рівень критичної величини q .

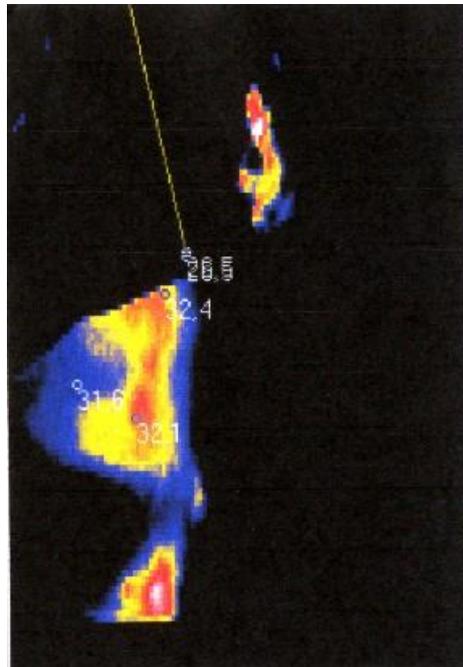
Таким чином, оскільки середні температури змінених ділянок тіла з наявністю ділянок осередкового патологічного ураження країв ран різної регіонарної приналежності в деяких випадках достовірно відрізнялися.

При проведенні подальшого аналізу було прийнято рішення сформулювати ряд підгруп за ознакою ранової локалізації в одній з анатомо-функціональних областей тулуба, об'єднавши відповідним чином групи поранених, в яких зазначених відмінностей виявлено не було.

Залежність величини температури патологічно зміненої ділянки тіла від площі ураження шкірних покривів патологічно змінених країв вогнепальної рани

Обробляючи отримані термограми, було констатовано залежність

температурної реакції від стадії перебігу ранового процесу та її величини від ступеня поширеності ураженого осередку шкіри патологічно змінених країв вогнепальної рани (рис. 5.12).



З урахуванням вищевикладеного були сформовані дві підгрупи поранених:

підгрупа А – невелике ураження – наявність ділянки ранової поверхні площею не більше 2 см² без наявності набряку м'яких тканин і суб'єктивних проявів у вигляді скарг пораненого на біль в його ділянці;

підгрупа Б – ураження великих розмірів – наявність осередку ранового ураження площею не менше 6 см² без набряку м'яких тканин або з наявністю такого й зі скаргами пораненого на болючість в його ділянці в спокої або при обмацуванні. Розподіл даних в сформованих групах поранених характеризувався нормальним типом (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Характеристика розподілу даних про площу ураження
у підгрупах поранених

Площа ураження шкіри в ділянці країв рани	Асиметрія	Екссес
А - невелике ураження шкіри	0,372	0,652
Б – ураження великих розмірів	-0,118	0,396

При перевірці рівності дисперсій обчислене значення F-критерію склало 1,449, що при числі спостережень, яке дорівнює 20, і встановленому критичному значенні F, яке дорівнює 2,850 для $P > 0,95$ свідчить про виконання цієї умови і можливість використання для порівняльного аналізу критерію Стьюдента (табл. 5.14).

Обчислення значення критерію Стьюдента перевищує його критичну величину, бо свідчить про наявність достовірних відмінностей порівнюваних підгруп, а висунуту нами раніше гіпотезу про існування залежності між розмірами патологічного осередку і величиною температурної реакції шкіри на наявність ураження ділянки шкірних покривів країв вогнепальної рани слід вважати підтвердженою.

Середні значення диференціальної температури в підгрупах поранених і результати їх порівняльного аналізу

Площа ураження шкіри країв рани	$A_t, ^\circ\text{C}$	СКВ	Помилка сер.	n
Невелике ураження шкіри	0,378	0,162	0,057	14
Ураження великих розмірів	1,784	0,195	0,056	12
Критерій Стьюдента	17,507	t		2,093

Примітка: $A_t, ^\circ\text{C}$ – середнє значення диференційної температури, $^\circ\text{C}$; СКВ – середньоквадратичне відхилення; помилка сер. - помилка середнього значення A_t ; N — кількість спостережень

При комплексному обстеженні поранених із вогнепальним ранами з використанням дистанційної термографії було виявлено пряму залежність між ділянками гіпертермії, запальними клінічними проявами, клініко-інструментальними та клініко-лабораторними змінами у 15 поранених (57,7 %), між ділянками гіпертермії та запальними клінічними проявами у 11 осіб (42,3 %). Також встановлено пряму залежність між ділянками гіпотермії на термограмах та клінічними проявами у вигляді атрофії шкіри в осередках ураження у 2 поранених (7,7 %).

Теплобачення за статичним температурним розподілом та його динамікою в часі виявляє функціональну активність осередків патологічно змінених країв ран різних ділянок тулуба поранених із вогнепальними й вибуховими пораненнями. Рівень перфузії крові та тонічний стан поверхневих судин є одними з основних чинників, що визначають поверхневий розподіл температури у поранених. Вивчення процесів кровообігу та теплової інерції поверхні за допомогою реєстрації її температури представляє інтерес для сучасної діагностики ранового процесу, що супроводжується судинною дисфункцією. Ці обставини ще раз підкреслюють важливу роль мікроциркуляції крові у розподілі енергії, яка поглинається поверхнею шкіри.

Зміни мікроциркуляції, що характерні для неускладненого й ускладненого перебігу ранового процесу у поранених із вогнепальною

травмою, зумовлені як ураженням самої судинної стінки у порожнині рани, що веде до порушення кровопостачання органів й тканин, так і зміною плазмових і клітинних властивостей крові.

Крім того, навіть при обмежених варіантах перебігу ранового процесу є загальні ознаки ураження судин із розвитком характерних мікроциркуляторних порушень на рівні капілярів, які виявляються тільки спеціальними інструментальними методами дослідження із використанням сучасних технологій – КТ, УЗД порожнини ран, електронної мікроскопії, рентгено-спектрального мікроаналізу із використанням енерго-дісперсійного спектрометра у поєднанні із візуальною макроскопічною оцінкою стану рани на до- та післяопераційному етапах її порівняння, а також визначення специфічних інтегральних біофізичних, біохімічних й морфологічних маркерів гострого запалення, ранового процесу, спектра елементного складу та щільності сполучнотканинних структур у пограничній зоні осередку країв вогнепальної рани.

Таким чином, даний метод дозволяє судити про активність сполучнотканинного запалення або процесів склерозування в осередках ураження країв вогнепальних ран та надає можливість застосування дистанційної термографії як неінвазивного метода діагностики грізних гнійно-запальних й септичних ускладнень у поранених із вогнепальною та вибуховою травмою.

5.3 Концепція термографічної класифікації вогнепальних поранень м'яких тканин

Завданням цієї частини наукової роботи є з'ясування ефективності використання динамічної цифрової термографії у поранених з вогнепальними пошкодженнями м'яких тканин в мультимодальній схемі реконструктивного відновлення. На підставі отриманих матеріалів нами запропоновано оригінальну концепцію термографічної класифікації вогнепальних ран м'яких тканин.

Базою запропонованого нами методу є тепловий біоефект – локальна температура тіла на спостерігає мій поверхні.

Даний метод оцінки має свої специфічні властивості. Фактичне значення температури тіла або теплового біоефекту залежить від:

1. обмінних процесів в людському тілі (головним з яких є обмін глюкози);
2. кількості формених елементів крові (які проходять через одиницю площі, що сканується);
3. швидкість кровотоку через магістральну, або перфорантну судину;
4. цілісність шкірного покриву;
5. наявності запального процесу.

Отриманий результат температури слід використовувати як керівництво для реалізації хірургічної допомоги на всіх етапах надання медичної допомоги в військово – медичних силах ЗСУ.

Залежно від обстеження можуть бути три температурні зони:

I температурна зона – коли температура тіла на поверхні пошкодженої ділянки більше 32 °С. В такому випадку хірург обмежується видаленням вільних чужорідних та девіталізованих тканин, санацією поверхні антисептичним розчином;

II температурна зона – коли температура тіла на поверхні пошкодженої ділянки від 28.5-32 °С. При таких показниках спостерігається більша за глибиною та за площею пошкоджена ділянка. Під час оперативного втручання хірург має «збільшити» об'єм оперативного втручання, але в «межах» стабілізації тепловізійних зон – зони розташування магістральних судин чи проекції перфорантних гілок;

III температурна зона - коли температура тіла на поверхні пошкодженої ділянки нижче 28.5 °С.

Перш за все треба адекватно оцінювати стан та обсяг при такому типі пошкодження. М'які тканини «мовчать» тепловізійно – значить, що в м'яких тканинах пройшли незворотні зміни та кровопостачання відсутнє. Така інформація дає хірургу покази для більш радикальних мір: висічення

великого об'єму пошкоджених структур, ампутації при наявності демаркаційної лінії.

У разі значних ранових дефектів м'яких тканин колективом авторів запропонована інша тактика:

1. Термометричне сканування з визначенням «теплих» зон, які позначаються розчином діамантового зеленого.

2. На ранову поверхню кладуться стерильні серветки поверх яких укладають синтетичні охолоджуючі гелеві компреси Nexcare 3 M (укладений на стерильні серветки) на 5 хвилин.

3. Повторно проводиться термометричне сканування ранової поверхні. Під час динамічної цифрової термометрії оцінюється потенціал відновлення: за який час відбувається стабілізація температури на поверхні рани, в яких ділянках скоріше проходить відновлення; визначаються «умовні» зони реконструкції. Даний підхід дає чітку картину плану реконструктивно-відновлювального лікування вогнепальних ран м'яких тканин.

Об'єктивним додатком в підтвердженні представленої термографічної гіпотези є ультразвукове дослідження «теплих» зон – місця розташування магістральних чи перфорантних судин. На I та II рівні надання медичної допомоги ми радимо використовувати аудіодоплер в якості ультразвукового підтвердження «теплих» зон, а на III та IV рівнях радимо використовувати професійні ультразвукові системи та СКТ, які не тільки підтверджують точне розташування перфорантних судин на рановій поверхні, але й дають можливість оцінити анатомічну структуру судини (діаметр) в умовах рани та швидкість кровотоку цього «ключа».

Комбінація динамічної цифрової термометрії та ультразвуку підтверджує гіпотезу з приводу зон «відновлення» або «ключів» відновлення, що демонструє перспективу мультимодального підходу при реконструктивно-відновлювальному лікуванні вогнепальних ран м'яких тканин.

Поєднання різних за природою факторів під час діагностики та динамічного спостереження лікувального процесу вогнепальної рани м'яких тканин надає можливість запропонувати наступну термографічну класифікацію вогнепальних ран м'яких тканин (табл. 5.15).

Таблиця 5.15.

Термографічна класифікація вогнепальних ран м'яких тканин

Зона термографічної стабільності	Стійка зона	Нестабільна	Холодна
Температура на поверхні тіла	більше 32 °С	28.5 °С - 32 °С	нижче 28.5 °С
Час від моменту поранення	до 4 годин	6 годин	більше 6 годин
Порівняння отриманого температурного результату з непошкодженою анатомічною ділянкою (нижче контр латеральної анатомічної структури)	на 2.5 °С	2,5-4 °С	більше 4 °С

Вважаємо можливим запропонувати дану класифікацію, бо вона несе у собі риси не тільки додаткової інформативності при оцінці вогнепального пошкодження, але й зручності та мобільності. Мобільність обумовлена розмірами термографічної мобільної камери та простотою застосування на всіх етапах надання медичної допомоги. Важливим фактор тепловізійного обстеження є економічна складова – ціна тепловізору та його витратних матеріалів.

Під час оформлення цієї класифікації ми передбачали, що до неї мають увійти такі моменти:

- час обстеження;
- час після поранення;
- вид поранення;

- локалізація та морфологічні зміни анатомічної зони після поранення;
- порівняння отриманого температурного результату з непошкодженою анатомічною ділянкою.

Але для статистично достовірних даних треба мати термостабільні умови, до яких відноситься: постійна температура приміщення 21 °С, де виконується термографічний скринінг, вологість не більше 18.3 г/см³ та відсутність циркуляції повітря нижче 21 °С. Виходячи з реальної картини застосування термографічної діагностики на першому та на другому етапі дання медичної допомоги в ЗСУ неможливо дотриматись таких умов. Застосування при діагностиці та лікуванні на I та на II етапі медичної евакуації (ЕМЕ) надає можливість зменшити та прискорити об'єм оперативного втручання, зберегти більший об'єм пошкодженої анатомічної структури. У випадку надання медичної допомоги на III та IV ЕМЕ вже є можливість працювати в «оптимальних» умовах, що дозволяє якісніше оцінити трансформацію пошкодженої ділянки, оточуючі тканини та виконати реконструктивно-відновлювальне хірургічне втручання з мінімальним ризиком ускладнень.

Актуальність застосування термографічного процесу в умовах бойових дій та нашої мультимодальної схеми була підтверджена на I та II ЕМЕ аудіодоплером, а на III та IV рівні професійними ультразвуковими системами.

Простота та швидкість в поєднанні з мобільністю – є головним факторами на передовій військово – медичних сил ЗСУ. Інтерпретація поєднання обумовлена підтвердженням думки: «тепла» зона – залишається, «холодна» зона – видаляється. В умовах передової (I та II рівня ЕМЕ) FLIR C2 в поєднанні з Sonotrax, на нашу думку є оптимальним доповненням до класичної схеми діагностики вогнепального поранення м'яких тканин.

Імплементация мультимодальної схеми діагностики – це практичне відпрацювання нової за походженням класифікації – термографічної класифікації вогнепальних ран м'яких тканин.

Здійснено в умовах I та II рівнів ЕМЕ на сході України на базі 61 Військово – медичного госпіталю та на III та IV рівнях Військово – медичного клінічного центру Південного регіону (м. Одеса) та Національного Військово – медичного клінічного центру ГВКГ (м. Київ). Діагностична імплементація мультимодальної схеми була відпрацьована на I та II ЕМЕ на протязі 4 місяців 2020 з січня по травень в 34 випадках. Під час спостереження поранених встановлено, що отримані нами результати мали перевагу за рахунок мобільності на 50 % в порівнянні з класичними методами рентген обстеження.

Проведені спостереження дозволили виділити найбільш значні аргументи ефективності запропонованої схеми:

1. Скорочення часу хірургічного втручання на 25% обумовлено набуттям досвіду нових методів діагностики, оцінки пошкодження м'яких тканин при вогнепальному пораненні з використанням мультимодальної схеми.
2. Скоріша стабілізація загального стану пораненого, наступна підготовка для евакуації на вищий ЕМЕ спостерігався в 27% випадків.
3. Збереження більшого об'єму пошкодженої структури на 18% внаслідок чого відбувається прискорення відновлення ураженої ділянки.
4. Збільшення на 15 % активних рухів в суглобах пошкоджених кінцівок при застосування мультимодального підходу.
5. Прискорення морфологічного відновлення м'яких тканин відбувається в 1.5 рази скоріше за рахунок збільшення щільності фібробластів ранової поверхні.

Під час клінічного обстеження на ЕМЕ у поранених було встановлено достовірну позитивну динаміку відновлення пошкодженої ділянки. Ступінь обмеження рухів корелював з об'ємом поранення.

В результаті проведених спостережень було встановлено, що поєднання динамічної цифрової термографії та ультразвукового обстеження підвищує якість хірургічної допомоги та зменшую кількість ускладнень на

17%. Швидке одужання, яке відбувалось в ході імплементації мультимодального підходу покращувало психоемоційний стан поранених.

Висновки за розділом 5

1. Тепловізійне обстеження переважає перед іншими способами одержання інформації щодо змін температурного стану тіла, тому що дослідник, при отриманні термограми ділянок поверхні шкіри країв ран, легко може виділити зони з найбільш критичними значеннями температур, в подальшому акцентуючи увагу на обраних ділянках.

2. В дослідженні встановлена пряма залежність між клінічними проявами, зміною клініко-інструментальних й клініко-лабораторних показників та гіпертермованими ділянками у 15 поранених (57,7 %). Проведене статистичне визначення, а саме порівняння отриманих значень температур між собою за методом Дана, дозволило обґрунтувати температурну реакцію над анатомічною ділянкою вогнепального дефекту зони ураження та залежність її від ступеня розповсюдженості ділянки запалення. Це може служити передумовою вдосконалення й деталізації постановки діагнозу, раннього прогнозування можливих грізних гнійно-запальних й септичних ускладнень та обрання адекватної лікувальної хірургічної тактики, вибору призначення комплексної терапії або профілактики даного виду вогнепальних й вибухових поранень.

3. Даний метод дозволяє судити про активність сполучнотканинного запалення або процесів склерозування в осередках ураження кожних країв ран та надає можливість застосування дистанційної термографії як неінвазивного метода діагностики й прогнозування ускладнень у поранених із бойовою вогнепальною й вибуховою при різноманітному перебігу травматичної та ранової хвороби.

4. Застосування мультимодального підходу при реконструктивновідновлювальному лікуванні вогнепальних ран м'яких тканин являється ефективним методом відбудови пошкодженої анатомічної

структури. Інтеграція отриманої інформації під час ДЦТ є основною базою для матеріалізації концептуального створення термографічної класифікації вогнепальних ран м'яких тканин.

5. Ефективність мультимодального підходу залежить від стану та об'єму поранення. Досвід практичного використання динамічної цифрової термографії в поєднанні з ультразвуком продемонстрував високий зв'язок між різними за природою методами діагностики та їх доповнюючою ефективністю при лікуванні поранених з пошкодженням м'яких тканин.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Розробка та організація втілення спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2019. - №1(94). - С.157-159.
2. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., **Тертишний С.В.** Створення концепції термографічної класифікації вогнепальних поранень м'яких тканин // World of Science. – 2020. - Vol.1, N 4(56) – Р. 32-36.
3. Лурін І.А., Бойко В.В., Гуменюк К.В., Замятін П.М., Хорошун Е.М., Михайлов І.Ф., Батурін О.А., Негодуйко В.В., Замятін Д.П., **Тертишний С.В.** Показники інтенсивності рентгено флюоресценції вмісту капсул металевих осколків м'яких тканин у поранених із вибуховою і вогнепальною травмою // Медицина невідкладних станів. – 2022. – Т. 18, №3. - С. 49-55.
4. **Tertyshnyi S.V.** Diagnostic capabilities of spectral infrared thermography and portable Doppler in the course of treatment of gunshot wounds of soft tissues. 12-15 June 2019 Bologna, Italy
5. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Діагностичні можливості спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Проблеми військової охорони здоров'я. – 2019. – Вип. 51. – С. 262-268.

РОЗДІЛ 6

УЛЬТРАЗВУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ПОДАЛЬШОМУ ЗДІЙСНЕННІ РЕКОНСТРУКТИВНО-ПЛАСТИЧНИХ ВТРУЧАНЬ

6.1 Показання до використання доплерівського ультразвукового дослідження при реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин

При пересадці вільного клаптя доплерівське ультразвукове дослідження застосовується для моніторингу кровотоку у вільному м'язово-шкірному клапті для виявлення судин, вивчення їх топографії [115, 158, 243, 245, 246, 258, 262, 301] та вимірювання швидкості кровотоку після пересадки вільного м'язово-шкірного клаптя [123, 128, 140, 155, 205, 244, 259, 275, 288].

Є дані, що вказують на те, що кровотік збільшується в трансплантованих вільних м'язово-шкірних клаптях, починаючи з 2-го тижня і до 3-го місяця після операції, головним чином через збільшення мінімальної швидкості кровотоку та зменшення судинного опору, що відбувається завдяки денервації. Техніка також застосовується для локалізації перфорантів [129, 180, 250], для точної локалізації ніжки м'язово-шкірних клаптів [143, 250, 256, 287, 296] та для контролю прохідності мікроанастомозів у клапті [270]. Відповідно до принципу Доплера, можна оцінити швидкість рухомого об'єкта, реєструючи відбиті ним ультразвукові хвилі [273]. За допомогою імпульсної доплерівської техніки можна одночасно отримати двовимірне (В-режим) та М-режим зображення і знати, де знаходиться окрема цільова точка відносно датчика.

Отже, можна виміряти пікову, середню та мінімальну швидкості кровотоку в судинах. Візуалізація кольорового потоку - це похідна імпульсного доплера, в якому колір вводиться для кращої ідентифікації напрямку потоку. Пікова швидкість - це максимальна швидкість еритроцитів у напрямку до ультразвукового зонда в систолі, тоді як мінімальна швидкість відповідає найнижчій швидкості в діастолі. Використовуючи наступну формулу:

$$R_i = \frac{(\text{Систолічна пікова швидкість} - \text{Діастолічна пікова швидкість})}{\text{Систолічна пікова швидкість}}, \quad (6.1)$$

можно розрахувати індекс опору (R_i – resistance index), який вказує на опір судини до кровотоку. Діаметр судини також можна виміряти за допомогою ультразвукового методу (В-режим). Потік крові прямо пропорційний швидкості крові та обернено пропорційний судинному опору [273]; таким чином при постійній швидкості крові потік збільшується, якщо опір судин зменшується. Швидкість кровотоку в різних тканинах змінюється, залежно від їх метаболізму [157]. Такі органи, як мозок, нирки або печінка, постійно отримують високий відсоток серцевого викиду і називаються тканинами з "низьким опором або імпедансом" [157, 271].

М'язи та кишківник називаються такнинами зі «змінним опором» [157, 271], оскільки споживання крові ними та опір до кровотоку залежить від їх активності. Зміна високого до низького імпедансу відбувається фізіологічно в кінцівках після фізичного навантаження або в судинах кишківника після їжі, що призводить до посилення кровотоку [273]. Вазодилатація знижує судинний опір, отже кровотік збільшується [273]. Ці гемодинамічні умови проявляються двома різними доплерівськими моделями. Тканини з “низьким імпедансом” мають двофазний кровотік (Рис. 6.1), з піковою швидкістю в систолі та меншою швидкістю еритроцитів (мінімальна швидкість) у діастолі і в той же час постійно позитивною (над нульовою лінією), що означає антероградний потік впродовж усієї діастолі [157].

Тканини з високим імпедансом мають трифазний малюнок (Рис. 6.2): швидкість крові є максимальною в систолі (пікова швидкість) і швидко зменшується в діастолі (мінімальна швидкість), стаючи негативною протягом короткого періоду, оскільки діастолічний тиск не може подолати високий судинний опір і кров миттєво відтікає від кінцевого органу – а не постійно тече до нього, як у випадку з двофазним кровотоком.

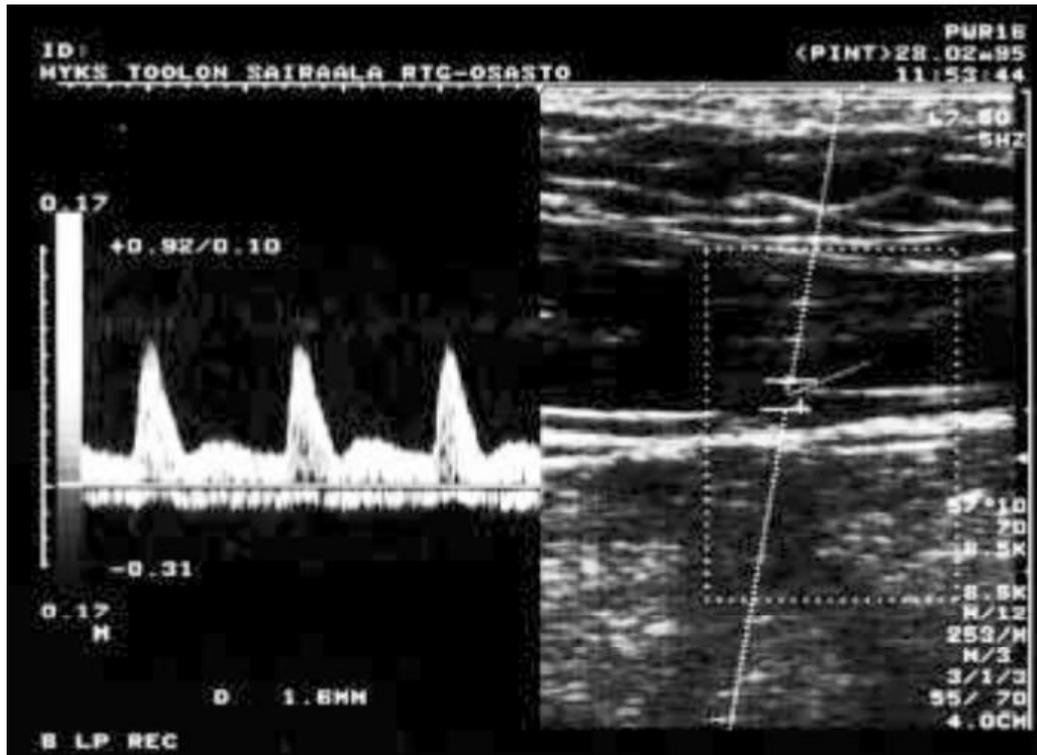


Рис. 6.1 Двофазний кровотік, з піковою швидкістю в систолі та постійно позитивним значенням у діастолі (вище нульової лінії), що свідчить про антероградний потік протягом усієї діастолі.

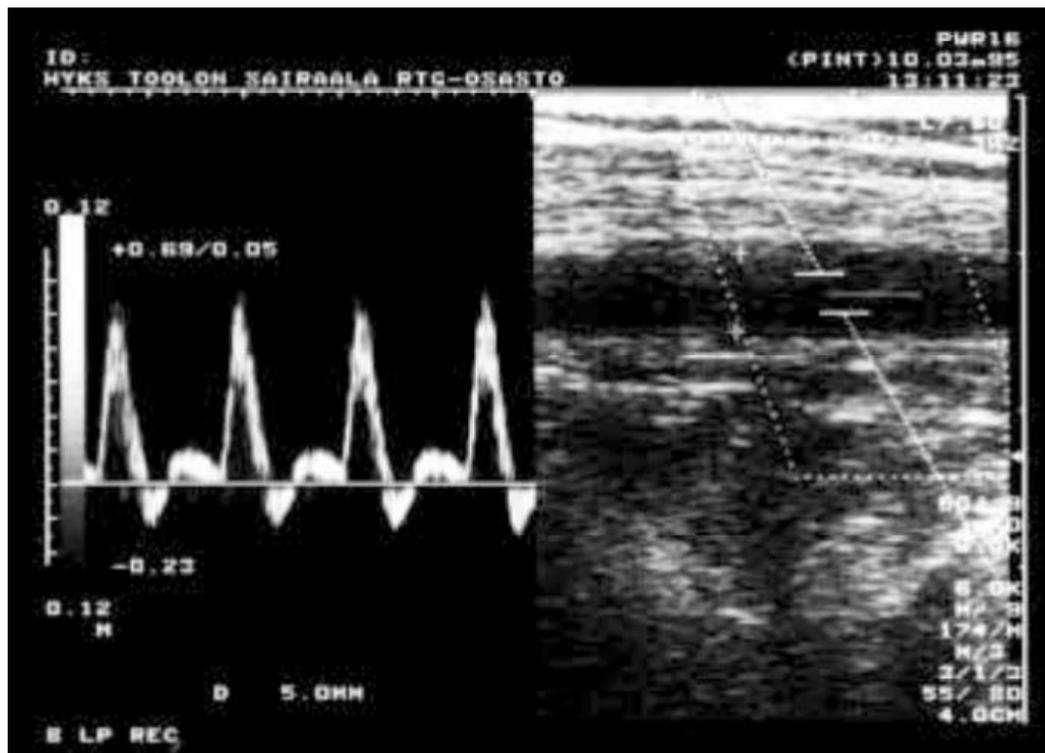


Рис. 6.2. Трифазний кровотік, з піковою швидкістю в систолі та негативним значенням протягом короткого періоду в діастолі, що означає ретроградний ток крові впродовж першої фази діастолі.

Локальна обструкція судини спричиняє турбулентність та збільшує швидкість руху крові. Також відомо, що в малих (<5 мм) судинах - як у цьому дослідженні - ламінарний потік розраховується за числом Рейнольдса ($Re = vd / \rho$; v = швидкість крові; d = діаметр судини; ρ = в'язкість крові), що дає надійні дані, щодо швидкості кровотоку [157]. Однак навіть експерт-сонолог повинен зібрати великий обсяг даних, щоб забезпечити достовірність значень, оскільки кровообіг - це динамічна, а не статична система. Головною перевагою цієї методики є можливість проведення неінвазивних досліджень та легка повторюваність вимірювань, що робить її корисним інструментом для післяопераційного спостереження [301].

Всі ультразвукові доплерівські дослідження мають проводитися ультразвуковою системою з лінійним датчиком з частотою 7,5-10 МГц.

У кожне дослідження реєструється пік, середня та мінімальна швидкості, а також R_i та діаметр різних артерій. R_i розраховували за формулою, наведеною вище.

Реципієнтну артерію (яка живить потенційну зону шкірно-м'язового клаптя, який буде трансплантований) та, за можливості контрольну артерію (контралатеральна до реципієнтної) необхідно досліджували за день до операції та на 1-й, 3-й, 5-й та 10-й післяопераційні дні (перший період спостереження); через 15-30 днів (другий період спостереження) після операції; через 3 та 6 місяців (третій період спостереження), а також коли виникає підозра розвитку ускладнень.

Передопераційно реципієнтна та контрольна артерії мають вимірюватися в проксимальній ділянці, трохи нижче їх витоків; точка має бути позначена на шкірі, щоб у післяопераційному періоді робити послідовні дослідження у одному тому самому місці. Післяопераційні вимірювання в реципієнтній артерії мають проводитися безпосередньо перед формуванням мікрovasкулярного анастомозу в точці, позначеній раніше.

Після трансплантації шкіру, що покриває судинну ніжку, позначають, щоб забезпечити стабільний орієнтир для післяопераційних вимірювань.

Доплерівське ультразвукове дослідження використовується післяопераційно для оцінки прохідності як зони анастомозу, так і судинної ніжки трансплантата.

Кольорова дуплексна сонографія (Color-coded duplex sonography - CCDS) корисна для відтворення анатомії перфорантних судин потенційного вільного м'язово-шкірного клаптя, і метод цей демонструє високу чутливість та специфічність ідентифікації мікросудин.

CCDS, за наявності оптимізованих низькопоточних параметрів дослідження та багаточастотних лінійних датчиків, є надзвичайно цінним інструментом у повсякденній практиці реконструкції з використанням вільних клаптів.

6.2. Типові інтраопераційні зміни кровотоку у шкіряних клаптях

Незважаючи на високі показники успішних реконструктивно-пластичних операцій із застосуванням вільних клаптів (95-99%), проблема не функціонуючих або тромбозу анастомозів [187, 237, 253] все ще існує, і хоча вільні мікросудинні клапті регулярно використовуються в реконструктивній хірургії, наші знання про периопераційні зміни кровотоку у вільних шкірно-м'язових клаптях залишаються обмеженими. Більше того, вплив вільного клаптя на показники кровотоку у судині-реципієнті також недостатньо вивчений. Донедавна було доступно небагато методів дослідження інтраопераційного кровотоку у вільних шкірно-м'язових клаптях [257, 279]. Але з появою доплерівського ультразвукового дослідження, ситуація докорінно змінилася.

Даний метод дозволяє отримати безпосередню інформацію про кровотік інтраопераційно, а також оцінити артеріальний тиск, судинний опір та імпеданс. Проте, деякі проблеми все ще лишаються актуальними. Зокрема, це стосується судинного спазму, який при судиннохірургічних втручаннях, усувається введенням папаверину. При вільній пересадці шкірно-м'язового клаптя, подібні засоби зазвичай не застосовуються; саме тому, за

стандартною методикою, оцінка кровотоку виконується не раніше, ніж через 20 хв після закінчення формування анастомозу, щоб дати час для зникнення спазму артерії і отримати адекватні результати. Звертає на себе увагу і те, що артеріальний тиск і частота пульсу не впливають на результати вимірювань.

Також слід зважати і на те, що після трансплантації жирова тканина має тенденцію до нижчої швидкості кровоплину, ніж м'язова тканина. Гемодинамічний малюнок був подібним у клаптях, що містять велику кількість м'язів (м'язових, м'язово-шкірно-м'язових): кровотік інтраопераційно збільшувався після формування анастомозу, швидше за все, через зменшення судинного опору, що пов'язано з денервацією м'язів.

Є низка досліджень, які показують, що в денерованому м'язі збільшується кровотік [131, 211, 259, 264, 286]. Симпатеکتомія зменшує артеріолярну вазоконстрикцію [131, 142, 181, 264, 286], що призводить до артеріолярної вазодилатації зі збільшенням капілярної перфузії [131, 264, 286]. Розширення судин також відбувається через втрату м'язового тону після денервації. Ці висновки були підтверджені, зокрема, при подальшому дослідженні м'язових клаптів широкого м'язу спини, в якому було показано, що інтраопераційно швидкість кровотоку в судинній ніжці значно збільшилася безпосередньо після перерізання торакодорсального нерва [212]. Посилений кровотік пояснює деякі відомі корисні ефекти вільних м'язових клаптів для загоєння ран, в т.ч. при хронічній інфекції [222, 223].

Також на сьогоднішній день представлені докази кореляції між швидкістю потоку в артерії-реципієнті та в ніжці вільного м'язових або шкірно-м'язового клаптя після формування анастомозу. Таким чином, кровотік може залежити від швидкості потоку артерії-реципієнта. Навпаки, є дані, що вільний клапоть регулює швидкість кровотоку у артерії-реципієнті відповідно до гемодинамічних вимог клаптя, які, імовірно, залежать від тканинних компонентів (судинний опір) клаптя.

6.3. Інтраопераційний кровотік у вільних клаптях при одномоментному здійсненні судинного шунтування

Коли вільні клапті використовуються разом із судинним шунтуванням на тій самій нижній кінцівці, особливо важливо врахувати наш висновок про те, що мікросудинний перенос може регулювати потік артерії реципієнта, що призводить до перерозподілу кровоплину.

Середнє інтраопераційне значення кровотоку у венозному трансплантаті оперованої ділянки збільшується приблизно на 50% після трансплантації вільного клаптя, оскільки трансплантація денервованого м'яза зменшувала судинний опір трансплантата.

Вільний клапоть отримує близько третини загальної кількості крові, що проходить через шунт. З іншого боку, кровопостачання дистальних ділянок залишалось незмінним до і після трансплантації, показуючи, що вільний клапоть не порушує показників реваскуляризації. Ці результати дозволяють припустити, що з погляду впливу на системний кровотік, вільний м'язовий клапоть поводить ся як дистальний AV-шунт [202] і може бути засобом посилення дистального відтоку шунта з метою покращення прохідності ультрадистальних шунтів із низькими показниками відтоку, що є предиктором їх тромбування [125].

6.4. До- та післяопераційний кровотік у вільних клаптях та реципієнтних ділянках

Метод ультразвукового кольорового доплера використовується впродовж останніх кількох років для вивчення вільних клаптів і, по суті, являє собою неінвазивний метод контролю кровотоку в клаптях до, під час та після операцій [115, 129, 155, 250]. Сальмі та його колеги використовували кольоровий доплерівський ультразвук ретроспективно. Вони показали, що вільні м'язові клапті, оперовані впродовж 3-5 років, довше зберігають спроможність зони анастомозу, якщо вони включали велику кількість м'язів, і що тривале збереження клаптя зумовлено стійким, високим кровотоком в ніжці [258]. Було також продемонстровано, що кровотік збільшується у вільних м'язових клаптях від 2 тижнів до 3 місяців після операції, головним

чином через збільшення діастолічного потоку та зменшення судинного опору [259]. Впродовж перших днів після операції, варіабельність значень кровотоку, виявлена в більшості вимірювань у наших дослідженнях, відображає мінливість динамічної системи кровобігу. Ця гемодинамічна мінливість викликає основне обмеження методу ультразвуку. Тому для отримання відносно достовірних значень кровотоку необхідно проводити повторні вимірювання, щоб зменшити між- та внутрішньоособистісні варіації. Пікові, середні та мінімальні швидкості зростали в ніжці протягом наступного періоду, що попереджало тромбування мікроанастомозу.

Найбільш значні зміни спостерігались у при дослідженні мінімальної швидкості - вона залишалася позитивною протягом усього періоду спостереження, що вказує на те, що протягом перших 10 днів після операції спостерігався постійний приплив крові до клаптя. Не спостерігалось різниці показника судинного опору при дослідженні контралатеральних (контрольних) артерій, що підтверджує наведені позитивні висновки. Основною причиною посиленого кровотоку, ймовірно, було зниження судинного опору на артеріолярному рівні у вільному м'язовому клапті.

Симпактомія внаслідок денервації м'язів може значно збільшити кровотік, полегшуючи звуження артеріолярних судин [131, 142, 181, 264, 286]. М'язовий тонус також втрачається внаслідок денервації, що сприяє розширенню судин. Ці післяопераційні дані кольорового доплерографічного дослідження підтвердили інтраопераційні гемодинамічні зміни у вільних м'язових клаптях, що може пояснити корисний ефект таких клаптів на загоєння ран та хронічні інфекції [222, 223].

Подальшим висновком цього дослідження було те, що R_i зменшився у реципієнтній ділянці. Той факт, що швидкість кровотоку була зіставима в контрольних артеріях, свідчить про те, що виміри були достовірними та надійними. Це було задокументовано у вигляді підвищеної мінімальної швидкості та зменшеного R_i .

6.5. Сучасні можливості динамічного моніторингу мікросудинного русла та оцінки перфорантів

Кольорова дуплексна сонографія (КДС) демонструє найвищу чутливість при ідентифікації мікросудин і набуває все ширшого застосування для периопераційної реконструкції та оцінці перфорантних судин перед пересадкою вільних клаптів [183]. Така оцінка здійснюється переважно багаточастотних лінійних зондів (5–15 МГц). Основними показниками є діаметр судин, пікова систолічну швидкість (PSV), кінцева діастолічну швидкість (EDV) та індекс опору (RI). Важливо також зіставляти передопераційні результати з інтраопераційними результатами.

За останнє десятиліття можливості ультразвукової (US) керованої візуалізації мікросудин та візуалізації кровотоку надзвичайно розширилися, в тому числі і через значне вдосконалення техніки, на якій виконуються дослідження [115, 301]. Візуалізація мікросудинних структур відбувається за допомогою кольорової дуплексної сонографії (CCDS) та енергетичного доплера (PD), що обумовлено точністю, повторюваністю та портативністю приладів для виконання методики.

Крім того, обстеження CCDS не чинить радіаційного впливу і не потребує введення контрастних речовин, які, дуже часто, мають значні побічні ефекти. Загальна доступність, час та економія коштів - також є важливими перевагами цієї технології [183].

Зображення у режимі CCDS з високою роздільною здатністю зарекомендувало себе як потужний інструмент для мікрохірургів при оцінці перфорантних судин та спрощення формування клаптів в реконструктивній хірургії. Анатомічна та гемодинамічна інформація надходить в режимі реального часу за допомогою CCDS як у випадку донорських судинних структур, так і реципієнтних ділянок, що підлягають реконструкції.

Бажаним є спеціальне програмування та налаштування ультразвукових апаратів, що у значній мірі посилює чутливість пристрою для виявлення мікросудини. В науковій літературі є дані про впровадження

структурованого поетапного підходу до налаштувань апарату та послідовності візуалізації перфоранта [257].

CCDS дозволяє поєднувати режими для якісної візуалізації судин за допомогою накладання кольорового потоку (CF) на зображення мікросудинного кровотоку за допомогою сірої шкали (режим В) та режиму пульсової хвилі (PW). Ці режими дають можливість до операції ідентифікувати перфорантні судини та вимірювати гемодинамічні параметри, щоб спростити вибір перфорантної судини для планування клаптя. PD має перевагу у більшій чутливості для візуалізації судин з низькою швидкістю кровотоку. Однак PD не здатний кодувати напрямок кровотоку, тому можливість диференціації вен і артерій лише за PD є сумнівною та має високу вірогідність помилки. Хоча існує багато різних методик для оптимізованої передопераційної оцінки перфорантних судин, не існує загальних стандартів для мікрочірургів при проведенні таких обстежень, а також відсутні будь-які контрольні значення для порівняння отриманих результатів.

Нижче наведено оптимальні налаштування ультразвукового апарату для адекватної оцінки перфорантних судин та мікросудин з урахуванням задач реконструктивної хірургії (Табл. 6.1).

Кольорову дуплексну сонографію (Color-coded duplex sonography - CCDS) використовували для відтворення анатомії перфорантних судин потенційного вільного м'язово-шкірного клаптя, і метод цей демонструє високу чутливість та специфічність при ідентифікації мікросудин.

Налаштування CCDS для виявлення та оцінки мікросудин.

№ з/п	Параметр	Рекомендовано	Передустановлений режим (пресет)	Примітки
1	Датчик	Лінійний	-	Частота В-режиму 9–15 МГц, частота CCDS від середньої до високої
2	В-режим	До отримання оптимального контрастного зображення (низький рівень яскравості)	Молочна залоза, щитовидна залоза, судини	Можлива подальша модифікація параметрів
3	PRF / шкала	Допплер 0,5–20 Гц, CCDS 3–10 см / с	Змінний	При ипорогових значеннях демонструє слабе внутрішньо-судинне згладжування
4	Підсилення кольору	Високий (15–30)	Залежно від попередньо встановленого	В-режим: 25–45, CF-режим 10–20 (порогові значення, але нижчі призводять до появи позасудинних артефактів)
5	Енергетичний доплер (PD)	режим Маленькі мікросудини	-	збільшення чутливості у 3–5 ×, призводить до зростання артефактів
6	Фільтрація сигналу	Низька або вимкнена	<50 Гц	Якщо встановлені занадто високі значення, сигнали низького потоку зникають

Нами за стандартною методикою вираженість кровотоку була оцінена не раніше, ніж через 20 хв після закінчення формування анастомозу, щоб дати час для зникнення спазму артерії і отримати адекватні результати. Звертає на себе увагу ефективність методики та адекватність отриманих даних, оскільки ані артеріальний тиск, ані частота пульсу не впливають на результати вимірювань.

У всіх випадках після трансплантації жирова тканина має тенденцію до нижчої швидкості кровоплину, ніж м'язова тканина. Гемодинамічний малюнок був подібним у клаптях, що містять велику кількість м'язів (м'язових, м'язово-шкірно-м'язових): кровотік інтраопераційно збільшувався після формування анастомозу, швидше за все, через зменшення судинного опору, що пов'язано з деревацією м'язів.

У 5 випадках особливості ушкодження м'яких тканин тулубу та клінічна картина вимагали від нас використання вільних клаптем разом із судинним шунтуванням на тій самій нижній кінцівці – при цьому особливо важливо врахувати те, що мікросудинний перенос може регулювати потік артерії реципієнта, що призводить до перерозподілу кровоплину.

Середнє інтраопераційне значення кровотоку у венозному трансплантаті оперованої ділянки збільшується приблизно на 50% після трансплантації вільного клаптя, оскільки трансплантація денервованого м'яза зменшувала судинний опір трансплантата.

Далі наведено та проілюстровано кілька успішних клінічних випадків застосування наведеної методики кольорової дуплексної системи оцінці функціонального стану імплантованих клаптей м'яких тканин задля покриття дефекту, який виник в разі вогнепального ураження правої нижньої кінцівки у хворого Б. (Рис. 6.3).



Рис. 6.3. Приклад візуалізації перфорантної судини за допомогою КДС в передньолатеральній ділянці стегна з інтраопераційним підтвердженням локалізації перфоранта на рівні середини стегна.

Угорі ліворуч: ультразвукова візуалізація мікросудини із застосуванням КДС в режимі реального часу у високій якості зображення. У даному випадку при моделювання клаптя передопераційно було локалізовано поверхневу судинну перфорант з низьким потоком, зображений отримано за допомогою кольорової дуплексної сонографії (CCDS) від точки виходу (EP) на рівні глибокої фасції до підшкірного сплетення. Одночасно візуалізувався його судинний хід (більший потік у судинах джерела) через глибші м'язові тканини.

Угорі праворуч: EP позначено на шкірі та завершено моделювання клаптя.

Внизу ліворуч: інтрахірургічно розташування цільової перфорантної судини точно відповідає його передопераційному маркуванню на шкірі.

Внизу праворуч: Клапоть через 12 місяців після пересадки.

Ще один складний випадок застосування оригінальної методики лікування ми використали при лікуванні вогнепального породження лівої кінцівки у військовослужбовця С. На рис. 6.4 подано ілюстрований вигляд конкретного успішного клінічного випадка застосування кольорової дуплексної системи при оцінці функціонального стану імплантованих клаптей м'яких тканин у вказаного вище пацієнта.



Рис. 6.4. Вимірювання швидкості кровотоку в перфоратантній судині медіальної гілки оригінальної клубової артерії за допомогою кольорової дуплексної сонографії (CCDS). Перенесення вільного клаптя використовувалося для реконструкції дефекту нижньої кінцівки.

Вгорі ліворуч: вимірювали кількісні значення гемодинаміки. У медіальній гілці оригінальної клубової артерії отримано артеріальний сигнал, який підтверджено. Він показав пікову систолічну швидкість 9,9 см / с.

Вгорі праворуч: Малий дефект значної товщини правої передньої частини стопи.

Середній лівий: Передопераційне маркування шкіри та моделювання клаптя. EP та вісь медіального перфоранту були позначені (вертикальна лінія трохи вище пахової складки). Дизайн клаптя був завершений до розрізу.

Середній правий: клапоть показав адекватну перфузію після трансплантації.

Внизу ліворуч і праворуч: Процес заживлення.

Через 10 місяців після операції спостерігається лише помірна гіпертрофія.

Наступний оригінальний вдалий клінічний випадок використання кольорової дуплексної системи був нами застосований для оцінки функціонального стану імплантованих клаптів м'яких тканин з метою прикриття дефекту, що виник при вогнепальних пораненнях правої гомілки у хворого П. (рис. 6.5).

На поверхні зміщеного тканинного клаптя проводили доплерографію. Ми використовували доплерівську томографію для оцінки характеристик швидкостей клаптів шкіри, які підтверджують правильне виконання зміщених тканин (рис. 6.6). Також було продемонстровано інтеграцію зміщених тканин у зону дефекту.

Рівність індексів швидкостей кровотоку можна було переконатися за допомогою отриманих доплерівських візуалізацій обох нижніх кінцівок на зазначеному рівні.

Ще один складний випадок із оригінальним методом лікування, який ми використали при лікуванні вогнепальних поранень лівої кінцівки у солдата С.



Рис. 6.5. Хворий П., з «пропелерним» типом ушкодження гомілки в результаті вогнепального сліпого осколкового поранення зовнішньої щиколотки, яке за відсутності лікування спровокувало вогнепальний остеомієліт зовнішньої кісточки правої гомілки з в'яло-гранулюючою ранною по зовнішній поверхні правої гомілки в нижній третині.

А: 21 доба з моменту поранення. Місцевий стан поранення після надходження до відділення хірургічної інфекції ВМКЦПР

Б і В: Пері- та інтраопераційні підготовчі моменти. Фіксація клаптя (фрагмент Б) і підйом (фрагмент В) для подальшого комплексного лікування.

Г: 10 доба після операції. Поверхня рани суха, чиста, шви адаптовані. Рана заживає первинним натягом.

На рисунку 6.7 показано ілюстрований вигляд конкретного успішного клінічного випадку використання кольорової дуплексної системи для оцінки функціонального стану імплантованих клаптів м'яких тканин у пацієнта С.

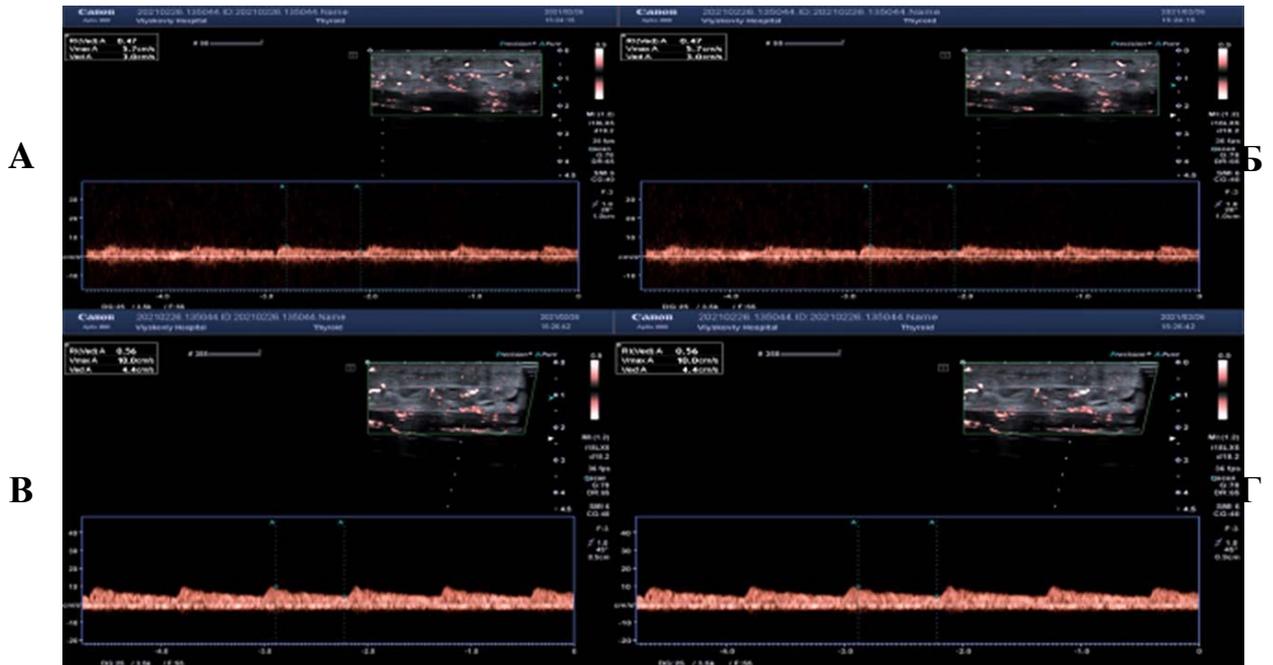


Рис. 6.6. Ультразвукова мікросудинна томографія з використанням CDS в режимі реального часу у високій якості зображення лівої (А і В) і правої (Б і Г) ноги пацієнта П.

А і В: Допплерографія лівої гомілки на рівні середньої та нижньої третини передньої поверхні лівої гомілки.

Б і Г: Допплерографія правої гомілки на рівні середньої та нижньої третини передньої поверхні лівої гомілки.

Через 10 місяців після операції у цього пацієнта спостерігалася лише помірна гіпертрофія.

Таким чином, запропоновано та впроваджено тактику індивідуального хірургічного лікування вогнепальних поранень м'яких тканин із різноманітним технологічним забезпеченням інтра- та післяопераційного періодів відповідно до мультимодального підходу до реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин, що дозволило покращити визначення лікувально-евакуаційних цілей поранених з бойовою хірургічною травмою.

У всіх 100% пацієнтів із вогнепальними пораненнями м'яких тканин під час інтра- та післяопераційного періоду лікування за методикою ультразвукового дуплексного дослідження судин нами не зареєстровано жодного епізоду ускладнень.

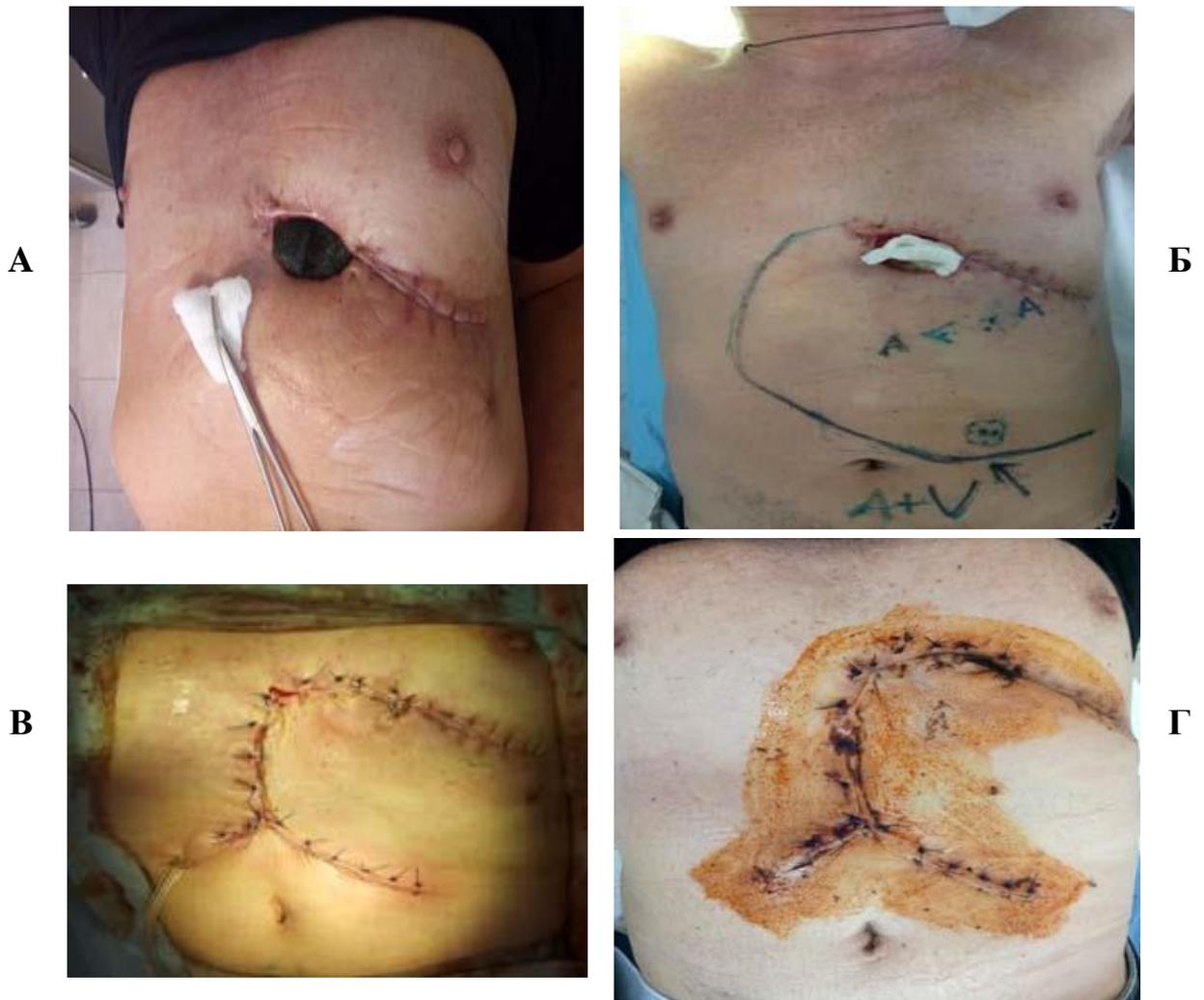


Рис. 6.7. Хворий С. Успішне лікування за допомогою кольорової дуплексної сонографії. Діагноз: вогнепальне, сліпе, непроникаюче осколкове поранення лівої половини грудної клітки (передньої поверхні). Вогнепальний остеомієліт 6 ребра по парастернальній лінії з дефектом м'яких тканин.

А: 30 доба з моменту поранення. Місцевий стан поранення після надходження до відділення хірургічної інфекції ВМКЦПР.

Б: Кольорова дуплексна сонографія м'яких тканин передньої черевної стінки для виявлення перфорантних судин і вимірювання розміру донорського клаптя.

В: 1 доба після операції. Стан рани. Шви адаптовані, післяопераційна рана заживає без ознак запалення первинним натягом по всій площі.

Г: 10 доба після операції. Рана суха і чиста. Шви адаптовані. Рана зажила первинним натягом.

Висновки за розділом 6

1. Передопераційне оцінювання перфорантних судин за допомогою CCDS інколи займає більше часу, що може бути проблемою у напруженому графіку відділення. Однак час, вкладений в керовану мікросудину CCDS, як виявилось, окупився для авторів, через наявність доопрацьованої конструкції клаптя ще до першого розрізу. Цей момент дозволяє хірургу зосередитись на інших важливих деталях проведених реконструкцій, що призвело до більш масштабної, якісної та головним чином комбінованої реконструкції.
2. З набранням досвіду час проведення нами CCDS суттєво скоротився в середньому з 1.27 ± 0.15 год до 0.32 ± 0.04 год, що надає можливості швидше та якісніше провести маніпуляцію.
3. Термін проведення загальноприйнятої доплерівської сонографії становить в середньому 1.52 ± 0.17 год, отже ефективність використання часу та витрат на CCDS порівнянно з таким показниками при звичайній доплерівській сонографії завдяки передопераційному картографуванню перфорантних судин є більшим. Цю обставину не можна недооцінювати, оскільки поєднання різних реконструктивних етапів може допомогти заощадити час госпіталізації, оптимізувати витрати та ресурси.
4. Передопераційне оцінювання перфорантних судин за допомогою CCDS цілком може призвести до більш раннього відновлення та реабілітації пацієнта, а також до кращого загального результату.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Khomenko I.P., Lurin I.A., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Popova O.M., Vastyanov R.S., Weis B. Soft tissue perfusion evaluation algorithm in the scheme of gunshot defects “closure” // World of Medicine and Biology (Web of Science). – 2023. – N1 (83). – P. 169-173.

2. Tsymbaliuk V.I., Lurin I.A., Makarov V.V., Nehoduiko V.V., Buchnieva O.V., **Tertyshnyi S.V.**, Bunin Yu.V. 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 (Web of Science). – 2022. – Vol. 24, N6. – P. 760-764.
3. Khomenko I.P., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Enin R.V., Maidanyuk V.P., Popova O.N. Organization of surgical assistance to wounds with fire-fighting defects of soft tissues at the levels of medical security // American Journal of Medicine and Surgery. – 2022. – Vol.7, N2. – P. 40-42.
4. Лурін І.А., Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Особливості ключового виду та характеру вогнепальних уражень військовослужбовців під час сучасних збройних конфліктів // Харківська хірургічна школа. – 2022. - №2(113). – С. 59-63.
5. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O. Soft tissues gunshot defects ultrasound investigation use in reconstructive-restorative surgery // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2021. - №3 (77). – С. 169-174.

РОЗДІЛ 7

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМИ ЕТАПНОЇ
РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ
З ДЕФЕКТАМИ М'ЯКИХ ТКАНИН НА РІЗНИХ РІВНЯХ НАДАННЯ
МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЯЖКОСТІ ПОРАНЕННЯ
ТА ТАКТИКИ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ**

Метою цієї частини дисертаційного дослідження було розробити організаційно-методичні основи системи етапної реабілітації поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин на різних рівнях надання медичної допомоги залежно від тяжкості поранення та тактики хірургічного лікування.

7.1. Етапна реабілітація військовослужбовців з вогнепальними пораненнями у вигляді дефектів м'яких тканин

7.1.1. Основні принципи реабілітаційного лікування

Після Другої світової війни відбулося більше 200 військових конфліктів в різних куточках світу. За ці часи значно змінився вид та характер зброї, що має суттєвий вплив на зміну структури бойової травми: з'явилися нові види боєприпасів, широке розповсюдження отримала мінно-вибухова зброя, використання якої призводить до значного та специфічного руйнування тканин, в практичній більшості – до первинного інфікування брудним одягом, труднощів у знаходженні в тілі фрагментів уражувальних елементів [12, 14-16]. Питанням надзвичайної важливості постає розвиток посттравматичного стресового розладу (ПТСР) у військовослужбовців, який обтяжує протікання періоду їх відновлення після поранень та травм, та й сам постає значною медико-психологічною проблемою сьогодення [86]. Це й обумовлює необхідність пошуку нових підходів до реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин.

Під час сучасних локальних військових конфліктів у зв'язку зі змінами характеру та властивостями зброї спостерігаються зміни структури санітарних втрат. Сучасні бойові дії вирізняються низкою факторів, що зумовлюють характер санітарних втрат – висока динамічність бойових дій, відсутність чіткої лінії фронту (дистанційне ураження супротивника), застосування сучасного озброєння та бойової техніки, тяжкість травми, хронічна стресова ситуація, а їх взаємодія спричиняє поєднаність, комбінованість, поліорганність патологічних змін, що мають місце під час поранення [12, 16, 26].

Кількість поранень та травм у військовослужбовців в Україні невинно зростає, що обумовлено військовим конфліктом на Сході України, нажаль більшість поранень призводить до інвалідизації, збільшується відсоток хронічних захворювань та їх загострень під час проходження військової служби [33, 34, 51, 76, 97]. Військові дії відіграють психотравмуючу дію як на військовослужбовців, так і на цивільне населення в зоні збройного конфлікту, призводячи до ПТСР.

За нашими спостереженнями збільшується питома вага вогнепальних ушкоджень з дефектами м'яких тканин в структурі бойової хірургічної травми (6,9-35,9%), значної тяжкості та кількості незадовільних результатів лікування поранених, високого рівня ускладнень (9,3-81,0%) та летальності (6,3-39,3%). Це обумовлює актуальність та необхідність реабілітаційного лікування, зокрема й санаторно-курортного.

За статистичним аналізом клінічних випадків бойової травми було проаналізовано структуру поранень, в якій поранення нижніх кінцівок становили 58,8%, до військової служби після лікування повернулись 63,3%, тоді як 36,1% за станом здоров'я визнані непридатними до військової служби; тривалості періоду лікування та реабілітації склала: при тяжких пораненнях – в середньому 36,6 доби, із пораненням середнього ступеня тяжкості – 21,8 доби, легкого ступеня – 24,2 доби [95]. Це підтверджують інші автори [12, 16]: пошкодження опорно-рухового апарату зустрічаються у

52,7 % (з них контрактури суглобів в 24 % та травми кісток та суглобів в 22,5%); ураження нервової системи в 33,3% (невропатії, дорсалгії, радикулопатії – 18 %, посттравматичні невралгії, неврити – 8 %, віддалені наслідки травм голови – 7,3 %).

Сучасні вогнепальні поранення різняться специфічними морфофункціональними змінами, протікають більш важче. Розробка та впровадження в протоколи лікування вогнепальних поранень з дефектами м'яких тканин потребує нових методів реконструктивно-пластичної хірургії, що дозволяє в оптимальні строки досягти загоювання рани, естетичної привабливості, знизити відсоток ускладнень в 1,5 рази. Для більш швидкого відновлення м'яких тканин після оперативного втручання нагальним є застосування реабілітаційних заходів у максимально ранні строки.

Реабілітація та найскоріше відновлення праце- та бойоспроможності військовослужбовців є одним з найбільш важливих завдань в системі медичного забезпечення збройних сил в усіх країнах світу.

Одним з принципів «Военно-медичної доктрини України», затвердженої Постановою Кабінету міністрів України від 31.10.2018 № 910, є: єдині погляди на профілактику, діагностику, надання медичної та психологічної допомоги, евакуацію, лікування, медичну та психологічну реабілітацію поранених (уражених, хворих), профілактику бойового стресу (превентивну реабілітацію) [13].

В «Річній національній програмі під егідою Комісії Україна – НАТО на 2021 рік», затвердженій Указом Президента України від 11.05.2021 №189/2021, зокрема, вказано, що «національна система медичної, фізичної, психологічної реабілітації та соціальної і професійної адаптації військовослужбовців, звільнених з військової служби, і тих, які підлягають звільненню, та членів їх сімей функціонує відповідно до підходів НАТО та ЄС» [87].

Реабілітація представляє собою сукупність заходів – медичних, соціальних, педагогічних, психологічних, юридичних, які спрямовані на відновлення валідності індивідуума [3].

Відповідно до визначення ВООЗ, реабілітація – це активний процес, метою якого є досягнення повного відновлення порушених внаслідок захворювання або травми функцій, або, якщо це нереально, – оптимальна реалізація фізичного, психічного та соціального потенціалу інваліду, найбільш адекватна інтеграція його в суспільстві [2].

Реабілітація – це процес, метою якого є запобігання інвалідності під час лікування захворювання і допомога хворому у досягненні максимальної фізичної, психічної, професійної, соціальної та економічної повноцінності, на яку він буде здатний в межах існуючого захворювання. ВООЗ визначає реабілітацію як «комбіноване та координоване застосування медичних, психологічних, соціальних, педагогічних та професійних заходів з метою підготовки та перепідготовки (перекваліфікації) індивідуума, до оптимуму його працеспроможності».

Таким чином, реабілітація – це суспільно необхідне функціональне і соціально-трудове відновлення хворих та інвалідів, що здійснюється комплексним проведенням медичних, психологічних, педагогічних, професійних, юридичних, державних, суспільних та інших заходів, за допомогою яких можна повернути потерпілих до звичайного життя і праці, відповідно до їх стану.

В Законі України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» від 03.12.2020 № 1053-IX, надане визначення: «реабілітація – комплекс заходів, яких потребує особа, яка зазнає або може зазнати обмеження повсякденного функціонування внаслідок стану здоров'я або старіння у взаємодії з її середовищем» [83].

Тому основною метою реабілітаційних заходів є найскоріше повернення хворої людини до повноцінного соціального життя та найбільш повне відновлення втраченої працездатності. Це повною мірою відповідає

основним пріоритетним аспектам ефективності реабілітації – економічному та соціальному. Для військовослужбовців це повернення до виконання своїх службових обов'язків, що є вкрай актуальним в теперішній час. Слід накреслити та тому, що зниження або втрата функціональної спроможності поранених, яка призводить до інвалідизації, є підставою для демобілізації військовослужбовця (тобто повної втрати боєздатності, неможливості виконувати військовий обов'язок та необхідності перекваліфікації, працевлаштування та соціалізації в цивільному житті). Це супроводжується великими економічними затратами та складнощами в соціальній адаптації.

Економічний ефект етапного лікування з застосуванням ранньої, зокрема санаторно-курортної реабілітації, особливо для працюючих, застрахованих в Фонді соціального страхування України, доведений багаторічним, майже 40 річним, досвідом післяінфарктної та післяінсультної реабілітації, після гострих захворювань серцево-судинної, цереброваскулярної, дихальної, ендокринної систем, опорно-рухового апарату, зокрема після хірургічних втручань, у хворих з опіками та хворобами шлунково-кишкового тракту, сечостатевої системи [84].

Система ранньої санаторної реабілітації для працюючих хворих за рахунок коштів Фонду соціального страхування України (ФСС) за вказаними вище напрямками функціонує в Україні, розроблено нормативну та матеріально-технічну базу для включення санаторно-курортного закладу до переліку установ для ранньої санаторної реабілітації, медичні послуги в яких оплачуються за рахунок ФСС термін лікування у санаторії складає 24 дні [83, 85]. Хворий має можливість вільного вибору санаторно-курортного закладу для ранньої реабілітації згідно затвердженого ФСС переліку в рамках лікування певної патології.

Незалежно від нозологічної форми захворювання реабілітація будується на основі принципів, які є загальними для всіх хворих, які її потребують [8]:

1. Ранній початок лікувально-реабілітаційних заходів (як тільки дозволить соматичний стан та стан свідомості).
2. Комплексність використання всіх доступних і необхідних реабілітаційних заходів.
3. Індивідуалізація програми реабілітації.
4. Етапність процесу реабілітації.
5. Безперервність і послідовність протягом всіх етапів реабілітації.
6. Соціальна спрямованість.
7. Доступність та гнучкість.
8. Використання методів контролю адекватності навантажень та ефективності реабілітації.

1. Ранній початок. Раннє впровадження в лікувальний процес реабілітаційних заходів, адекватних стану хворого, багато в чому забезпечує більш сприятливий перебіг і результат захворювання, служить одним з моментів профілактики інвалідності та ускладнень (контрактури, келоїдні рубці тощо) [53]. У поранених з дефектами м'яких тканин рекомендоване одразу після хірургічного втручання.

2. Комплексність. Проблеми медичної реабілітації досить складні й потребують спільної діяльності багатьох фахівців, що обумовлює необхідність формування мультидисциплінарної реабілітаційної команди.

3. Індивідуалізація. Залежно від причин, що передбачають застосування реабілітаційних заходів, а також особливостей стану хворого або інваліда, їх функціональних можливостей, рухового досвіду, віку, статі, методи і засоби, які будуть застосовувати спеціалісти, будуть різними, тобто реабілітація потребує індивідуального підходу з урахуванням реакції на її застосування. Цей принцип напряду пов'язаний з принципом використання методів контролю адекватності навантажень та ефективності реабілітації. Сучасна реабілітація пораненого безпосередньо пов'язана з принципом його активної співучасті.

4. Етапність. Реабілітаційна допомога надається на первинному, вторинному та третинному рівнях медичної допомоги. Координація руху пацієнтів з питань надання реабілітаційної допомоги між рівнями медичної допомоги здійснюється відповідно до індивідуального реабілітаційного плану. Відповідно до періодів перебігу відновних процесів в організмі, медична реабілітація має складатися з декількох етапів, послідовність яких у кожному конкретному випадку може відрізнятися.

5. Безперервність і послідовність реабілітаційних заходів важлива як в межах одного етапу, так і при переході від одного до іншого. Дотримання цього принципу важливе при функціонуванні реабілітаційної команди, в якій зберігаються зв'язки з лікарями попереднього етапу лікування. На фоні реабілітації поліпшується функціональний стан організму, підвищується тренуваність, а будь-яка тривала перерва в її застосуванні може призвести до його погіршення, коли доводиться починати все спочатку.

6. Принцип доступності має вирішальне значення для забезпечення ефективності лікування. Більш активне використання ліжкового фонду санаторіїв, створення спеціалізованих реабілітаційних відділень хірургічного профілю (для поранених з дефектами м'яких тканин) допоможе зробити реабілітацію доступною.

7. Реабілітація має бути гнучкою та швидко реагувати на зміни не тільки в структурі та сучасних особливостях вогнепальних поранень, але і стану здоров'я окремого хворого. Крім того, реабілітаційне лікування тісно пов'язане з прогресом всього суспільства та медицини зокрема. Тому стає нагальною проблема своєчасного впровадження новітніх технологій відновного лікування поранених військовослужбовців.

8. Соціальна спрямованість. Основна мета реабілітації – ефективно і раннє повернення поранених та інвалідів до виконання своїх службових обов'язків, побутових процесів, у суспільство і сім'ю, відновлення особових властивостей людини як повноправного члена товариства. Оптимальним кінцевим результатом медичної реабілітації може бути повне або

максимально можливе відновлення здоров'я і повернення до професійної діяльності.

Реабілітацію поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин слід розглядати як складну медико-соціальну проблему, яка має декілька аспектів: медичний (у тому числі фізичний, психологічний), професійний (трудовий), побутовий і соціально-економічний.

Обґрунтовуються наступні напрями реабілітації учасників бойових дій із зони проведення АТО [8]:

- медична: комплекс лікувально-діагностичних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на своєчасну і точну діагностику, госпіталізацію на всіх етапах медичної допомоги, а також відновлення і розвиток фізіологічних функцій хворого, виявлення його компенсаторних можливостей, усунення патологічного процесу, попередження ускладнень, відновлення або часткову компенсацію втрачених функцій, протидію інвалідності, підготовку військовослужбовців, що одужують, й інвалідів до побутових і трудових навантажень, активного самостійного життя;

- фізична: спрямована на відновлення фізичної працездатності хворих і включає аспекти застосування фізичних чинників у реабілітаційному процесі, вивчення реакції організму в специфічних змінах обумовлених пораненням на їх застосування;

- психологічна: корекція психічного стану пацієнта (нормалізація психоемоційного статусу), а також формування його раціонального ставлення до лікування, лікарських рекомендацій, виконання реабілітаційних заходів та створення умов для психологічної адаптації хворого (або пораненого) до життєвої ситуації, що змінилася внаслідок ушкодження або хвороби, зокрема повернення в стрій та виконання своїх службових обов'язків. Є обов'язковою для військовослужбовців;

- соціальна: процес вивчення впливу соціальних умов на хворобу або травму і повернення особистості її основних соціальних функцій і соціальної повноцінності;

- професійна: підготовка військовослужбовця до трудової діяльності в конкретних умовах з урахуванням його функціональних можливостей і здібностей, а також повернення йому економічної незалежності;

- економічна: полягає в зниженні витрат держави на лікування і соціальне забезпечення хворих / поранених та інвалідів за рахунок скорочення термінів лікування, розмірів грошових виплат з інвалідності, запобігання непрацевдатності, збереження кваліфікованих кадрів;

- побутова: полягає в розвитку у хворих / поранених навичок самообслуговування;

- технічна: спрямована на розробку індивідуальних технічних засобів та пристосувань для кожного етапу реабілітаційного процесу;

- правова: забезпечує гарантії, які записані в Конституції держави.

Згідно Закону України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» загальними принципами проведення реабілітації є [84, 186]:

- пацієнтоцентричність, що передбачає планування та проведення реабілітації з урахуванням потреб, можливостей та побажань особи, якій надається реабілітаційна допомога, або її законного представника та членів її сім'ї, а також безпосередню їх участь у розробленні, реалізації та внесенні змін до індивідуального реабілітаційного плану;
- цілеспрямованість - організація процесу реабілітації має спрямовуватися на досягнення довго- та короткострокових завдань;
- своєчасність – реабілітація має розпочинатися під час гострого реабілітаційного періоду або одразу після стабілізації стану здоров'я з хронічним перебігом, індивідуальний реабілітаційний план має змінюватися відповідно до зміни функціонального стану особи, якій надається реабілітаційна допомога;
- послідовність – кожний наступний етап процесу реабілітації має бути пов'язаний з попереднім етапом, бути підґрунтям для наступного етапу

та враховувати фактичні зміни функціонального стану особи, якій надається реабілітаційна допомога;

- безперервність – процес реабілітації має відбуватися безперервно протягом всіх реабілітаційних періодів;
- функціональна спрямованість – реабілітаційна допомога має бути спрямована на досягнення оптимального рівня функціонування та якості життя особи у її середовищі.

Медична реабілітація на санаторно-курортному етапі призводить до розвантаження стаціонарних ліжок (які є більш дорогішими) за рахунок ранньої виписки пораненого до спеціалізованого відділення санаторно-курортного закладу; поранений більш тривалий час знаходиться під наглядом висококваліфікованих спеціалістів; дає можливість у більшому обсязі використовувати природні лікувальні ресурси та преформовані фізичні фактори як місцевих санаторіїв, так і курортів загальнодержавного значення. Стосовно медико-психологічної реабілітації можна стверджувати, що саме перебування в санаторно-курортному закладі, на відміну від лікарняного стаціонару, вже має психотерапевтичну дію [3].

Виходячи з положення про медичну реабілітацію як систему державних, соціально-економічних, медичних, професійних та педагогічних заходів [8], а також «сукупність заходів, які допомагають людям, які відчувають або можуть мати інвалідність, досягти та підтримувати оптимальне функціонування у взаємодії зі своїм середовищем» [3], ми розглядаємо створення етапної реабілітації хворих як головну соціальну та науково-практичну задачу сьогодення для поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин [1].

Таким чином, реабілітаційні заходи військовослужбовцям повинні надаватися на амбулаторних, стаціонарних (реабілітаційні відділення госпіталів) та санаторно-курортних умовах. При цьому пріоритетним є

відкриття відділень ранньої реабілітації в відомчих санаторно-курортних закладах Збройних Сил України.

7.1.2. Організаційні аспекти функціонування системи реабілітації в санаторно-курортних закладах Збройних Сил України

Організація системи санаторно-курортної реабілітації військовослужбовців в Україні регламентується законодавчими та нормативними актами: Закон України «Про соціальний та правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей»; Постанова КМУ від 27.04.2011р. №446 (в редакції від 16.05.2017р.) «Про забезпечення санаторно-курортними путівками...»; Державна цільова програма з медичної, фізичної реабілітації та психосоціальної реадптації постраждалих учасників Революції Гідності, учасників антитерористичної операції та осіб, які брали участь у здійсненні заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії російської федерації в Донецькій та Луганській областях, забезпеченні їх здійснення, на період до 2023 року, затверджена Постановою Кабінету міністрів України від 05.12.2018 р. № 1021 [3]; відомчими наказами та постановами так званих «силових відомств».

Однією з важливих соціальних гарантій, що надаються державною військовослужбовцям, є надання медичної допомоги, у тому числі санаторно-курортного лікування (СКЛ) та реабілітації в санаторних умовах (як суто медичної, так і медико-психологічної за допомогою спеціалізованих реабілітаційних послуг), згідно ст. 11 Закону України «Про соціальний та правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей». Порядок забезпечення СКЛ регламентується Постановою КМУ від 27.04.2011р. №446 (в редакції від 16.05.2017) [3].

Однією з важливих соціальних гарантій є надання медичної допомоги, у тому числі санаторно-курортного лікування (СКЛ) та реабілітації в санаторних умовах (як суто медичної, так і медико-психологічної за допомогою спеціалізованих реабілітаційних послуг). Згідно статті 11 Закону

України «Про соціальний та правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей», військовослужбовці мають право на безоплатну медичну допомогу у військових госпіталях; військовослужбовці, звільнені з військової служби внаслідок захворювання, пов'язаного з виконанням обов'язків військової служби, та члени їх сімей приймаються на обстеження та лікування до військово-медичних закладів; військовослужбовці, які направляються до санаторіїв для продовження лікування на основі висновку військово-лікарських комісій (ВЛК) отримують путівки безкоштовно; якщо сукупний дохід сім'ї в розрахунку на одну особу становить менше трьох прожиткових мінімумів, військовослужбовець та члени його сім'ї мають право 1 раз на рік на пільгові путівки в санаторії Міністерства оборони України та інших військових формувань, тощо.

Порядок забезпечення СКЛ регламентується Постановою КМУ «Про затвердження Порядку забезпечення санаторно-курортними путівками до санаторно-курортних закладів військовослужбовців, ветеранів війни, ветеранів військової служби, органів внутрішніх справ та деяких інших категорій осіб і членів їх сімей» від 27.04.2011 року №446.

Військовослужбовці безкоштовно забезпечуються путівками не більше одного разу на рік за місцем служби відповідно до висновків ВЛК. Кожне силове відомство затверджує окремі інструкції про забезпечення СКЛ [83, 85]. Зокрема для військовослужбовців ЗСУ – це Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження Інструкції про організацію санаторно-курортного лікування, медичної та медико-психологічної реабілітації у ЗСУ» від 04.11.2016 №591.

Метою санаторно-курортного лікування є отримання оптимального рівня боєздатності (працездатності) військовослужбовців, а також створення сприятливих умов для відновлення соціальної активності, розвитку та утвердження особистості; забезпечення оптимальних умов для повернення до нормальної життєдіяльності та роботи (військової служби).

На сьогодні військовослужбовці ЗСУ забезпечуються СКЛ у санаторно-курортних закладах, підпорядкованих Міністерству оборони України (Наказ Міністерства оборони України від 04.11.2016р. № 591 (із змінами внесеними згідно з Наказами Міністерства оборони від 17.07.2018р. № 337) «Про затвердження Інструкції про організацію санаторно-курортного лікування, медичної та медико-психологічної реабілітації у ЗСУ»):

- Центри медичної реабілітації та санаторного лікування «Пуща Водиця», «Трускавецький», «Одеський»;
- Центральний військовий клінічний санаторій «Хмільник»;
- Центральний військовий санаторій «Приморський»;
- Санаторні відділення Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону та Південного регіону.

Медична реабілітація в санаторно-курортних закладах Збройних сил України проводиться згідно «Переліку медичних показань до медичної реабілітації в санаторно-курортних закладах Збройних Сил України», затвердженому наказом Міністерства оборони України від 09.12.2015 № 703 (у редакції наказу Міністерства оборони України від 27.08.2020 № 297) [1, 3, 83, 85] за наступними напрямками:

- нейрореабілітація;
- м'язово-скелетна реабілітація;
- кардіологічна;
- пульмонарна;
- ендокринологічна;
- шлунково-кишкова;
- сечостатева;
- зовнішні причини захворюваності і смертності;
- медико-психологічна реабілітація.

Показаннями до медичної реабілітації в санаторно-курортних закладах ЗСУ за напрямом «Зовнішні причини захворюваності і смерті» відноситься група ушкоджень унаслідок воєнних дій:

- спричинені вибухом військово-морської зброї;
- спричинені руйнуванням літака;
- іншими видами вибухів чи уламками;
- спричинені вогнепальною зброєю та іншими видами звичайного озброєння;
- спричинені вогнепальною зброєю та іншими видами звичайного озброєння;
- отримані внаслідок бойових операцій після припинення воєнних дій;
- спричинені не уточненими воєнними діями.

Військовослужбовці направляються до санаторно-курортних установ ЗСУ в ранньому післягоспітальному періоді лікування вогнепальних та невогнепальних поранень, а також при наявності ізолюваних чи множинних патологічних установок та контрактур суглобів кінцівок.

Окрім різних організаційно-правових документів щодо забезпечення військовослужбовців СКЛ, різними є й терміни СКЛ: для військовослужбовців ЗСУ 21 календарний день та може бути продовжений на строк не більше 10 діб; МВС – 10 або 21 день, але не більше 21 дня; для ДПС – 12 і 21 день; для учасників бойових дій – щороку строком на 18-21 день; інвалідів війни – позачергово щороку строком на 18 - 21 день; інвалідів із захворюваннями нервової системи (з наслідками травм і захворюваннями хребта та спинного мозку) – відповідно до медичних рекомендацій, з них: I та II груп – до санаторіїв (відділень) спінального профілю з лікуванням строком на 35 днів, III групи – до санаторіїв неврологічного профілю з лікуванням строком на 18 - 21 день [3].

Нажаль, в сучасних наказах щодо санаторно-курортної реабілітації військовослужбовців не враховується диференційований за термінами лікування підхід при різноманітній патології, особливо в випадках з важким пораненням.

7.1.3. Етапи реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги

Процес реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин є багатоетапним та потребує низки оперативних втручань в різний період часу на різних рівнях медичної допомоги. Реабілітаційні заходи для таких хворих також є різними.

В теперішній час медична допомога військовослужбовцям є чотирирівневою. На кожному рівні передбачено свій обсяг медичної допомоги.

Перший рівень медичного забезпечення формується та реалізується на тактичному рівні за рахунок сил і засобів медичної служби батальйону (з можливим підсиленням) і передбачає надання першої медичної (домедичної), долікарської та першої лікарської допомоги – проведення медичного сортування, необхідних лікувально-діагностичних, реанімаційних і стабілізаційних заходів, тимчасового утримання до евакуації.

Другий рівень медичного забезпечення формується та реалізується на тактичному рівні за рахунок сил і засобів медичної служби бригади (з можливим підсиленням) та передбачає надання кваліфікованої медичної допомоги, що включає прийом і сортування поранених, надання їм хірургічної допомоги, проведення реанімаційних та протишокових заходів, тимчасового утримання до евакуації.

Таким чином, реабілітаційні заходи на першому та другому рівнях фактично не передбачені, не є доцільними та першочерговими.

Реабілітаційні заходи передбачені на третьому та четвертому рівні надання медичної допомоги. надаються вони згідно наявній матеріально-технічній базі закладу охорони здоров'я, в якому перебуває поранений, кадрового складу тощо. При цьому надання послуг медичної реабілітації в санаторно-курортних закладах ЗСУ, на наш погляд, можна віднести до четвертого рівня.

Третій рівень формується та реалізується на оперативному рівні за рахунок військових мобільних госпіталів і стаціонарних військових або цивільних закладів охорони здоров'я, що розгортаються в межах операційної зони, та передбачає надання кваліфікованої і спеціалізованої медичної допомоги (діагностика та необхідне стаціонарне лікування поранених в зоні бойових дій з метою їх найшвидшого повернення до строю або направлення на наступний етап медичної евакуації). На цьому рівні реабілітаційна допомога надається в гострому періоді. Метою реабілітаційних заходів є профілактика ускладнень та інвалідизації, скоріше повернення до виконання військових обов'язків. При неможливості досягнення поставленої мети поранений переводиться на четвертий рівень надання медичної допомоги.

Четвертий рівень формується та реалізується на стратегічному рівні за рахунок військово-медичних клінічних центрів, закладів охорони здоров'я державної і комунальної власності та передбачає надання високоспеціалізованої медичної допомоги із застосуванням високотехнологічного обладнання та/або спеціалізованих медичних процедур високої складності. Саме на цьому рівні повинні бути повністю реалізовані мета та завдання реабілітації поранених, тобто повернення до виконання військових обов'язків або вирішене питання щодо демобілізації. На цьому рівні забезпечується надання реабілітаційної допомоги в гострому, післягострому та довготривалому реабілітаційних періодах у стаціонарних (того стаціонару, де проводилось хірургічне лікування) та амбулаторних умовах. Реабілітаційні заходи в санаторно-курортних умовах в післягострому та довготривалому реабілітаційних періодах пораненим військовослужбовцям реалізуються виключно в санаторно-курортних закладах ЗСУ.

В наших дослідженнях встановлено, що в структурі санітарних втрат хірургічного профілю питома вага поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин становить 16,7%. Анатомо-функціональна характеристика локалізації дефектів м'яких тканин виглядала наступним чином: грудна клітка

– 14,0%, живіт – 7,0%, таз – 4,1%, кінцівки – 74,9%. В структурі вогнепальних дефектів м'яких тканин надвеликі ушкодження становили 6,1%, великі – 33,7%, середні – 60,2%. Клінічно-епідеміологічними та клінічно-анатомічними дослідженнями було доведено, що у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин нетяжка бойова хірургічна травма становила 36,8%, тяжка – 45,7%, вкрай тяжка – 17,5%. Причиною виникнення дефектів м'яких тканин у 45,6% військовослужбовців були осколкові поранення, кульові – у 38,0%, мінно-вибухові – у 16,4%. Ізольована бойова хірургічна травма була виявлена у 28,9%, множинна – у 44,2%, поєднана – у 26,9% поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Непроникна бойова хірургічна травма була діагностована у 62,9% поранених, проникна в плевральну порожнину – у 17,4%, в черевну порожнину – у 16,3%, в порожнину малого таза – у 3,4% військовослужбовців [50, 103, 105][].

На основі проведених статистичних спостережень щодо локалізації, тяжкості та розповсюдженості ушкоджень нами було виокремлено для подальшої реабілітації в санаторно-курортних умовах три групи поранених:

1. поранені з нетяжкою травмою (ВДМТ середніх розмірів, AdTS <5 балів, перфузійний індекс >4%) після повного обсягу хірургічної допомоги з первинною та остаточною корекцією ушкодження;
2. поранені з тяжкою травмою (ВДМТ великих розмірів, AdTS 5-9 балів, перфузійний індекс 2-4%);
3. поранені з вкрай тяжкою травмою (ВДМТ надвеликих розмірів, AdTS >9 балів, перфузійного індекс <2%).

Для контролю ефективності реабілітаційних заходів та оцінки реабілітаційного прогнозу використовували діагностичні можливості спектральної інфрачервоної термографії.

Загальною метою реабілітації поранених було:

- профілактика інфекційних ускладнень;
- запобігання утворенню келоїдних та гіпертрофічних рубців;
- запобігання розвитку іммобілізаційних контрактур;

- покращення якості життя;
- максимально скоріше повернення до виконання службових обов'язків та активного соціального життя.

Для поранених військовослужбовців першої групи нами було розроблено трьохетапну модель реабілітації (рис. 7.1), коли поранені починали реабілітаційні заходи в гострому періоді в стаціонарі та при досягненні певних умов одразу переводились до спеціалізованого відділення санаторно-курортного закладу та, за потреби, на амбулаторний етап реабілітації. За нашими спостереженнями, повернення до військової служби одразу після ранньої санаторно-курортної реабілітації спостерігалось в 94 % в цій групі.

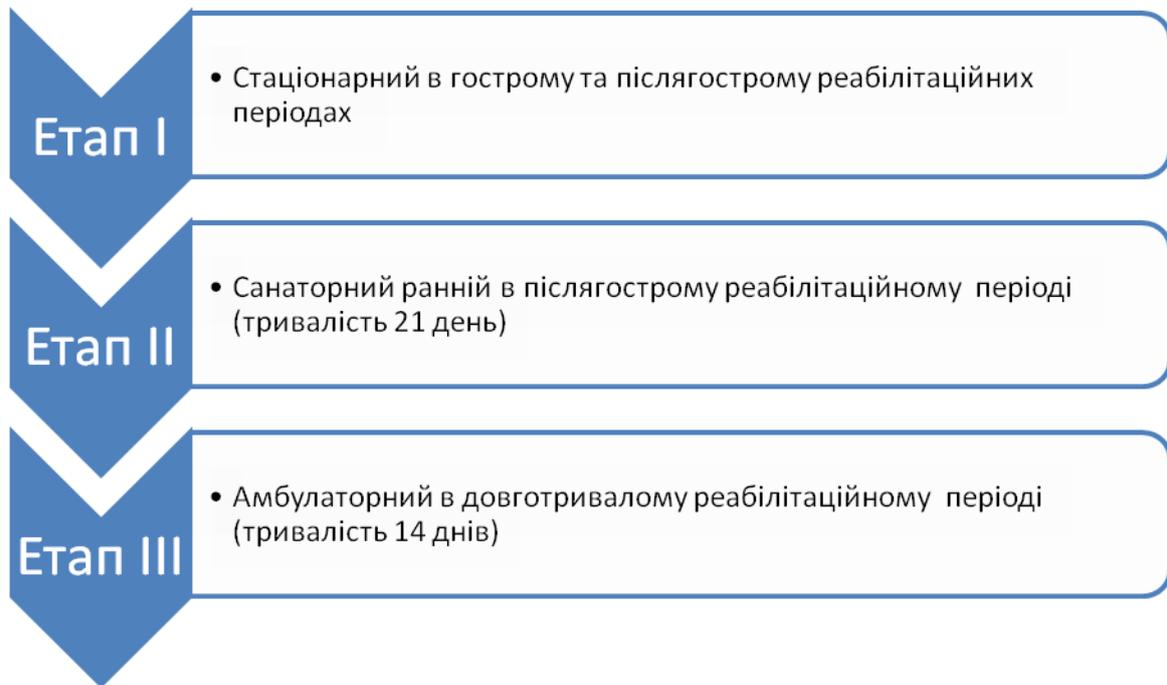


Рис. 7.1. Етапи реабілітації першої групи військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин

Для поранених другої групи з тяжкою травмою нами запропоновано чотирихетапну модель реабілітації (рис. 7.2). Зокрема, етап санаторно-курортної реабілітації ми пропонуємо розділити на ранній санаторний, який надається в післягострому реабілітаційному періоді та відповідно, складається з двох частин, та відтермінований (не є обов'язковим), який

надається в довготривалому реабілітаційному періоді, зокрема при розвитку ускладнень, наприклад, рубцевих контрактур, келоїдних рубців тощо.

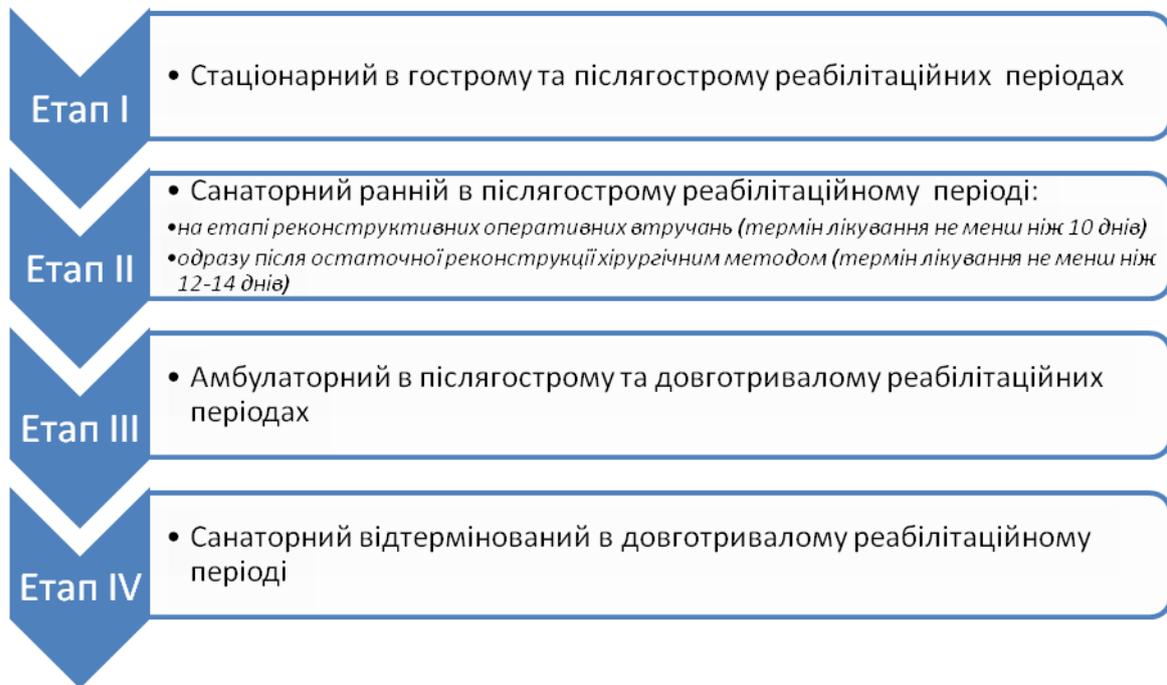


Рис. 7.2. Етапи реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин

Поранені третьої групи також отримували реабілітаційне лікування за чотирих етапною моделлю, але на амбулаторному етапі (III етап) додатково розраховували їх реабілітаційний потенціали та лікарі ВЛК приймали рішення щодо можливості їх подальшої військової служби. Слід також відзначити, що терміни направлення на етапи реабілітації таких пацієнтів були більш довгими.

Одразу після хірургічного лікування при стабілізації клінічного стану всі поранені були оглянуті членами мультидисциплінарної реабілітаційної команди з метою розробки індивідуального реабілітаційного плану.

Індивідуальний реабілітаційний план – документ, розроблений мультидисциплінарною реабілітаційною командою на підставі результатів реабілітаційного обстеження особи з обмеженнями повсякденного функціонування (або такої, у якій можуть виникнути обмеження

повсякденного функціонування), що визначає мету та завдання реабілітації та комплекс заходів, необхідних для їх досягнення [3, 8].

До мультидисциплінарної реабілітаційної команди відносяться:

- 1) лікар фізичної та реабілітаційної медицини;
- 2) фізичні терапевти;
- 3) ерготерапевти;
- 4) протезисти-ортезисти;
- 6) психологи, психотерапевти;
- 7) сестри медичні з реабілітації;
- 8) асистенти фізичних терапевтів та ерготерапевтів.

В нашому випадку до складу також входить хірург, який проводив оперативне лікування; за необхідністю лікарі-консультанти.

Склад та взаємозв'язки мультидисциплінарної реабілітаційної команди були розроблені нами, спираючись на закон України «Про реабілітацію в сфері охорони здоров'я» та публікації Бабової І.К. щодо організації ортопедичної реабілітації після ендопротезування суглобів [3] (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Склад та зв'язки мультидисциплінарної реабілітаційної команди

На наш погляд, найважливішим є збереження взаємозв'язку між лікарями, які надавали допомогу хворому в гострому періоді на стаціонарному етапі лікування, та лікарями на етапі санаторно-курортної реабілітації. Вдале формування реабілітаційної команди є запорукою подальшої ефективної роботи з пораненим.

Для полегшення процесу отримання медичної інформації про пораненого між стаціонарними закладами охорони здоров'я, військовими лікарськими комісіями та санаторно-курортними закладами, які надають реабілітаційні послуги, доцільним створення електронного Реєстру поранених військовослужбовців. Однак, це питання є складним з огляду на особливу необхідність дотримання принципів захисту персональних даних пацієнта.

Однаковим для всіх груп був стаціонарний етап реабілітації. Але слід відзначити, що найбільш тривалим він був у поранених третьої групи.

Стаціонарний етап реабілітації здійснюється в гострому та післягострому реабілітаційних періодах одразу після хірургічного лікування в закладі охорони здоров'я, де надавалась спеціалізована або високоспеціалізована хірургічна допомога. Триває весь час перебування пораненого в стаціонарі з перших годин після хірургічного лікування.

Метою цього етапу є: зменшення болю; обмеження та зменшення об'єму запального ексудату; зниження метаболічних потреб тканин; захист постраждалих тканин від подальшого ушкодження; захист тканин, що утворюються від розриву; забезпечення росту нової тканини та відновлення волокон; підтримання загального стану серцево-судинної та кістково-м'язової систем / нормальної активності; запобігання розвитку інфекційних ускладнень тощо.

Призначається медикаментозне лікування, спрямоване на попередження післяопераційних ускладнень. Застосовується принцип PRICE для ведення пацієнтів на ранніх стадіях (до 72 годин після хірургічного лікування) після травм м'яких тканин:

- protection: захист (бинтування, підтримуючи пов'язки, обмеження осьового навантаження на поранену кінцівку, милиці);
- rest: спокій (відносний спокій у порівнянні зі звичними рухами);
- ice: холод (застосування різних охолоджуючих агентів в лікувальних цілях);
- compression: компресія (з метою зменшення об'єму ексудату та болю);
- elevation: елевація (сприяє зменшенню кровотечі, набряку, болю).

Починаючи з 2–3 доби після хірургічного втручання (коли починається стадія проліферації тканин) задачами реабілітації є:

- Зменшення болю;
- Зменшення набряку;
- Зниження місцевої температури;
- Профілактика подальшого пошкодження тканин;
- Захист нових тканин, що утворилися;
- Підтримка та збільшення м'язової сили, координації;
- Покращення функції.

Призначається базовий комплекс лікувальної гімнастики (ЛГ), дихальні вправи в вихідному положенні лежачи на спині; хворий вертикалізується. На 3 – 4 добу хворий виконує базовий комплекс ЛГ та дихальні вправи у вихідному положенні лежачи на спині та сидячи; дозволяється сидіння в ліжку зі спущеними з нього нижніми кінцівками, лікувальна дозована ходьба (ЛДХ) з додатковою опорою (ходунки, милиці) з обмеженням осьового навантаження на ушкоджену кінцівку в межах палати. На 4–5 добу призначається масаж верхніх кінцівок. Розширюється базовий комплекс ЛГ за рахунок збільшення повторів, тривалості занять та різноманіття вихідного положення. Призначаються вправи на збереження обсягу рухів в пораненій кінцівці. Основним обмеженням для розширення об'єму активних і пасивних рухів є больові відчуття. Зберігається обмеження осьового навантаження на поранену кінцівку. Важливим є призначення фізичних навантажень вздовж

функціональних ліній навантажень, які в нормі характерні для тієї чи іншої тканини. Це сприятиме структуруванню колагенових волокон, які вирівнюються вздовж лінії прикладання навантаження. Починаючи з 6 дня можна підвищувати рівні навантажень, що обумовлено формуванням вже достатньо великого слою фіброзної тканини.

Перші 3 доби після операції фізіотерапевтичні процедури не призначають з метою запобігання кровотечі.

На 10-14 добу після операції знімають післяопераційні шви. Лікування здійснюється під наглядом реабілітаційної команди. Збільшують дистанцію лікувальної дозованої ходьби (ЛДХ) (хода в межах відділення). Комплекс ЛГ розширюється за рахунок збільшення тривалості занять, кратності на добу, розширення переліку вправ (вправи в вихідному положенні сидячи та стоячи з додатковою опорою).

Фізіотерапевтичне лікування розширюється за рахунок електротерапії, лазеротерапії тощо. З пораненими проводять сеанси психотерапія.

Перевід до санаторної установи можливий за наступних умов:

- стабільний соматичний стан;
- самообслуговування в межах відділення;
- задовільні показники коагулограми: гемоглобін вище 100 г/л;
- температура тіла в межах нормальної;
- зняття післяопераційних швів, дренажів, задовільний стан післяопераційної рани;
- відсутність післяопераційних ускладнень.

Для поранених першої групи санаторний етап реабілітації може бути заключним перед поверненням до військової служби.

Пацієнти другої групи проходили ранню санаторно-курортну реабілітацію в два етапи, що було обумовлено етапним хірургічним лікуванням дефекту м'яких тканин.

Ранній санаторний етап, за запропонованим нами підходом, розділено на два пов'язаних в часі підетапи:

1) поранений направляється до спеціалізованого відділення реабілітації санаторно-курортного закладу ЗСУ одразу після проведених реконструктивних оперативних втручань на етапі формування «шкіряного клаптику».

2) поранений направляється до спеціалізованого відділення реабілітації санаторно-курортного закладу ЗСУ одразу після заключних реконструктивних оперативних втручань. Умови переводу ті ж самі.

Загалом поранені військовослужбовці першої та другої груп були направлені на етап ранньої санаторної реабілітації в терміни 10 та більше днів після хірургічного лікування, в фазі ре моделювання тканин, коли спостерігається висока активність фібробластів, утворення колагену, заміщення колагенових волокон III типу I, розсмоктування старої та відкладання нової фіброзної тканини, стиснення рубцевої тканини. Саме цей період є вкрай важливим для формування нормальної рубцевої тканини. Метою ранньої санаторно-курортної реабілітації було:

- сприяння росту колагену та регенерації тканин;
- збільшення обсягу активних, пасивних та допоміжних рухів;
- збільшення м'язової сили, координації;
- максимальне відновлення функції.

Нами розроблено пілотний проект етапної реабілітації військовослужбовців після реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин нижніх кінцівок в санаторно-курортних умовах (рис. 7.4).

Базою для впровадження пілотного проекту вибрано Центр медичної реабілітації та санаторного лікування «Одеський» ЗСУ. Причиною такого вибору стало, по перше, місце розташування санаторію – в центрі м. Одеса, територіально близько до Військово-медичного клінічного центру Південного регіону (менш ніж 1 км), кваліфікований кадровий склад та оновлена матеріально-технічна база:

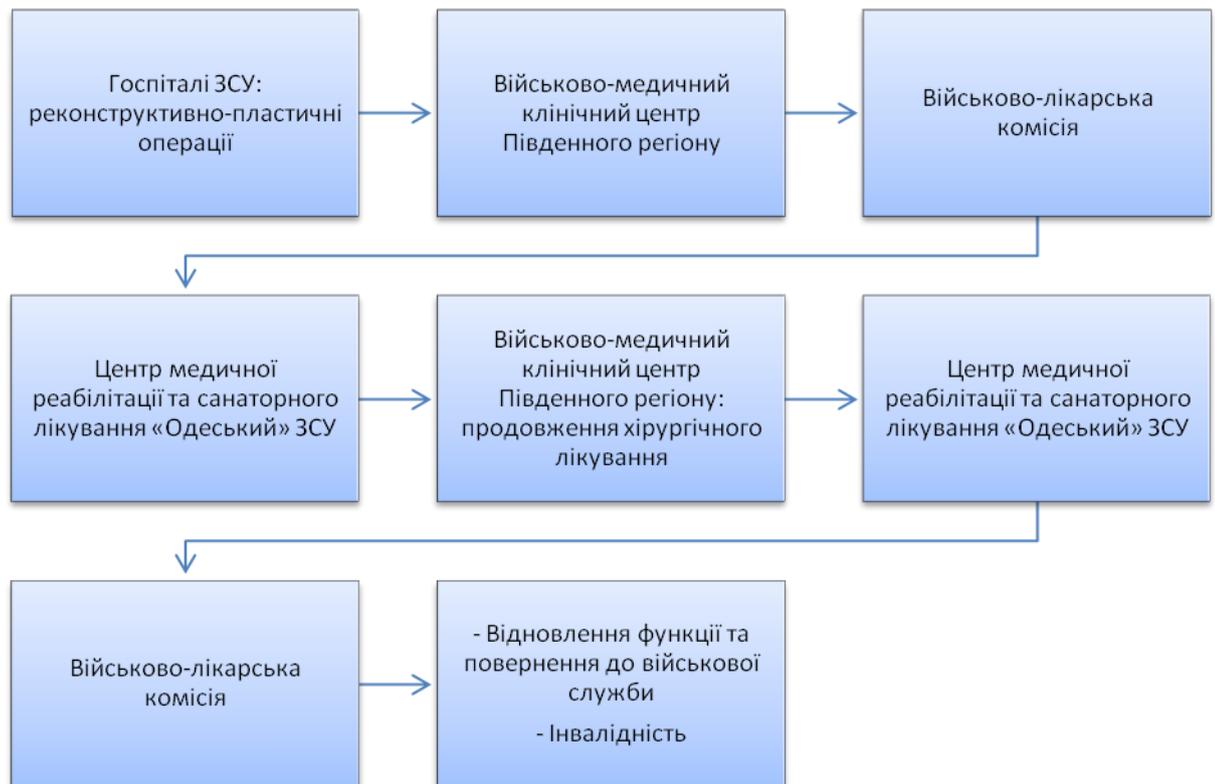


Рис. 7.4. Схема Пілотного проекту «Одеський»

- зал для проведення лікувальної фізкультури (групової та індивідуальної), оснащений стандартною спортивним інвентарем, а також дошкою Євмінова, кардіотренажерами, приладами для побутової реабілітації;
- кабінет механотерапії (проводяться заняття на унікальних Цандеровських механотерапевтичних тренажерах);
- кабінети лікувального масажу (різноманітні масажі за сучасними методиками);
- басейн для гідрокінезотерапії і підводного витягування хребта;
- кабінети фізіотерапії, в яких представлені різні типи класичних фізіотерапевтичних впливів: електро-, магніто-, тепло-, світлолікування, ультразвукова і мікрохвильова терапія, а також

- новітні методики: ударно-хвильова терапія, пресотерапія, високотонна терапія, лікування магнітним полем;
- кабінет апаратного масажу і програмованої тракційної терапії хребта;
 - кабінет інгаляційної і синглет-кисневої терапії;
 - кабінет сухих вуглекислих ванн;
 - кабінети водолікування (лікувальні ванни: скипидарні, бішофітні, хвойні, йодобромні, перлинні, з використанням лікарських трав, а також комбіновані; лікувальний душ, гідромасаж, душ Шарко, циркулярний, висхідний і лазерний душ);
 - кабінети грязелікування (електрогрязелікування, інфрарелотерапія, порожнинне грязелікування, грязьові ванни, гальваногрязьові методики).

Реабілітаційні заходи призначаються базуючись на пацієнт-центричному підході. Комплексний та індивідуальний підхід дозволяє досягти значних результатів: полегшити протікання післяопераційного періоду, в оптимальні терміни відновити частково або ж в повному обсягу втрачені функції, покращити психологічну адаптацію в суспільстві, сприяти зниженню відсотка інвалідизації серед військовослужбовців та повернути їх до військової служби.

Висновки за розділом 7

1. Вчасно проведені реабілітаційні заходи на всіх етапах надання медичної допомоги в ЗСУ, зокрема й санаторно-курортному, сприяють скороченню лікарняного ліжка дня, більш тривалому знаходженню пораненого під професійним лікарським наглядом, зокрема на етапі формування «шкіряного клаптику», скорочення числа ускладнень, у тому числі інфекційних на етапах реконструктивно-відновлювального хірургічного лікування та формування контрактур на довготривалому етапі реабілітації.

2. Розроблено організаційно-методичні основи системи етапної реабілітації поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин на різних рівнях надання медичної допомоги залежно від тяжкості поранення та тактики хірургічного лікування.

3. Науково обгрунтовано розділення етапу ранньої санаторно-курортної реабілітації для поранених з тяжкими ушкодженнями м'яких тканин залежно від етапного хірургічного лікування. Для проведення реабілітаційних заходів були виділені наступні групи поранених: (1) поранені з нетяжкою травмою; (2) поранені з тяжкою травмою та (3) поранені з вкрай тяжкою травмою.

4. Запропоновані різні етапні моделі реабілітаційних заходів для поранених з різним ступенем тяжкості: для поранених військовослужбовців з нетяжкою травмою було розроблено трьохетапну модель реабілітації; для поранених з тяжкою травмою нами запропоновано чотирьохетапну модель реабілітації; для поранених з вкрай тяжкою травмою нами також запропоновано чотирьохетапну модель реабілітації.

5. До кожного пораненого підходять індивідуально з урахуванням функціонального стану та на підставі результатів реабілітаційного обстеження. Сформовано мультидисциплінарну реабілітаційну команду, до завдань якої входить індивідуальний підхід до кожного пацієнта.

Поглиблено знання про застосування методів фізичної реабілітації та апаратної фізіотерапії в різних періодах реабілітації поранених після хірургічного лікування дефектів м'яких тканин.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Михайлусов Р.М., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М., Попова О.М. Імплементация принципів реконструктивної хірургії у поранених з дефектами м'яких тканин на IV рівні медичного забезпечення // World of Science. – 2020. - N 8 (60). – P. 30-34.

2. Бабов К.Д., Хоменко І.П., **Тертишний С.В.**, Бабова І.К., Вастьянов Р.С. Організація етапної реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги // Медичні перспективи (SCOPUS). - 2021. – Т. 26, №4. – С. 188-195.
3. Khomenko I.P., Gumenyuk K.V., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Maidanyuk V.P., Popova O.N., Yermuraki P.P. Change Of the Concept of Surgical Support For Wounded With Soft Tissue Defects at the Levels Of Medical Care // International Journal Dental and Medical Sciences Research. – 2022. – Vol. 4, N 1. – P. 351-354.
4. **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Особливості сучасної реабілітації поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. актуальні питання медичних наук: теоретичні та прикладні дослідження. Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 23 квітня 2021 року)

РОЗДІЛ 8. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ХІРУРГІЧНОЇ РОБОТИ

8.1. Ідентифікація вхідних факторів в хірургічному втручанні

Головна мета нашого дослідження полягала в встановленні актуальності, зручності та інформативності мультимодальної концепції під час динамічного моніторингу при відновленні вогнепальних дефектів м'яких тканин. Була вивчена та доведена ефективність запропонованої методики в порівнянні з класичним підходом до відновлення вогнепальних дефектів покривних тканин. Під час аналізу отриманих матеріалів було використано два масиви вимірів біомедичних показників.

До основної групи поранених, яку склали $n_1 = 128$ поранених.

Таблиця додатку А та для групи порівняння (кількість поранених $n_2=214$) таблиця В.

Для порівняльного аналізу та підтвердження ефективності мультимодальної концепції під час лікування вогнепальних дефектів м'яких тканин було обрано дві підмножини показників, однакових для обох досліджуваних груп поранених, що дають змогу:

а) кількісно оцінити ефективність операційного втручання (показники ефективності або вихідні показники);

б) кількісно оцінити фактори, що впливають на рішення хірурга, щодо типу оперативного втручання та етапу реконструкції (показники факторного впливу або вхідні показники).

В якості показників ефективності, було обрано наступні:

-Y1 некроз післяопераційної рани (% від всієї поверхні);

-Y2 поперечна деформація по відношенню до осі людського тіла;

-Y3 щільність зони реконструкції;

-Y4 естетичний результат;

-Y5 зниження еластичності зони реконструкції в порівнянні з непошкодженою анатомічною структурою;

- Y6 відновлення відсотка функції ураженої ділянки;
- Y7 кількість ліжко-днів стаціонарного лікування/

В якості показників факторного впливу були використані наступні показники:

- X1 середній індекс маси тіла;
- X2 кількість ран;
- X3 площа ранового дефекту за планіметричною класифікацією С.О. Короля та Я.Л. Заруцького в см²;
- X4 об'єм ран в см³;
- X5 середня температура на поверхні тіла при першому огляді (з врахуванням діагностичного моніторингу 5 ділянок ранової поверхні).

Для основної групи спостереження був врахований додатковий показник факторного впливу X6 (аудіо доплерографія).

Фактично множина X показників факторного впливу X₁, ...X₆ характеризують кількісно результати первинних біомедичних вимірів при поступленні поранених (до моменту оперативного втручання). Множина Y показників ефективності Y₁...Y₇ характеризує кількісно якість та ефективність оперативного втручання (стан пораненого наприкінці його реабілітації після оперативного втручання).

Для порівняння показників множин X та Y в основній групі та в групі порівняння було використано параметричний тест на базі критерія Стьюдента з похибкою першого роду (α) на рівні 0,05. Такий тест дає змогу порівняти середні вибіркові значення M₁ та M₂ для обраного показника, відповідно для основної групи (M₁) та групи порівняння (M₂).

Основна гіпотеза H₀ для показників X та Y буде однакова

$$H_0 : M_1 = M_2.$$

Але для показників множини X треба було довести, що гіпотеза H₀ справедлива (забезпечена статистична достовірність фактичного впливу як в основній, так і в групі порівняння).

Для показників множини Y треба доведено, що основна гіпотеза H_0 не виконується (показники основної та груп порівняння статистично відрізняються, тобто має місце альтернативна гіпотеза $H_1 : M_1 > M_2$, або $H_1 : M_1 < M_2$).

Критичні значення статистики Стьюдента будуть різні для показників множини X та Y (для $p = 0,05$, $n_1 = 128$, $n_2 = 214$). Для множини X маємо $t_{кр} = 1,96$. Для множини Y $t_{кр} = 1,65$ (таблиця 100 відсоткових точок розподілу Стьюдента [28, 52, 67, 94, 113, 116]). Розрахунок t-статистики Стьюдента проводився за рівнянням

де m_1^2 та m_2^2 - дисперсії оцінок середніх значень M_1 та M_2 .

Рішення, щодо однорідності показників факторних впливів приймаємо, якщо $t < t_{кр}$ (імовірність відкинути нульову гіпотезу $p > 0,05$).

Рішення, щодо розбіжності показників ефективності приймаємо, якщо $t \geq t_{кр}$ (імовірність $p < 0,05$).

8.2. Статистичне тестування показників ефективності та факторного впливу

Первинна обробка усіх обраних показників оцінки середніх значень (M_1 та M_2), вибірових дисперсій (S_1^2 та S_2^2) і дисперсій m_1^2 та m_2^2 - оцінок середніх значень у таблиці 1 – додатку С.

Дисперсії m_1^2 та m_2^2 були розраховані за рівняннями:

$$m_1^2 = \frac{S_1^2}{n_1};$$

$$m_2^2 = \frac{S_2^2}{n_2}.$$

В таблиці 8.1. представлені результати розрахунків статистики Стьюдента для показників ефективності, що досліджуються.

Таблиця 8.1

Результати тестування показників ефективності

Показник	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
t-Стьюдента (за модулем)	7,0787	7,0212	8,3614	8,7401	10,9098	7,9524	13,8142
Ймовірність p (для t _{кр} =1,65)	p<0,05						
Якісна відмінність середніх значень	M ₁ <M ₂	M ₁ <M ₂	M ₁ <M ₂	M ₁ >M ₂	M ₁ <M ₂	M ₁ >M ₂	M ₁ <M ₂

Оскільки для усіх Y₁ ... Y₇ має місце умова $t \geq t_{кр}$, можливо зробити висновки, що розроблена технологія операційного лікування є більш ефективною, ніж технологія стандартного лікування по відновленню вогнепальних дефектів м'яких тканин у вигляді етапних некретомій в комбінації з накладанням вторинних швів чи РШК. Якісне порівняння середніх M₁ та вказує на збільшення якості лікування, яке запропоновано в основній групі на підставі використання мультимодальної концепції на всіх рівнях надання медичної допомоги в КМС ЗСУ.

В таблиці 8.2 представлені результати тестування показників факторного впливу (за винятком X₆, якого не використано в групі порівняння).

Результати розрахунків табл. 8.2. демонструють, що тільки один показник X₁ вказує на неоднорідність його значення окремо в основній та групі порівняння. Показники X₂, X₃, X₄ та X₅ підтверджують свою повну статистичну однорідність (p>0,05).

Результати тестування показників факторного впливу

Показник	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
t-Стюдента (за модулем)	15,6490	1,2438	0,4088	1,1062	0,8231
Ймовірність p (для t _{кр} = 1,96)	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Якісна відмінність середніх значень	M ₁ >M ₂	M ₁ =M ₂			

Для виявлення причин, що обумовлюють поведінку показника X₁ для досліджуваних груп має сенс дослідити кореляційні зв'язки між показниками X₁ ... X₆ та показником ефективності Y₇ (його t-статистика Стюдента перевищує критичне значення t_{кр} = 1,96).

8.3 Кореляційний аналіз показників факторного впливу

Такий аналіз було проведено по відношенню до показника Y₇ (кількість ліжко-днів). Для аналізу була використана основна група, що дало змогу перевірити також показник X₆. Результати кореляційного аналізу показника Y₇ з кожним з показників X₁...X₆ представлено в таблиці 8.3. Одночасно з коефіцієнтом парної лінійної кореляції R була розрахована і F-статистика Фішера [52, 94], яка дозволяє оцінити статистичну значущість коефіцієнта кореляції R.

Якщо F-статистика перевищує критичне значення F_{кр} = 3,92 (для n₁ = 128; α = 0,05 [113]), то кореляція R є статистично значущою (фактор X впливає на показник Y).

Таблиця 8.3

Результати кореляційного аналізу показників факторного впливу на показник Y_7 ($F_{кр} = 3,92$)

Показник	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
R	-0,0012	-0,073	0,865	0,871	0,208	-0,129
F	0,00013	0,6204	374,45	375,14	5,813	2,166

Результати розрахунків F-статистики Фішера дають можливість зробити наступні важливі висновки:

1. Показник X_1 (як і показник X_2) має нульову впливовість на показники ефективності лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин за розробленою методикою і технологією. Для перевірки однорідності груп (основної та порівняння) достатньо використовувати показники X_3 , X_4 та X_5 (їх F – статистики Фішера більше ніж $F_{кр} = 3,92$).

2. Вхідний показник X_6 не відповідає умові $F > F_{кр}$, але має значення своєї F-статистики достатньо близько до значення $F_{кр}$. Цей показник може вважатися не основним, але підходить на роль додаткового і потребує подальшого вивчення.

Максимально інформативним показником по відношенню до вибору технології операції треба вважати показник X_4 (об'єм рани).

8.4. Оцінка ефективності хірургічної тактики на основі мультимодальної концепції

Для підтвердження клінічної ефективності запропонованої методики проводилась оцінка віддалених результатів реконструктивно-пластичного відновлення серед яких 152 (70,1±2,1)% поранених групи порівняння і у 87 (69,2±2,1)% поранених основної групи в терміни від 1 до 2,5 років після поранення. Оцінка віддалених результатів проводилася згідно наших рекомендацій від 1 року та більш за даними створених анкет, отриманих при

контрольному огляді (в основній частині дистанційно) або в телефонному режимі.

Показник **доброго** віддаленого результату відносили коли:

1. поранені при контрольному огляді не мали скарг, пов'язаних з пораненням та виконаними оперативними втручаннями з приводу отриманого поранення;
2. результати об'єктивного обстеження підтверджували позитивну функціональну і структурну динаміку ушкодженої анатомічної ділянки;
3. були відсутні ускладнення з боку ураженої чи донорської ділянок.
4. динамічне підвищення температурного показника на поверхні ділянки реконструкції до рівня оточуючих анатомічних структур протягом 2 тижнів.
5. відновлення швидкісного та об'ємного кровотоку в ділянці реконструкції.

До **задовільних** результатів реконструктивно-відновлювальної тактики відносили:

1. результати лікування з наявністю ДМТ, що мали наслідки у вигляді тимчасових функціональних порушень та зниженням функціональної складової до 50% ;
2. коли тимчасові ускладнення потребували повторного консервативного лікування(реабілітації) без повторного хірургічного втручання (яке б мало за мету наступний етап відновлення втраченої функції);
3. повільне відновлення температурного показника над поверхнею ділянки реконструкції від 2 до 6 тижнів.
4. зниження показників об'ємного та швидкісного кровотоку на $15,0 \pm 4,4$ % в ділянці реконструкції через 1 місяць від дати виписки зі стаціонару.

Незадовільними були результати лікування з наявністю ВДМТ:

1. при яких були стійкі та незворотні функціональні розлади по ушкодженій анатомічній ділянці;
2. коли функціональна складова анатомічної структури була порушена на 65% та ускладнювала роботу інших органів (систем), анатомічних структур;
3. які призвели до тривалих функціональних порушень та вимагали повторних етапних консервативних реабілітацій чи хірургічних лікувань в декілька етапів.
4. відсутність відновлення температурного показника над ділянкою реконструкції до рівня оточуючих тканин через 3 -6 місяців;
5. зниження показників об'ємного та швидкісного кровотоку на $25,0 \pm 4,8$ % в ділянці реконструкції через 3-6 місяців від дати виписки зі стаціонару.

У віддаленому періоді - через 1 рік та більше від дати виписки з стаціонарного та комплексного реабілітаційного лікування було виконано 32 оперативних втручання, які були спрямовані на корекцію явищ стійкої комбінованої контрактури (біля/над суглобовими поверхнях та судинно – нервових структур) і пов'язані у 21 ($72,7 \pm 0,7$)% випадках з стійким больовим синдромом (який не купується НПЗЗ), у 8 ($18,2 \pm 0,8$)% – з формуванням нориці в структурах покривних м'яких тканин (від залишеного чужорідного тіла – осколка), у 4 ($9,1 \pm 0,4$)% – із заміною методу фіксації у наслідок рецидиву вогнепального остеомієліту.

Результати лікування поранених у віддаленому періоді наведено у таблиці 8.4.

Порівняння отриманих результатів реконструктивно-відновлювального лікування ВДМТ у поранених у групах показало, що в основній групі (на підставі мультимодального підходу) добрих результатів було 96 ($28 \pm 1,9$)% а в групі порівняння 97 ($28,4 \pm 1,7$)% (за рахунок більшої кількості спостережень), та незадовільних результатів навпаки менш 5 ($1,5 \pm 0,8$)% і 30 ($8,8 \pm 0,8$)%, що

підтверджує ефективність запропонованої динамічного мультимодального скринінгу на всіх рівнях надання медичної допомоги в ЗСУ.

Таблиця 8.4

Розподіл поранених відповідно результатам лікування, (%)

Досліджувані групи		Результати (n=342)			Разом
		Добрі	Задовільні	Незадовільні	
Основна	А	69 (20,5±1,7)	2 (0,6±0,4)	0	71 (20,7±1,7)
	Б	21 (6,1±1,1) ¹	19 (5,6±1,0)	2 (0,6±0,4)	42 (12,3±1,4)
	В	6 (1,8±0,5)	6 (1,8±0,7)	3 (0,9±0,4)	15 (4,4±0,9)
Разом		96(28±1,9)	27 (7,9±1,2)	5 (1,5±0,8)	128 (37,4±1,9)
Порівняння	А	50 (14,6±1,4)	4 (0,9±0,4)	0	54 (15,8±1,4)
	Б	28 (7,4±0,8)	35 (10,2±0,9)	8 (2,3±0,4)	71(20,7±1,3)
	В	19 (5,6±0,9)	48 (14,0±1,2)	22 (6,4±0,7)	89 (26,1±1,5)
Разом		97 (28,4±1,7)*	87 (25,4±1,5)*	30 (8,8±0,8)*	214 (62,6±1,9)

Примітка: * – відмінності у частоті трапляння відповідного результату лікування між досліджуваними групами достовірні

8.5. Клінічні приклади імплементації мультимодального скринінгу при реконструктивному відновленні вогнепальних дефектів м'яких тканин

Ангіосомна теорія, розроблена Taylor в 1987 р і в подальшому доповнена Palmer, являє собою концепцію, яка поділяє людське тіло на окремі тривимірні ділянки тканин від шкіри з підлеглими тканинами, м'язами вглиб до кістки, що мають свої межі і постачається кров'ю однієї живильної артерією. Автор назвав таку структуру анатомічної ділянки ангіосомом, загальна кількість ангіосомів на людському тілі було виділено 40 (рис. 8.1).



Рис. 8 Ангіосоми тіла за теорією Тейлора та Палмерса

Їх вивчення проводилося шляхом введення в артерії оксиду свинцю з різнокольоровими барвниками і подальшої мікропрепаровкою. У нормі кожен з ангіосом з'єднаний з двома сусідніми допомогою незначної кількості справжніх анастомозів і куди частіше зустрічаються «choke vessels», або неповноцінних анастомозів. Як показали проведені дослідження, розташовуються усередині однойменних тканин з найбільшою щільністю в м'язовій.

Ця теорія була розроблена для потреб пластичної реконструктивної хірургії. Завдяки вивченню ангіосом тканини тіла людини, в тому числі і шкіра, були розділені на окремі ділянки з досить точно визначеними межами. З її урахуванням забрані клапті шкіри кровопостачаються повноцінно на всій площі, що в свою чергу призводить до кращого приживлення на місці

пересадки.

На нашу думку, доопрацьована теорія Тейлора-Палмера - це ґрунт для використання реконструктивних можливостей людського організму під час відновлення ушкодженої анатомічної ділянки за рахунок донорської. Основа по відновленню анатомічної цілісності дає можливість відновити і функцію, але це вже суто індивідуальний підхід, який розглядається в умовах реконструктивних сходів.

«Реконструктивна дробина» - сучасна концепція пластичної хірургії (рис. 8.2).

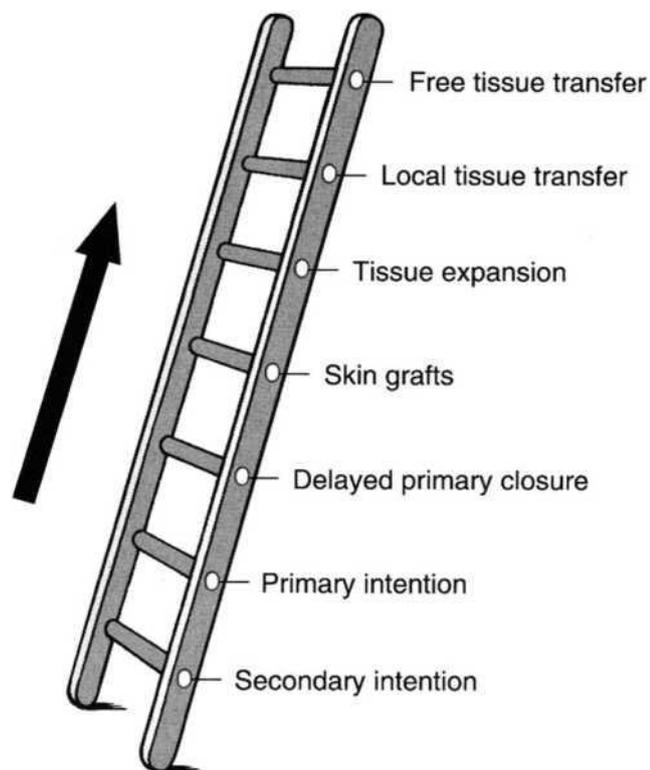


Рис. 8.2. «Реконструктивна дробина»

- Mathes и Nahai запропонували концепцію реконструктивної дробини.
- Основний принцип, який формувався на протязі всієї історії реконструктивної хірургії
- Від простого до складного
- При розробці плану реконструкції підбирається максимально ефективний метод пластики, індивідуально для кожного пацієнта

Вибір об'єму та методу операції

- стан ранового дефекту (клінічно та анатомічно)
 - загальний стан пацієнта
 - супутня патологія
 - соціально-економічне положення хворого
 - наявність технічного забезпечення центру реконструкції
 - наявність необхідних навичок та досвіду хірурга
 - підготовка та навички операційної команди

Реконструктивний ліфт

- Gottlieb и Kriger запропонували концепцію реконструктивного елеватору
- Внесок сучасних методик та оснащення
- Зростаюча частота та досвід використання мікрохірургічних операцій
- Використання перфорантних клаптів

Принцип «реконструктивного ліфта»: коли хірург «переступає» через кілька «ступенів» «сходи» для досягнення одноетапного, максимально ефективного результату (рис. 8.3 та 8.4).

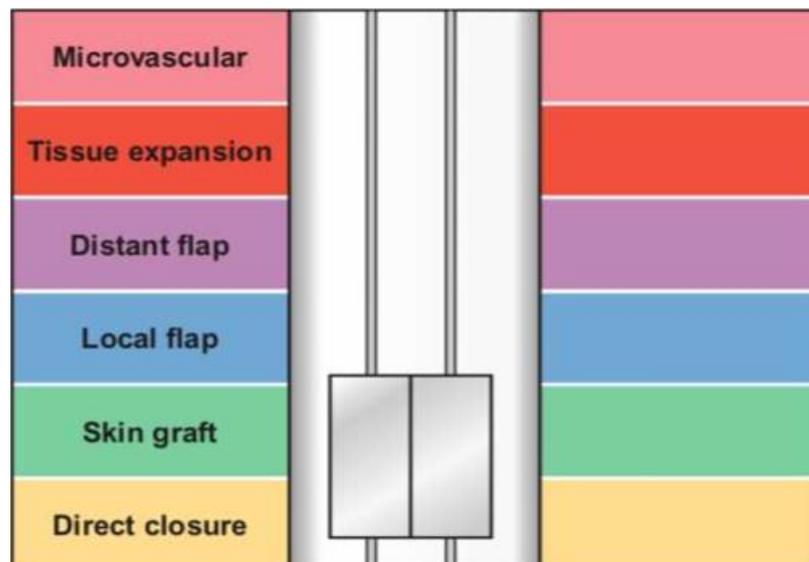


Рис. 8.3. Принцип «реконструктивного ліфта»



Рис. 8.4. Принцип «реконструктивного ліфта» та сходи.

8.6. Практична імплементація програми динамічного мультимодального скринінгу

Клінічний приклад – поранений військовослужбовець ЗСУ, який отримав поранення під час артилерійського обстрілу на сході України. В результаті поранення констатовано дефект згинальної поверхні 2 пальця правої кисті на рівні нігтьової фаланги розмірами 2,0*1,5*0,3 см I зоні кисті (Рис. 8.5).

Активні рухи в дистальному між фаланговому суглобі відсутні за рахунок фіксації шпичками Кіршнера, в проксимальному між фаланговому суглобі обмежені за рахунок болю. Чутливість та мікро циркуляція в нігтьовій фаланзі знижені. Тонус та тургор м'яких тканин підвищений за рахунок циркулярної інфільтрації (обумовленою пораненням та запальним процесом). Нами проведені обстеження : загальний аналіз крові, біохімічний аналіз крові, Група крові, резус - фактор, коагулограма, РГ кисті в двох проекціях, ДЦТ зони пошкодження та оточуючих м'яких тканин, бактеріальний посів з ранової поверхні. Після сканування температурного режиму ранової поверхні ідентифіковані поперечні гілки дігитальної артерії

2- го пальця по тильній поверхні. Враховуючи розмір дефекту по згинальній поверхні та особливості анатомічної структури пальця нами була запропонована методика «закриття» пропелерним клаптем з ротацією на 180 градусів на поперечній гілці дигітальної артерії на рівні дистального міжфалангового суглобу (Рис. 8.6).

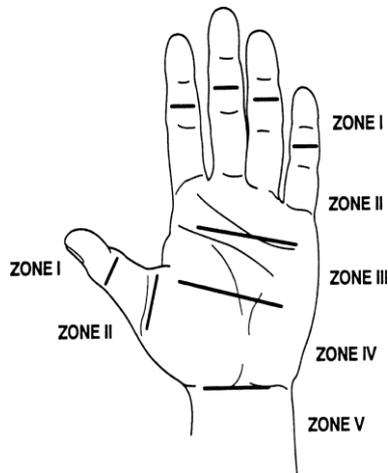


Рис. 8.5 – ділянки кисті

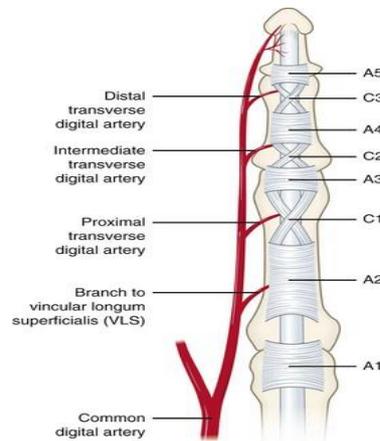


Рис. 8.6. ангіоархітектоніка пальця

Дефект по згинальній поверхні пальця нагадував перекинуту тарілку з дном догори, дно рани було представлено фрагментами кісткової структури нігтьової та середньої фаланг (жовто – білого кольору) , оточуючі м'які тканини – грануляції сіро – рожевого кольору з фрагментами часткового некрозу в ділянці нігтьової пластинки. Кісткові фрагменти нігтьової та середньої фаланг були фіксовані двома спицями Кіршнера.

З обставин поранення: поранення було отримано в наслідок артилерійського обстрілу з боку противника на сході України в липні 2022 року. На другому рівні надання медичної допомоги виконана ПХО ран кисті, фіксація спицями Кіршнера (Рис. 8.7). Через 4 доби від дати поранення військовослужбовець ЗСУ поступив в ВМКЦ Пр, де і відбувалась завершальна реконструкція вогнепального дефекту (Рис. 8.8).

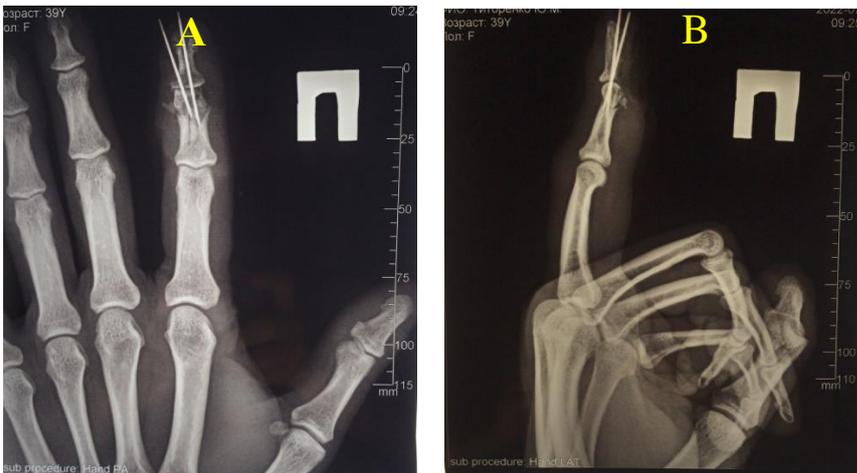


Рис. 8.7 – рентгенографія правої кисті в 2-х проекціях (А – пряма проекція, В – бокова проекція 2 пальця правої кисті).

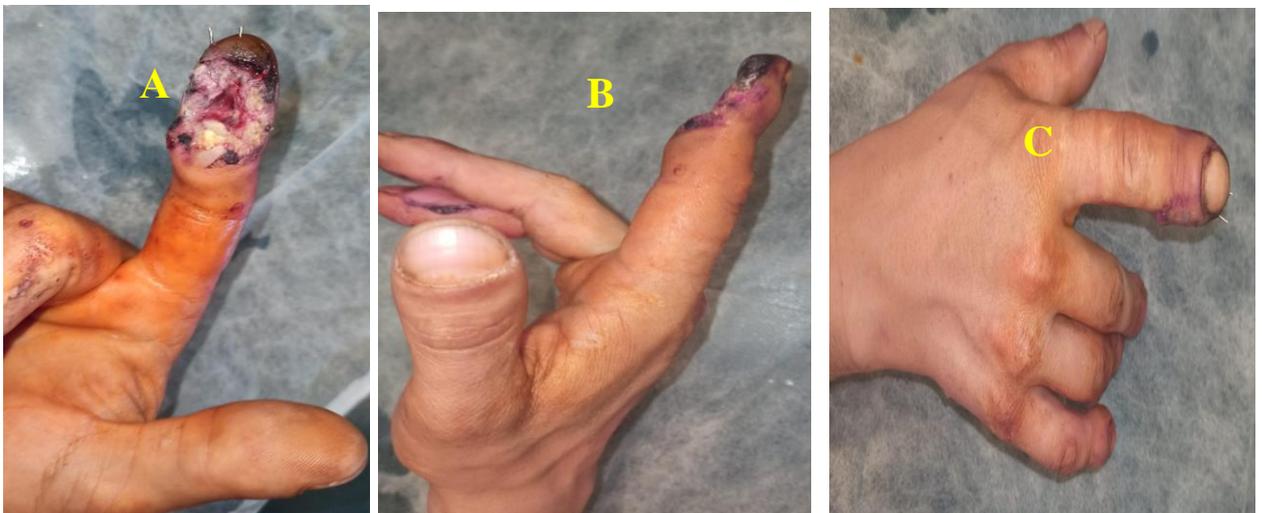


Рис. 8.8 Дефект м'яких тканин згинальної поверхні 2 пальця правої кисті (А – згинальна поверхня, В – бокова проекція, С- розгинальна поверхня 2 пальця правої кисті) 5 доба після поранення, при поступленні в ВМКЦ Пр

В основі підготовчих моменті до реконструкції лежав принцип limb salvage, який був представлений наступними діями:

- щадного, або дебрідменту (під час якого зберігалась більша частина пошкоджених м'яких тканин) підстава для збереження була температура на поверхні рани $30,5^{\circ}\text{C}$ (Рис. 8.9); та ідентифікація з підтвердженням задовільного кровотоку за допомогою аудіодоплеру

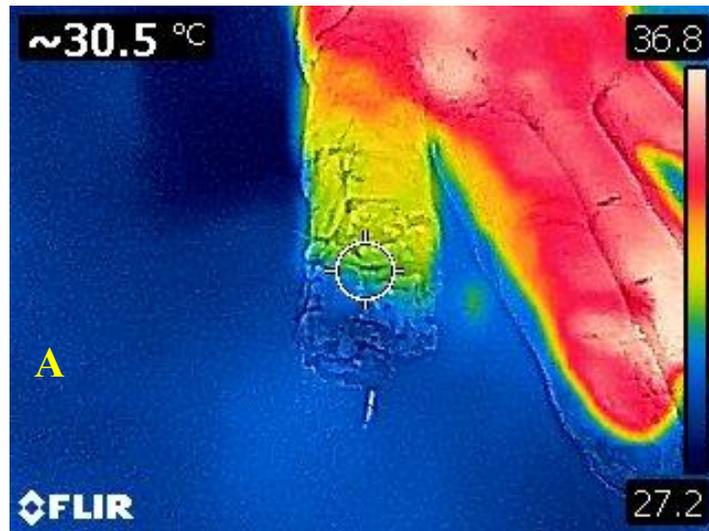


Рис. 8.9. Динамічна цифрова термографія ранової поверхні згинальної поверхні правої кисті

- другим етапом використовувався пульс лаваж фізіологічним розчином 0,9% натрію хлориду в об'ємі 1,0 л, що дозволяла видаляти дрібні фрагменти некротичних тканин та зменшити кількісне бактеріальне навантаження ранової поверхні;
- завершальним « підготовчим» компонентом було накладання пов'язок з використанням гіалуронової кислоти (Рис. 8.10).



Рис. 8.10. Стан рани на 6 добу лікування в ВМКЦ Пр (А – згинальна поверхня, В- бокова поверхня 2 пальця правої кисті)

Дана хірургічна тактика дозволила не тільки зберегти більший об'єм ранового дефекту, а й досягти активного росту грануляційної тканини - зменшити ранову поверхню на 10 % в порівнянні з розмірами при посупленні.

Хірургічна тактика

В основу реконструктивно – відновлювальної тактики був покладений мультимодальний підхід з залученням ДЦТ, який дозволив дистанційно ідентифікувати розташування перфорантної гілки (DTDA) на рівні середньої фаланги 2 пальця правої кисті. Аудіодопплер, як підготовчий момент підтвердив розташування артерії, а ДГ експертного класу надала можливість оцінити об'ємний та швидкісний кровоток з урахуванням вторинних змін після поранення та додатково визначити анатомічні характеристики – розмір клаптя (Рис. 8.11).



Рис. 8.11– інтраопераційний вигляд клаптя (А- вигляд тильної поверхні з межами клаптя, В – бокова проекція клаптя)

Площа клаптя враховувався тільки з потребами донорської зони згинальної поверхні нігтьової фаланги 2 пальця правої кисті.

Оперативне втручання проводилось під провідниковою анестезією. З метою попередження активної кровотечі з донорської ділянки на праву верхню кінцівку на рівні середньої третини був накладений пневмотурнікет, що дуже суттєво допомогло візуалізувати перфорант під час «підйому» клаптя та провести делікатну десекцію.

Перед виділенням перфоранту, який був позначений на ділянці I зони кисті (на рівні дистального міжфалангового суглобу) постійно проводилась процедура спуску пневмотурнікета та за допомогою ручного аудіодопплеру

оцінка кровотоку. Це допомагало контролювати ангіоархітектоніку живлення клаптя.

Другим етапом клапоть на (DTDA) піднятий за класичною методикою, від проксимальної частини клаптя. Поверхневі вени, які проходили вздовж осі клаптя після накладання лігатур в проксимальному відділі входили в склад клаптя. Обов'язковою умовою виконання реконструкції було збереження паратенона сухожилку розгинача 2 пальця.

В дистальному відділі клаптя дрібні вени, які проходили навколо ніжки клаптя зберігалися з метою уникнення венозного стазу в післяопераційному періоді. Після «підняття» клаптя в проксимальному та дистальному відділах пневмотурнікет був повністю відключений.

В «піднятому» стану клаптя перевіряли температурний режим на поверхні клаптя за допомогою ДЦТ та наявність кровотоку за допомогою аудіодопплеру протягом 20 хвилин. Після чого клапоть був ротований на 180° та фіксований до ранового дефекту окремими вузловими швами (Рис. 8.12).

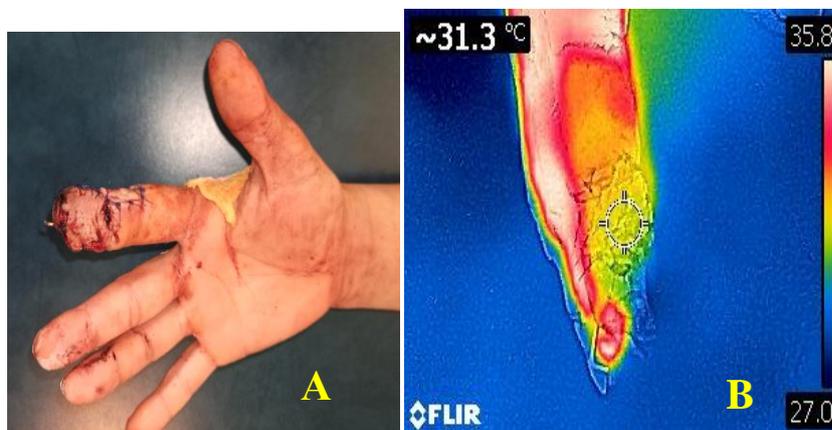


Рис. 8.12 – інтраопераційний вигляд: А - клапоть ротований на 180° , В – термографічний контроль.

Обов'язковою умовою було фіксація клаптя без натягіння, щоб уникнути пошкодження судинної основи живлення. Після фіксації клаптя проводився мультимодальний контроль якостей реверсного кровотоку: ДЦТ + аудіодопплер протягом 10 хв. Донорська ділянка закрыта за рахунок

розщепленого шкірного клаптя взятого з 1 міжп'ясного простору. По розгинальній поверхні правої кисті накладена гіпсова лонгета в фізіологічному положенні- згинання. Післяопераційний контроль клаптя протягом 1 доби відбувався кожні 6 годин за мультимодальною схемою (ДЦТ + аудіодопплер), що підтверджувало пульсацію в ротованій судинній структурі (рис. 8.13).

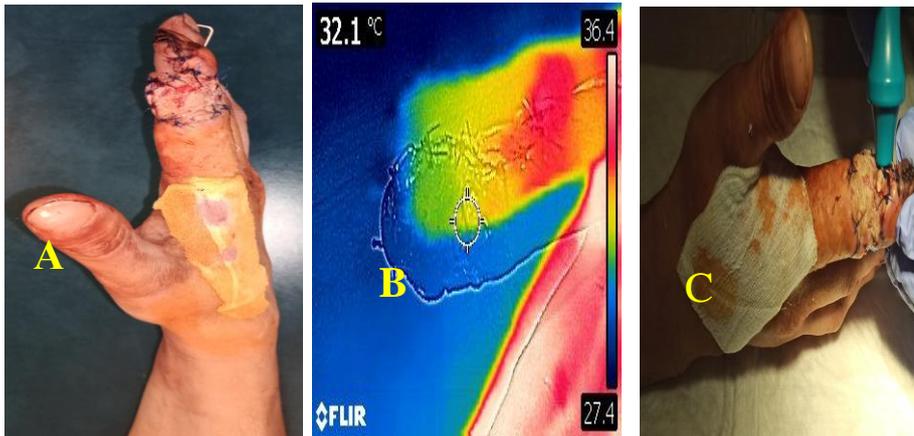


Рис. 8.13. Перша доба після реконструкції пропеллерним клаптем на (DTDA) ротація реверсного сурального клаптя на 180 градусів (А – бокова проекція, В – динамічна цифрова термографія, С - ДГ контроль).

Клінічний випадок №2 В представленому клінічному випадку в ході мультидисциплінарного обговорення з клінікою Шаріте (Берлін, Німеччина) травматологами, судинними хірургами та лікарями ЛФК під керівництвом Б. Вайса прийшли до того, що дефект зовнішньої поверхні правого колінного суглобу буде підготовлено за програмою: повторний дебрідмент (посів з рани на склад мікрофлори, висічення некротичних тканин, ультразвукова кавітація та встановлення системи керованого негативного тиску). У разі відсутності бактеріальної флори на рановій поверхні та морфологічній готовності : 50% залишкові явища ексудації та 50% явищ проліферації планувати закриття ранового дефекту за методикою пропелерного клаптя LSGA (з забором клаптя з зовнішньої поверхні середньої –нижньої третини стегна до зовнішньої поверхні правого колінного суглобу та ротацією на 180 градусів).

За основу перфорантного клаптя розміром $9,0 \times 4,5 \times 1,0$ см була взята LSGA (lateral superior genicular artery) [120]. Варіанти «розположення» перфорантних гілок стегна добре був описаний описано [142].

В нашому клінічному випадку ми представляємо практичне використання пропелерного клаптя з нижньої третини зовнішньої поверхні стегна для реконструкції дефекту зовнішньої поверхні правого колінного суглобу. Під час пре-, інтра- та післяопераційного періоду ми використовуємо тактику мультимодального динамічного скринінгу з залученням ДЦТ та аудіодоплеру на всіх етапах реконструкції даного клінічного випадку.

Поранений віськовослужбовець ЗСУ, отримав поранення під час артилерійського обстрілу на сході України. Встановлений діагноз: вогнепальне осколкове дотичне непроникаюче поранення м'яких тканин зовнішньої поверхні правого колінного суглобу. При клінічному обстеженні, деформацію правого коліна за рахунок інтерстиціального набряку м'яких тканин колінного сегменту. Функція правої нижньої кінцівки в колінному суглобі обмежена через набряк та больовий синдром, активні та пасивні рухи збережені, в межах 70%. Тонус та тургор м'яких тканин правої нижньої кінцівки нормотонус. По зовнішньо-передній поверхні правого коліна рана : неправильної форми ($7,2 \times 3,2 \times 1,0$ см) з рваними краями сіро-синього кольору, дно рани представлено грануляційною тканиною сіро – білого кольору з осередками чорного у вигляді острівцевих некрозів. Вісьове навантаження на праву нижню кінцівку посилює біль в ділянці рани правого коліна. Чутливість та мікроциркуляція в пальцях правої стопи не змінені. По передній та по зовнішній поверхні нижньої третини правого стегна та правого колінного суглобу спостерігається зниження чутливості.

На II рівні надання медичної допомоги (РНМД) – передова хірургічна група (ПХГ) проведено рентгенографію (РГ) нижньої третини правого стегна та правого колінного суглобу в 2-х проєкціях, кістково – деструктивного процесу не ідентифіковано. Після виконання перев'язки та первинної хірургічної обробки рани (ПХО) з видаленням залишків металевого осколку,

поранений знаходився на лікуванні в ПХГ 12 дні, де проводилась консервативна терапія, перев'язки з розчином бетадину. Враховуючи величину дефекту та неможливість закриття первинним натягом, поранений направлений в сидячому положенні каретою швидкої медичної допомоги (КШМД) на III РНМД зони відповідальності, де проведені обстеження: загальний аналіз крові та сечі, біохімічний аналіз крові, група крові, резус - фактор, коагулограма, динамічну кольорову термографію (ДЦТ) зони пошкодження та оточуючих м'яких тканин, бактеріальний посів з ранової поверхні (Рис. 8.14).

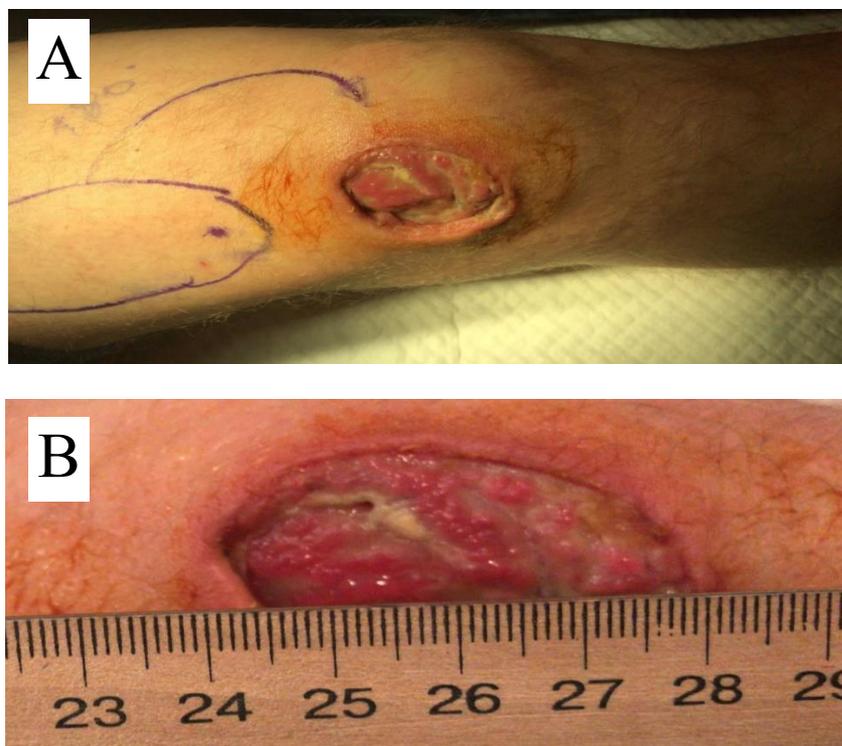


Рис. 8.14. Стан ранової поверхні при поступленні – вигляд правого колінного суглобу з зовнішньої поверхні (А, В) - дефект м'яких тканин зовнішньої поверхні правого коліна

Після сканування температурного режиму ранової поверхні ідентифіковані перфорантну гілку латеральної огинаючої стегнової артерії (LSGA) системи стегнової артерії (FA) по зовнішній поверхні нижньої третини правого стегна (Рис. 8.15).

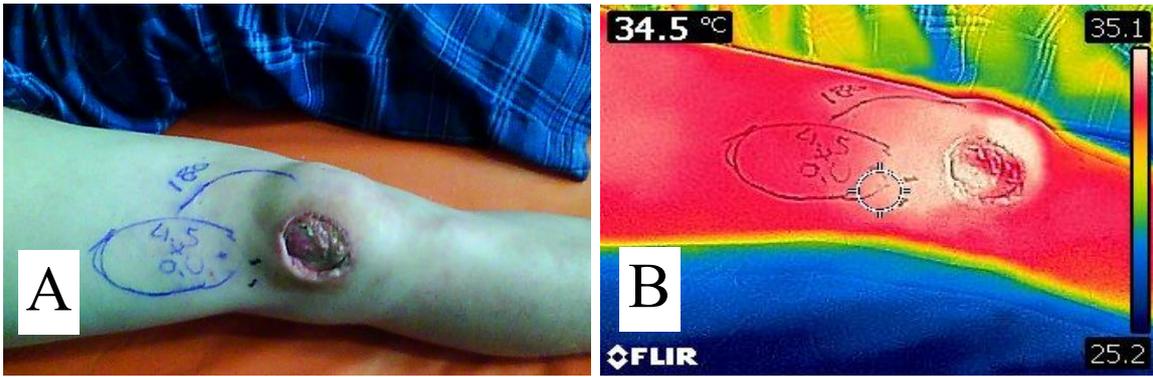


Рис. 8.15 - моніторинг при поступленні у відділення ВМКЦ Пн Регіону
 А- малюнок дефекту (латеральна поверхня правого колінного суглобу),
 В- динамічна цифрова термографія з робочою відстанню 25 см/

Враховуючи розмір дефектів нами була запропонована методика «закриття» перфорантним клаптем з ротацією на 180 градусів на кровопостачанні перфорантної гілки латеральної огинаючої стегнової артерії (LSGA of FA) (Рис. 8.16).

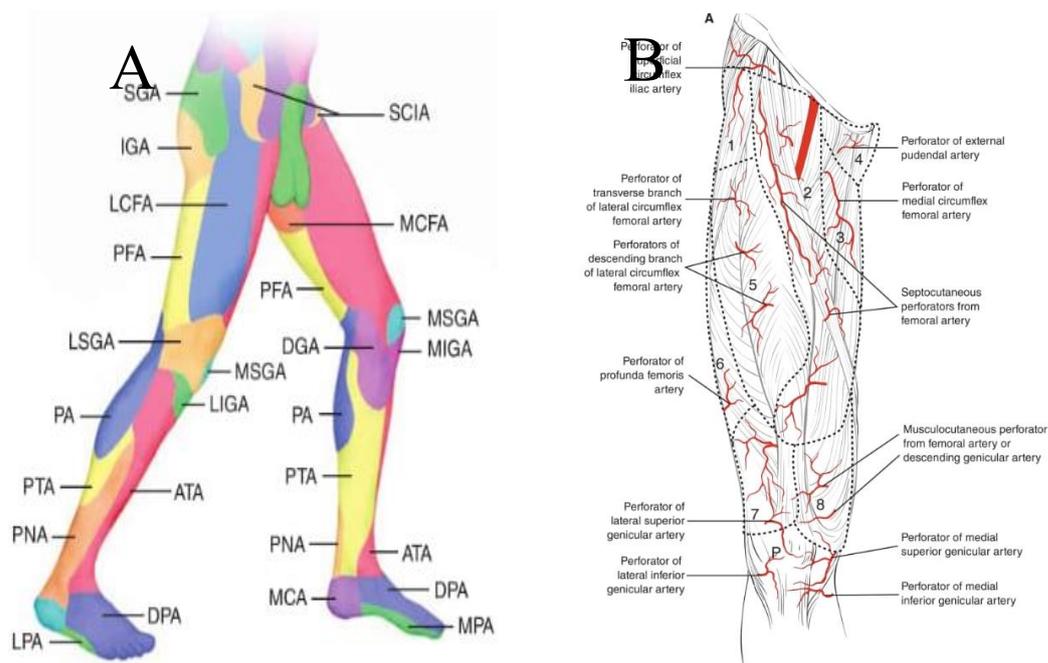


Рис. 8.16 (фрагменти А, В) – ділянки кровопостачання правого стегна,
 Б – ангіоархітектоніка перфорантних гілок і проєкцій на шкірі правого стегна.

В основі базових принципів відновлення ушкодженої анатомічної структури був покладений limb salvage, який був представлений наступними діями:

- під час надання першої медичної допомоги на місці ушкодження пораненому накладений джгут типу САТ та гемостатична пов'язка. Через 30 хвилин від поранення доставлений на II РНМД в ПХГ, де виконали РГ правого стегна в 2-х проекціях, перев'язку з заміною гемостатичної пов'язки, знеболення - в/м «Кетанов» 1,0 та іммобілізацію правої нижньої кінцівки ортезом;
- на III рівні НМД пораненому виконаний щадний дебрідмент (під час якого зберігалась більша частина ПЖК, m. quadriceps femoris dexter – vastus lateralis) підстава для збереження була температура на поверхні рани та ідентифікація з підтвердженням задовільного кровотоку за допомогою аудіодоплеру;
- другим етапом оперативного втручання використовувався пульс-лаваж фізіологічним розчином 0,9% натрію хлориду в об'ємі 3,0 л , що дозволяла видаляти дрібні фрагменти некротичних тканин ПЖК та ушкоджених м'язів та зменшити кількісне бактеріальне навантаження ранової порожнини;
- завершальним етапом оперативного втручання було накладання системи керованого негативного тиску з показниками: імпульсний режим / -140 мм рт. ст. (Рис. 8.17) та виконанням контрольної ДЦТ.



Рис. 8.17. Використання системи керованого негативного тиску(вигляд правого колінного суглобу: А - з передньо-зовнішньої поверхні, В – вигляд з бокової проекції)

Представлена організаційна тактика та єдиний погляд на реконструкцію вогнепального поранення з дефектом м'яких тканин правого колінного суглобу дозволила не тільки зберегти більший об'єм ранового дефекту, а й досягти активного росту грануляційної тканини - зменшити ранову поверхню на 15 % в порівнянні з розмірами при посуПЛені.

Хірургічна тактика

В основу реконструктивно-відновлювальної тактики був покладений мультимодальний підхід з залученням ДЦТ, яка за добу до планового оперативного втручання дозволила дистанційно ідентифікувати розташування перфораторних гілок (LSGA of FA) на рівні зовнішньої поверхні правого коліна за допомогою аудіодоплера, як підготовчий момент підтвердження розташування ідентифікованих перфораторних гілок артерії, а доплерографія (ДГ) експертного класу ультразвукового апарату надала можливість оцінити об'ємний та швидкісний кровоток з урахуванням вторинних змін після поранення та додатково визначити анатомічні межі – розмір клаптя (9,0×4.5×1,0 см; Рис. 8.18).

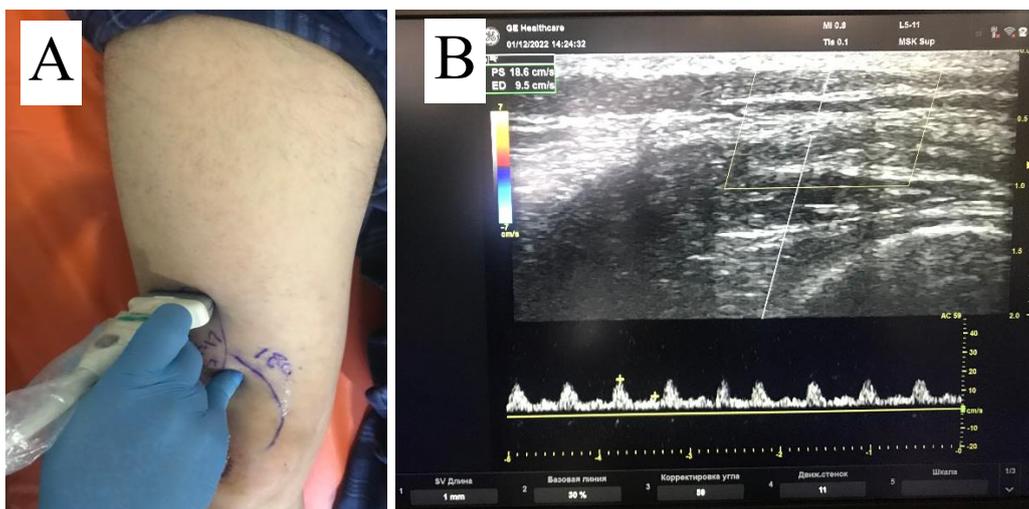


Рис. 8.18. Передопераційний ДГ вимірювання швидкісного та об'ємного кровотоку LSGA (А – фото розташування датчика в проекції розташування перфорантної гілки, В – зображення вимірювань швидкості кровотоку).

Площа клаптя враховувалася тільки з потребами реципієнтної ділянки – дефекту тканин по передній поверхні середньої третини правого стегна.

Оперативне втручання проводилось під комбінованою анестезією. З метою попередження активної кровотечі з донорської ділянки на праву нижню кінцівку в проксимальному відділі накладений пневмотурнікет, що дозволив без крововтрати візуалізувати перфоратор під час «підйому» клаптя та провести делікатну десекцію.

Перед виділенням перфоранту , який був позначений на ділянці зовнішньої поверхні правого стегна проводилась процедура «спуску» пневмотурнекету , а аудіодоплер підтверджував наявність пульсації в встановленій перфорантній судині. Це допомагало контролювати ангіоархітектоніку живлення клаптя.

Другим етапом клапоть на (LSGA of FA) піднятий за класичною методикою, від проксимальної частини клаптя. Поверхневі вени, які проходили вздовж осі клаптя після накладання лігатур в проксимальному відділі входили в склад клаптя. Обов'язковою умовою виконання реконструкції було збереження фасціальної основи.

В дистальному відділі клаптя дрібні вени , які проходили навколо ніжки клаптя зберігалися з метою попередження венозного стазу в післяопераційному періоді. Після «підняття» клаптя в проксимальному та дистальному відділах пневмотурнікет був повністю відключений.

В «піднятому» стані у клаптя перевіряли температурний режим на поверхні клаптя за допомогою ДЦТ та наявність кровотоку за допомогою ручного аудіодеплеру 4 рази з інтервалом в 5 хвилин (0/5/10/15). Після чого клапоть був ротований на 180⁰ за годинною стрілкою та фіксований до ранового дефекту окремими вузловими швами.

Вперше в Україні реконструктивно-пластичне оперативне втручання виконувалось під контролем системи Karl Storz Vitom 3D, що при оптичному збільшенні в 10 разів дозволило опрацювати судинний ключ клаптя LSGA за

40 хвилин та додатково разом з ДЦТ , аудіодоплером здійснювати динамічний візуальний контроль з відмінними результатами (Рис. 8.19).

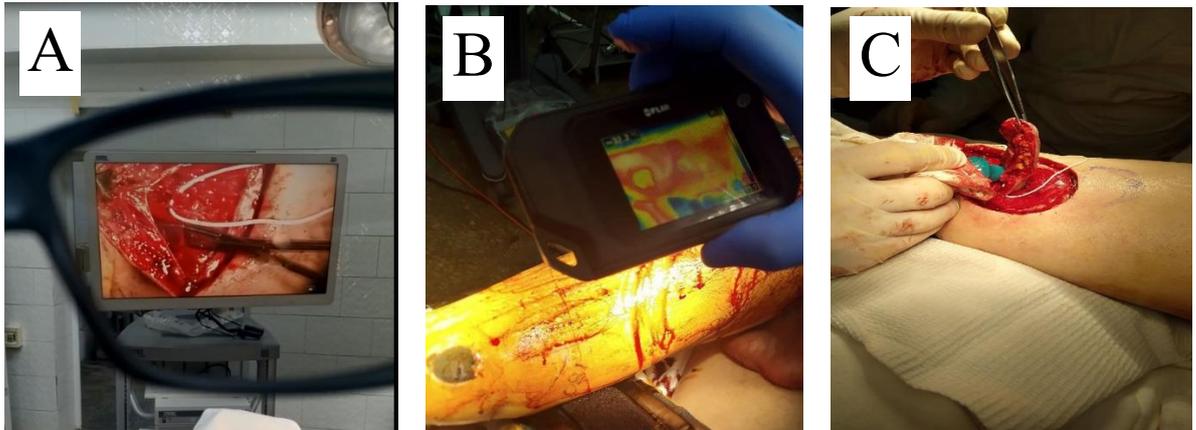


Рис. 8.19. Етапи оперативного втручання А -моніторинг клаптя системою Karl Storz Vitom 3D, В –динамічна цифрова термографія з робочою відстанню 25 см, С інтраопераційний аудіоконтроль пульсації LSGA.

Обов'язковою умовою було фіксація клаптя без натягіння, щоб уникнути пошкодження судинної основи живлення. Після фіксації клаптя проводився мультимодальний контроль якостей реверсного кровотоку: ДЦТ + аудіодоплер протягом 15 хв (з таймінгом 0/5/10/15 хв). Донорська ділянка закрита за рахунок окремих вузлових швів.. Для іммобілізації правої нижньої кінцівки використаний ортез з метою попередження активних рухів в колінному суглобі.

Післяопераційний контроль клаптя протягом 1 доби відбувався кожні 6 годин за мультимодальною схемою (ДЦТ + аудіодоплер), що підтверджувало пульсацію в ротованій судинній структурі (LSGA of FA) (Рис. 8.20).

Висновки за розділом 8.

Таким чином, нами вивчено результати використання запропонованих сучасних діагностичних технологій (динамічної цифрової термографії та сонографічного спостереження ВДМТ) та традиційних методик: суттєво збільшилася хірургічна тактика реконструктивно – відновлювального характеру при лікуванні поранених ($p < 0,001$); значно зменшилася тривалість оперативного втручання з $72,68 \pm 1,08$ до $58,53 \pm 0,9$ хв ($p < 0,001$); вірогідно

зменшилася кількість оперативних втручань з $3,7 \pm 0,06$ до $2,16 \pm 0,05$ ($p < 0,001$); суттєво зменшилася кількість післяопераційних ускладнень з $3,8 \pm 1,3$ до $1,87 \pm 0,87$ ($p < 0,001$); значно збільшився показник функціонального відновлення за шкалою модифікованої системи функціональної оцінки Karlstrom-Olerud з $62,91 \pm 1,35$ до $76,5 \pm 2,12$ ($p < 0,001$); вірогідно зменшилася вираженість болювого синдрому, за ВАШ, з $7,3 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,4$ балів ($p < 0,01$); зменшився термін стаціонарного лікування з $25,11 \pm 0,55$ до $20,07 \pm 1,12$ днів.

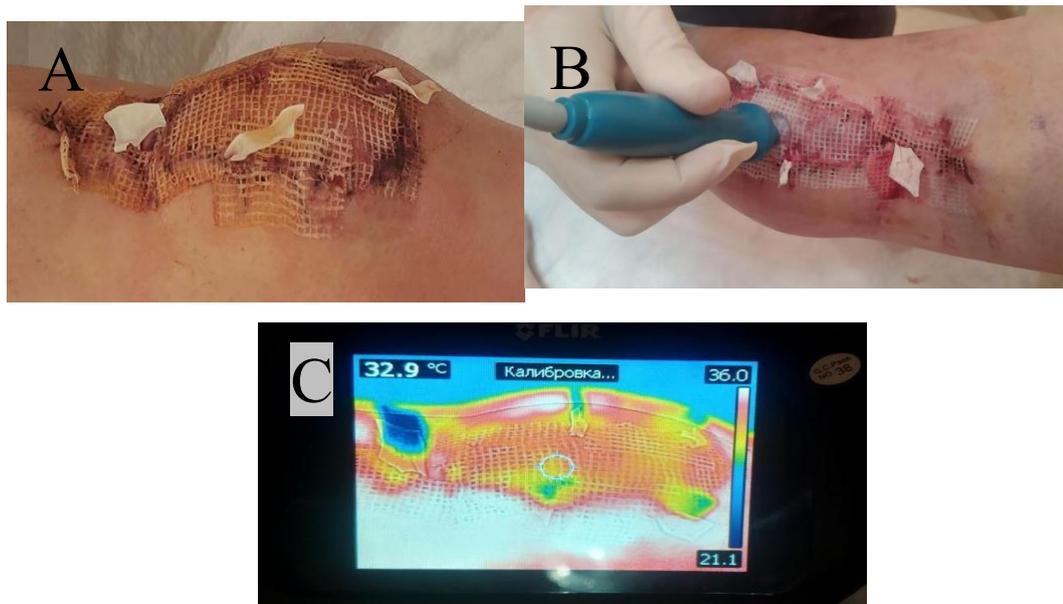


Рис. 8.20. Перша доба після реконструкції перфораторним клаптем на (LSGA of FA) ротація клаптя на перфораторній судині на 180 градусів (А – вигляд клаптя, В – ДГ аудіоконтроль, С - динамічна цифрова термографія поверхні клаптя).

Проведено порівняльний аналіз зміни лікувально-діагностичного процесу при імплементації мультимодальної концепції при відновленні ВДМТ, розроблено систему динамічного моніторингу трансформації вогнепальної рани з пошкодженням покривних тканин, доведені критерії ефективної оцінки запропонованої методики лікування у віддаленому періоді, що свідчить про ефективність запропонованої методики діагностики та лікування ВДМТ.

Аналізуючі отримані дані, вважаємо доцільними висловити наступне: коливання температур ушкодженої і неушкодженої анатомічної структури (ΔT) – показник, який інтегровано характеризував стан кровообігу та

порушення, які супроводжували вогнепальну трансформацію покривних тканин.

Середній показник зниження температури на пошкодженій анатомічній ділянці був встановлений в межах $31,0 \pm 0,45^\circ\text{C}$, що відповідає термонестабільній ділянці. Критичне значення для життєздатності покривних тканин встановлено на рівні $28,45 \pm 0,27^\circ\text{C}$. Оптимальною для відновлення та регенерації ранової поверхні є показник ΔT більше $31,5^\circ\text{C}$. Під час аналізу термографічних показників доведено, що після реконструкції через три місяці ΔT збільшується $1,1 \pm 0,21^\circ\text{C}$, що констатує покращення венозного кровотоку та нормалізації об'ємної та швидкісної складової ділянки відновлення.

Отже, застосування медичної доктрини НАТО – збереження ушкодженої анатомічної структури разом з реконструктивним підходом при лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин дозволяє зберігати більший об'єм ранового субстрату та тактично «зберігати» більший об'єм функції. Впровадження показників динамічної мультимодальної тактики моніторингу основаної на фактичних результатах термо- та сонографії надає додаткові – нові особливості хірургічного відновлення вогнепальних дефектів м'яких тканин.

Розглядаючи практичність запронованої оригінальної методики можливо стверджувати, що активний діагностичний компонент в поєднанні з активною хірургічною тактикою ,реконструктивним принципом «подібне – подібним» треба розглядати, як актуальну альтернативу закриття вогнепальних дефектів м'яких тканин .

Анатомічна варіабельність та унікальність ангіоархітекtonіки судинного русла людського тіла дає можливість переміщати різні за типом клапті при вогнепальних дефектах м'яких тканин без натягу судинних структур та прискорювати відновлення функціональної складової ушкодженої анатомічної ділянки в 2,1 рази.

Що стосується найважливішого фактора- виживання клаптя при відновлювальних операціях, точна анатомічна позиція судинного русла клаптя повинна бути ідентифікована та підтверджена перед операцією в будь-який час, відстежено на будь-якому інтра- та післяопераційному періоді, а це на нашу думку добре виконує мультимодальна концепція динамічного спостереження при реконструкції ВДМТ. Практична сторона дослідження продемонструвала, що використання ДЦТ в поєднанні з аудіодоплерографією є зручним та швидким шляхом ідентифікації та оцінки властивостей перфорантної системи на всіх анатомічних ділянках людського тіла.

Результати даного розділу опубліковані в наступних роботах:

1. Лурін І.А., Хоменко І.П., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.** Комбінація мультимодального алгоритму та реконструктивно-відновлювальної драбини при лікуванні поранених із вогнепальними дефектами м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2022. - №3(114). – С. 57-60.
2. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б. Вибір системи оцінки тяжкості бойової хірургічної травми у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на I-II рівнях медичного забезпечення // Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. - 2022. - №3. – С. 5-12.
3. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б., Корнієнко С.М. Особливості надання хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин на I та II рівнях надання медичної допомоги при проведенні операції об'єднаних сил // Вісник морської медицини. - 2022. - №4. – С. 35-44.
4. Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Майданюк В.П., Вайс Б., Корнієнко С.М. Дефініції хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин на III та IV рівнях надання медичної допомоги при проведенні АТО/ООС //

Medical Science of Ukraine (Медична наука України). – 2022. – Т. 18, №4. – С. 46-54.

5. Tsymbaliuk V.I., Lurin I.A., Makarov V.V., Nehoduiko V.V., Buchnieva O.V., **Tertyshnyi S.V.**, Bunin Yu.V. 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 (Web of Science). – 2022. – Vol. 24, N6. – P. 760-764.
6. Khomenko I.P., Lurin I.A., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Popova O.M., Vastyanov R.S., Weis B. Soft tissue perfusion evaluation algorithm in the scheme of gunshot defects “closure” // World of Medicine and Biology (Web of Science). – 2023. – N1 (83). – P. 169-173.

РОЗДІЛ 9. АНАЛІЗ І ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В умовах проведення операції Об'єднаних сил (ООС) на сході України надання якісної та своєчасної хірургічної допомоги пораненим військовослужбовцям на рівнях медичного забезпечення із застосуванням сучасних технологій є одним із пріоритетів держави. Важливим напрямком розвитку Збройних Сил України є перехід всіх ключових функцій сил оборони до стандартів НАТО, що повною мірою стосується військової медицини.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури дав змогу сформулювати положення, що характеризують сучасний стан проблеми організації надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ. Незважаючи на збільшення питомої ваги ВДМТ в структурі бойової хірургічної травми (6,9-35,9 %), значної тяжкості та кількості незадовільних результатів лікування таких поранених, високого рівня ускладнень (9,3-81,0 %) та летальності (6,3-39,3 %), організація надання хірургічної допомоги в системі медичного забезпечення Збройних Сил України не відповідає сучасним вимогам та потребує подальшого удосконалення. аким чином, стає очевидним, що на сьогодні існуюча система надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах сучасного збройного конфлікту все ще не повною мірою відповідає сучасним потребам.

В свою чергу, зазначені обставини і послужили основою для визначення суті наукової проблеми, вибору напрямку дисертаційного дослідження, дозволили сформулювати його мету і завдання, вирішення яких дало змогу провести теоретичне узагальнення та обґрунтувати методологічні засади удосконалення організації системи надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ в умовах сучасних бойових дій з урахуванням досвіду проведення операції Об'єднаних сил, що і лягло в основу вирішуваної в роботі важливої наукової проблеми.

Критичний аналіз існуючих даних свідчить про наступне: (а) летальність серед поранених з ВДМТ в останніх локальних конфліктах не

мала тенденцію до зниження. Залишалася високою частота поєднаних ушкоджень з ВДМТ, що було обумовлено широким застосуванням автоматичної стрілецької зброї зі значною уражаючою дією, а також подальшим удосконаленням бойових властивостей снарядів, мін і гранат. Характерними залишались і пропорції цих СВ у локальних збройних конфліктах останніх десятиліть. Проте характер вогнепальних поранень змінювався залежно від тактики ведення бойових дій та застосування різних видів озброєння. Статистичний аналіз питомої ваги ВДМТ вказував на необхідність пошуку нових ефективних методів діагностики і хірургічного лікування БХТ, оскільки успіх медичного забезпечення військ (сил) значною мірою залежав від визначення імовірної величини і структури СВ, що було основою для планування відповідних лікувально-евакуаційних заходів, визначення потреби в силах та засобах медичної служби, зокрема обсягу та видів СХД. Слід вважати, що головним завданням медичного забезпечення військ при можливих варіантах їх застосування є покращення результатів лікування поранених з ВДМТ, зниження рівня інвалідності, підвищення питомої ваги повернення поранених до військових частин ЗС України або до повсякденної праці з покращенням їхньої якості життя, що є важливим аспектом обороноздатності держави;

(б) особливостями організації надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ в локальних війнах є наступні: зниження щодобового надходження поранених порівняно з великомасштабною війною, використання авіаційної евакуації та скорочення термінів доставки на четвертий рівень медичного забезпечення;

(в) застосування нових засобів ураження зумовлює зростання тяжкості ВДМТ та потреб в невідкладних і трудомістких методах інтенсивної терапії та протишокових заходах. При цьому слід ураховувати також варіабельність показників величини та структури СВ залежно від характеру бойових дій, засобів ураження, що застосовує противник;

(г) однією з важливих тенденцій сучасної БХТ є значне зростання її

тяжкості, збільшення частоти множинних і поєднаних поранень, обсягу руйнувань різних тканин. В структурі поранених на четвертому рівні медичного забезпечення зазначено високу питому вагу тяжкопоранених, в структурі операційних втручань - вузькопрофільних операцій з приводу ускладнень вогнепальних ушкоджень грудної клітки, живота, таза і кінцівок;

(д) основними причинами незадовільних результатів лікування поранених хірургічного профілю в умовах бойових дій є відсутність об'єктивної оцінки тяжкості БХТ, обмежене використання малоінвазивних методик та необґрунтоване застосування первинної та остаточної корекції ушкодження на другому та третьому рівнях медичного забезпечення, неадекватний характер первинної хірургічної обробки рани та подальшого лікування наслідків;

(є) доведена необхідність наукового обґрунтування та впровадження диференційованої організаційно-медичної тактики лікування поранених, оскільки використання традиційних схем лікування без застосування мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ призводить до високого рівня загальних та місцевих ускладнень, тривалих термінів лікування та медичної реабілітації;

(ж) обґрунтована актуальність проблеми, яка обумовлена необхідністю розробки сучасної системи медичного забезпечення Збройних Сил на основі удосконалення надання хірургічної допомоги пораненим з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ в умовах бойових дій з використанням досвіду країн-членів НАТО.

Програмно-цільова структура та обсяг дослідження визначалися поставленою метою та колом вирішуваних завдань. Дослідження здійснювали за програмою, розробленою із використанням системного підходу.

Так, завчасно нами була розроблена спеціальна програма, яка передбачала реалізацію мети дослідження в чотири організаційних етапи з використанням адекватних методів, на кожному з яких виконувались взаємопов'язані завдання, що дало можливість забезпечити системний підхід

при проведенні дослідження та отримати репрезентативні результати для оцінки об'єкту дослідження.

Перший організаційний етап роботи був присвячений вивченню світового та вітчизняного досвіду щодо стану проблеми надання медичної допомоги пораненим із ВДМТ.

Метою *другого етапу* став аналіз стану надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ під час АТО, порівняно з реалізацією удосконаленої системи медичного забезпечення при проведенні ООС на рівнях медичного забезпечення.

На *третьому етапі*, базуючись на отриманих під час дослідження результатах, розроблено концептуальні підходи та обґрунтовано сучасні методи визначення життєздатності тканин, шкали оцінки тяжкості травми та методики сортування поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення.

На *четвертому етапі* проведено розроблення та впровадження малоінвазивних методик обстеження та лікування поранених з ВДМТ як напрямків удосконалення надання хірургічної допомоги військовослужбовцям при проведенні ООС. Результатом проведеного дослідження стало формулювання методологічних основ та розробка диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ. Проведено визначення медичної ефективності впровадження диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ в умовах реформування системи медичного забезпечення Збройних Сил України.

Для вирішення поставленої задачі наукової роботи проведено проспективний та ретроспективний аналіз 342 первинних медичних карток, 1026 історій хвороби в наступних лікувальних закладах:

- на другому рівні медичного забезпечення – на базі Центральних районних лікарень були розгорнуті групи підсилення медичних підрозділів, ВМГ зони відповідальності;

- на третьому рівні - у Комунальному закладі «Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. І.І.Мечникова» (ДНІПРО), Військово-медичному клінічному центрі Північного (ХАРКІВ), військових госпіталях: в/ч А 4615 (ДНІПРО), в/ч А 3309 (ЗАПОРІЖЖЯ);

- на четвертому рівні - у Національному військово-медичному клінічному центрі «Головний військовий клінічний госпіталь» (КИЇВ), у Військово-медичних клінічних центрах Західного регіону (ЛЬВІВ), Південного регіону (ОДЕСА), Центрального регіону (ВІННИЦЯ).

З метою аналізу ефективності впровадження диференційованої хірургічної тактики загальний масив дослідження - 342 поранених з ВДМТ - був розподілений на дві досліджувані групи:

- основна група – 128 (37,4 %) поранених, лікування яких було проведено під час ООС з травня 2018 по грудень 2021 рр за диференційованою хірургічною тактикою з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ, з урахуванням тяжкості стану, використовуючи розроблену колективом кафедри військової хірургії шкалу AdTS, пульсоксиметрію з визначенням індексу перфузії, планіметричну класифікацію; визначення життєздатності тканин раньового каналу і прогнозування розвитку ускладнень здійснювали методом термометрії;

- група порівняння – 214 (62,6 %) поранених з ВДМТ лікували за загальноприйнятими лікувально-діагностичними методами в період проведення АТО з квітня 2014 по квітень 2018 рр.

Для дослідження нами було сформовано дві досліджувані групи, які за віком, статтю відповідали вимогам Закону про загальний військовий обов'язок, ідентичні за травмогенезом, клінічно-нозологічною структурою, тяжкістю та характером ВДМТ, а масив дослідження був репрезентативний (тобто групи рандомізовані та відображають генеральну сукупність явища).

Для оцінки тяжкості поранень на першому та другому рівнях була використана планіметрична характеристика ушкоджень, шкала Admission trauma scale (AdTS) та перфузійний індекс (ПІ). Особливістю означених

методик є універсальність, можливість оцінити тяжкість відкритої та закритої травми, статистична достовірність за принципом вижив-помер 89 %.

Перша серія дисертаційних спостережень була присвячена вивченню деталей організації надання хірургічної допомоги пораненим з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях медичного забезпечення при проведенні ООС.

Отримані нами результати та їх критичний аналіз дозволив висловити наступне. Нам було встановлено, що особливостями надання медичної допомоги пораненим з ВДМТ на першому рівні медичного забезпечення в групах порівняння було збільшення питомої ваги накладання транспортної іммобілізації на 28,7 % в основній групі, знеболення – на 14,3 %, накладання джгутів типу САТ при зовнішній кровотечі - на 14,8 %, проведення інфузійної терапії - на 11,6 % порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

Доведено, що особливостями надання хірургічної допомоги пораненим з ВДМТ на другому рівні в групах порівняння було збільшення питомої ваги проведення зберігальної ПХО рани на 24,2 % в основній групі, накладання АЗФ при переломах довгих кісток – на 13,0 %, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань та діагностичних пункцій під УЗД контролем порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$). Запропонована хірургічна тактика призвела до збільшення питомої ваги функціональної складової БХТ в основній групі на 6,3 %, а використання зберігальної ПХО рани – до переважання середніх ВДМТ на 12,5 % порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

За результатами комплексних досліджень визначено, що особливостями надання спеціалізованої допомоги пораненим з ВДМТ на третьому рівні в групах порівняння було збільшення питомої ваги проведення повторних хірургічних обробок рани на 20,4 % в основній групі, у зв'язку з проведенням зберігальної ПХО рани, фасціотомії – на 17,9 %, вакуум-терапії – на 32,2 %, УЗК – на 28,9 %, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$). Означена

хірургічна тактика призвела до переважання питомої ваги середніх ВДМТ в основній групі на 7,3 % та зменшення надвеликих дефектів на 3,5 %, надвеликих – на 6,6 % порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

Аналізуючи результати, отримані на 1-3 рівнях спеціалізованого лікування поранених, встановлено, що особливостями спеціалізованого лікування поранених на четвертому рівні в групах порівняння було зменшення питомої ваги ВХО рани в основній групі на 16,8 %, у зв'язку з достовірним зменшенням рівня нагноєнь, збільшення питомої ваги проведення повторних хірургічних обробок рани на 25,6 %, фасціотомії – на 10,6 %, вакуум-терапії – на 18,2 %, УЗК – на 11,3 %, заміни методу остеосинтезу при загоєнні рани – на 12,0 %, реалізація мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ в повному обсязі, використання малоінвазивних ендовідеохірургічних операційних втручань порівняно з групою порівняння ($p < 0,05$).

Визначено, що при наданні медичної допомоги пораненим з ВДМТ на першому та другому рівнях медичного забезпечення лікувальну тактику необхідно визначати відповідно до планіметричної класифікації вогнепальних ушкоджень, оцінки тяжкості травми за шкалою AdTS та показниками перфузійного індексу. Пораненим з нетяжкою БХТ (середні ВДМТ, 1-4 бали за AdTS, III > 4 %) допомогу надавати в повному обсязі, з тяжкою (великі ВДМТ, 5-9 балів за AdTS, III 2-4 %) - у скороченому, з вкрай тяжкою (надвеликі ВДМТ, за AdTS > 9 балів, III < 2 %) - за тактикою контролю ушкоджень.

Доведено, що визначення лінійних розмірів ран дає змогу класифікувати ранові дефекти як малі (< 2 см²), середні (2-50 см²), великі (51-200 см²) та надвеликі (> 200 см²) з урахуванням анатомічних зон ушкодження.

Запропонована і впроваджена тактика хірургічного лікування вогнепальних ушкоджень на рівнях медичного забезпечення відповідно до мультимодального підходу до реконструкції ВДМТ, що дозволило удосконалити визначення лікувально-евакуаційного призначення поранених.

В подальшому ми вирішили дослідити загальні принципи використання доплерівського ультразвукового дослідження для вивчення вогнепальних

дефектів м'яких тканин та оцінки потенційних трансплантатів. Отримані нами результати є принциповими в нашій країні, але при їх обговоренні слід вказувати наявні дані іноземних фахівців,

Так, систематичний огляд Cheng та співавт. з порівняння ручного доплера, CCDS та КТ-ангіографії виявило, що CCDS мав найвищу об'єднану чутливість 95,7 %, а також найвищу об'єднану позитивну прогностичну величину 94,3 % для ідентифікації мікросудин для перфорантних судин вільного клаптя (Cheng, Lin, & Chang, 2012a, 2012b, 2013).

Thomas та співавт. (2020) підтвердив перевагу CCDS у порівнянні зі звичайним доплерівським дослідженням для картування та характеристики перфорантних судин перед забором вільних клаптів. Kehrer та ін. показав, що чутливість PD для виявлення мікросудин становила 96,7 % із середньою відстанню від точки появи до прогнозованого передопераційного маркування шкіри після картографування PD $2,45 \pm 1,90$ мм (0-6 мм) (Kehrer, Hsu, Chen, Sachanandani, & Tsao, 2018).

CCDS виявився кращим порівняно з PD у правильній оцінці діаметра мікросудин.

Однак не проводилося досліджень, присвячених оптимізованим налаштуванням апарату для високоякісного проведення дослідження у режимах CCDS та PW. Тому необхідним є представлення конкретної інформації для мікрохірурга щодо точних налаштувань дуплексного УЗ та PW для виявлення та гемодинамічної характеристики перфорантних судин, які раніше не були детально описана.

Багаточастотні лінійні датчики виявилися найбільш оптимальними для характеристика поверхневих мікросудин. Високочастотні лінійні зонди 12L-RS (5–13 МГц) та ML6-15D (6–15 МГц) демонструють чудову якість зображення, ніж лінійний 9L (6–9 МГц) перетворювач з нижчими частотами. Вибір попередньо встановленої програми «м'які тканини» забезпечує найкращий загальний контраст зображення в режимі В та оптимізовані попередні налаштування потоку кольорів для інтерпретації мікросудин.

Відповідними налаштуваннями для оптимізації зображення в режимі CF було регулювання частоти режиму CF, частоти повторення імпульсів (PRF) / масштабу, коефіцієнта посилення кольору, розміру кольорового поля, кутової корекції / керування для орієнтації кольорового поля та використання кнопки інвертування. Ключовими кроками для точного налаштування зображення в режимі PW були регулювання посилення, кутова корекція, PRF / масштаб та корекція базової лінії. Кнопка оновлення розрахунку, кнопка інвертування та ввімкнення автоматичного обчислення величини замороженого зображення значно допомогли пришвидшити діагностику кровотоку, а кнопка «вимір» була використана для визначення діаметра мікросудини. Збереження даних пацієнта перед збереженням зображень / кінопетель та налаштуванням піктограм малюнка з можливістю редагування тексту на екрані покращили подальшу інтерпретацію зображень.

Мікросудини, виявлені CCDS і підтверджені інтраопераційно, були гемодинамічно значним. Найбільш гемодинамічно інформативним є залучення перфорантних судин діаметром понад 1,55 мм, хоча наші результати показали, що корисні перфоранти можуть мати розмір від 0,9 мм. Ці результати дещо відрізнялись від пропозицій недавньої літератури, де пропонується мінімальний діаметр $> 0,5$ мм, як адекватний (Lin et al., 2008; Miller, Potparic, Colen, Sorrell, & Carraway, 1995).

На результат операції може вплинути не тільки діаметр мікросудин, але й характеристики кровотоку. Однак інші авторські групи раніше детально не описували референтні значення. Аномальна або рясна судинна анатомія перфорантних судин вільних клаптів, може бути виявлена до операції за допомогою CCDS (Hong et al., 2010; Hsieh, Yang, Chen, Kuo, & Jeng, 2009; Luta ін., 2015).

Структура перфорантних судин поверхневої фасціальної площини тонких клаптів була популяризована Hong et al. (Hong et al., 2014; Hong & Chung, 2013). Ними ж була закладена еконцепція моделювання клаптя з використанням «гарячих/холодних зон». Як передумова, надфасціальна

архітектура перфоратів повинна бути відома перед розрізом, щоб розташувати перфоратор на рівні середнього шару підшкірної клітковини. Це вимагає надійної передопераційної діагностики, керованої CCDS. Вільні клапті зараз широко застосовуються в реконструктивній хірургії. Тим не менше, вражає мало знань про зміни в гемодинаміці цих клаптів до і після трансплантації.

Улатовський (2012) представив кількісні параметри кровотоку перфорантних судин у своєму дослідженні, але пропустив опис основних параметрів та використання корекції кута. Було показано, що швидкість крові в артерії-перфоранті вища, ніж швидкість, виявлена в магістральному судинному руслі (Saba et al., 2013). Деякі ефекти підвищеної швидкості кровотоку в цих мікросудинах та підпорядкованій зоні шкірної мікроциркуляції клаптів вивчені (Saba et al., 2013), хоча стандартних контрольних значень поки що встановити не вдається. Отримані нами результати дозволяють запропонувати подальші вимірювальні значення діаметра, PSV, EDV та RI як репрезентативні параметри розміру та гемодинаміки, які можуть бути використані для початкової оцінки. Тим не менше, необхідні більш масштабні проспективні дослідження, щоб встановити загальноприйнятні референтні значення для керованого вибору CCDS відповідних мікросудин.

CF-режим являє собою стандартний режим кольорового кодування і накладає вікно кольорового поля на зображення В-режиму, в якому доплерівська інформація відображається в кольоровому судинному потоці. Колір візуалізує напрямок кровотоку щодо зонда. Інтенсивність кольору (або посилення) відображає швидкість потоку. Пульсуючий кровотік, що пронизує глибокий рівень фасції, є показовим для анатомії перфорантних судин. За допомогою адекватного налаштування пристрою цей режим спрощує виявлення та оцінку перфорантних мікросудин на глибокій фасції та робить можливим кількісні вимірювання. Застосування режиму PD підвищує чутливість у 3-5 разів порівняно з режимом CF (Naqvi & Perese, 2013) та відображає інтенсивність та швидкість кровотоку зі значним посиленням.

Однак диференціація артерії та вени у такому випадку неможлива, і сигнали позасудинного потоку навколо виявлених перфораторів зазвичай накладаються, що заважає реалістичному оцінюванню діаметра судини. Незважаючи на те, що він збільшує чутливість пристрою для виявлення мікросудини. Режим PD може, ймовірно, додатково призвести до завищення гемодинамічних показників надто малих мікросудин, які не можуть бути придатними для живлення великих ангіосом. Ця знахідка також була описана в контексті картографування мікросудин при моделюванні вільних клаптів (Kehrer et al., 2018). Завдяки специфічним налаштуванням пристрою для виявлення малого потоку, режим PD втратив свою минулу перевагу, щоб візуалізувати мікросудини, оскільки зараз режим CF працює більш надійно в цьому питанні.

Часові обмеження, з якими стикається сучасне клінічне навантаження, вимагають цілеспрямованого підходу до CCDS. Вибір лише режимів, що мають найвищий рівень значущості для клінічних цілей, є сприятливим. Якщо індивідуальна оцінка перфорантної судини включатиме всі існуючі режими та враховуватиме доступність методу, розумне співвідношення витрат часу і вартості буде досягнуто.

Оцінка перфоратора CCDS є ключовим елементом моделювання клаптя. Після кількох років застосування дана технологія виявилася зручною, гнучкою, недорогою і швидко повторюваною. Основні аспекти оцінки перфорантної судини, керованої CCDS, були визначені шляхом застосування стандартизованого підходу. Відповідні конфігурації пристроїв для вдосконаленого зображення перфоранту були описані вище. Ми виявили, що передопераційне вивчення CCDS, призначений на день перед операцією, є вигідним і надає багато клінічно значимої інформації, значно скорочує час наступної операції. Розмір і розміщення мікросудин впливали на прийняття хірургічних рішень більше, ніж гемодинамічні значення, хоча діаметр повинен бути найбільш сприятливим. Вибір перфорантної судини мікрохірургом, як правило, залежить від безлічі факторів, як передбачувана довжина ніжки,

розташування пацієнта на столі, топографічна легкість розсічення, можливо, місця попередніх операцій, товщина тканини, досвід хірурга та багато інших.

Висновки групи Hong та ін. та Лін та ін. припустив, що артеріо-реципієнта можна використовувати, якщо PSV перевищує 15-20 см / с, що може бути підтверджено власними висновками із середнім значенням PSV 16,99 см / с у перфорантних судинах. (Hong et al., 2014; Hong & Chung, 2013; Lin et al., 2008) При плануванні судинного анастомозу в клаптях, їх дані пропонують узгоджувати PSV нижчий з судинами-реципієнтами ложа (Suh et al., 2016).

Ультрасонографія з високою роздільною здатністю дозволяє ідентифікувати судинні структури діаметром від 0,18 до 0,2 мм (Schwabegger, Bodner, Rieger, Jaschke, & Ninkovic, 1999; Stupp, Pavlidis, Busse, & Thanos, 2004). Інші методи візуалізації поперечного перерізу, наприклад, КТ, обмежуються мінімальною товщиною зрізу 0,5 мм (Boucher et al., 2013). Надійне передопераційне розуміння анатомії перфорантних судин скорочує час збирання клаптя, загальний час операції та покращує результати комплексних реконструкцій (Kehrer et al., 2020). Картографування мікросудин CCDS конструкції вільних клаптів, захоплюючи домінуючі судини та максимізуючи виживання клаптя (Rand, Cramer, & Strandness Jr., 1994). CCDS також продемонстрував своє значення для післяопераційної оцінки клаптів та для моніторингу перфузії тканини клаптя (Kehrer et al., 2017). Майбутні перспективи - це тривимірна мікросудинна візуалізація CCDS, а також контрольоване контрастуванням зображення мікроциркуляції в клаптях (Sidhu et al., 2018; Su et al., 2013).

Передопераційне оцінювання перфорантних судин за допомогою CCDS інколи займає більше часу, що може бути проблемою у напруженому графіку відділення. Однак час, вкладений в керовану мікросудину CCDS, як виявилось, окупився для авторів, через наявність доопрацьованої конструкції клаптя ще до першого розрізу. Цей момент дозволяє хірургу зосередитись на інших важливих деталях проведених реконструкцій, що призвело до більш

масштабної, якісної та головним чином комбінованої реконструкції. Про порівнянні результати повідомили Томас та співавт., Які довели ефективність використання часу та витрат на CCDS у порівнянні зі звичайною доплерівською сонографією завдяки передопераційному картографуванню перфорантних судин. Вони повідомили про скорочення приблизно на 73 хв часу забору клаптя та до 90 хв скорочення загальної тривалості операції, якщо оцінка перфорантних судин, керована CCDS, проводилась до операції (Thomas et al., 2020).

Цю обставину не можна недооцінювати, оскільки поєднання різних реконструктивних етапів може допомогти заощадити час госпіталізації, оптимізувати витрати та ресурси. Це цілком може призвести до більш раннього відновлення та реабілітації пацієнта, а також до кращого загального результату.

В наступному проводили дистанційне термометричне дослідження змінених шкірних покривів у поранених із вогнепальними й вибуховими ранами. Безконтактний тепловізійний метод визначення температури вигідно відрізняється від інших поєднанням високого температурного, просторового і тимчасового розв'язання.

Дистанційне тепловізійне обстеження тіла людини має величезну перевагу перед деякими іншими способами отримання об'єктивної інформації про зміни його температурного стану. Це полягає в тому, що дослідник, отримуючи термограму значних ділянок поверхні шкіри, легко може виділити зони з найбільш низькими або, навпаки, високими значеннями температур, в подальшому акцентуючи увагу на обраних ділянках. Також даний метод дослідження є неінвазивним, безпечним і абсолютно не має протипоказань.

В клініці було проведено порівняльний аналіз поверхневої температури сіметричних зон тулуба здорових людей без наявності будь яких ушкоджень, а також у поранених при наявності вогнепальних й вибухових ушкоджень.

Теплобачення за статичним температурним розподілом та його динамікою в часі виявляє функціональну активність осередків патологічно

змінених країв ран різних ділянок тулуба поранених із вогнепальними й вибуховими пораненнями. Рівень перфузії крові та тонічний стан поверхневих судин є одними з основних чинників, що визначають поверхневий розподіл температури у поранених. Вивчення процесів кровообігу та теплової інерції поверхні за допомогою реєстрації її температури представляє інтерес для сучасної діагностики ранового процесу, що супроводжується судинною дисфункцією. Ці обставини ще раз підкреслюють важливу роль мікроциркуляції крові у розподілі енергії, яка поглинається поверхнею шкіри.

Зміни мікроциркуляції, що характерні для неускладненого й ускладненого перебігу ранового процесу у поранених із вогнепальною травмою, зумовлені як ураженням самої судинної стінки у порожнині рани, що веде до порушення кровопостачання органів й тканин, так і зміною плазмових і клітинних властивостей крові.

Крім того, навіть при обмежених варіантах перебігу ранового процесу є загальні ознаки ураження судин із розвитком характерних мікроциркуляторних порушень на рівні капілярів, які виявляються тільки спеціальними інструментальними методами дослідження із використанням сучасних технологій – КТ, УЗД порожнини ран, електронної мікроскопії, рентгено-спектрального мікроаналізу із використанням енерго-дісперсійного спектрометра у поєднанні із візуальною макроскопічною оцінкою стану рани на до- та післяопераційному етапах її порівняння, а також визначення специфічних інтегральних біофізичних, біохімічних й морфологічних маркерів гострого запалення, ранового процесу, спектра елементного складу та щільності сполучнотканинних структур у пограничній зоні осередку країв вогнепальної рани.

Таким чином, даний метод дозволяє судити про активність сполучнотканинного запалення або процесів склерозування в осередках ураження країв вогнепальних ран та надає можливість застосування дистанційної термографії як неінвазивного метода діагностики різних гнійно-

запальних й септичних ускладнень у поранених із вогнепальною та вибуховою травмою.

Отже, отримані дані дозволи висловити наступне. Тепловізійне обстеження переважає перед іншими способами одержання інформації щодо змін температурного стану тіла, тому що дослідник, при отриманні термограми ділянок поверхні шкіри країв ран, легко може виділити зони з найбільш критичними значеннями температур, в подальшому акцентуючи увагу на обраних ділянках.

В дослідженні встановлена пряма залежність між клінічними проявами, зміною клініко-інструментальних й клініко-лабораторних показників та гіпертермованими ділянками у 112 поранених (87,7 %). Проведене статистичне визначення, а саме порівняння отриманих значень температур між собою за методом Дана, дозволило обґрунтувати температурну реакцію над анатомічною ділянкою вогнепального дефекту зони ураження та залежність її від ступеня розповсюдженості ділянки запалення. Це може служити передумовою вдосконалення й деталізації постановки діагнозу, раннього прогнозування можливих грізних гнійно-запальних й септичних ускладнень та обрання адекватної лікувальної хірургічної тактики, вибору призначення комплексної терапії або профілактики даного виду вогнепальних й вибухових поранень.

Даний метод дозволяє судити про активність сполучнотканинного запалення або процесів склерозування в осередках ураження кожних країв ран та надає можливість застосування дистанційної термографії як неінвазивного метода діагностики й прогнозування ускладнень у поранених із бойовою вогнепальною й вибуховою при різноманітному перебігу травматичної та ранової хвороби.

Метою наступної частини дисертаційного дослідження було розробити організаційно-методичні основи системи етапної реабілітації поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин на різних рівнях надання

медичної допомоги залежно від тяжкості поранення та тактики хірургічного лікування.

Таким чином, реабілітація – це суспільно необхідне функціональне і соціально-трудове відновлення хворих та інвалідів, що здійснюється комплексним проведенням медичних, психологічних, педагогічних, професійних, юридичних, державних, суспільних та інших заходів, за допомогою яких можна повернути потерпілих до звичайного життя і праці, відповідно до їх стану.

Тому основною метою реабілітаційних заходів є найскоріше повернення хворої людини до повноцінного соціального життя та найбільш повне відновлення втраченої працездатності. Це повною мірою відповідає основним пріоритетним аспектам ефективності реабілітації – економічному та соціальному. Для військовослужбовців це повернення до виконання своїх службових обов'язків, що є вкрай актуальним в теперішній час. Слід накреслити та тому, що зниження або втрата функціональної спроможності поранених, яка призводить до інвалідизації, є підставою для демобілізації військовослужбовця (тобто повної втрати боєздатності, неможливості виконувати військовий обов'язок та необхідності перекваліфікації, працевлаштування та соціалізації в цивільному житті). Це супроводжується великими економічними затратами та складнощами в соціальній адаптації.

Процес реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин є багатоетапним та потребує низки оперативних втручань в різний період часу на різних рівнях медичної допомоги. Реабілітаційні заходи для таких хворих також є різними.

В теперішній час медична допомога військовослужбовцям є чотирирівневою. На кожному рівні передбачено свій обсяг медичної допомоги.

Перший рівень медичного забезпечення формується та реалізується на тактичному рівні за рахунок сил і засобів медичної служби батальйону (з можливим підсиленням) і передбачає надання першої медичної

(домедичної), долікарської та першої лікарської допомоги – проведення медичного сортування, необхідних лікувально-діагностичних, реанімаційних і стабілізаційних заходів, тимчасового утримання до евакуації.

Другий рівень медичного забезпечення формується та реалізується на тактичному рівні за рахунок сил і засобів медичної служби бригади (з можливим підсиленням) та передбачає надання кваліфікованої медичної допомоги, що включає прийом і сортування поранених, надання їм хірургічної допомоги, проведення реанімаційних та протишокових заходів, тимчасового утримання до евакуації.

Таким чином, реабілітаційні заходи на першому та другому рівнях фактично не передбачені, не є доцільними та першочерговими.

Реабілітаційні заходи передбачені на третьому та четвертому рівні надання медичної допомоги. надаються вони згідно наявній матеріально-технічній базі закладу охорони здоров'я, в якому перебуває поранений, кадрового складу тощо. При цьому надання послуг медичної реабілітації в санаторно-курортних закладах ЗСУ, на наш погляд, можна віднести до четвертого рівня.

Третій рівень формується та реалізується на оперативному рівні за рахунок військових мобільних госпіталів і стаціонарних військових або цивільних закладів охорони здоров'я, що розгортаються в межах операційної зони, та передбачає надання кваліфікованої і спеціалізованої медичної допомоги (діагностика та необхідне стаціонарне лікування поранених в зоні бойових дій з метою їх найшвидшого повернення до строю або направлення на наступний етап медичної евакуації). На цьому рівні реабілітаційна допомога надається в гострому періоді. Метою реабілітаційних заходів є профілактика ускладнень та інвалідизації, скоріше повернення до виконання військових обов'язків. При неможливості досягнення поставленої мети поранений переводиться на четвертий рівень надання медичної допомоги.

Четвертий рівень формується та реалізується на стратегічному рівні за рахунок військово-медичних клінічних центрів, закладів охорони здоров'я

державної і комунальної власності та передбачає надання високоспеціалізованої медичної допомоги із застосуванням високотехнологічного обладнання та/або спеціалізованих медичних процедур високої складності. Саме на цьому рівні повинні бути повністю реалізовані мета та завдання реабілітації поранених, тобто повернення до виконання військових обов'язків або вирішене питання щодо демобілізації. На цьому рівні забезпечується надання реабілітаційної допомоги в гострому, післягострому та довготривалому реабілітаційних періодах у стаціонарних (того стаціонару, де проводилось хірургічне лікування) та амбулаторних умовах. Реабілітаційні заходи в санаторно-курортних умовах в післягострому та довготривалому реабілітаційних періодах пораненим військовослужбовцям реалізуються виключно в санаторно-курортних закладах ЗСУ.

В наших дослідженнях встановлено, що в структурі санітарних втрат хірургічного профілю питома вага поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин становить 16,7 %. Анатомо-функціональна характеристика локалізації дефектів м'яких тканин виглядала наступним чином: грудна клітка – 14,0 %, живіт – 7,0 %, таз – 4,1 %, кінцівки – 74,9 %. В структурі вогнепальних дефектів м'яких тканин надвеликі ушкодження становили 6,1 %, великі – 33,7 %, середні – 60,2 %. Клінічно-епідеміологічними та клінічно-анатомічними дослідженнями було доведено, що у поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин нетяжка бойова хірургічна травма становила 36,8 %, тяжка – 45,7 %, вкрай тяжка – 17,5 %. Причиною виникнення дефектів м'яких тканин у 45,6 % військовослужбовців були осколкові поранення, кульові – у 38,0 %, мінно-вибухові – у 16,4 %. Ізольована бойова хірургічна травма була виявлена у 28,9 %, множинна – у 44,2 %, поєднана – у 26,9 % поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. Непроникна бойова хірургічна травма була діагностована у 62,9 % поранених, проникна в плевральну порожнину – у 17,4 %, в черевну порожнину – у 16,3 %, в порожнину малого таза – у 3,4 % військовослужбовців.

На основі проведених статистичних спостережень щодо локалізації, тяжкості та розповсюдженості ушкоджень нами було виокремлено для подальшої реабілітації в санаторно-курортних умовах три групи поранених:

1. поранені з нетяжкою травмою (ВДМТ середніх розмірів, AdTS <5 балів, перфузійний індекс >4 %) після повного обсягу хірургічної допомоги з первинною та остаточною корекцією ушкодження;

2. поранені з тяжкою травмою (ВДМТ великих розмірів, AdTS 5-9 балів, перфузійний індекс 2-4 %);

3. поранені з вкрай тяжкою травмою (ВДМТ надвеликих розмірів, AdTS >9 балів, перфузійного індекс <2 %).

Одразу після хірургічного лікування при стабілізації клінічного стану всі поранені були оглянуті членами мультидисциплінарної реабілітаційної команди з метою розробки індивідуального реабілітаційного плану.

Індивідуальний реабілітаційний план – документ, розроблений мультидисциплінарною реабілітаційною командою на підставі результатів реабілітаційного обстеження особи з обмеженнями повсякденного функціонування (або такої, у якої можуть виникнути обмеження повсякденного функціонування), що визначає мету та завдання реабілітації та комплекс заходів, необхідних для їх досягнення [1, 3].

До мультидисциплінарної реабілітаційної команди відносяться:

- 1) лікар фізичної та реабілітаційної медицини;
- 2) фізичні терапевти;
- 3) ерготерапевти;
- 4) протезисти-ортезисти;
- 6) психологи, психотерапевти;
- 7) сестри медичні з реабілітації;
- 8) асистенти фізичних терапевтів та ерготерапевтів.

В нашому випадку до складу також входить хірург, який проводив оперативне лікування; за необхідністю лікарі-консультанти.

Для полегшення процесу отримання медичної інформації про пораненого між стаціонарними закладами охорони здоров'я, військовими лікарськими комісіями та санаторно-курортними закладами, які надають реабілітаційні послуги, доцільним створення електронного Реєстру поранених військовослужбовців.

Нами розроблено пілотний проект етапної реабілітації військовослужбовців після реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин нижніх кінцівок в санаторно-курортних умовах.

Реабілітація військовослужбовців після вогнепальних поранень з дефектами м'яких тканин нижніх кінцівок є поширеною, але складною проблемою для хірургічної та реабілітаційної команд. Процес відновного лікування потребує виконання певних методологічних положень. Одне з них – це діагностична інтеграція всіх факторів, які впливають на функціональні можливості постраждалого.

Загоєння ран – це складний каскад подій, що відновлює цілісність шкіри шляхом заміщення пошкоджених клітин і тканин, що складається з чотирьох фаз: гемостазу, запалення, проліферації та ремоделювання. На першому етапі гемостатичні зміни призводять до зменшення кровотоку та утворення тромбів. Активовані тромбоцити, а також сама травма притягують збудники запалення, нейтрофіли і переважно макрофаги, які очищають апоптотичні клітини. Вивільняючи фактори росту, ці лейкоцити запускають проліферацію фібробластів, епітеліальних та ендотеліальних клітин у місці травми, що утворює грануляційну тканину. Оборот колагену від типу III до I відновлює цілісність шкіри на етапі реконструкції. Різні фактори можуть впливати на якість загоєння ран, включаючи харчування, дефіцит вітамінів, куріння, статеві гормони, насичення киснем, вік, стрес, діабет, алкоголізм та ліки, такі як глюкокортикоїдні стероїди, хіміотерапевтичні засоби та нестероїдні протизапальні препарати [1].

Медична реабілітація в санаторно-курортних умовах передбачає використання природних лікувальних ресурсів та преформованих фізичних

факторів, що сприятиме не тільки відновленню порушених психологічних феноменів, а й одночасному впливу на прогресування соматичних захворювань та стани після травм та поранень. При складанні реабілітаційних програм, незалежно від характеру патологічних порушень у пацієнта, слід дотримуватися основних принципів призначання засобів реабілітації – сумісності та послідовності в призначенні лікувальних процедур.

Проводиться фізіотерапевтичне, ортопедичне лікування та профілактика ранніх і пізніх ускладнень. Важливим завданням спеціалізованої допомоги є оперативне лікування потерпілих з обмеженими ураженнями шкіри, що можуть повернутися в стрій.

На всіх етапах надання медичної допомоги та реабілітації застосовуються різноманітні засоби та методи: фізична реабілітація, методи апаратної фізіотерапії, природні лікувальні ресурси (лікувальні грязі, мінеральні води) санаторно-курортних закладів, методи психотерапії тощо.

Як демонструє досвід, застосування мультимодальної підходу під час реконструктивно – відновлювального оперативного втручання в поєднанні з розробленою ранньою реабілітацією пораненого з вогнепальним дефектом м'яких тканин дозволяє покращити рівень анатомо –функціонального відновлення ураженої анатомічної структури.

Таким чином, вчасно проведені реабілітаційні заходи на всіх етапах надання медичної допомоги в ЗСУ, зокрема й санаторно-курортному, сприяють скороченню лікарняного ліжка дня, більш тривалому знаходженню пораненого під професійним лікарським наглядом, зокрема на етапі формування «шкіряного клаптя», скорочення числа ускладнень, у тому числі інфекційних на етапах реконструктивно-відновлювального хірургічного лікування та формування контрактур на довготривалому етапі реабілітації.

Нами розроблено організаційно-методичні основи системи етапної реабілітації поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин на різних рівнях надання медичної допомоги залежно від тяжкості поранення та тактики хірургічного лікування. Вперше науково обгрунтовано розділення

етапу ранньої санаторно-курортної реабілітації для поранених з тяжкими ушкодженнями м'яких тканин залежно від етапного хірургічного лікування. Поглиблено знання про застосування методів фізичної реабілітації та апаратної фізіотерапії в різних періодах реабілітації поранених після хірургічного лікування дефектів м'яких тканин.

Ефективність клінічного застосування запропонованих сучасних діагностичних технологій (динамічної цифрової термографії та сонографічного спостереження ВДМТ) та традиційних методик при лікуванні пацієнтів була заключна у наступних критеріях: збільшилася хірургічна тактика реконструктивно – відновлювального характеру при лікуванні поранених ($p < 0,001$); зменшилася тривалість оперативного втручання з $72,68 \pm 1,08$ до $58,53 \pm 0,9$ хв ($p < 0,001$); зменшилася кількість оперативних втручань з $3,7 \pm 0,06$ до $2,16 \pm 0,05$ ($p < 0,001$); зменшилася кількість післяопераційних ускладнень з $3,8 \pm 1,3$ до $1,87 \pm 0,87$ ($p < 0,001$); збільшився показник функціонального відновлення за шкалою модифікованої системи функціональної оцінки Karlstrom-Olerud з $62,91 \pm 1,35$ до $76,5 \pm 2,12$ ($p < 0,001$); зменшилася вираженість больового синдрому, за ВАШ, з $7,3 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,4$ балів ($p < 0,01$); зменшився термін стаціонарного лікування з $25,11 \pm 0,55$ до $20,07 \pm 1,12$ днів.

Середній показник зниження температури на пошкодженій анатомічній ділянці був встановлений в межах $31,0 \pm 0,45^\circ\text{C}$, що відповідає термонестабільній ділянці. Критичне значення для життєздатності покривних тканин встановлено на рівні $28,45 \pm 0,27^\circ\text{C}$. Оптимальною для відновлення та регенерації ранової поверхні є показник ΔT більше $31,5^\circ\text{C}$. Під час аналізу термографічних показників доведено, що після реконструкції через три місяці ΔT збільшується $1,1 \pm 0,21^\circ\text{C}$, що констатує покращення венозного кровотоку та нормалізації об'ємної та швидкісної складової ділянки відновлення.

Анатомічна варіабельність та унікальність ангіоархітектоніки судинного русла людського тіла дає можливість переміщати різні за типом

клапті при вогнепальних дефектах м'яких тканин без натягу судинних структур та прискорювати відновлення функціональної складової ушкодженої анатомічної ділянки в 2,1 рази.

Застосування медичної доктрини НАТО – збереження ушкодженої анатомічної структури разом з реконструктивним підходом при лікуванні поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин дозволяє зберігати більший об'єм ранового субстрату та тактично «зберігати» більший об'єм функції. Впровадження показників динамічної мультимодальної тактики моніторингу основаної на фактичних результатах термо- та сонографії надає додаткові – нові особливості хірургічного відновлення вогнепальних дефектів м'яких тканин.

Розглядаючи практичність запронованої оригінальної методики можливо стверджувати, що активний діагностичний компонент в поєднанні з активною хірургічною тактикою, реконструктивним принципом «подібне – подібним» треба розглядати, як актуальну альтернативу закриття вогнепальних дефектів м'яких тканин.

ВИСНОВКИ

У процесі комплексного дослідження вирішено актуальну проблему підвищення якості реконструктивно – відновлювальної хірургічної системи забезпечення Збройних Сил України при проведенні ООС на основі теоретичного удосконалення та наукового обґрунтування надання медичної допомоги пораненим на підставі створення диференційованої хірургічної тактики з мультимодальним підходом до реконструкції ВДМТ, яка в результаті впровадження довела свою медичну ефективність.

1. На основі досвіду проведення ООС на сході України, науково обґрунтовано, розроблено і впроваджено систему надання хірургічної допомоги військовослужбовцям з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення, з урахуванням планіметричних характеристик вогнепальних ушкоджень, тяжкості стану поранених, наявності травматичного шоку і анатомо-функціональних змін в організмі поранених.
2. Встановлено, що в структурі санітарних втрат хірургічного профілю питома вага поранених з ВДМТ становить 16,7%. Анатомо-функціональна характеристика локалізації дефектів м'яких тканин виглядає наступним чином: грудна клітка – 14,0%, живіт – 7,0%, таз – 4,1%, кінцівки – 74,9%. В структурі ВДМТ надвеликі ушкодження становлять 6,1%, великі – 33,7%, середні – 60,2%. Клінічно-епідеміологічними та клінічно-анатомічними дослідженнями було доведено, що у поранених з ВДМТ нетяжка бойова хірургічна травма становила 36,8%, тяжка – 45,7%, вкрай тяжка – 17,5%. Причиною виникнення дефектів м'яких тканин у 45,6% військовослужбовців є осколкові поранення, кульові – у 38,0%, мінно-вибухові – у 16,4%. Ізольована бойова хірургічна травма діагностується у 28,9%, множинна – у 44,2%, поєднана – у 26,9% поранених з ВДМТ. Непроникна БХТ спостерігається у 62,9% поранених, проникна в плевральну порожнину –

у 17,4%, в черевну порожнину – у 16,3%, в порожнину малого таза – у 3,4% військовослужбовців.

3. В експериментальних умовах на моделі вогнепального ушкодження із застосуванням множинного кореляційного аналізу доведено, що наслідки вогнепального ушкодження м'яких тканин експериментальних тварин детермінуються низкою чинників, з числа яких температура уламка та термін спостереження. Хоча ці системи (для досліджуваних температур), частково перетинаються, слід зазначити, що при виборі біомедичних показників бажано знати ступінь тяжкості фактора, що впливає.
4. Науково обґрунтовано та впроваджено методіку медичного сортування поранених з ВДМТ на підставі розробки комплексної оцінки тяжкості БХТ – планіметричної характеристики ушкодження, анатомо-функціональної шкали (AdTS – Admission trauma score) та перфузійного індексу (ПІ) при надходженні військовослужбовців на рівні медичного забезпечення. Встановлені наступні сортувальні групи: поранені з нетяжкою травмою – ВДМТ середніх розмірів, AdTS <5 балів, ПІ >4%; з тяжкою травмою - ВДМТ великих розмірів, AdTS 5-9 балів, ПІ 2-4%; з вкрай тяжкою травмою – надвеликі ВДМТ, AdTS >9 балів, ПІ <2%.
5. Доведено, що у поранених з нетяжкою травмою (ВДМТ середніх розмірів, AdTS <5 балів, ПІ >4%) необхідно виконувати повний обсяг хірургічної допомоги з первинною та остаточною корекцією ушкодження; при тяжкій травмі (ВДМТ великих розмірів, AdTS 5-9 балів, ПІ 2-4%) - скорочений обсяг медичної допомоги, яка включає екстрені або термінові хірургічні втручання після проведення протишокових заходів та після стабілізації гемодинамічних показників. При вкрай тяжкій травмі (ВДМТ великих розмірів, AdTS >9 балів, ПІ <2%) хірургічна допомога має надаватися за технологією «контролю ушкоджень»: реанімаційні хірургічні втручання проводити в

скороченому обсязі паралельно з протишоковими заходами до повної нормалізації показників гемодинаміки з подальшою остаточною корекцією ушкодження.

6. Доведено, що впровадження диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з ВДМТ дало змогу знизити питому вагу ускладнень ТХ на 41,1%, частку післяопераційних ускладнень - з 48,6% до 21,3%, гнійно-деструктивних - з 21,5% до 14,3% та тромбоемболічних ускладнень - з 2,3% до 0,9%, знизити тривалість стаціонарного лікування – на $9,3 \pm 2,5$ ліжко-днів ($p < 0,05$).
7. Визначено, що впровадження диференційованої хірургічної тактики лікування поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення дало змогу зменшити летальність з 12,1% до 8,6% ($p < 0,05$). При цьому відбулося покращення результатів лікування за рахунок зменшення кількості поранених, які були звільнені з лав Збройних Сил України за станом здоров'я (з 57,4% до 31,3%) та збільшення питомої ваги поранених, які були повернені до військової частини (з 42,6% до 68,7%) ($p < 0,05$), що дозволяє рекомендувати її впровадження в закладах охорони здоров'я інших силових міністерств і відомств.
8. Ефективність клінічного застосування запропонованих сучасних діагностичних технологій (динамічної цифрової термографії та сонографічного спостереження ВДМТ) та традиційних методик при лікуванні пацієнтів була представлена у наступних критеріях: збільшилася хірургічна тактика реконструктивно – відновлювального характеру при лікуванні поранених ($p < 0,001$); зменшилася тривалість оперативного втручання з $72,68 \pm 1,08$ до $58,53 \pm 0,9$ хв ($p < 0,001$); зменшилася кількість оперативних втручань з $3,7 \pm 0,06$ до $2,16 \pm 0,05$ ($p < 0,001$); зменшилася кількість післяопераційних ускладнень з $3,8 \pm 1,3$ до $1,87 \pm 0,87$ ($p < 0,001$); збільшився показник функціонального відновлення за шкалою модифікованої системи функціональної оцінки Karlstrom-Olerud з $62,91 \pm 1,35$ до $76,5 \pm 2,12$ ($p < 0,001$); зменшилася

вираженість больового синдрому, за ВАШ, з $7,3 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,4$ балів ($p < 0,01$); зменшився термін стаціонарного лікування з $25,11 \pm 0,55$ до $20,07 \pm 1,12$ днів.

9. Середній показник зниження температури на пошкодженій анатомічній ділянці був встановлений в межах $31,0 \pm 0,45^\circ\text{C}$, що відповідає термонестабільній ділянці. Критичне значення для життєздатності покривних тканин встановлено на рівні $28,45 \pm 0,27^\circ\text{C}$. Оптимальною для відновлення та регенерації ранової поверхні є показник ΔT більше $31,5^\circ\text{C}$. Під час аналізу термографічних показників доведено, що після реконструкції через три місяці ΔT збільшується $1,1 \pm 0,21^\circ\text{C}$, що констатує покращення венозного кровотоку та нормалізації об'ємної та швидкісної складової ділянки відновлення.
10. Анатомічна варіабельність та унікальність ангіоархітекτονіки судинного русла людського тіла дає можливість переміщати різні за типом клапті при вогнепальних дефектах м'яких тканин без натягу судинних структур та прискорювати відновлення функціональної складової ушкодженої анатомічної ділянки в 2,1 рази.
11. Застосування медичної доктрини НАТО – збереження ушкодженої анатомічної структури разом з реконструктивним підходом при лікування поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин дозволяє зберігати більший об'єм ранового субстрату та тактично «зберігати» більший об'єм функції. Впровадження показників динамічної мультимодальної тактики моніторингу основаної на фактичних результатах термо- та сонографії надає додаткові – нові особливості хірургічного відновлення вогнепальних дефектів м'яких тканин.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Визначено, що евакуацію поранених з певного рівня медичного забезпечення необхідно проводити тільки після стабілізації стану військовослужбовців, зупинки кровотечі та проведення комплексної протишокової терапії. Показниками можливості медичної евакуації є AdTS 7,0 балів та менше, а ПІ понад 2,0%. Медичну евакуацію поранених з ушкодженнями органу зору, кисті та стопи необхідно здійснювати в першу чергу разом з військовослужбовцями «червоної» сортувальної групи в спеціалізовані клініки четвертого рівня медичного забезпечення.
2. З метою формування сортувальних груп поранених з ВДМТ на рівнях медичного забезпечення найбільш обґрунтованим слід вважати використання визначення планіметричних характеристик ушкоджень, комплексної оцінки тяжкості БХТ на основі шкали AdTS та ПІ. Показники, що визначають тяжкість БХТ означених методик, відповідають наступним градаціям: нетяжка (AdTS <5 балів), тяжка (AdTS 5-9 балів) та вкрай тяжка БХТ (AdTS > 9 балів).
3. Для оцінки ступеня вираженості вогнепального поранення доцільно використовувати оригінальну та мобільну термографічну класифікацію вогнепальних ран м'яких тканин, яка дозволяє скоротити час хірургічного втручання на 25%, досягти скорішої стабілізації загального стану пораненого, вираженого збереження більшого об'єму пошкодженої структури з прискоренням відновлення ураженої ділянки, прискорення відновлення м'яких тканин, тощо.
4. Для оцінки стану ураженої ділянки внаслідок вогнепального пошкодження доцільним вважаємо застосовувати мультимодальний діагностично-лікувальний підхід через сумісне використання динамічної цифрової термографії в поєднанні з ультразвуком, який

продемонстрував високу ефективність при лікуванні поранених з пошкодженням м'яких тканин.

5. Доцільним вважаємо передопераційну оцінку функціональної активності перфорантних судин за допомогою CCDS, що дозволяє суттєво скоротити термін орперативног втручання. Передопераційне оцінювання перфорантних судин за допомогою CCDS цілком може призвести до більш раннього відновлення та реабілітації пацієнта, а також до кращого загального результату.
6. Реабілітаційні заходи на всіх етапах надання медичної допомоги в ЗСУ призначаються базуючись на пацієнт-центричному підході. Комплексний та індивідуальний підхід дозволяє досягти значних результатів при лікуванні поранених військовослужбовців з дефектами м'яких тканин: полегшити протікання післяопераційного періоду, в оптимальні терміни відновити частково або ж в повному обсягу втрачені функції, покращити психологічну адаптацію в суспільстві, сприяти зниженню відсотка інвалідизації серед військовослужбовців та повернути їх до військової служби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабов КД, Хоменко ІІ, Тертишний СВ, Бабова ІК, Вастьянов РС. Організація етапної реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги. Медичні перспективи. 2021; 26(4): 188-195.
2. Бабова ІК. Реабілітація хворих після ендопротезування кульшового суглоба (в умовах спеціалізованого реабілітаційного відділення). Одеса: «Поліграф». 2020: 152.
3. Бабова ІК, Рожков ВС. Санаторно-курортна реабілітація військовослужбовців в Україні: публічноуправлінський аспект. Публічне управління і адміністрування в Україні. 2020; 19: 21-26.
4. Бадюк МІ. Про вдосконалення системи медичного забезпечення військ у збройних конфліктах. Медичне забезпечення антитерористичної операції науково-практичні та медико-соціальні аспекти: збірник наукових праць /За ред. Цимбалюка В.І. і Сердюка А.М. – К.: ДП «НВЦ «Пріоритети». 2016: 265-267.
5. Беленький ВА, Негодуйко ВВ, Михайлусов РН. Аналіз помилок при виконанні первинної хірургічної обробки огнестрельних ран м'яких тканин. Хірургія України. 2015; 1(53): 7-13.
6. Білий ВЯ, Жаховський ВО, Лівінський ВГ. Місце та роль Воєнно-медичної доктрини України у формуванні системи медичного забезпечення військ і цивільного населення у воєнний час. Наука і оборона. 2015; 1: 9-14.
7. Білий ВЯ, Верба АВ, Бадюк МІ, Жаховський ВО, Лівінський ВГ, Слабкий ГО, Кудренко МВ, Мельник ІІ. Актуальність «платинової хвилини» та «золотої години» для сучасної системи лікувально-евакуаційних заходів. Україна. Здоров'я нації. 2016; 4(40): 19–26.
8. Білий ВЯ, Верба АВ, Бадюк МІ, Жаховський ВО, Лівінський ВГ, Асланян СА. Розвиток системи лікувально-евакуаційного забезпечення військ (в історичному аспекті). Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 47: 9–29.

9. Білий ВЯ, Верба АВ, Бадюк МІ Сучасні підходи до побудови системи лікувально-евакуаційного забезпечення як основа медичного забезпечення військ в особливий період. Наука і Оборона. 2016; 2: 34–41.
10. Бойко ВВ, Лісовий ВМ, Макаров ВВ. Обрані лекції з військово-польової хірургії. Харків. 2018: 211.
11. Білий ВЯ, Верба АВ Лурін ІА. Вказівки з воєнно-польової хірургії / За ред. Я.Л. Заруцького, А.А. Шудрака. К. : СПД Чалчинська Н.В. 2014: 396.
12. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід АТО/ООС) / За редю В.І. Цимбалюка. Харків : Колегіум. 2020: 400.
13. Воєнно-медична доктрина України
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/910-2018-%D0%BF#Text>
14. Заруцький ЯЛ, Запорожан ВМ, Білий ВЯ, Денисенко ВМ, Шаповалов ВЮ та ін. Воєнно-польова хірургія: підручник /За ред. Я.Л. Заруцького, В.М. Запорожана. Одеса : ОНМедУ. 2016: 168-187.
15. Заруцький ЯЛ, Білий ВЯ, Денисенко ВМ та ін. Воєнно-польова хірургія /За ред. Я.Л.Заруцького, В.Я.Білого. Київ : ФЕНІКС. 2018: 203-211: 369-401.
16. Заруцький ЯЛ, Запорожан ВМ, Білий ВЯ та ін. Воєнно-польова хірургія /За ред. Я.Л. Заруцького, В.М. Запорожана. Київ : Фенікс. 2023: 495.
17. Герасименко ОС, Тымчук ОБ, Масунов КЛ. Особенности хирургического лечения некротических инфекций м'яких тканей. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 119-120.
18. Герасименко ОС, Гайдаржи ИТ, Тертышный СВ, Дхауади Ф. Применение кожної пластики в закрытии обширных дефектов мягких тканей. Проблеми військової охорони здоров'я. 2016; 46: 34-39.
19. Герасименко ОС, Гайдаржи ИТ, Тымчук ОБ, Кошиков МА. Роль кожної пластики в реконструктивно-восстановительной хирургии. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 165-169.
20. Галич СП, Резников АВ Фурманов АЮ, Дабижа АЮ. Использование тыльного лоскута стопы для закрытия дефектов тканей конечностей. Институт хирургии и трансплантол Здоров'я України. 2013; 1: 20-21.
21. Гончаренко ИН, Самарский ИН, Мурадян КР, Дхауади Ф, Тертишний СВ.

- Лечение огнестрельных ран с использованием плазмы, обогащенной тромбоцитами. Проблемы військової охорони здоров'я. 2017; 48: 113-117.
22. Гончаренко ИН, Самарский ИН, Мурадян КР, Дхауади Ф, Пирогов ВВ. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы в комплексном лечении огнестрельных ран. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 169-172.
 23. Гончаренко ИН, Самарский ИН, Герасименко ОС, Мурадян КР, Дхауади Ф, Пирогов ВВ. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы в комплексном лечении огнестрельных ран. Проблемы військової охорони здоров'я. 2016. - Вип. 46. - С.58-62.
 24. Гуманенко ЕК, Самохвалов ИМ, Трусов АА. Хирургическая помощь раненым в контртеррористических операциях на северном кавказе: становление военно-полевой хирургии локальных войн и вооружённых конфликтов (сообщение седьмое, заключительное). Военно-медицинский журнал. 2006; 9 (327): 19-28.
 25. Гуменюк КВ. Досвід надання кваліфікованої хірургічної допомоги пораненим в антитерористичній операції в умовах військового мобільного госпіталю. Матер. XXIII з'їзду хірургів України. Київ. 2015: 11-12.
 26. Гур'єв СО, Кравцов ДІ, Казачков ВС, Ордатій АВ. Мінно-вибухова травма внаслідок сучасних бойових дій на прикладі антитерористичної операції на Сході України. Повідомлення 1. Клініко-епідеміологічна характеристика постраждалих із мінно-вибуховою травмою на ранньому госпітальному етапі надання медичної допомоги. Травма. 2015; 6(16): 5-8.
 27. Гур'єв СО, Кравцов ДІ, Ордатій АВ, Адонін ДІ, Ткаченко ДГ, Лисун ДМ. Нові принципи стандартизації тяжкості пошкоджень у постраждалих із мінно-вибуховою та вогнепальною травмою в умовах сучасних бойових дій. Матер. XVII з'їзду ортопедів-травматологів України. Київ. 2016: 36-37.
 28. Чекотовський ЕВ. Статистичні методи на основі Microsoft Excel 2016. Київ: Знання. 2018: 408.
 29. Егоров ВИ, Козаренко АВ Диагностика и лечение боевых повреждений уха. Альманах клинической медицины. 2016; 44 (7): 841– 849.

30. Слесаренко С.В, Бадюл ПО, Мунтян СО, Слесаренко КС, Ковбаса ОО. Ефективність передопераційної діагностики з використанням ангиографії при реконструктивних втручаннях на нижніх кінцівках. Клін. хірургія. 2016; 6: 48–52.
31. Заруцький ЯЛ, Шудрак АА. Вказівки з воєнно-польової хірургії. Київ: СПД Чалчинська Н.В. 2014: 396.
32. Заруцький ЯЛ, Шудрак АА. Вказівки з воєнно-польової хірургії. Київ: СПД Чалчинська Н.В. 2015: 245.
33. Заруцький ЯЛ, Асланян СА, Борзих ОВ, Гетьман ВГ, Сафонов ВС, Кравченко КВ та ін. Хірургічне лікування поранених з ускладненими торакальними ушкодженнями. Клінічна хірургія. 2020; 87(11-12): 3-9.
34. Заруцький ЯЛ, Савицький ОФ, Олійник ЮМ, Гончарук ВС, Ткаченко АЄ, Форостяний ПП, Вовк МС. Особливості діагностики торакоабдомінальних поранень на другому рівні медичного забезпечення в умовах проведення операції об'єднаних сил на Сході України. Хірургія України. 2019; 4: 3-9.
35. Заруцький ЯЛ, Асланян СА, Борзих ОВ, Гетьман ВГ, Сафонов ВС, Кравченко КВ та ін. Анатомо-функціональна шкала оцінки тяжкості травми у поранених з торакоабдомінальними ушкодженнями в умовах проведення Операції об'єднаних сил. Клінічна хірургія. 2020; 87(1-2): 3-7.
36. Заруцький ЯЛ, Асланян СА, Компанієць АО. Застосування вакуум-терапії при пораненнях і травмах різної локалізації. Пластична та реконструктивна хірургія 2018; 4: 40-47.
37. Заруцький ЯЛ, Асланян СА, Компанієць АО. Вакуумні пов'язки у хірургічному лікуванні поранених з великими дефектами м'яких тканин. Одеський медичний журнал. 2017; 3: 47-51.
38. Заруцький ЯЛ, Король СО, Матвійчук БВ. Визначення вхідного та вихідного потоків поранених з бойовими травмами кінцівок на етапах медичної евакуації базового та першого рівнів допомоги під час АТО. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 42(2): 51-59.
39. Заруцький ЯЛ, Король СО, Матвійчук БВ. Визначення вхідного та вихідного потоків санітарних втрат травматологічного профілю на етапах

медичної евакуації базового та першого рівнів допомоги під час антитерористичної операції. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 42(1): 85-94.

40. Заруцький ЯЛ, Король СО, Крешун ЄА. Диференційована тактика надання травматологічної допомоги пораненим з бойовими травмами кінцівок на етапах медичної евакуації. Одеський медичний журнал. 2017; 3: 18-23.
41. Заруцький ЯЛ, Компанієць АО, Мандрусяк СЛ. Сучасний алгоритм пластичної реконструкції шкірного покриву при ранових дефектах. Військова медицина України. 2018; 2 (18): 48-55.
42. Заруцький ЯЛ, Пліс ІБ, Король СО, Компанієць АО. Оптимізація етапного хірургічного лікування поранених на основі метричної класифікації дефектів м'яких тканин. Клінічна хірургія. 2018; 2(85): 77-80.
43. Заруцький ЯЛ, Пліс ІБ, Асланян СА, Компанієць АО, Гончарук СВ. Application of NPWT in the surgical treatment of wounds and injuries of various locations - case series. The Negative Pressure Wound Therapy Journal. 2018; 5(3): 10-15.
44. Казмірчук АП, Галушка АМ, Ричка ОВ. Аналіз санітарних втрат у ході проведення антитерористичної операції на сході України. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 42(1): 29-44.
45. Катрушов ОВ. Методика визначення та гігієнічна оцінка температурно-вологісного режиму приміщень, вплив на теплообмін людини, біоетичні аспекти. Полтава. 2020: 4-8.
46. Каштальян МА, Герасименко ОС, Шаповалов ВЮ, Гайдаржи ІТ, Самарський ІН, Дробков АЛ. Сучасні методи лікування вогнепальних ран. Шпитальна хірургія. 2015; 1(69): 126-126. doi:10.11603/1681-2778.2015.1.4540
47. Каштальян МА, Герасименко ОС, Шаповалов ВЮ, Гайдаржи ІТ, Самарський ІН, Котик ЮН. Применение современных методов в лечении огнестрельных ран. Особенности лікування поєднаної травми в особливий період. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 126-126.

48. Каштальян МА, Тертышный СВ, Масунов КЛ, Околец АВ, Филипишин ЕВ, Дхауади Ф. Применение VAC-терапии в комплексном лечении огнестрельных ранений. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 187-192.
49. Каштальян МА, Верба АВ, Герасименко ОС, Шаповалов ВЮ, Гайдаржи ИТ, Самарский ИН. Современные методы лечения огнестрельных ран. Сучасні аспекти військової медицини. 2016; 23 (Додаток): 43-44.
50. Каштальян МА, Герасименко ОС, Тертишний СВ, Єнін РВ, Дхауаді Ф. Нові напрямки в лікуванні вогнепальних ран. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 48: 360-366.
51. Кириченко АГ, Лук'янченко ТМ, Хом'яков ВМ, Драпалюк НА. Динаміка первинної інвалідності учасників АТО на прикладі Дніпропетровської області. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 207-211.
52. Кисіль І.С. Метрологія, точність і надійність засобів вимірювань. Івано-Франківськ: Видавництво «Факел». 2000: 400
53. Ковалёва ЛН. Современный дифференцированный подход к комплексному лечению и профилактике рубцов кожи разной этиологии. Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2016; 1-4: 188-198.
54. Компанієць АО. Застосування методу вакуум-терапії в хірургічному лікуванні бойових дефектів м'яких тканин. Medical Aesthetic Synergy Congress. Тези доп. міжн. конф. Київ. 2018: 24-25.
55. Компанієць АО. Застосування методу вакуум-терапії в хірургічному лікуванні обширних дефектів шкіри та м'яких тканин. Регенеративные технологии в современной медицине. Тези доп. міжн. конф. Київ. 2017: 23.
56. Компанієць АО. Концепція «реконструктивної драбини» при закритті дефектів м'яких тканин. Science Rise: Medical Science. 2017; 8: 41-44.
57. Компанієць АО. Практичний досвід ефективності застосування методу вакуумної терапії у лікуванні вогнепальних ран. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 2(49): 254–267.
58. Король СО. Аналіз хірургічного лікування поранених із переломами кісток гомілки під час антитерористичної операції. Ортопедия, травматология и протезирование. 2016; 2: 10-14.

59. Король СО. Аналіз шокогенності вогнепальних осколкових поранень окремих ділянок кінцівок та розробка засобів захисту військовослужбовців під час антитерористичної операції (АТО). Військова медицина України. 2017; 1(17): 34-37.
60. Король СО, Матвійчук БВ. Визначення локалізації та тяжкості поранень кисті під час антитерористичної операції. Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 47: 196-200.
61. Король СО. Епідеміологічні особливості вогнепальних та мінно-вибухових поранень гомілки під час антитерористичної операції. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 132-133.
62. Король СО, Матвійчук БВ. Клінічно-епідеміологічний аналіз структури поранень плеча під час антитерористичної операції. Літопис травматології та ортопедії. 2017; 1-2(35-36): 54-57.
63. Король СО. Принципи медичної евакуації поранених з вогнепальними та мінно-вибуховими ушкодженнями кінцівок під час антитерористичної операції (АТО). Проблеми військової охорони здоров'я. 2017; 41: 97-115.
64. Король СО, Матвійчук БВ, Коваленко ВМ. Статистична характеристика вогнепальних та мінно-вибухових поранень стегна, отриманих під час проведення антитерористичної операції. Хірургія України. 2017; 1(61): 18-22.
65. Королюк ВС, Портенко НИ. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. К.: Наукова думка. 1978: 584.
66. Косульников СО, Снісар АВ, Тарнопольський СО, Бєседін ОМ, Карпенко СІ, Кравченко КВ. Досвід використання вакуум-терапії у торакальній хірургії. Хірургія дитячого віку. 2018; 4(61): 55–61.
67. Лапач СН, Чубенко АВ, Бабич ПН. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. К.: Морион. 2001: 408.
68. Гайко ГВ, Хоменко ІП, Лурін ІА, Король СО, Шаповалов ВЮ та ін. Лікування поранених з бойовими травмами кінцівок (за досвідом АТО/ООС) /За ред. В.І. Цимбалюка. Чернігів: ПАТ «ПВК «Десна». 2020: 238.

69. Марцинковський ІП, Стащук РП, Ордатій АВ. Досвід використання VAC-Therapy при комплексному лікуванні вогнепальних ран. Вісник морської медицини. 2016; 2(71): 133-134.
70. Марцинковський ІП, Ордатій АВ, Богуш ГЛ. Досвід використання вакуум-терапії при комплексному лікуванні вогнепальних ран. Сучасні аспекти військової медицини. 2016; 23 (Додаток): 56-57.
71. Вербя АВ, Хорошун ЕМ, Хоменко ІП та ін. Медична евакуація поранених і хворих у Збройних Силах України на особливий період. Київ: УВМА. 2016: 60.
72. Назарова ЕО, Карпов СМ, Апагуни АЭ, Вышлова ИА. Современный взгляд на патогенетические механизмы травматической болезни при политравме (обзор литературы) Вестник новых медицинских технологий. 2018; 1: С. 126-130.
73. Настанова з медичного забезпечення Збройних Сил України на особливий період /За ред. І.П Хоменко. Київ: «Видавництво Людмила». 2019: 192.
74. Організація охорони здоров'я у Збройних Силах України. Військова медицина України. 2019; 4(19): 15
75. Каштальян МА, Герасименко ОС, Шаповалов ВЮ, Єнін РВ, Хорошун ЕМ, Тертишний СВ. Спосіб попередньої зупинки кровотечі із вогнепальної рани печінки за програмою “damage control”. Патент України №121654. Заявл. 26.06.2017; Опубл. 11.12.2017. Бюл. 23: 4.
76. Перцов ВІ, Телушко ЯВ, Барчук АІ, Бондар АВ, Гузь СГ, Науменко ВМ та ін. Хірургічна стабілізація каркасу грудної клітки: досвід та перспективи. Хірургія дитячого віку. 2019. 2(63): 18–22.
77. Пономаренко ОВ. Вибір методу оперативного втручання у хворих з дефектами покривних тканин тулуба та кінцівок після травми. Клінічна хірургія. 2017; 1: 61-63.
78. Пономаренко ОВ. Особливості лікувальної тактики при закритті дефектів покривних тканин тулуба та кінцівок механічного генезу. Клінічна хірургія. 2016; 12: 46-48.
79. Пономаренко ОВ. Вибір методу оперативного втручання у хворих з дефектами покривних тканин тулуба та кінцівок після травми. Клінічна

- хірургія. 2017; 1: 61-63.
80. Слесаренко СВ, Бадюл ПА, Слесаренко КС, Зотов СМ, Чередниченко НО. Применение диагностической программы с компьютерной ангиографией при транспозиции локальных васкуляризированных комплексов тканей в дистальных отделах нижних конечностей. Клінічна хірургія. 2014; 7(860): 51-55.
 81. Слесаренко СВ, Бадюл ПА, Слесаренко КС, Чередниченко НА, Нор НН. Препланинг с применением компьютерной томографии с ангиографией при реконструктивных операциях на нижних конечностях. Пластична, реконструктивна і естетична хірургія. 2014; 2: 97–99.
 82. Куликова ФИ, Слесаренко СВ, Чередниченко НА, Бадюл ПА. Применение КТ–ангиографии для виртуального планирования операций в зонах реконструкции кожи и мягких тканей. Актуальні питання рентгенодіагностики, КТ, МРТ. Тези доп. науково–практ. конф. Луганськ. 2012: 17.
 83. Про затвердження Інструкції про організацію санаторно-курортного лікування, медичної та медико-психологічної реабілітації у Збройних Силах України: наказ Міністерства оборони України від 04.11.2016 № 591. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1538-16#n12>
 84. Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я: Закон України від 03.12.2020 № 1053-IX <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20#Text>
 85. Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей: Закон України від 20.12.1991 № 2011-ХІІ (зі змінами від 03.07.2020 № 720-ІХ). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2011-12#Text>
 86. Реабілітація постраждалих в умовах надзвичайних ситуацій та бойових дій. Посттравматичний стресовий розлад /За ред. К.Д. Бабова, І.Я. Пінчук, В.В. Стеблюка. Одеса: «ПОЛІГРАФ». 2015: 240.
 87. Річна національна програма під егідою Комісії Україна – НАТО на 2021 рік <https://www.president.gov.ua/documents/1892021-38845>
 88. Родин АВ, Привольнев ВВ, Савкин ВА. Применение повидон-йода для лечения и профилактики раневых инфекций в практике врача-хирурга.

- Стационарозамещающие технологии. Амбулаторная хирургия. 2017; 3-4: 67–68.
89. Савицький ВЛ, Майданюк ВП, Власенко ОМ, Стриженко ВІ, Булах ОЮ. Медичне забезпечення збройних сил України в антитерористичній операції: досвід та напрямки його удосконалення. Військова медицина. 2015; 15(1): 5-11.
 90. Савченко ВІ. Особенности ранений современным огнестрельным оружием. Pacific Medical Journal. 2003; 3(3): 17.
 91. Світличний ЕВ, Герасименко ОС, Мурадян КР. Застосування ультразвукової навігації в хірургічному лікуванні вогнепальних ран. Клінічна хірургія. 2018; 85(2): 38–41.
 92. Сиротко ВВ. Множественная и сочетанная травма в структуре травматизма. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2014; 1(3): 104–107
 93. Слесаренко СВ, Бадюл ПА. Применение инфракрасной термографии для оптимизации планирования перфорантных лоскутов. Пластична, реконструктивна і естетична хірургія. 2016; 1–2: 50–60.
 94. Томашевський РС. Информационный анализ моделей планирования медико-биологического эксперимента при контроле дискретных изменений уровней влияющего фактора. Вестник НТУ «ХПИ» «Новые решения в современных технологиях». Харьков: НТУ «ХПИ». 2017; 53: 45-52.
 95. Трутяк І, Гайда І, Богдан І, Прохоренко Г, Медзин В. Особливості сучасної бойової хірургічної травми. Праці наукового товариства ім. Шевченка. Медичні науки. 2015; 41(26): 109-116.
 96. Фисталь ЭЯ, Роспопа ЯА, Гурьянов ВГ. Определение метрической характеристики обширных механических ран конечностей в зависимости от локализации поражения. Украинский журнал хирургии 2013; 2 (21): 21-23
 97. Хоменко ІП, Цема ЄВ, Шаповалов ВЮ, Третишний ВЮ, Шкляревич ПО. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування. Хірургія України. 2018; 1(65): 7-13.

doi:10.30978/SU201817

98. Хоменко ІП, Король СО, Матвійчук БВ. Аналіз дефектів надання травматологічної допомоги пораненим з бойовими травмами кінцівок. Військова медицина України. 2018; 18(3): 62-65.
99. Хоменко ІП, Король СО, Матвійчук БВ. Аналіз і узагальнення результатів надання травматологічної допомоги пораненим з бойовими травмами кінцівок під час антитерористичної операції на сході України. Проблеми військової охорони здоров'я. 2018; 50: 116-126.
100. Хоменко ІП, Король СО, Матвійчук БВ. Визначення вхідного та вихідного потоків поранених з ушкодженнями кінцівок на етапах медичної евакуації другого рівня допомоги під час антитерористичної операції (АТО). Проблеми військової охорони здоров'я. 2018; 43: 5-16.
101. Хоменко ІП, Король СО, Матвійчук БВ. Клінічно-організаційні особливості надання травматологічної допомоги пораненим з дефектами м'яких тканин при вогнепальних та мінно-вибухових ушкодженнях кінцівок. Травма. 2018; 5: 129-133.
102. Хоменко ІП, Хорошун ЕМ, Шаповалов ВЮ, Герасименко ОС. Актуальні питання організації хірургічного забезпечення військ у ході проведення АТО. Харківська хірургічна школа. 2019; 2(95): 140-143.
103. Хоменко ІП, Цема ЄВ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ, Гринчук ММ. Розробка та організація втілення спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин. Харківська хірургічна школа. 2019; 1(94): 157-159.
104. Хоменко ІП, Цема ЄМ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ, Гибало РВ, Луговий СВ. Використання повношарового клаптя за методикою Кейстоун при реконструкції передньої черевної стінки (клінічне спостереження). Хірургія України. 2019; 3: 65-70. doi:10.30978/SU2019-3-65
105. Хоменко ІП, Цема ЄМ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ, Гринчук ММ. Діагностичні можливості спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин. Проблеми військової охорони здоров'я. 2019; 51: 262-268.

106. Хоменко ІІ, Цема ЄМ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ, Луговий СВ. Реконструкція дефекту передньої черевної стінки етапним шляхом за методикою кейстоун. Проблеми військової охорони здоров'я. 2019; 51: 269-274.
107. Хоменко ІІ, Король СО, Матвійчук БВ, Челішвілі АЛ, Січінава РМ. Сучасні лікувально-евакуаційні аспекти надання травматологічної допомоги пораненим з вогнепальними ушкодженнями гомілки на рівнях медичного забезпечення. Світ медицини та біології. 2019; 3(69): 168-173.
108. Хоменко ІІ, Король СО, Шаповалов ВЮ, Хорошун ЕМ. Особливості організації надання хірургічної допомоги легкопораненим на рівнях медичного забезпечення. Військова медицина України. 2019; 3(19): 15-18.
109. Хоменко ІІ, КорольСО, Шаповалов ВЮ, Хорошун ЕМ. Організація надання хірургічної допомоги пораненим на рівнях медичного забезпечення при проведенні Антитерористичної операції/Операції об'єднаних сил. Військова медицина України. 2019; 4(19): 5-15. doi: 10.32751/2663-0761-2019-04-01
110. Хоменко ІІ, Лурін ІА, Король СО, Шаповалов ВЮ, Матвійчук БВ. Концептуальні принципи евакуації поранених з бойовою хірургічною травмою на рівнях медичного забезпечення. Клінічна хірургія. 2020; 5-6(87): 60-64. doi: 10.26779/2522-1396.2020.5-6.60
111. Хоменко ІІ, Гуменюк КВ, Цема ЄВ, Шаповалов ВЮ, Тертишний СВ. Організація діагностики та динамічне спостереження при реконструктивному відновлюванні вогнепальних ран м'яких тканин. Харківська хірургічна школа. 2020; 2(101): 119-126.
112. Шаповалов ВЮ, Хорошун ЕМ. Аналіз організації медичного забезпечення, безповоротних та санітарних втрат військових під час проведення АТО у 2014-2015 рр. Проблеми військової охорони здоров'я. 2019; 51: 275-286.
113. Щапов ПФ, Аврунин ОГ. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределённости. Х.: ХНАДУ. 2011: 191.

114. Abghari M, Monroy A, Schubl S, Davidovitch R, Egol K. Outcomes Following Low-Energy Civilian Gunshot Wound Trauma to the Lower Extremities: Results of a Standard Protocol at an Urban Trauma Center. *Iowa Orthop J.* 2015; 35: 65-69.
115. Amerhauser A, Moelleken BR, Mathes SJ, Gooding G, Goldstein R, Callen P, Filly RA. Color flow ultrasound for delineating microsurgical vessels: a clinical and experimental study. *Ann Plast Surg.* 993; 30: 193-202.
116. Armstrong JS. Illusions in Regression Analysis. *Int J Forecasting* (forthcoming). 2012; 28(3): 689-692.
117. Arnez Z, Tyler M, Khan U. Describing severe limb trauma. *Br J Plast Surg.* 1999; 52(4): 280–285. doi: 10.1054/bjps.1999.3080
118. Arnez Z, Khan U, Tyler M. Classification of soft-tissue degloving in limb trauma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010; 63(11): 1865–1869. doi: 10.1016/j.bjps.2009.11.029
119. A National Trauma Care System: Integrating Military and Civilian Trauma Systems to Achieve Zero Preventable Deaths After Injury. Committee on Military Trauma Care's Learning Health System and Its Translation to the Civilian Sector; Board on Health Sciences Policy; Board on the Health of Select Populations; Health and Medicine Division; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Berwick D, Downey A, Cornett E, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2016: 12.
120. Badiul P, Sliesarenko S, Sliesarenko K et al. MDCT–angiography preoperatively planning for lower extremity local perforator flaps reconstruction (217). *Annals of Burns and Fire Disasters.* 2015; 28 (Suppl.): 25.
121. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, Strauss E. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000; 8(1): 21-36. doi: 10.5435/00124635-200001000-00003
122. Bayat M. The Need for Increased Attention to Low - Level Laser Therapy as Treatment for Wounds and Ulcers, *Wound Healing. New insights into Ancient Challenges.* V.A. Alexandrescu. IntechOpen. 2016: 399-414. DOI: 10.5772/64339

123. Beissert M, Jenett M, Trusen A, Wittenberg G, Krause U, Gassel HJ, and Hahn D. Asymptomatic aneurysm of the proximal right subclavian artery: a rare ultrasound diagnosis. *Eur Radiol* 2000; 10: 459-461
124. Belmont PJJr, McCriskin BJ, Sieg RN, BurksR, Schoenfeld AJ. Combat wounds in Iraq and Afganistan from 2005 to 2009. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 73(1): 3-12. doi: 10.1097/TA.0b013e318250bfb4.
125. van Berge Henegouwen DP, Stelzer G, Dautzenberg T, Helmig L, and Ehresmann U. Pedal and distal lower leg bypasses with a distal arteriovenous fistula. *Eur J Vasc Surg.* 1987; 1: 251-258
126. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P et al. Death on battlefield (2001-2011): Implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 73(6 Suppl 5): 431-437. doi: 10.1097/TA.0b013e3182755dcc.
127. Burg A, Nachum G, Salai M, Haviv B, Heller S, Velkes S, Dudkiewicz I. Treating civilian gunshot wounds to the extremities in a level 1 trauma center: our experience and recommendations. *Isr Med Assoc J.* 2009; 11(9): 546-51.
128. Carriero A, Iezzi A, Magarelli N, Filippone A, Merlino B, Ambrosini R, Bonomo L. Magnetic resonance angiography and colour-Doppler sonography in the evaluation of abdominal aortic aneurysms. *Eur Radiol* 1997; 7: 1495-1500.
129. Chang BW, Luethke R, Berg WA, Hamper UM, and Manson PN. Two-dimensional color Doppler imaging for precision preoperative mapping and size determination of TRAM flap perforators. *Plast Reconstr Surg* 1994; 93: 197-200.
130. Chekmareva IA, Blatun LA, Paskhalova YS, Mitish VA, Paklina OV, Terekhova RP et al. Morphological justification of the effectiveness of ultrasonic cavitation. *Khirurgiia.* 2019; (7): 63-70. doi: 10.17116/hirurgia201907163
131. Chen LE, Seaber AV, Bossen E, Urbaniak JR. The effect of acute denervation on the microcirculation of skeletal muscle: rat cremaster model. *J Orthop Res* 1991; 9: 266-274.
132. Chen K-C., Lin AC-M, Chong C-F, WangT-L. An overview of point-of-care

- ultrasound for soft tissue and musculoskeletal applications in the emergency department. *J Intensive Care*. 2016; 4: 55. doi: 10.1186/s40560-016-0173-0
133. Chen Y, Liu L. Clinical analysis of 54 cases of large area soft tissue avulsion in the lower limb. *Chin J Traumatol*. 2016; 19(6): 337–341. doi: 10.1016/j.cjtee.2016.09.003
134. Shi C, Wang C, Liu H, Li Q, Li R, Zhang Y, Liu Y, Shao Y, Wang J. Selection of Appropriate Wound Dressing for Various Wounds. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020; 8: 182. doi: 10.3389/fbioe.2020.00182
135. Corkum JP, Garvey PB, Baumann DP, Abraham J, Liu J, Hofstetter W et al. Reconstruction of massive chest wall defects: A 20-year experience. *Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2020; 73(6): 1091-1098. doi: 10.1016/j.bjps.2020.02.010
136. Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed Reviews [Internet]. York (UK): Centre for Reviews and Dissemination (UK); 1995
137. Pandor A, Goodacre S, Harnan S, Holmes M, Pickering A, Fitzgerald P, Rees A, Stevenson M. Diagnostic Management Strategies for Adults and Children with Minor Head Injury: A Systematic Review and an Economic Evaluation. *Health Technol Assess*. 2011; 15(27): 1-202. doi: 10.3310/hta15270
138. Diana M, Noll E, Diemunsch P, Dallemagne B, Benahmed MA, Agnus V, et al. Enhanced-reality video fluorescence: a real-time assessment of intestinal viability. *Ann Surg*. 2014; 259(4): 700-707.
139. Doctor VS, Farwell DG. Gunshot wounds to the head and neck. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 15(4): 213-218.
140. Ertürk H, Erden A, Yurdakul M, Çalikoglu Ü, Ölcer T, and Cumhuri T. Pseudoaneurysm of the abdominal aorta diagnosed by color duplex Doppler sonography. *J Clin Ultrasound* 1999; 27: 202-205.
141. Feily A, Moeineddin F, Mehraban S. Physical Modalities in the Management of Wound(s), Wound Healing. *New insights into Ancient Challenges*. V.A. Alexandrescu. 2016: 361-372
142. Finseth F, Cutting C. An experimental neurovascular island skin flap for the study of the delay phenomenon. *Plast Reconstr Surg*. 1978; 61: 412-420.

143. Fluid Resuscitation: State of the Science for Treating Combat Casualties and Civilian Injuries. Institute of Medicine (US) Committee on Fluid Resuscitation for Combat Casualties / Ed . by Pope A, French G, Longnecker DE. Washington (DC): National Academies Press (US). 1999: 217.
144. Forrester JD, August A, Cai LZ, Kushner AL, Wren SM. The Golden Hour After Injury Among Civilians Caught in Conflict Zones. *Disaster Med Public Health Prep.* 2019; 13(5-6): 1074-1082. doi: 10.1017/dmp.2019.42.
145. Framing Opioid Prescribing Guidelines for Acute Pain: Developing the Evidence. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Board on Health Care Services; Committee on Evidence-Based Clinical Practice Guidelines for Prescribing Opioids for Acute Pain. Washington (DC): National Academies Press (US). 2019: 143.
146. Franke A, Bieler D, Wilms A, Hentsch S, Johann M, Kollig E. Treatment of gunshot fractures of the lower extremity: Part 1: Incidence, importance, case numbers, pathophysiology, contamination, principles of emergency and first responder treatment. *Unfallchirurg.* 2014; 11(117): 975-984. doi:10.1007/s00113-014-2635-y
147. Franke A, Bieler D, Wilms A, Hentsch S, Johann M, Kollig E. Treatment of gunshot fractures of the lower extremity: Part 2: Procedures for secondary reconstruction and treatment results. *Unfallchirurg.* 2014; 11(117): 985-994. doi: 10.1007/s00113-014-2636-x
148. Franke A, Hentsch S, Bieler D, Schilling T, Weber W, Johann M, Kollig E. Management of Soft-Tissue and Bone Defects in a Local Population: Plastic and Reconstructive Surgery in a Deployed Military Setting. *Mil Med.* 2017; 182(11): 2010-2020. doi: 10.7205/MILMED-D-16-00372
149. Fractures (Non-Complex): Assessment and Management. National Clinical Guideline Centre (UK). London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2016 Feb. (NICE Guideline, No. 38.)
150. Fukui T, Matsukura T, Wakatsuki Y, Yamawaki S. Simple chest closure of open window thoracostomy for postpneumonectomy empyema: a case report. *Surg Case Rep.* 2019; 5(1): 53. doi: 10.1186/s40792-019-0612-y

151. Galukande M, Jombwe J, Fualal J, Gakwaya A. Boda-boda injuries a health problem and a burden of disease in Uganda: a tertiary hospital survey. *East and central Africa Journal of Surgery*. 2009; 14(2): 33-37
<https://www.ajol.info/index.php/ecajs/article/view/136999>
152. Garber K, Kushner AL, Wren SM, Wise PH, Spiegel PB. Applying trauma systems concepts to humanitarian battlefield care: a qualitative analysis of the Mosul trauma pathway. *Confl Health*. 2020; 14: 5. doi: 10.1186/s13031-019-0249-2
153. Gavande A. Casualties of war — Military care for the wounded from Iraq and Afghanistan. *N Engl J Med*. 2004; 351(24): 2471-2475.
154. Georgescu AV, Matei IR. Propeller perforator flaps in forearm and hand reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019; 2(29): 357-366. doi: 10.1007/s00590-018-2323-7
155. Giesswein P, Constance CG, Mackay DR, Manders EK. Supercharged latissimus dorsi muscle flap for coverage of the problem wound in the lower back. *Plast Reconstr Surg* 1994; 94: 1060-1063.
156. Glasgow SC, Steele SR, Duncan JE, Rasmussen TE. Epidemiology of modern battlefield colorectal trauma: a review of 977 coalition casualties. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73(6 Suppl 5): 503-508. doi: 10.1097/TA.0b013e3182754759. PMID: 23192077
157. Goddi A, Martinenghi C, and Gorreta L. *Eco-Color-Doppler vascolare*. C. Rabbia, R. De Lucchi, and R. Cirillo. *Le arterie degli arti inferiori*. A. Il normale. Torino, Edizioni Minerva Medica. 1995: 558-569.
158. Grassi CJ, Polak JF. Axillary and subclavian venous thrombosis: follow-up evaluation with color Doppler flow US and venography. *Radiology*. 1990; 175: 651-654.
159. *Gulf War and Health: Volume 7: Long-Term Consequences of Traumatic Brain Injury*. Institute of Medicine (US) Committee on Gulf War and Health: Brain Injury in Veterans and Long-Term Health Outcomes. Washington (DC): National Academies Press (US); 2008.
160. *Gulf War and Health, Volume 9: Long-Term Effects of Blast Exposures*. Committee on Gulf War and Health: Long-Term Effects of Blast Exposures;

Board on the Health of Select Populations; Institute of Medicine. Washington (DC): National Academies Press (US); 2014 Apr 14.

161. Gumeniuk K, Lurin IA, Tsema I, Malynovska L, Gorobeiko M, Dinets A. Gunshot injury to the colon by expanding bullets in combat patients wounded in hybrid period of the Russian-Ukrainian war during 2014–2020. *BMC Surg.* 2023; 23: 23. doi: 10.1186/s12893-023-01919-6
162. GÜsgen C, Willms A, Richardsen I, Bieler D, Kollig E, Schwab R. Characteristics and Treatment Strategies for Penetrating Injuries on the Example of Gunshot and Blast Victims without Ballistic Body Armour in Afghanistan (2009 - 2013). *Zentralbl Chir.* 2017; 142(4): 386-394. doi: 10.1055/s-0043-113821
163. Gybalo RV, Lurin IA, Safonov V, Dudla DI, Oklei DV, Dinets A. Retained bullet in the neck after gunshot wounds to the chest and arm in combat patient injured in the war in Ukraine: a case report. *Int J Surg Case Rep.* 2022; 99: 107658
164. Hagiwara S, Noguchi T. Relationships between damage-associated molecular patterns and organ injury. *Masui.* 2013; 62(3): 290-295.
165. Hak DJ, Olson SA, Matta JM. Diagnosis and management of closed internal degloving injuries associated with pelvic and acetabular fractures: the Morel-Lavallee lesion. *J Trauma Acute Care Surg.* 1997; 42(6): 1046–1051. doi: 10.1097/00005373-199706000-00010
166. Hakim S, Ahmed K, El-Menyar A, Jabbour G, Peralta R, Nabir S et al. Patterns and management of degloving injuries: a single national level 1 trauma center experience. *World J Emerg Surg.* 2016; 11(1): 35. doi: 10.1186/s13017-016-0093-2
167. Hanna TN, Shuaib W, Han T, Mehta A, Khosa F. Firearms, bullets, and wound ballistics: an imaging primer. *Injury.* 2015; 46(7): 1186–1196.
168. Hardcastle TC, David SD. Lessons from the frontline: using experiences from conflict zones to improve trauma care and outcomes. *Int Health.* 2016; 8(6): 372-373. doi: 10.1093/inthealth/ihw048

169. Hardcastle TC. Gunshot Wounds - From Lebanon, via Syria, to the Streets of Your City! *J Emerg Trauma Shock*. 2019; 12(4): 227-228. doi: 10.4103/JETS.JETS_22_19
170. Hauer T, von Lübken F, Johann M, Schreyer C, Hartmann V, Kollig E, Willy C. Deutsche Militäarchirurgen im Auslandseinsatz : Lebens- und Arbeitsbedingungen [German military surgeons in deployment abroad: life and working conditions]. *Unfallchirurg*. 2010; 113(2): 91-98. doi: 10.1007/s00113-009-1730-y. PMID: 20094699
171. Health Data in the Information Age: Use, Disclosure, and Privacy. Institute of Medicine (US) Committee on Regional Health Data Networks; Donaldson MS, Lohr KN, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 1994.
172. Health Systems Interventions to Prevent Firearm Injuries and Death: Proceedings of a Workshop. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Board on Population Health and Public Health Practice; Wojtowicz A, French M, Alper J, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2019 Feb 28.
173. Helgeson MD, Potter BK, Evans KN, Shawen SB. Bioartificial dermal substitute: a preliminary report on its use for the management of complex combat-related soft tissue wounds. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(6): 394-399. doi: 10.1097/BOT.0b013e318070c028
174. Hettiaratchy S, Papini R. Initial management of a major burn: II-assessment and resuscitation. *BMJ*. 2004; 329(7457): 101. doi: 10.1136/bmj.329.7457.101
175. Hidalgo DA. Lower extremity avulsion injuries. *Clin Plast Surg*. 1986; 13(4): 701-710.
176. Hierner R, Nast-Kolb D, Stoel A, Lendemans S, Täger G, Waydhas C, et al. Die Décollementverletzung im Bereich der unteren Extremität. *Unfallchirurg*. 2009; 112(1): 55-63. doi: 10.1007/s00113-008-1548-z
177. Hitier M, Cracowski J-L, Hamou C, Righini C, Bettega G. Indocyanine green fluorescence angiography for free flap monitoring: A pilot study. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. 2016; 44(11): 1833-1841.

178. Hoyt BW, Pavey GJ, Pasquina PF, Potter BK. Rehabilitation of Lower Extremity Trauma: a Review of Principles and Military Perspective on Future Directions. *Curr Trauma Rep.* 2015; 1: 50–60.
179. Hudson DA. Missed closed degloving injuries: late presentation as a contour deformity. *Plast Reconstr Surg.* 1996; 98(2): 334–337. doi: 10.1097/00006534-199608000-00020
180. Hutchinson DT. Color duplex imaging. Applications to upper-extremity and microvascular surgery. *Hand Clin* 1993; 9: 47-57.
181. Hynes W. The blood-vessels in skin tubes and flaps. *Br J Plast Surg.* 1950; 3: 165-175.
182. Kato Y, Yamada Y, Sadato A, Nouri M, Cherian I, Tanaka T, Inamasu J. Intraoperative anatomical and hemodynamic analysis of intracerebral arteriovenous malformations by semi-quantitative color-coded indocyanine green videoangiography. *Asian Journal of Neurosurgery.* 2017; 12(4): 638-643.
183. Kehrer A, Lonic D, Heidekrueger P, Bosselmann T, Taeger CD, Lamby P et al. Feasibility study of preoperative microvessel evaluation and characterization in perforator flaps using various modes of color - coded duplex sonography (CCDS). *Microsurgery.* 2020; 40(7): 750–759. <https://doi.org/10.1002/micr.30648>
184. Khan AT, Tahmeedullah, Obaidullah Degloving injuries of the lower limb. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2004; 14(7): 416–418.
185. Khan NU, Ahmed Z, Malik F, Ahmed J, Saeed S, Baig IU. Emergency chest wall reconstruction in open pneumothorax from gunshot chest: A case report. *J Pak Med Assoc.* 2020; 70(Suppl 1); 2: 118-121.
186. Khomenko IP, Lurin IA, Korol SO, Shapovalov VYu, Hrebennikov KO, Halushka KO et al. Organization of sorting and surgery of wounds with soft tissue effects during the joint force surgery. *Journal of Education, Health and Sport.* 2020; 1(10): 259-269. doi:10.12775/JEHS.2020.10.01.029
187. Khouri RK. Avoiding free flap failure. *Clin Plast Surg* 1992; 19: 773-781.
188. Khouri JS, Brent MA, Egeland M, Daily SD, Harake MS, Kwon S et al. The Keystone Island Flap : Use in Large Defects of the Trunk and Extremities in

- Soft - Tissue Reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2011; 127(3): 1212-1221. doi: 10.1097/PRS.0b013e318205f36f
189. Killory BD, Nakaji P, Gonzales LF, Ponce FA, Wait SD, Spetzler RF. Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green angiography during cerebral arteriovenous malformation surgery. *Neurosurgery.* 2009; 65(3): 456-462.
190. Klem C, Sniezek JC, Moore B, Davis MR, Coppit G, Schmalbach C. Microvascular reconstructive surgery in Operations Iraqi and Enduring Freedom: the US military experience performing free flaps in a combat zone. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013; 75(2 Suppl 2): 228-232. doi: 10.1097/TA.0b013e318299da23
191. Kneser U, Leffler M, Bach AD, Kopp J, Horch RE. Die Vakuumtherapie ist ein essenzielles Werkzeug in der Behandlung von komplexen Defektverletzungen der oberen Extremität [Vacuum assisted closure (V.A.C.) therapy is an essential tool for treatment of complex defect injuries of the upper extremity]. *Zentralbl Chir.* 2006; 131(Suppl 1): 7-12. doi: 10.1055/s-2006-921470
192. Kobbe P, Frink M, Oberbeck R, Tarkin IS, Tzioupis C, Nast-Kolb D, Pape HC, Reilmann H. Versorgungsstrategien bei Schussverletzungen der Extremität [Treatment strategies for gunshot wounds of the extremities]. *Unfallchirurg.* 2008; 111(4): 247-254. doi: 10.1007/s00113-008-1436-6
193. Kokkalis ZT, Papanikos E, Mazis GA, Panagopoulos A, Konofaos P. Lateral arm flap: indications and techniques. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019. 2(29): 279-284. doi: 10.1007/s00590-019-02363-0
194. de Korte N, Dwars BJ, van der Werff JF. Degloving injury of an extremity. Is primary closure obsolete? *J Trauma Acute Care Surg.* 2009; 67(3): 60–61. doi: 10.1097/TA.0b013e3180eea755
195. Kotwal RS, Staudt AM, Trevino JD, Valdez-Delgado KK, Le TD, Gurney JM et al. A Review of Casualties Transported to Role 2 Medical Treatment Facilities in Afghanistan. *Mil Med.* 2018; 1(183): 134-145. doi: 10.1093/milmed/usx211
196. Kozusko SD, Liu X, Riccio CA, Chang J, Boyd LC, Kokkalis Z, Konofaos P. Selecting a free flap for soft tissue coverage in lower extremity reconstruction.

- Injury. 2019; 5(50): 32–39. doi: 10.1016/j.injury.2019.10.045
197. Krishnamoorthy R, Karthikeyan G. Degloving injuries of the hand. *Indian J Plast Surg.* 2011; 44(2): 227. doi: 10.4103/0970-0358.85344
198. Kudsk KA, Sheldon GF, Walton RL. Degloving injuries of the extremities and torso. *J Trauma Acute Care Surg.* 1981;21(10):835–839. doi: 10.1097/00005373-198110000-00002.
199. Kumar AR, Grewal NS, Chung TL, Bradley JP. Lessons from the modern battlefield: successful upper extremity injury reconstruction in the subacute period. *J Trauma.* 2009; 67(4): 752-757. doi: 10.1097/TA.0b013e3181808115
200. Küntscher MV, Erdmann D, Strametz S, Sauerbier M, Germann G, Levin LS. Die Filetlappenplastik zur Rekonstruktion ausgedehnter Defekte der oberen Extremität einschliesslich Schulterregion [The use of fillet flaps in upper extremity and shoulder reconstruction]. *Chirurg.* 2002; 73(10): 1019-1024. doi: 10.1007/s00104-002-0529-y
201. Lagarde E. Road traffic injury is an escalating burden in Africa and deserves proportionate research efforts. *PLoS Med.* 2007; 4(6): 170. doi: 10.1371/journal.pmed.0040170
202. van Landuyt K, Vermassen F, Monstrey S, Tonnard P, van de Brande F, Matton G. Single-stage revascularization and free flap coverage in the treatment of ischemic lower limb lesions. *Eur J Plast Surg* 1996; 19: 243-245
203. Latifi R, El-Hennawy H, El-Menyar A, Peralta R, Asim M, Consunji R, Al-Thani H. The therapeutic challenges of degloving soft-tissue injuries. *J Emerg Trauma Shock.* 2014; 7(3): 228-232.
204. Lavoie A, Moore L, LeSage N, Liberman M, Sampalis JS. The New Injury Severity Score: a more accurate predictor of in-hospital mortality than the injury severity score. *J Trauma Acute Care Surg.* 2004; 56(6): 1312–1320. doi: 10.1097/01.TA.0000075342.36072.EF
205. Lechner R, Achatz G, Hauer T, Palm HG, Lieber A, Willy C. Verletzungsmuster und -ursachen in modernen Kriegen [Patterns and causes of injuries in a contemporary combat environment]. *Unfallchirurg.* 2010; 113(2): 106-113. doi: 10.1007/s00113-009-1732-9

206. Lekuya HM, Alenyo R, Kajja I, Bangirana A, Mbiine R, Deng AN, Galukande M. Degloving injuries with versus without underlying fracture in a sub-Saharan African tertiary hospital: a prospective observational study. *J Orthop Surg Res.* 2018; 13(1): 2. doi: 10.1186/s13018-017-0706-9
207. Leland A. American war and military operations casualties: lists and statistics. *Information Research Specialist.* 2010; 1: 18.
208. Levesque E, Hoti E, Azoulay D, Adam R, Samuel D, Castaing D et al. Non-invasive ICGclearance: a useful tool for the management of hepatic artery thrombosis following liver transplantation. *Clin Transplant.* 2011; 25(2): 297-301.
209. 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: 10.3390/ijms21176303
210. Li J, Luo X, Liu A, Zou Y. Clinical application of digital technology in the reconstruction of soft tissue defects of the lower extremity with free superficial circumflex iliac artery flap. *Frontiers in Surgery.* 2022; 9. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.956800>
211. Lorenzetti F, Salmi A, Ahovuo J, Tukiainen E, and Asko-Seljavaara S. Postoperative changes in blood flow in free muscle flaps: a prospective study. *Microsurgery.* 1999; 19: 196-199.
212. Lorenzetti F, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S. Intraoperative evaluation of blood flow in freeLD muscle free laps. *Abstr. of the 4th Eur. Conf. of Scientists and Palstic Surgeons (ECSPS).* Paris. 2000: 312
213. von Lübken F, Achatz G., Friemert B., Mauser M., Franke A., Kollig E., Bieler D. Update on gunshot wounds to extremities. *Unfallchirurg.* 2018; 1(121): 59-72. doi:10.1007/s00113-017-0449-4
214. Lunevicius R, Schulte KM. Analytical review of 664 cases of penetrating buttock trauma. *World J Emerg Surg.* 2011; 6(1): 33. doi: 10.1186/1749-7922-6-33

215. Ma Y, Li J, Li B. Determination of the cutaneous viability of skin following incomplete avulsion and its treatment. *Chinese journal of reparative and reconstructive surgery*. 1999; 13(1): 1–3.
216. MacCollum DW, Bernhard WF, Banner RL. The treatment of wringer-arm injuries. *N Engl J Med*. 1952; 247(20): 750–754.
217. Major Trauma: Service Delivery. National Clinical Guideline Centre (UK). London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2016 Feb. (NICE Guideline, No. 40.)
218. Malathi L, Das S, Nair JTK, Rajappan A. Chest wall reconstruction: success of a team approach—a 12-year experience from a tertiary care institution. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020; 36(1): 44-51. doi: 10.1007/s12055-019-00841-y
219. Mandel MA. The management of lower extremity degloving injuries. *Ann Plast Surg*. 1981; 6(1): 1–5. doi: 10.1097/00000637-198101000-00001
220. Matera D, Huynh R, Hanley T, Behnam AB. Revisiting the musculocutaneous external oblique flap as a versatile alternative in large thoracic wall defects. *Surg Case Rep*. 2019; 5(1): 148. doi: 10.1186/s40792-019-0708-4.
221. Alessandro M, Chan V, Haas B, Ditkofsky N. Blunt chest trauma: classification and management. *Emerg Radiol*. 2019; 26(5): 557-566. doi: 10.1007/s10140-019-01705-z
222. Mathes SJ, Alpert BS, and Chang N. Use of the muscle flap in chronic osteomyelitis: experimental and clinical correlation. *Plast Reconstr Surg* 1982; 69: 815-828.
223. Mathes SJ, Feng LJ, and Hunt TK. Coverage of the infected wound. *Ann Surg* 1983; 198: 420-429.
224. Mauser M, Kruger D, Pather S, Plani F. Trauma results in immune cell-induced intestinal epithelial damage with subsequently increased sepsis rate. *J Trauma Acute Care Surg*. 2021; 90(3): 565-573. doi: 10.1097/TA.0000000000003043
225. Johnston AM, Alderman JE, McDonald J, Thoracic Injury in Patients Injured by Explosions on the Battlefield and in Terrorist Incidents. *Chest*. 2020; 157(4): 888-897. doi: 10.1016/j.chest.2019.09.020

226. McGrouther D, Sully L. Degloving injuries of the limbs: long-term review and management based on whole-body fluorescence. *Br J Plast Surg*. 1980; 33(1): 9–24. doi: 10.1016/0007-1226(80)90046-6
227. Meade A, Hembd A, Cho MJ, Zhang AY. Surgical Treatment of Upper Extremity Gunshot Injures: An Updated Review. *Ann Plast Surg*. 2021; 86(3S Suppl 2): 312-318. doi: 10.1097/SAP.0000000000002634
228. Mello DF, Assef JC, Soldá SC, Helene A., Jr Degloving injuries of trunk and limbs: comparison of outcomes of early versus delayed assessment by the plastic surgery team. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*. 2015; 42(3): 143–148. doi: 10.1590/0100-69912015003003
229. Milcheski DA, Ferreira MC, Nakamoto HA, Tuma J, Gemperli R. Degloving injuries of lower extremity: proposal of a treatment protocol. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*. 2010; 37(3): 199–203. doi: 10.1590/S0100-69912010000300007
230. 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): 1205-1208.
231. Mittlmeier T, Krapohl BD, Schaser KD. Management Weichteilschaden an der oberen Extremität - Schulter, Ober- und Unterarm [Management of severe soft-tissue trauma in the upper extremity - shoulder, upper and lower arm]. *Oper Orthop Traumatol*. 2010; 22(2): 196-211. doi: 10.1007/s00064-010-8045-6
232. Montorfano MA, Montorfano LM, Perez Quirante F, Rodríguez F, Vera L, Neri L. The FAST D protocol: a simple method to rule out traumatic vascular injuries of the lower extremities. *Crit Ultrasound J*. 2017; 9(1): 8. doi: 10.1186/s13089-017-0063-2.
233. Mosleh M, Dalal K, Aljeesh Y, Svanström L. Correction to: The burden of war-injury in the Palestinian health care sector in Gaza Stri *BMC Int Health Hum Rights*. 2018; 18(1): 32
234. Muñoz V, Martinez C, Echevarria B, Fernández MI. Biological approach for managing severe gunshot wounds: A Case Report. *Wound Ostomy Continence Nurs*. 2018; 45(4): 359-363.
235. Myers MB, Cherry G. Augmentation of tissue survival by delay: an

- experimental study in rabbits. *Plast Reconstr Surg.* 1967; 39(4): 397–401
236. Nabiev M, Yusupova S, Azimov A, Boronov T. Peculiarities of diagnostics, surgical tactics and restoration operations in necrotizing infection of soft tissues. *Avicenna Bulletin.* 2018; 20(1): 97-102.
237. Nieminen T, Asko-Seljavaara S, Suominen E, Kuokkanen H, and von Smitten K. Free micro-vascular tram flaps: report of 185 breast reconstructions. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999; 33: 295-300
238. Network TAR. Injury severity score. <https://www.tarn.ac.uk/Content.aspx?c=3117>; [cited 25 May 2020].
239. Ng ZY, Askari M, Chim H. Approach to complex upper extremity injury: an algorithm. *Semin Plast Surg.* 2015; 29: 5-9
240. Ng ZY, Tan S, Lellouch AG, Cetrulo CL Jr, Chim H. Soft Tissue Reconstruction of Complete Circumferential Defects of the Upper Extremity. *Arch Plast Surg.* 2017; 44(2): 117–123.
241. Nguyen MP, Como JJ, Golob JF Jr, Reich MS, Vallier HA. Variation in treatment of low energy gunshot injuries - A survey of OTA members. *Injury.* 2018; 3(49): 570-574.
242. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, Marecek GS. Gunshot Wounds to the Upper Extremity. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019; 27(7): 301-310. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00676
243. Pacifici A, Tinti A, Flamini FO, Cordellini M, Trapassi S, and Dominici C. Colour flow duplex scanning: an accurate, non-invasive technique for preoperative evaluation of the vascular supply of the rectus abdominis myocutaneous flap. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1995; 29: 319-324.
244. Paulson EK, Sheafor DH, Kliwer MA, Nelson RC, Eisenberg LB, Sebastian MW, and Sketch MH, Jr. Treatment of iatrogenic femoral arterial pseudoaneurysms: comparison of US-guided thrombin injection with compression repair. *Radiology* 2000; 215: 403-408
245. Polak JF, Donaldson MC, Dobkin GR, Mannick JA, and O’Leary DH. Early detection of saphenous vein arterial bypass graft stenosis by color-assisted duplex sonography: a prospective study. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 154: 857-861.

246. Polak JF, Karmel MI, Mannick JA, O'Leary DH, Donaldson MC, and Whittemore AD. Determination of the extent of lower-extremity peripheral arterial disease with color-assisted duplex sonography: comparison with angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155: 1085-1089
247. Press S.J. *Bayesian statistics: principles, models and applications*. New York: John Wiley. 1988: 453.
248. Nixon J, Nelson EA, Rutherford C, Coleman S, Muir D, Keen J et al. Pressure UlceR Programme Of reSEarch (PURPOSE): using mixed methods (systematic reviews, prospective cohort, case study, consensus and psychometrics) to identify patient and organisational risk, develop a risk assessment tool and patient-reported outcome Quality of Life and Health Utility measures. Southampton (UK): NIHR Journals Library; 2015 Sep. (Programme Grants for Applied Research, No. 3.6.) DOI: 10.3310/pgfar03060
249. Qu J, Zhao X, Liang Y, Zhang T. Antibacterial adhesive injectable hydrogels with rapid self-healing, extensibility and compressibility as wound dressing for joints skin wound healing. *Biomaterials*. 2018; 183:185-199.
250. Rand RP, Cramer MM, Strandness DE Jr. Color-flow duplex scanning in the preoperative assessment of TRAM flap perforators: a report of 32 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg*. 1994; 93: 453-459
251. Review of Department of Defense Test Protocols for Combat Helmets. Committee on Review of Test Protocols Used by the DoD to Test Combat Helmets; Board on Army Science and Technology; Division on Engineering and Physical Sciences; National Research Council. Washington (DC): National Academies Press (US); 2014 Mar 31.
252. Riechelmann F, Kaiser P, Arora R. Primäres Weichteilmanagement bei offenen Frakturen [Primary soft tissue management in open fracture]. *Oper Orthop Traumatol*. 2018; 30(5): 294-308. doi: 10.1007/s00064-018-0562-8
253. Rieck B, Mailander P, and Machens HG. Vascular complications after free tissue transfer. *Micro-surgery* 1995; 16: 400-403.
254. Robert J, Tourtier JP, Vitalis V, Coste S, Gaspard W, Bourrillhon C. Air Medical-Evacuated Battle Injuries: French Army 2001 to 2014 in Afghanistan. *Air Med J*. 2017; 6(36): 327-331. doi: 10.1016/j.amj.2017.08.001

255. Rogovskyi VM, Koval B, Lurin IA, Gumeniuk K, Gorobeiko M, Dinets A. Temporary arterial shunts in combat patient with vascular injuries to extremities wounded in Russian-Ukrainian war: a case report. *Int J Surg Case Rep.* 2022; 102: 107839
256. Saldanha V, Tiedeken N, Godfrey B, Ingalls N. Wartime Soft Tissue Coverage Techniques for the Deployed Surgeon. *Mil Med.* 2018; 183(9-10): 247- 254. doi: 10.1093/milmed/usy022
257. Salmi AM, Tukiainen E, and Asko-Seljavaara S. Thermographic mapping of perforators and skinblood flow in the free transverse rectus abdominis musculocutaneous flap. *Ann Plast Surg* 1995; 35:159-164
258. Salmi A, Ahovuo J, Tukiainen E, Harma M, and Asko-Seljavaara S. Use of ultrasonography to evaluate muscle thickness and blood flow in free flaps. *Microsurgery* 1995; 16: 601-605.
259. Salmi AM, Tierala EK, Tukiainen EJ, and Asko-Seljavaara SL. Blood flow in free muscle flaps measured by color Doppler ultrasonography. *Microsurgery* 1995; 16: 666-672.
260. Sarkozyova N, Dragunova J, Bukovcan P, Ferancikova N, Breza J, Zilinska Z, Koller J. Preparation and processing of human allogenic dermal matrix for utilization in reconstructive surgical procedures. *Bratisl Lek Listy.* 2020; 121(6): 386-394. doi: 10.4149/BLL_2020_063
261. Schellenberg M, Owattanapanich N, Switzer E, Lewis M, Matsushima K, Lam L, Inaba K. Selective Nonoperative Management of Abdominal Shotgun Wounds. *J Surg Res.* 2020; 259: 79-85. doi: 10.1016/j.jss.2020.10.025
262. Scoutt LM, Zawin ML, and Taylor KJ. Doppler US. Part II. Clinical applications. *Radiology* 1990; 174: 309-319.
263. Sheean AJ, Tintle SM, Rhee PC. Soft tissue and wound management of blast injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015; 8(3): 265-71. doi: 10.1007/s12178-015-9275-x
264. Siemionow M, Andreasen T, Chick L, Lister G. Effect of muscle flap denervation on flowhemodynamics: a new model for chronic in vivo studies. *Microsurgery* 1994; 15: 891-894.

265. Silina EV, Manturova NE, Vasin VI, Artyushkova EB, Khokhlov NV, Ivanov AV, Stupin VA. Efficacy of A Novel Smart Polymeric Nanodrug in the Treatment of Experimental Wounds in Rats. *Polymers (Basel)*. 2020; 12(5): 1126. doi: 10.3390/polym12051126
266. Social and Economic Costs of Violence: Workshop Summary. Forum on Global Violence Prevention; Board on Global Health; Institute of Medicine; National Research Council. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011 Oct 25.
267. Solomon L, Warwick D, Nayagam S. *Apley's system of orthopaedics and fractures*: CRC press; 2010. <http://www.crcpress.com/Apleys-System-of-Orthopaedics-and-Fractures-Ninth-Edition/Solomon-Warwick-Nayagam/p/book/9781444113242Edition>
268. *Spinal Injury: Assessment and Initial Management*. National Clinical Guideline Centre (UK). London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2016 Feb. (NICE Guideline, No. 41.)
269. Steingrimsson S, Gottfredsson M, Gudmundsdottir I, Sjögren J, Gudbjartsson T. Negative pressure wound therapy for deep sternal wound infections reduces the rate of surgical interventions for early reinfection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012; 5(3): 406-10. doi: 10.1093/icvts/ivs254
270. Stevenson TR, Rubin JM, Herzenberg JE. Vascular patency of fibular free graft: assessment by Doppler color-flow imager: a case report. *J Reconstr Microsurg*. 1988; 4: 409-413.
271. Strandness DE. *Duplex Scanning in Vascular Disorders*. D.E. Strandness. *Hemodynamic of the Normal Arterial and Venous System*. New York, Raven Press 1990: 217
272. Suphachokauychai S, Kiranantawat K, Sananpanich K. Detection of perforators using smartphone thermal imaging. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2016; 4: 722.
273. Taylor KJ, Holland S. Doppler US. Part I. Basic principles, instrumentation, and pitfalls. *Radiology*. 1990; 174: 297-307.

274. The Global Burden of Disease 2016 Injury Collaborators. Global Mortality From Firearms, 1990-2016. *JAMA*. 2018; 320(8): 792–814. doi:10.1001/jama.2018.10060
275. Torre J. Ulnar artery aneurysm with digital ischemia. *Vasc Med*. 1999; 4: 143-145.
276. Tosti R, Rehman S. Surgical management principles of gunshot-related fractures. *Orthop Clin North Am*. 2013; 44(4): 529-540. doi: 10.1016/j.ocl.2013.06.006.
277. Travers S, Carfantan C, Luft A, Aigle L, Pasquier P, Martinaud C et al. Five years of prolonged field care: prehospital challenges during recent French military operations. *Transfusion*. 2019; 2(59): 1459-1466. doi: 10.1111/trf.15262
278. Truesdell W, Gore A, Primakov D, Lieberman H, Jankowska D, Joshi G, Goyal N. Ballistic and Penetrating Injuries of the Chest. *Thorac Imaging*. 2020; 35(2): 51-59. doi: 10.1097/RTI.0000000000000449
279. Tuominen HP, Asko-Seljavaara S, Svartling NE. Cutaneous blood flow in the free TRAM flap. *Br J Plast Surg*. 1993; 46: 665-669
280. Tyeb S, Kumar N, Kumar A. Flexible agar-sericin hydrogel film dressing for chronic wounds. *Carbohydr Polym*. 2018; 200: 572-582.
281. Ukai T, Hamahashi K, Uchiyama Y, Kobayashi Y, Watanabe M. Retrospective analysis of risk factors for deep infection in lower limb Gustilo-Anderson type III fractures. *J Orthop Traumatol*. 2020; 21(1): 10. doi: 10.1186/s10195-020-00549-5
282. Valerio IL, Sabino J, Bevevino A, Tintle SM, Fleming M, Kumar A. Sequential free tissue transfers for simultaneous upper and lower limb salvage. *Microsurgery*. 2013; 33(6): 447-453. doi: 10.1002/micr.22145
283. Viscoelastic point-of-care testing to assist with the diagnosis, management and monitoring of haemostasis: a systematic review and cost-effectiveness analysis. Whiting P, Al M, Westwood M, et al. Southampton (UK): NIHR Journals Library; 2015 Jul. (Health Technology Assessment, No. 19.58.)
284. O'Neil M, Gleitsmann K, Motu'apuaka M, Freeman M, Kondo K, Storzbach D, Kansagara D, Carlson K. Visual Dysfunction in Patients with Traumatic Brain

- Injury: A Systematic Review [Internet]. Washington (DC): Department of Veterans Affairs (US); 2014 Sep.
285. van Vugt J, Beks S, Borghans R, Hoofwijk A. The Morel-Lavallee-lesion: delayed symptoms after trauma. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2013; 157(23): A5914.
286. Wang WZ, Anderson G, and Firrell JC. Arteriole constriction following ischemia in denervated skeletal muscle. *J Reconstr Microsurg.* 1995; 11: 99-106.
287. van Waes OJ, Halm JA, Vermeulen J, Ashford BG. "The Practical Perforator Flap": the sural artery flap for lower extremity soft tissue reconstruction in wounds of war. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013; 23(Suppl 2): 285-289. doi: 10.1007/s00590-012-1133-6
288. Whelan JF, Barry MH, Moir JD. Color flow Doppler ultrasonography: comparison with peripheral arteriography for the investigation of peripheral vascular disease. *J Clin Ultrasound.* 1992; 20: 369-374
289. Wild H, Stewart BT, LeBoa C, Stave CD, Wren SM. Epidemiology of Injuries Sustained by Civilians and Local Combatants in Contemporary Armed Conflict: An Appeal for a Shared Trauma Registry Among Humanitarian Actors. *World J Surg.* 2020; 44(6): 1863-1873. doi: 10.1007/s00268-020-05428-y.
290. Willy C, Gutcke A, Klein B, Rauhut F, Friemert B, Kollig EW, Weller N, Lieber A. Weiterbildung zum modernen Militärchirurgen [The educational program for modern military surgeons]. *Unfallchirurg.* 2010; 113(2): 114-121. doi: 10.1007/s00113-009-1733-8
291. Willy C, Hauer T, Huschitt N, Palm HG. "Einsatzchirurgie" - experiences of German military surgeons in Afghanistan. *Langenbecks Arch Surg.* 2011; 396(4): 507-522. doi: 10.1007/s00423-011-0760-4.
292. World Report on Disability 2011. Geneva: World Health Organization; 2011.
293. Wren SM, Wild HB, Gurney J, Amirtharajah M, Brown ZW, Bulger EM et al. A Consensus Framework for the Humanitarian Surgical Response to Armed Conflict in 21st Century Warfare. *JAMA Surg.* 2020; 155(2): 114-121. doi: 10.1001/jamasurg.2019.4547

294. Yan H, Gao W, Li Z, Wang C, Liu S, Zhang F, et al. The management of degloving injury of lower extremities: technical refinement and classification. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013; 74(2): 604–610. doi: 10.1097/TA.0b013e31827d5e00
295. Yazar S, Lin CH, Wei FC. One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities. *Plast Reconstr Surg.* 2004; 114(6): 1457-1466. doi: 10.1097/01.prs.0000138811.88807.65
296. Yeoh MS, Kim DD, Ghali GE. Fluorescence angiography in the assessment of flap perfusion and vitality. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* 2013; 25(1):61-66
297. Yıldırım AR, İğde M, Öztürk MO, Ergani HM, Ünlü RE. Delayed bipedicled flap: An alternative and new method for reconstruction of distal leg defect after gunshot trauma: A case report and review of the literature. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2017; 6(23): 515-520.
298. Yoshino Y, Ohtsuka M, Kawaguchi M, Sakai K. The wound/burn guidelines. Wound/Burn Guidelines Committee. *J Dermatol.* 2016; 43(9): 989-1010
299. Yuksel F, Celikoz B, Ergun O, Peker F, Acikel C, Ebrinc S. Management of maxillofacial problems in self-inflicted rifle wounds. *Ann. Plast. Surg.* 2004; 53(2): 111-117.
300. Zheng DW, Li ZC, Shi RJ, Sun F, Xu L, Shou KS. Use of giant-sized flow-through venous flap for simultaneous reconstruction of dual or multiple major arteries in salvage therapy for complex upper limb traumatic injury. *Injury.* 2016; 47(2): 364-371.
301. Zierler RE. Duplex and color-flow imaging of the lower extremity arterial circulation. *Semin Ultrasound CT MR.* 1990; 11: 168-179

**ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ДИНАМІКИ БІОЛОГІЧНИХ ЗМІН В УМОВАХ
БАГАТОФАКТОРНОГО АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ
(ПНЕВМАТИКА)**

**3.2. Оцінка статистичної значущості показників при
двухфакторному впливі на біологічний об'єкт**

Мета – теоретичне обґрунтування вибору однієї з трьох (параметричної, випадкової або рандомізованої) моделей класичного дисперсійного факторного аналізу за результатами попередньої обробки експериментальних даних. Для досягнення мети попередньо було проведено теоретичне дослідження інформаційної моделі факторного впливу.

3.2.1. Інформаційний аналіз моделей факторного впливу

Планування біомедичного вимірювального експерименту – це складне багатоваріантне та багатокритеріальне завдання. Вибір плану – це вибір умов, обов'язкових до виконання та забезпечують максимальну ефективність експерименту, кількісно оцінювану у межах заданих статистичних вимог. На жаль, будь-який науковий та вимірювальний експеримент з біологічних об'єктів проводиться в умовах непереборної невизначеності властивостей таких об'єктів, оскільки більшість цих властивостей визначаються динамікою випадкових процесів внутрішніх біохімічних змін. Контроль та управління такими процесами практично неможливі, що переводить планування подібних наукових експериментів на складніший і високий рівень, що враховує факторну неоднорідність. Остання може бути дискретною, безперервною або змішаною, впливаючи незалежно від плану на точність отримання логічних висновків за результатами експерименту [1].

Дані дослідження є теоретичними, спрямованими на виявлення можливостей математичних моделей інформаційного аналізу плану наукового експерименту на кількість контрольної-діагностичної інформації,

що отримується, в умовах факторної неоднорідності та параметричної невизначеності використовуваних вимірювальних сигналів.

Будь-який факторний аналіз, у тому числі і двофакторний, пов'язаний з вивченням та порівнянням дисперсії показника по фактору, що впливає, з остаточною дисперсією факторної моделі [2]. Тому інформаційний аналіз двох факторних моделей має базуватися на вивченні класичних моделей однофакторного дисперсійного аналізу, оскільки у двох факторних моделях обов'язково проводяться окремі за кожним фактором.

Стандартні статистичні методи однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) результатів БМЕ виділяють дві базові моделі для позначення ефектів рівня фактора, що впливає:

- параметрична модель,
- випадкова (модель компонент дисперсій)
- рандомізована модель.

Розглянемо порівняння двох найбільш поширених факторних моделей аналізу: параметричну та випадкову та знайдемо математичні вирази для розрахунку кількості очікуваної інформації про види біологічного стану за конкретним біомедичним показником.

Нехай X - вимірювана, в ході експерименту фізична (або біохімічна) величина, що надається, після закінчення експерименту, набором групованих (за номерами $j = \overline{1, k}$ рівнів фактора)

$$X = \{x_{1n_1}, \dots, x_{jn_j}, \dots, x_{kn_k}\}, \quad (3.1)$$

де $n_1, \dots, n_j, \dots, n_k$ кількість вимірювань в кожній групі. Позначимо індексом i – номер окремого вимірювання у j -тій групі ($i = \overline{1, n_j}$). Введемо верхній індекс (1) або (2) для результату вимірювання, відповідно, для параметричної або випадкової моделі ($x_{ji}^{(1)}$ або $x_{ji}^{(2)}$).

Тоді моделі результатів вимірювань для планів параметричного представлення рівнів фактора, що впливає, виглядатимуть як:

$$x_{ji}^{(1)} = \bar{X} + \gamma_j + z_{ji}; \quad (3.2)$$

$$x_{ji}^{(2)} = \bar{X} + u_j + z_{ji}, \quad (3.3)$$

де u_j і z_{ji} відхилення значень $x_{ji}^{(1)}$ або $x_{ji}^{(2)}$ від загальної середньої \bar{X} ;

z_{ji} – випадкове залишкове відхилення.

Бо для перевірки основної гіпотези (H_0 : «факторний вплив відсутній») використовують критеріальну F – статистику в формі відношення середнього квадрата \bar{Q}_1 відхилень між групами до середнього квадрата всередині груп \bar{Q}_2 ,

$$F = \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_2}, \quad (3.4)$$

має сенс оцінити кількість вимірювальної (і логічної, тобто діагностичної чи контрольної) інформації, що міститься у F – статистиці (3.4).

Причому таку оцінку можна отримати окремо для параметричної та випадкової моделей біомедичного експерименту (при справедливості чи несправедливості основної гіпотези H_0).

Хоча формально, обидві моделі планування експерименту реалізують тест на значимість, тобто оперують лише ймовірністю помилки першого роду (рівнем значущості) і перевіряють лише єдину основну гіпотезу H_0 , введемо додаткову та альтернативну гіпотезу (H_1 : «має місце факторний вплив»).

Ймовірні моделі інформаційної теорії вимірювань (3.3, 3.4) дозволяють отримати рівняння для оцінки кількості I очікуваної вимірювальної інформації для будь-яких варіантів законів розподілу випадкових результатів вимірювання

$$I = H_1 - H_2, \quad (3.5)$$

де H_1 і H_2 – вихідна (до виміру) і залишкова (після виміру) ентропії

випадкової величини, не випадковий параметр якої містить очікувану інформацію. Якщо, в загальному випадку, X - випадкова величина, що вимірюється,

Δx - похибка її розрізнення, $f(x)$ - закон розподілу величини X , а x_N - реалізація результату вимірювання, то отримаємо [3]:

$$\begin{cases} H1 = - \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \log f(x) dx - \log \Delta x; \\ H2 = - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, x_N) \log \frac{f(x, x_N)}{f(x_N)} dx dx_N - \log \Delta x, \end{cases} \quad (3.6)$$

де $f(x, x_N)$ - двомірна щільність розподілу величин X і X_N . Якщо $f(x)$ і $f(x, x_N)$ - одномірний і двомірний нормальні закони розподілу, то кількість інформації (біт) буде рівна

$$I = \frac{1}{2} \log_2 \left[1 + \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_{\Delta x}} \right)^2 \right], \quad (3.7)$$

где σ_x^2 і $\sigma_{\Delta x}^2$ - дисперсії величини X , відповідно, до і після вимірювання.

Відношення дисперсії σ_x^2 і $\sigma_{\Delta x}^2$ під знаком логарифма може бути замінено оцінкою у вигляді F - статистики дисперсійного відношення Фішера [5]. Тоді вираз (1.7) є зручним для отримання оцінок кількості інформації для будь-яких, навіть несиметричних законів розподілу. Більше того, слід врахувати, що при однаковій дисперсії $\sigma_{\Delta x}^2$, похибка, розподілена за нормальним законом, вносить більший дезінформаційний вплив, ніж похибка, розподілена за законом, що відрізняється від нормального [3].

Випадкова F - статистика має щільність або центрального (справедлива гіпотеза H_0), або нецентрального (справедлива гіпотеза H_1) F - розподілу Фішера, причому підвищення числа ступенів свободи та параметра нецентральності лише наближають цей розподіл до нормального.

Використовуємо інформаційну модель (3.7) для оцінки кількості отриманої в ході експерименту інформації щодо вимірюваних величин $F^{(1)}$ і $F^{(2)}$, яка розраховується по відношенню для параметричного ($x_{ji}^{(1)}$) і випадкового ($x_{ji}^{(2)}$) варіантів застосування величини, яка вимірюється X .

Введемо визначення для дисперсії F – статистики на основі моделі плану експерименту та гіпотез H_0 і H_1 (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Позначення дисперсії критеріальної статистики

Модель експерименту	Справедливість гіпотези	
	H_0	H_1
Параметрич	$D_0^{(1)}$	$D_1^{(1)}$
Випадкова	$D_0^{(2)}$	$D_1^{(2)}$

Задамо план експерименту у вигляді набору виразів:

$$(N, k, n, \alpha), \quad (3.8)$$

де N – загальна кількість всіх результатів вимірювання величини X (2.1); k – число рівнів фактора, що впливає (число груп); n – число вимірів у групі ($n_1 = n_2 = \dots = n_j = \dots n_k = n$); α – рівень значущості.

Врахуємо, що F – статистика за справедливості основної гіпотези H_0 , має щільність центрального F – розподілу з $\nu_1 = k - 1$ і $\nu_2 = N - k$ ступенями свободи [2].

$$F \sim F_{\nu_1, \nu_2} \quad (3.9)$$

Тоді дисперсії $D_0^{(1)}$ і $D_0^{(2)}$ є однаковими і визначаються виразами

$$D_0 = D_0^{(1)} = D_0^{(2)} = \frac{2\nu_2^2 \cdot (\nu_1 + \nu_2 - 2)}{\nu_1 \cdot (\nu_2 - 2)^2 \cdot (\nu_2 - 4)} \quad (3.10).$$

Можна показати [5, 6], що загальний вираз для дисперсії $D_1^{(1)}$ і $D_1^{(2)}$ будуть представлені рівняннями [2]

$$D_1^{(1)} = \frac{2v_2^2}{(v_2 - 2) \cdot (v_2 - 4)} \cdot \left[\left(\frac{1 + \lambda^{(1)}}{(v_2 - 2)} \right)^2 + \left(\frac{1 + 2\lambda^{(1)}}{v_2} \right) \right], \quad (3.11)$$

$$D_1^{(2)} = \frac{2v_2^2 \cdot (v_1 + v_2 - 2)}{v_1(v_2 - 2)^2 \cdot (v_2 - 4)} \cdot \left[1 + \frac{\lambda^{(2)}}{v_1} \right]^2. \quad (3.12)$$

При оцінці кількості інформації результатів біомедичного експерименту (3.7) урахуємо, що

а) для параметричної моделі факторного впливу

$$\sigma_x^2 = q_0 D_0 + q_1 D_1^{(1)}; \quad (3.13)$$

б) для випадкової моделі

$$\sigma_x^2 = q_0 D_0 + q_1 D_1^{(2)}. \quad (3.14)$$

Застосовуючи вираз (3.10), (3.11), (3.12), отримаємо наступні вирази для визначення кількості інформації $I^{(1)}$ (параметрична модель) і $I^{(2)}$ (випадкова модель), враховуючи, що $v_1 = k - 1$, $v_2 = N - k$, а $q_0 = q_1 = 0,5$:

$$I^{(1)} = \frac{1}{2} \log \left\{ 1 + \frac{1 + (1 + \lambda)^2 + (1 + \lambda) \cdot \left[\frac{k}{k-1}(n-1) - \frac{2}{k-1} \right]}{(N - k - 4) \cdot \alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot \left[F_{\alpha p} \left(\frac{N - k - 2}{N - k} \right) - 1 \right]^2} \right\}; \quad (3.15)$$

$$I^{(2)} = \frac{1}{2} \log \left\{ 1 + \frac{2(N-3)(N-k-2)^2(k-1) \cdot \left[\frac{2}{\lambda^2} + \frac{2}{\lambda(k-1)} + \frac{1}{(k-2)^2} \right]}{(N-k-4) \cdot (N-k)^2 \cdot [\lambda(1-\alpha) + \beta(1-\beta)]} \right\}. \quad (3.16)$$

Аналіз виразів (3.15-3.16) при оцінці кількості інформації дозволяє порівняти дві базові статистичні моделі для позначення ефектів рівня фактора, що впливає при дисперсійному аналізі – параметричну та випадкову. Особливо цікаві випадки типові для біомедичного експерименту, а саме порівняно невелика кількість загальних та внутрішньогрупових вимірів.

У роботах [8] було проведено дослідження впливу параметра нецентральності на інформаційний зміст моделей ($N = 50$; $k = 5$; $\alpha = 0.05$), результати якого представлені на рис. 3.7

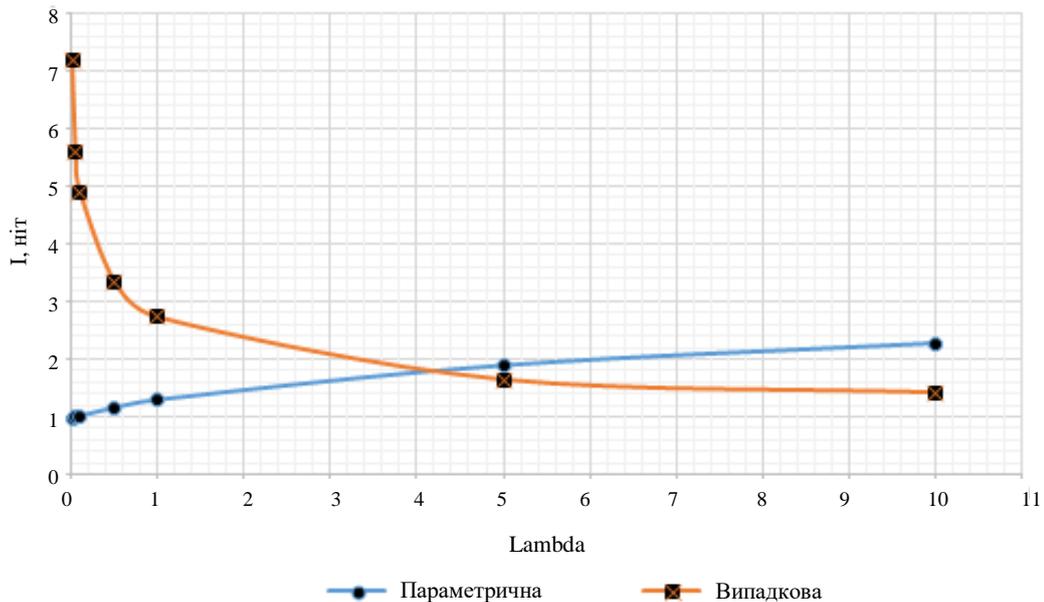


Рис. 3.7 – Результати дослідження впливу параметра нецентральності λ на інформаційний зміст моделей

Аналіз отриманих результатів показує, що параметр нецентральності λ істотно впливає зміст статистичних моделей для позначення ефектів рівня впливає чинника, причому кожної комбінації параметрів плану експерименту

(N, k, α) може бути обрана та чи інша модель, виходячи з критерію інформативності.

Розрахуємо значення параметра нецентральності для трьох найбільш уживаних біомедичних показників, що характеризують процеси реабілітації після осколкових поранень: еритроцити, лімфа та сегменти.

Для кролів контрольної групи (норма) ці показники дорівнюють, відповідно: 4,134; 60,69; 26,99. Значення усереднених середньоквадратичних відхилень (СКО) цих показників, для норми, відповідно, дорівнюють: 0,744; 20,68; 17,0. Для кролів при осколкових пораненнях (пневматика) середні значення показників еритроцити, лімфу та сегменти рівні відповідно 3,732; 59,85; 22,59. Усереднені СКО для відповідних показників дорівнюють: 0,616; 12,06; 8,92.

Якщо позначити середні значення будь-якого з показників для контрольних і поранених кроликів, як m_0 і m_1 , а середню дисперсію для показника цих кроликів D , то параметр нецентральності можна розрахувати за формулою:

$$\lambda = \frac{|m_0 - m_1|}{\sqrt{D}} \quad (3.17)$$

Врахуємо, що середні дисперсії за показниками еритроцити, лімфа та сегменти відповідно рівні: 0,467; 286,553; 184,283. Тоді параметри нецентральності λ матимуть наступні значення: 0,591; 0,049; 0,324.

Оскільки отримані значення параметра λ значно менші 1, то згідно з рисунком 1 переважно є випадкова модель факторного аналізу (будь-яке з отриманих значень λ знаходяться лівіше точки перетину інформаційних залежностей для параметричної та випадкової моделей).

3.2.2 Двофакторний статистичний аналіз біомедичних показників при пораненнях без лікування (пневматика). Випадкова модель

Для розширення інформаційних можливостей аналізу біомедичних показників при факторних впливах на біологічний об'єкт була використана модель двофакторного аналізу з багаторазовими вимірюваннями по всіх рівнях впливових факторів А та В. Таблиці вихідних даних для такого двофакторного аналізу мали три рядки (за рівнями фактора А) та три стовпчики (за рівнями фактора). У кожній клітині таких таблиць було три числа (за кількістю кроликів досліджуваних, за температурами осколків). Усі числа було взято для обраного досліджуваного показника із загальної таблиці результатів експерименту (Додаток Б).

Параметри плану двофакторного експерименту та методу статистичної обробки:

- загальний обсяг вибіркового даних $N=27$,
- кількість внутрішньогрупових (у кожній клітині) результатів спостереження – 3,
- кількість рядків та стовпців – однаково і дорівнює 3,
- Модель аналізу: випадкова модель перехресних класифікацій (модель компонент дисперсій),
- рівень значимості, що задається (ризик помилки першого роду) $\alpha = 0,05$.

У табл. 3.5 представлений приклад використання значення показника креатиніну для подальшого двофакторного аналізу.

У табл. 3.6 представлені результати двофакторного дисперсійного аналізу (модель компонент дисперсій), отриманих з використанням програми Excel з використанням стандартних надбудов Data Analysis для всіх досліджуваних біомедичних показників.

Табл. 3.5 (пневматика) - приклад таблиці вихідних даних для моделі двофакторного аналізу з повтореннями ($n = 3$). Показник – креатинін

Температура	Термін		
	1	3	5
17,6	78	90	82
	62	64	62
	72	74	70
50	73	75	76
	98	102	116
	65	68	67
100	54	56	48
	69	76	89
	40	40	98

З табл. 3.6 випливає, що не для всіх показників обчислена статистика Фішера більша за відповідні критичні значення: за рядками, стовпцями та взаємодіями. Це означає, що інформативність таких показників статистично значуща. Аналіз отриманих статистик Фішера дозволив виділити три групи показників, інформативних по відношенню до змін окремо рівнів фактора А, окремо рівнів фактора В та окремо для взаємодії рівнів факторів А та В.

У табл. 3.7 представлені показники, що статистично значимо реагують на зміни температури вражаючого елемента.

Табл. 3.6 (пневматика) - значення F-статистик Фішера за результатами двофакторного дисперсійного аналізу з повтореннями

Біомедичний показник	F статистики		
	Терміни	Стовбці	Взаємодії
Температура після поранення	1,336061467	0,15450142	1,167696676
Пульс	0,972088295	0,387075225	1,394859134
pO ₂	0,384819357	3,034802784	0,56479947
ЧДД	0,525	0,46875	0,9375
pH	4,382962921	1,393511206	1,072691035
Гемоглобін	2,034022682	1,481654436	0,916277518
Еритроцити	5,652897797	22,16117722	0,238802425
Лейкоцити	4,086312989	1,607683353	0,781722934
Пал %	5,161616162	4,313131313	1,388888889
Сегм%	3,461441214	0,417825537	3,44437421
Мон%	0,602459016	1,364754098	0,405737705
Лімф%	1,509859155	0,052112676	3,540140845
Тромб	0,842155653	3,035462681	0,112298489
АСТ	0,901825198	1,575604923	0,318345849
АЛТ	5,189686837	1,692250817	0,320831445
Білірубін	2,558130244	0,696935106	0,433508361
АЛП	4,075264807	0,975132404	0,718013609
Глюкоза	0,38688	0,04128	0,0264
СК	0,66107555	8,928652733	1,828289041
ЛДН	0,601194409	3,728712789	1,13605865
Сечовина	1,648916117	7,089066918	0,627945335
Креатинін	2,505606288	0,840018495	0,489943359
Білок	1,499976761	2,139152785	0,802648825
Пі	0,927007299	0,489051095	0,927007299
Критичні статистики	3,554557146	3,554557146	2,927744173

Табл. 3.7 (Пневматика) - Показники, що статистично значуще реагують на зміни температури вражаючого елемента (вплив фактора температури - по рядках)

Біомедичний показник	F статистики		
	Терміни	Стовбці	Взаємодії
pH	4,382962921	1,393511206	1,072691035
Еритроцити	5,652897797	22,16117722	0,238802425
Лейкоцити	4,086312989	1,607683353	0,781722934
Пал %	5,161616162	4,313131313	1,388888889
АЛТ	5,189686837	1,692250817	0,320831445
АСТ	4,075264807	0,975132404	0,718013609

У табл. 3.8 показники, що статистично значуще реагують на динаміку.

Табл. 3.8. (Пневматика) - Показники, що статистично значуще реагують на динаміку (вплив фактору часу - по стовпцях)

Біомедичний показник	F статистики		
	Терміни	Стовбці	Взаємодії
Еритроцити	5,652897797	22,16117722	0,238802425
Пал %	5,161616162	4,313131313	1,388888889
СК	0,66107555	8,928652733	1,828289041
ЛДГ	0,601194409	3,728712789	1,13605865
Сечовина	1,648916117	7,089066918	0,627945335

У табл. 3.9 показники, що статистично значуще реагують на взаємодію факторів часу і температури

Табл. 3.9. (Пневматика) - Показники, що статистично значуще реагують на взаємодію факторів часу і температури

Біомедичний показник	F статистики		
	Терміни	Стовбці	Взаємодії
Сегм%	3,461441214	0,417825537	3,44437421
Лімф%	1,509859155	0,052112676	3,540140845

3.3 Лінійний кореляційний аналіз показників і терміни їх спостереження

Мета - ранжування показників за зменшенням ступеня їхнього зв'язку з часом.

Такий аналіз був зроблений для всіх трьох рівнів фактора А. Знайдено лінійну кореляцію кожного з показників з рівнями фактора В, на базі програми Excel з використанням стандартних надбудов Data Analysis.

Оскільки ступінь кореляційного зв'язку можна розглядати без урахування її знака, то ранжування біомедичних показників було проведено для модулів лінійного парного коефіцієнта кореляції (показник - час).

Табл. 3.10. (пневматика) - ранжовані, за спаданням модуля коефіцієнта лінійної кореляції з часом, досліджувані біомедичні показники (температура - 17,5 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Коеф. кореляції
1	Еритроцити	0,778956253
2	АСТ	0,737241084
3	СК	0,655175965
4	ЛДН	0,645183884
5	Білок	0,58853228
6	Сечовина	0,572936704
7	pO ₂	0,550294915
8	pH	0,53932778
9	Розміри рани	0,461083968
10	АЛТ	0,43401377
11	Тромб	0,428380599
12	Пал %	0,422856887
13	Температура після поранення	0,422500148
14	ЧДР	0,323029141
15	ПІ	0,204124145
16	Глюкоза	0,183967419
17	Мон%	0,169841555
18	Гемоглобін	0,165900379
19	АЛП	0,131074139
20	Сегм%	0,106099178
21	Пульс	0,096843886
22	Лімф%	0,059200278
23	Лейкоцити	0,041898134
24	Білірубін	0,039704637
25	креатинін	0,030261377
26	Температура до поранення	0
27	Температура уламка	0

Табл. 3.11 (пневматика) - ранжовані, за спаданням модуля коефіцієнта лінійної кореляції з часом, досліджувані біомедичні показники (температура - 50 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Коеф. кореляції
1	Еритроцити	0,781990699
2	АСТ	0,755928946
3	СК	0,725798584
4	ЛДН	0,695771501
5	Білок	0,655825589
6	Сечовина	0,598443749
7	pO ₂	0,547722558
8	pH	0,514798667
9	Розміри рани	0,460020861
10	АЛТ	0,452872108
11	Тромб	0,451690469
12	Пал %	0,396929495
13	Температура після поранення	0,364138277
14	ЧДР	0,306186218
15	ПІ	0,298750833
16	Глюкоза	0,247826054
17	Мон%	0,239281258
18	Гемоглобін	0,237170825
19	АЛТ	0,204546855
20	Сегм%	0,188935447
21	Пульс	0,181122951
22	Лімф%	0,117934575
23	Лейкоцити	0,073323558
24	Білірубін	0,070862012
25	креатинін	0,045963856
26	Температура до поранення	1,21667E-08
27	Температура уламка	0

Табл. 3.12. (пневматика) - ранжовані, за спаданням модуля коефіцієнта лінійної кореляції з часом, досліджувані біомедичні показники (температура - 100 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Коеф. кореляції
1	Еритроцити	0,83216105
2	АСТ	0,739666777
3	СК	0,707246955
4	ЛДН	0,696440909
5	Білок	0,685716599
6	Сечовина	0,643646638
7	pO ₂	0,596284794
8	pH	0,560403683
9	Розміри рани	0,519100204
10	АЛТ	0,502404869
11	Тромб	0,495574503
12	Пал %	0,494039102
13	Температура після поранення	0,491032177
14	ЧДР	0,418595643
15	Пі	0,382467066
16	Глюкоза	0,380838917
17	Мон%	0,375734575
18	Гемоглобін	0,306186218
19	АЛП	0,221518806
20	Сегм%	0,207349055
21	Пульс	0,188195395
22	Лімф%	0,11757927
23	Лейкоцити	0,090829346
24	Білірубін	0,087176098
25	креатинін	0,058764253
26	Температура до поранення	0,047245559
27	Температура уламка	0

Аналіз таблиць 3.10-3.12 показує, що ранжування показників за рівнем кореляції з часом кожної з таблиць – різні. Цьому можливо одне пояснення – рівень чинника А визначає порядок ранжування, отже, і інформативність

підмножин (систем показників). Для вибору таких підмножин необхідно провести наступні множинний кореляційний аналіз з регульованою розмірністю простору показників, а як цільова функція оптимізації бажано вибрати кількість очікуваної інформації про вплив рівня фактора на все підмножина показників.

Інтегральним показником адекватності проведеного експерименту та успішності вирішених завдань слугуватиме показник виживаності та/або летальності тварин. У наших досліджах показник смертності кролів після отримання вогнепального осколкового сліпого поранення м'яких тканин стегна наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Показники летальності кролів внаслідок вогнепального осколкового сліпого поранення м'яких тканин стегна

№ п/п	Види ушкоджень	Кількість кролів у групі	Кількість кролів, які померли
1	Пневматика 18 ⁰ С температура уламка	10	0
2	Пневматика 50 ⁰ С температура уламка	10	0
3	Пневматика 100 ⁰ С температура уламка	10	0
4	Вогнепальне одиноке	10	1
5	Вогнепальне множинне	10	2
6	Минно-вибухова травма	10	3

В наших дослідженнях кролики помирали у різні терміни: після вогнепального поодинокого поранення через 1 місяць; після множинного поранення на 5-6 добу; після мінно-вибухової травми на 5-6 добу.

3.4 Множинний кореляційний аналіз систем показників.

Оптимізація числа показників з інформаційної цільової функції

Мета такого аналізу - виявлення показників, що максимально інформативно відображають динаміку своєї зміни в часі. Крім цього, виявлення таких показників має дозволити формування підмножини показників, які можуть бути розглянуті, як багатовимірні системи, що мають максимальну інформативність по відношенню до можливих динамічних змін біологічного стану об'єкта випробувань.

Досягнення такої мети проводитимемо у 2 етапи:

1. Розробка теоретичного обґрунтування отримання інформації про вплив часу спостереження на систему показників. Такий аналіз базуватиметься на результатах інформаційного аналізу парних взаємодій між досліджуваним показником та часом спостереження.

2. Множинний кореляційний аналіз системи показників та часу їх спостереження (мета – оптимізація числа показників максимально очікуваної інформації про рівень динамічних змін).

Оскільки цільовою функцією є кількість інформації, це дослідження є двоетапним:

етап 1 – розробка теоретичного обґрунтування для інформаційного аналізу системи показників (мета – розробка математичної моделі цільової функції)

етап 2 – оптимізація максимально інформативної системи показників із інформаційно мотивованим обмеженням з їхньої кількості.

3.4.1 Інформаційний аналіз системи показників для моделей множинної регресії

3.4.1.1 Базові моделі з випадковими змінними

Будь-яка система біомедичних показників, що використовується в експерименті з обмеженнями на обсяги такої інформації, може бути

розглянута як система з підвищеною інформаційною невизначеністю. Оскільки інформаційні складові такої системи базуються на одномірних регресії, то останні можуть бути розглянуті як регресії з випадковими змінними. Дано спочатку класифікацію моделей таких базових одновимірних регресій, ранжованих за ступенем збільшення інформаційної невизначеності.

Нехай оцінка контрольованого параметра Y (досліджуваний біомедичний показник) проводиться на підставі результатів вимірювання x_1, \dots, x_p значень контролюємих величин X_1, \dots, X_p з наступним функціональним перетворенням цих значень на оцінку Y^* . Ця процедура відповідає моделі непрямих вимірів, де X_1, \dots, X_p є аргументами чи змінними, а модель перетворення вибирається з методу непрямого виміру (непряме, сукупне тощо) [7, 9]. Використовуємо для вибору моделі вимірювального перетворення метод непрямого виміру, для якого така модель має вигляд:

$$Y = F(X_1, \dots, X_m), \quad (3.18)$$

де m – кількість вхідних фізичних величин, що піддаються прямим вимірам.

За відсутності інформації про вид фізичної моделі для вибору функціонального зв'язку $F(\cdot)$, такий зв'язок передбачається стохастичної, на яку модель (1.18) формально може бути записана у вигляді множинної лінійної регресії з випадковими регресорами [5, 9]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 u_1 + \dots + \beta_{p-1} u_{p-1} + \varepsilon, \quad (3.19)$$

де $\beta_0, \dots, \beta_{p-1}$ – коефіцієнти моделі;

u_0, \dots, u_{p-1} – випадкові регресори;

ε – випадковий залишок, властивості якого аналогічні властивостям залишку Z_{ij} дисперсійної моделі (3.1);

p – кількість параметрів моделі.

Існує кілька варіантів моделі (1.19) із випадковими регресорами:

1. Функціональна модель [5]. У ній передбачається, що регресор $u_j, j=1, (p-1)$, вимірюється з похибкою δ_{ji} і замість u_i в моделі (3.19) використовують результати вимірів

$$X_j = u_j + \delta_{ji}. \quad (3.20)$$

Тоді модель (3.19) може бути представлена в одній із двох форм

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j M[X_j] + \varepsilon, \quad (3.21)$$

або

$$M[Y] = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j u_j. \quad (3.22)$$

2. Модель з помилками у змінних. Це варіант функціональної моделі, в якій випадковий фактор пов'язаний не лише з похибками δ_i у вимірюваннях змінних $X_j, j=1, (p-1)$, але й з помилками визначення значень Y .

3. Структурна модель. В такій моделі змінні Y і $\{u_j\}$ – є випадковими, а зв'язок, у вигляді апріорно невідомої функції $F(\cdot)$ існує не між математичними очікуваннями цих змінних, а між їх випадковими значеннями. Вхідна змінна Y – відома з точністю до значень

$$Y = V + \varepsilon, \quad (3.23)$$

де V – невідомо.

Модель набуває вигляду умовної регресії

$$M \left[Y \left\{ u_j \right\} \right] = \beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j u_j, \quad (3.24)$$

де все u_j замінюються їх оцінками X_j , визначеними рівнянням (3.20).

4. Модель регресії другого роду. Ця модель, звана ще моделлю компонент дисперсій, є різновидом структурної моделі, в якій крім Y і $\{u_j\}$ випадковими є й коефіцієнти $\beta_0, \dots, \beta_{p-1}$.

5. Модель контрольованих змінних. Це варіант попередньої моделі, проте тут, хоч регресори і випадкові, середні значення цих регресорів – контролюються.

Для визначення поняття адекватності моделі (3.19) використовуємо такі ймовірні властивості оцінок Y^* як незміщеність і спроможність [2], що кількісно відображають систематичну та випадкову похибки перетворення рівнів величини Y .

Нехай зсув оцінки Y^* моделі (3.19) обумовлено недоліком (або надмірністю) регресорів (показників контролю), а дисперсія Y^* – залежить від дисперсії залишку ε .

Розглянемо дві моделі з різним числом регресорів:

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^S \beta_j X_j, \quad (3.25)$$

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j X_j + \delta, \quad (r > \delta). \quad (3.26)$$

Умова $r < S$ породжує додатковий випадковий залишок δ в моделі (3.26).

Нехай $X_j, j = \overline{1, S}$ – випадкові величини з $M[X_j] = \theta_j$ і нехай в i -тому експерименті, який повторюється, величина X_j позначається як X_{ji} , а її значення, у цьому випадку, позначається як x_{ji} .

При використанні моделі (3.26) замість моделі (3.25) оцінка невизначеності результату Y_i має враховувати і невизначеність оцінок $\theta_j^* = \overline{X}_j, j = \overline{1, r}$:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j \overline{X}_j + \sum_{j=r+1}^S \beta_j \theta_j + \sum_{j=1}^r \beta_j (X_{ji} - \overline{X}_j) + \sum_{j=1}^S \beta_j (X_{ji} - \theta_j) \quad (3.27)$$

Вираз (3.10) можна уявити тепер як

$$Y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j (\overline{X}_{ji} - \overline{X}) + \varepsilon, \quad (3.28)$$

де

$$\begin{cases} \alpha_0 = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j \overline{X}_j + \sum_{j=1}^S \beta_j \theta_j, \\ \varepsilon = \sum_{j=1}^S \beta_j (X_{ji} - \theta) \end{cases} \quad (3.29)$$

В (3.29) α_0 є випадковою величиною, а $M[\varepsilon] = 0$.

Оскільки кількість вимірювальних експериментів, що повторюються ($i=1, n$, где $n \ll \infty$) – обмежена, то величини θ_j є невідомими.

Вибір числа регресорів должен осуществляться в рамках условной регрессии

$$M[Y_i | \{x_{ji}\}, j = \overline{1, r}] = \alpha_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j (x_{ji} - \overline{x}_j). \quad (3.30)$$

В цьому випадку модель (1.30)) α_0 є вже постійною величиною, причому $M[\varepsilon]=0$ незалежно від того, скільки регресорів бере участь у синтезі моделі (3.30).

Це означає, що якщо змінні X_j моделі (3.26) не контролюються, питання адекватності моделі виміру – це питання зниження випадкового залишку δ (або залишка ε в моделі (3.19)) до мінімального, статистично обґрунтованого рівня.

3.4.1.2 Інформаційний аналіз моделі множинної регресії

Розглянемо модель (3.19) у вигляді множинної регресії, лінійної щодо постійних коефіцієнтів $\beta_0, \dots, \beta_{p-1}$, оцінками яких є величини b_0, \dots, b_{p-1} . В якості змінних u_1, \dots, u_{p-1} використовуємо показники контролю X_1, \dots, X_{p-1}

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{j=1}^{p-1} b_j X_j. \quad (3.31)$$

Якщо абсолютна похибка виміру значень Y розподілено нормально, незалежно від закону розподілу рівнів параметра Y , кількість очікуваної вимірювальної інформації про ці рівні равно

$$I = 0.5 \log_2 \left(1 + \sigma_Y^2 / \sigma_{\Delta Y}^2 \right), \quad (3.32)$$

де $\sigma_Y, \sigma_{\Delta Y}$ – стандартні відхилення величини Y та похибки її виміру.

Якщо під час навчання моделі вимірювання (3.31) використовують кінцеву множину $\{\bar{X}_i\}, i = 1, n$, векторів $X_i = (X_{1i}, \dots, X_{p-1,i})$, відповідних безлічі $\{Y_i\}$ значень рівнів величини Y , то оцінками дисперсій $\sigma_Y^2, \sigma_{\Delta Y}^2$ будуть

$$S_Y^2 = (n-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2, \quad (3.33)$$

$$S_{\Delta Y}^2 = (n-p)^{-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2. \quad (3.34)$$

Якщо скористатися вибіркоким множинним коефіцієнтом кореляції R_p між Y_i і \hat{Y}_i , то відношення $\sigma_Y^2 / \sigma_{\Delta Y}^2$ в (1.4.15) заміниться, з урахуванням (3.33) та (3.34) на оцінку

$$\frac{S_Y^2}{S_{\Delta Y}^2} = \frac{n-p}{(1-R_p^2)(n-1)}, \quad (3.35)$$

$$\text{де } (1-R_p^2) = \sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / \sum_i (Y_i - \bar{Y})^2.$$

З урахуванням (1.35) вираз (1.32) набуде вигляду

$$I = 0.5 \log_2 \left(1 + \frac{n-p}{(1-R_p^2)(n-1)} \right). \quad (3.36)$$

Для корекції кількості інформації I використовуємо як R_p скоригований коефіцієнт детермінації \bar{R}_p^2 , пов'язаний з R_p^2 співвідношенням [9]

$$\bar{R}_p^2 = 1 - (1-R_p^2) \left(\frac{n}{n-p} \right). \quad (3.37)$$

Замінімо R_p^2 у виразі (3.19) на \bar{R}_p^2 с з урахуванням рівняння (3.37), отримаємо

$$I = 0.5 \log_2 \left(1 + \frac{n}{(1-\bar{R}_p^2)(n-1)} \right). \quad (3.38)$$

Отриманий вираз фактично визначається коефіцієнтом детермінації R_p^2 , корекція якого подана величиною \overline{R}_p^2 .

3.4.2 Інформаційна оптимізація системи біомедичних показників по рівням чинника А

Використовуючи результати попереднього одномірного регресійного аналізу для всіх досліджуваних показників, були розраховані значення кількості інформації, що отримується для підмножин цих показників (систем показників). У цьому збільшення розмірності системи виробляла з допомогою додавання менш інформативних показників, котрим характерні занижені коефіцієнти парної кореляції з часом (взятих, відповідно, з таблиць 3.7-3.9).

3.4.2.1. Інформаційна оптимізація для температури уламка 17,5 °С

У таблиці 3.14 представлені результати розрахунку кількості очікуваної інформації (I) для системи показників за значеннями розрахованих коефіцієнтів множинної кореляції R^2 і \overline{R}_p^2

Табл. 3.11 Результати розрахунку кількості очікуваної інформації (I) для системи показників (температура уламка 17,5 °С)

p	R_p^2	n-p-1	F – статистика (F)	Критична F – статистика ($F_{кр}$)	\overline{R}_p^2	I, нит
2	0,606773	6	10,798	5,14	0,494422	2,482858
3	0,779766	5	21,236	5,41	0,669649	2,694421
4	0,837416	4	25,750	6,39	0,70735	2,75475
5	0,886067	3	31,118	9,01	0,74365	2,820716
6	0,896018	2	25,846	19,33	0,688053	2,722955

Слід зазначити, що розрахунок вівся з використанням натуральних логарифмів, на відміну від використання логарифмів з підставою 10, що не

змінює отриманих висновків, але є більш адекватним, оскільки одиниці інформації, що отримується, є дійсними числами (а не цілими, кратними 1).

За розрахованими значенням кількості інформації (в нитах) були побудовані графік залежності цієї інформації від розмірності системи найбільш інформативних показників. У такому графіку кількість інформації виступала як цільова функція оптимізації розмірності системи показників (рис. 3.8).

На рис. 3.8 представлено залежність кількості інформації від розмірності простору біомедичних показників для температури 17,5 С.

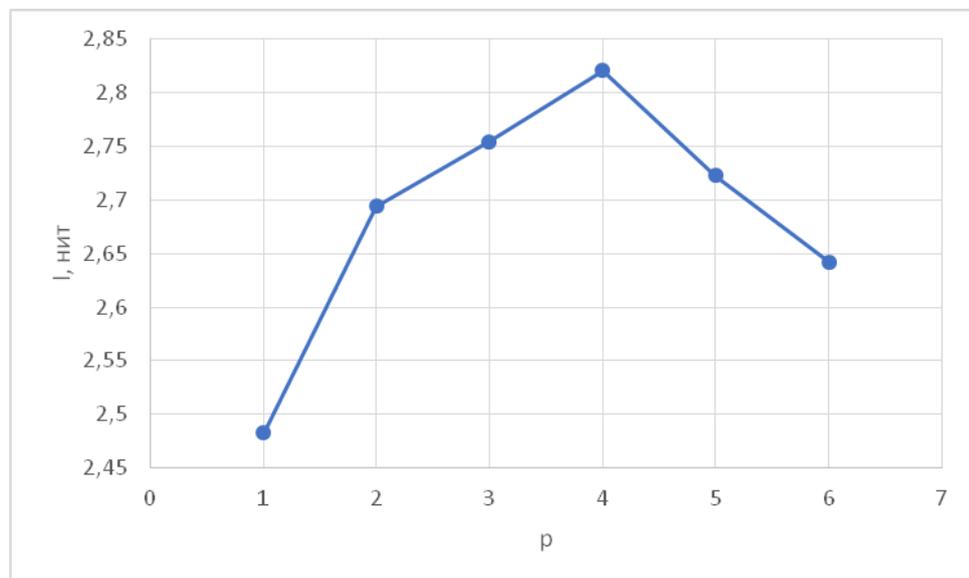


Рис. 3.8 Залежність кількості інформації від розмірності простору біомедичних показників для температури 17,5 °С

Аналіз графічної залежності (рис. 3.8) показує, що вона існує екстремум (max інформації). Це означає, що найкраще в інформаційному плані система показників включає кількість базових кількісних показників, що відповідають значення розмірності $p = 4$.

У таблиці 3.12 представлені переліки найбільш інформативних показників (за ступенем зменшення їх інформативності розділених умовно на

базові та допоміжні). До базових відноситимемо показники, що відносяться до розмірності $p = 4$ відповідної екстремуму кількості інформації.

Таблиця 3.12

Перелік інформативних біомедичних показників (для температури 17,5 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Інформативні показники
1	Еритроцити	Базові
2	АСТ	
3	СК	
4	ЛДГ	
5	Білок	Допоміжні
6	Сечовина	

3.4.2.2 Інформаційна оптимізація для температури уламка 50 °С

У таблиці 3.13 представлені результати розрахунку кількості очікуваної інформації для системи показників за значеннями розрахованих коефіцієнтів множинної кореляції R^2 і $\overline{R^2_p}$

Табл. 3.13 – Результати розрахунку кількості очікуваної інформації для системи показників (температура уламка 50 °С)

p	R^2_p	$n-p-1$	F – статистика (F)	Критична F – статистика ($F_{кр}$)	$\overline{R^2_p}$	I, нит
2	0,611509	6	11,018	5,14	0,500512	2,488876
3	0,719283	5	15,367	5,41	0,578924	2,57372
4	0,739774	4	14,208	6,39	0,531593	2,520784
5	0,760774	3	12,715	9,01	0,461743	2,451766
6	0,777479	2	10,477	19,33	0,332436	2,345008

Для перевірки адекватності інформаційної моделі було проведено аналіз статистичної значущості коефіцієнта детермінації. R^2_p (аналогічно

методиці перевірки результатів табл. 3.11). Розрахунок показав повну адекватність інформаційної моделі.

За розрахованими значенням кількості інформації (в нитах) були побудовані графік залежності цієї інформації від розмірності системи найбільш інформативних показників (рис. 3.9).

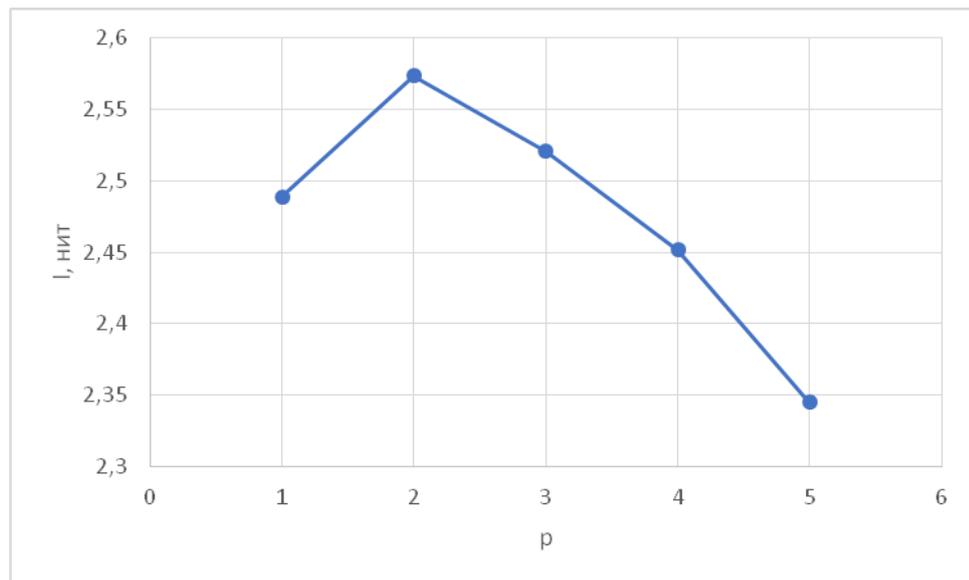


Рис. 3.9 Залежність кількості інформації від розмірності простору біомедичних показників (температура уламка 50 °С)

Аналіз графічної залежності (рис. 3.3) показує, що вона існує екстремум (max інформації). Це означає, що найкраще в інформаційному плані система показників включає кількість базових кількісних показників, що відповідають значення розмірності $p = 4$.

У таблиці 3.14 представлені переліки найбільш інформативних показників (за ступенем зменшення їх інформативності розділених умовно на базові та допоміжні). До базових відноситимемо показники, що відносяться до розмірності $p = 4$ відповідної екстремуму кількості інформації.

Табл. 3.14 – Перелік інформативних біомедичних показників (для температури 50 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Інформативні показники
1	Еритроцити	Базові
2	Пал %	
3	Пульс	Допоміжні
4	Сечовина	
5	Лімф%	

3.4.2.3 Інформаційна оптимізація для температури уламка 100 °С

У таблиці 3.15 представлені результати розрахунку кількості очікуваної інформації для системи показників за значеннями розрахованих коефіцієнтів множинної кореляції R^2 і \overline{R}_p^2

Табл. 3.15 – Результати розрахунку кількості очікуваної інформації для системи показників (температура уламка 100 °С)

p	R_p^2	n-p-1	F – статистика (F)	Критична F – статистика ($F_{кр}$)	\overline{R}_p^2	I, нит
2	0,692492	6	15,76363636	5,14	0,604633	2,605041
3	0,75139	5	18,13421687	5,41	0,627085	2,634119
4	0,881059	4	37,03767904	6,39	0,785906	2,910488
5	0,926557	3	50,46431251	9,01	0,834754	3,03964
6	0,927875	2	38,59423072	19,33	0,783624	2,905202

Як показала перевірка, всі коефіцієнти детермінації, представлені в табл. 3.15 є статистично значущими.

За розрахованими значенням кількості інформації (в нитах) були побудовані графік залежності цієї інформації від розмірності системи найбільш інформативних показників (рис. 3.10).

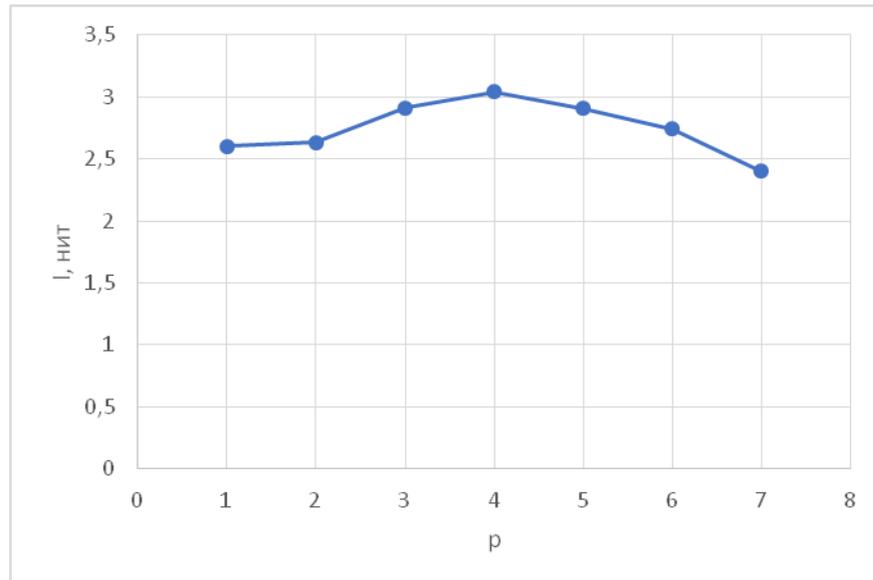


Рис. 3.10 Залежність скоригованого коефіцієнта детермінації від розмірності простору біомедичних показників

Аналіз графічної залежності (рис. 3.10) показує, що вона існує екстремум (max інформації). Це означає, що найкраще в інформаційному плані система показників включає кількість базових кількісних показників, що відповідають значення розмірності $p = 4$.

У таблиці 3.16 представлені переліки найбільш інформативних показників (за ступенем зменшення їх інформативності розділених умовно на базові та допоміжні). До базових відноситимемо показники, що відносяться до розмірності $p = 4$ відповідної екстремуму кількості інформації.

Табл. 3.16 - Перелік інформативних біомедичних показників (для температури 100 °С)

№ показника	Біомедичний показник	Інформативні показники
1	Розміри рани	Базові
2	СК	
3	Лімф%	
4	Сегм%	
5	Гемоглобін	Допоміжні
6	Еритроцити	

Примітка:

Всі інформативні показники, що утворюють багатовимірні системи (табл. 3.12, 3.15 і 3.16) включають показники, для яких доведена статистична значущість моделі множинної регресії (для яких F більше, ніж $F_{кр}$). Слід зазначити, що у рисунках 3.8 і 3.10 присутні показники, використання яких робить усю систему – неадекватної: наприклад, показник №7. Однак це не впливає на положення максимуму інформації щодо значення оптимальної кількості показників.

3.5 Порівняльний аналіз інформативності показників, виявлених у ході досліджень при дисперсійних та кореляційних видах аналізу

У таблиці 3.17 представлені зміни у позиціях інформативних біомедичних показників залежно від зміни рівнів фактора температури уламка (фактора А).

Табл. 3.17 Зміна позицій показників у багатовимірній інформаційній системі залежно від рівня впливу фактора А (температура уламка)

	Температура уламка, °С		
Розмірність простору ознак (p)	17,5	50	100
1	Еритроцити	Еритроцити	Розміри рани
2	АСТ	Пал %	СК
3	СК	Пульс	Лімф%
4	ЛДН	Сечовина	Сегм%
5	Білок	Лимф%	Гемоглобін
6	Сечовина		Еритроцити

Спеціально відзначений різними кольорами показники, отримані в результаті досліджень з використанням двофакторної випадкової моделі дисперсійного аналізу (підрозділ 3.2):

- оранжевий колір – показники, що реагують тільки на температуру,
- зелений – показники, що реагують на час (динаміку),
- синій – показники, що реагують на взаємодію температури та часу спостереження.

Примітки:

Показник – еритроцити, реагує як у температуру осколка, і на час, не реагуючи, у своїй, з їхньої взаємодія.

Аналіз результатів представлених у табл 3.17 показує, що зі збільшенням температури осколка найбільш інформативними стають показники, що реагують на взаємодію факторів А та В (Лімф% та Сегм%), виявлені в ході двофакторного аналізу (підрозділ 3.3.2). У свою чергу, показники, що реагують тільки на температуру, переходять на нижні рядки таблиці зі збільшенням температури уламка.

3.6 Моделювання процедур статистичного розпізнання рівнів температури уламків по результатам вимірювань біомедичних показників (пневматика та вогнепальне поранення)

3.6.1 Мета та завдання досліджень

Мета дослідження – довести можливість непрямих вимірювань рівнів температури (фактора А) вражаючих елементів (осколків, куль) за результатами прямих вимірювань значень біомедичних показників безпосередньо після поранення.

3.6.1.1 Базові умови активного експерименту

1. Даний експеримент повинен бути комплексним, включати як модельну фізичну генерацію ударних осколкових впливів (пневматика – розділ 1), так і реальну фізичну генерацію (вогнепальний вплив).
2. Кількість рівнів температури – 4: 17,5 °С, 50 °С, 100 °С (пневматика) та більше 100 °С (вогнепальний вплив).
3. Контрольна група кроликів відсутня.
4. Кількість експериментальних груп повинна відповідати обраній кількості рівнів температур (від двох до чотирьох груп).

3.6.1.2 Завдання досліджень і очікуваний результат:

1. Визначення підмножин біомедичних показників, інформативних щодо змін температури вражаючих елементів. Вибір моделі рівняння вимірювання.

Метод дослідження – лінійний регресійний аналіз показників за рівнями фактора А (пневматика).

Очікуваний результат – отримання рівняння непрямого вимірювання температури у вигляді математичної моделі лінійної множинної регресії.

Шкала вимірювань – метрична (шкала інтервалів).

2. Синтез математичної моделі статистичної класифікації рівнів температур вражаючих елементів.

Метод дослідження – лінійний дискримінантний аналіз показників за збільшеною кількістю рівнів фактора А (пневматика та вогнепальний вплив).

Очікуваний результат – отримання рівняння лінійної дискримінантної функції як математичної моделі розпізнавання інтервалів температур.

Шкала вимірювань – неметрична (шкала порядку).

3.6.1.3 Показники ефективності процедур статистичного розпізнавання

Для метричної моделі (лінійна множинна регресія) показник ефективності – похибка вимірювання та інтервальні оцінки рівнів температури.

Для неметричної класифікаційної моделі (лінійна дискримінантна функція) показники лінійної множинної регресії – достовірність і середній ризик.

3.6.1.4 Методи дослідження

1. Кореляційний аналіз впливу фактора А (температура осколка) на показники, статистично значущі за результатами двофакторного аналізу (підозділу 3.2; таблиці 3.2-3.4).

2. Множинний лінійний регресійний аналіз показників статистично значущих до впливу температури.

3. Параметричний лінійний дискримінантний аналіз результатів вимірювання температурнозалежних показників.

3.6.2 Регресійна модель вимірювального перетворення. Вибір вхідних величин. Синтез рівняння вимірювання

Будемо розглядати модель вимірювального перетворення як модель непрямого вимірювання [4].

$$Y = f(X_1, \dots, X_k) \quad (3.39)$$

Для вибору аргументів (незалежних змінних загальної моделі (1.39) було проведено кореляційний аналіз впливу температури осколка на відповідну змінну (табл. 3.18).

Табл. 3.18 Результати кореляційного аналізу показників за фактором впливу А (температура осколка – пневматика)

№	Показник	Коефіцієнт кореляції (R)	F – статистика Фішера
1	Еритроцити	- 0,4760	2,0508
2	АЛТ	+0,7260	7,8022
3	Пал	-0,1567	0,1762
4	pH	-0,4412	1,6914
5	Лейкоцити	-0,00117	9,5411 *10 ⁻⁶
6	АСТ	+0,7117	7,1863
7	СК	-0,2338	0,4049
8	Сечовина	-0,1682	0,2039
9	ЛДГ	-0,1294	0,1192
10	Лімф (%)	-0,4691	1,9752
11	Сегм (%)	+0,5409	3,2668

Примітка: Показники табл. 3.18 взято з таблиць 3.2-3.4 як статистично значущі до впливу факторів А і В..

З табл. 3.18 випливає, що тільки 2 показники (АЛТ і АСТ) мають статистично значущу кореляцію з температурою осколка (їх F – статистики Фішера перевищують критичне значення $F_{кр} = 5, 59$).

Позначимо показники АЛТ і АСТ у вигляді вимірюваних величин X_1 і X_2 . Використання стандартної програми Excel множинного кореляційного аналізу з використанням стандартних налаштувань Data Analysis дозволило отримати конкретний вираз двофакторної множинної регресії у вигляді рівняння:

$$Y = 1,303 + 0,6395 \cdot X_1 + 0,2095 \cdot X_2 \quad (3.40)$$

Рівняння (1.40) можна розглядати як модель вимірювального перетворення біомедичних показників i на температуру осколка.

Розрахунок показав, що стандартна помилка моделі (3.40):

$$S_y = 18,186 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Використовуючи стандартну помилку S_y і середні, за рівнями температур осколка, значення показників X_1 і X_2 , було розраховано похибки вимірювання за рівнями температур (табл. 3.19).

Табл 3.19 – Похибки вимірювання температури осколка для середніх (за рівнями температур 17, 5 $^\circ\text{C}$, 50 $^\circ\text{C}$, 100 $^\circ\text{C}$ значень показників X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП)

Результати розрахунку\		17, 5	50 $^\circ\text{C}$	100 $^\circ\text{C}$
Рівні температури (Y_0)		$^\circ\text{C}$		
Середні значення показників	X_1	37,67	64,0	73,33
	X_2	47,0	57,0	142,66
Виміряні значення температури (Y)		35,25	54,17	77,74
Абсолютна похибка $\Delta = Y - Y_0$		17,75	4,17	22,26
Наведена похибка (за відношенням до $Y_{\text{норм}} = 100$ $^\circ\text{C}$)		17,75%	4,17%	22,26%

Примітка: наведена похибка розрахована для нормованого значення $Y_0 = 100$ $^\circ\text{C}$ за формулою:

$$\gamma_{\Pi} = \frac{\Delta}{Y_{\text{норм}}} * 100 \quad (\%)$$

У табл. 3.20 подано результати розрахунків інтервальних оцінок для вимірних значень температури осколків, при довірчій ймовірності $P = 0,95$

$$y^* = y \pm t_{\alpha} * S_y \quad (1.41)$$

де $t_{\alpha} = 1,86$ – коефіцієнт Стюдента для рівня значимості $\alpha = 0,05$ і кількості ступенів вільності $\nu = 7$ ($\nu = n-1$, де n - кількість кроликів у всіх експериментальних групах; $n = 9$; пневматика). Враховуючи, що $S_y = 18,186$ отримаємо $t_{\alpha} * S_y = 35,0 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

Табл. 3.20 Інтервальні оцінки результатів вимірювання температур осколків

Рівні температури осколка	17,5 $^{\circ}\text{C}$	50 $^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$
Нижня (Y _Н)	Y _Н = - 17,58	Y _Н = 14,92	Y _Н = 64,92
верхня (Y _В)	Y _В = 52,57	Y _В = 85,08	Y _В = 135,07
границя інтервальної оцінки			

З табл. 3.20 випливає, що реально розрізнявальними рівнями температури, для яких відсутній перетин довірчих інтервалів, є дві температури: 17,5 $^{\circ}\text{C}$ і 100 $^{\circ}\text{C}$. Фактично, розрізнити можливо лише два екстремально протилежних рівня температури.

3.6.3. Статистична класифікація рівнів температури за показниками X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП). Синтез моделі дискримінантної функції та оцінювання її ефективності

3.6.3.1 Вибір початкових умов і процедури дискримінації

Уведемо позначення для класифікованих температур осколків, розглядаючи ці температури у вигляді двох інтервалів, що не перетинаються, ліворуч і праворуч від температури 50°C . Будемо розглядати два класифікованих (дискримінованих) стани температур осколка:

ω_1 – температура (Т) осколка не перевищує 50°C ($T \leq 50^{\circ}\text{C}$)

ω_2 – температура (Т) осколка перевищує 50°C ($T > 50^{\circ}\text{C}$)

Ураховуючи, що будь-яка інформаційна система дискримінації (класифікації, діагностування тощо) станів об'єктів спостереження базується на використанні математичних моделей дискримінації [10, 11], для оцінювання параметрів яких необхідно ввести процедуру попереднього калібрування або навчання інформаційної системи. Таке калібрування проводиться за навчальними вибірками з об'єктів із заданими класами досліджуваних станів. У нашому випадку для навчання було обрано такі навчальні вибірки за групами кроликів:

Стан ω_1 – кролики Б, В, Г, Д, Е, Ж (кількість кроликів $n_1 = 6$; пневматика)

Стан ω_2 – кролики З, И, К (пневматика) кролики Л, М, Н, П, С, Т (вогнепальний вплив) (кількість кроликів $n_2 = 9$)

Розмірність системи показників: $k = 2$ (показник X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП)).

У табл. 3.21 представлено оцінки статистичних параметрів X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП) за видами станів ω_1 і ω_2

Табл. 3.21 – Оцінки статистичних параметрів X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП) за видами станів ω_1 і ω_2

Стани	Показник	Параметри показників	
		Середнє значення	Стандартне відхилення
ω_1	X_1	$m_1^{(1)} = 50,83$	$S_1^{(1)} = 21,13$
	X_2	$m_2^{(1)} = 52,0$	$S_2^{(1)} = 37,43$
ω_2	X_1	$m_1^{(2)} = 72,77$	$S_1^{(2)} = 16,82$
	X_2	$m_2^{(2)} = 91,67$	$S_2^{(2)} = 51,05$

У табл. 3.22 подано усереднені стандартні відхилення показників X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП) за видами станів ω_1 і ω_2 , оскільки дисперсії цих показників статистично однакові.

Табл 3.22 Середні стандартні відхилення показників X_1 (АЛТ) і X_2 (АЛП) за видами станів ω_1 і ω_2

Стан	Показник X_1	Показник X_2
ω_1	$S_1 = 17,91$	$S_2 = 44,61$
ω_2		

Усереднені дисперсії показників X_1 і X_2 за видами станів статистично обґрунтовані тестуванням цих дисперсій на їх рівність за критерієм дисперсійного відношення Фішера [12].

У табл 3.23 представлено результати такого тестування для рівня значущості $\alpha = 0,05$ (критична статистика $F_{кр} = 4,82$)

Табл. 3.23 Результати тестування стандартних відхилень показників X_1 і X_2 для перевірки їх статистичної рівності

Показник	Основна гіпотеза	Статистика дисперсійного відношення	Рішення
X_1	$H_0: S_1^{(1)} = S_1^{(2)}$	$F_{5,8} = 1,578$	$\gamma_0: S_1^{(1)} = S_1^{(2)}$ (1,578 < 4,82)
X_2	$H_0: S_2^{(1)} = S_2^{(2)}$	$F_{5,8} = 1,860$	$\gamma_0: S_2^{(1)} = S_2^{(2)}$ (1,860 < 4,82)

Примітка: кількість ступенів свободи дисперсійного відношення Фішера дорівнюють значенням $V_1 = 5$ і $V_2 = 8$.

Оскільки основним висновком попереднього підрозділу 2.2. є твердження, що статистично можливо розрізнити лише 2 екстремально протилежних рівнів температури, можна використовувати для такого розрізнення математичну модель параметричного лінійного розпізнавання [10,11]. Найбільш зручним видом такої моделі є лінійна дискримінантна функція, яка реалізує Байєсівський підхід до статистичної класифікації станів ω_1 і ω_2 [10].

Загальна математична модель лінійної дискримінантної функції:

$$g(\bar{X}) = \sum_{j=1}^k \left[\frac{(m_j^{(1)} - m_j^{(2)})}{s_j^2} \cdot x_j - \frac{(m_j^{(1)2} - m_j^{(2)2})}{2 * s_j^2} \right] \quad (3.42)$$

де $\bar{X} = (X_1, \dots, X_k)$ – вектор вхідних інформаційних ознак (біомедичних показників).

Гіпотези, що перевіряються:

а) $H_1 - T \leq 50^\circ C$ (стан гіпотези w_1);

б) $H_2 - T > 50^\circ C$ (стан гіпотези w_2).

Статистичні рівняння:

а) γ_1 - гіпотеза H_1 не відхиляється, відхиляється гіпотеза H_2 ;

б) γ_2 - гіпотеза H_2 не відхиляється, відхиляється гіпотеза H_1 .

Статистичні висновки (логічні рішення):

а) приймається рішення γ_1 , якщо $g(X) \geq 0$;

б) приймається рішення γ_2 , якщо $g(X) < 0$.

Практичну реалізацію моделі дискримінантної функції представлено лінійним рівнянням, отриманим із виразу (1.42) при $k = 2$ і значеннях умовних середніх (m) та стандартних відхилень (S), які взято з таблиць 2.4 и 2.5:

$$g(X) = 0,06818 * x_1 - 0,01993 * x_2 + 5,659 \quad (3.43)$$

3.6.3.2 Оцінювання показників ефективності процедури дискримінації

Оскільки обсяги (n_1 і n_2) навчальних вибірок невеликі, будь-які отримані оцінки показників ефективності матимуть зміщення. Це означає, що отримані значення ризику будуть заниженими, а достовірності класифікації – завищеними. Проте оцінку ризику класифікації можна вважати нижньою межею середнього ризику, отримавши хоча б попередню інформацію про рівень помилок класифікації. Оскільки модель лінійної дискримінантної функції передбачає використання Гаусівської моделі закону розподілу значень показників X_1 і X_2 , то оцінку середнього ризику може бути здійснено за рівнянням для інтеграла ймовірності [1].

Нижня (занижена) межа середнього ризику

$$\bar{R}_{min} = 1 - \Phi\left(\frac{\delta}{2}\right), \quad (3.44)$$

де Φ – інтеграл ймовірності, а δ – відстань між розпізнавальними станами ω_1 и ω_2 [11,13].

Обчислювання відстані δ відбувалося за стандартним рівнянням, яке дозволило отримати конкретний вираз для δ .

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{m_1^{(1)}m_1^{(2)}}{s_1}\right)^2 + \left(\frac{m_2^{(1)} - m_2^{(2)}}{s_2}\right)^2} = 1,51375 \quad (3.45)$$

Використовуючи результати оцінювання середніх значень і стандартних відхилень (табл. 3.21 и 3.22), а також величину відстані δ , отримаємо:

$$\bar{R}_{min} = 0,2236$$

Знайдена оцінка є зміщеною (заниженою). Для усунення зміщення необхідно врахувати обсяги навчальних вибірок (n_1 і n_2), а також розмірність (k) простору використовуваних інформативних показників (X_2). Для корегування перерахуємо параметр δ за формулою [13,14]

Замінюючи у формулі (2.6) δ на , отримаємо або $\bar{R} = 25\%$. Оскільки величина середнього ризику стала відомою, можна доповнити висновки про ефективність класифікації оцінюванням її достовірності як доповненням середнього ризику до 1.

Отримані оцінки середнього ризику та достовірності було розраховано, виходячи з теоретичних пропозицій щодо адекватності лінійної дискримінантної функції результатам експерименту.

Для експериментального аналізу ефективності класифікації було проведено додаткове тестування парних результатів вимірювання показників X_2 для двох експериментальних груп кроликів, що відповідають класифікованим станам ω_1 і ω_2 .

При цьому щоразу проводилася операція статистичної класифікації з використанням математичної моделі дискримінантної функції (3.44). Результати тестування представлено в табл. 3.24.

Табл. 3.24 Результати експериментального тестування станів ω_1 і ω_2 (розпізнавальних інтервалів температур осколків)

Стан	Вибірка			Знак	Рішення
	(АЛТ) X_1	(АЛП) X_2			
ω_1	40	23	+2,479	+	γ_1
	36	36	+2,491	+	γ_1
	37	82	+1,503	+	γ_1
	48	34	+1,715	+	γ_1
	92	23	- 1,057	-	γ_2
	52	14	+1,843	+	γ_1
ω_2	76	136	-2, 229	-	γ_2
	66	90	-0,629	-	γ_2
	78	202	-3,685	-	γ_2
	34	46	+2,427	+	γ_1
	94	86	-2,453	-	γ_2
	70	83	-0, 761	-	γ_2
	81	54	-0,929	-	γ_2
	71	92	-1, 009	-	γ_2
	85	36	-0,841	-	γ_2

Аналіз результатів, представлених у табл. 3.24 показує, що з шести тестованих кроликів зі станом ω_1 отримано одне помилкове рішення γ_2 , що відповідає ризику першого роду $\alpha = 16,67$ %. Для 9 кроликів зі станом ω_2 також отримано одне помилкове рішення γ_1 , що відповідає ризику другого роду $\beta = 11,11$ %. Усереднення отриманих ризиків дозволяє оцінити мінімум середнього ризику: $\bar{R}_{min} = 13,891$.

Отримане значення емпіричного середнього ризику не перевищує величину теоретичного значення в 25 %.

Слід зазначити, що результати тестування, представлені в табл. 3.24, отримано методом «перекласифікації», коли навчальна вибірка використовується для наступної класифікації станів об'єкта [13,14]. Зміщення отримуваних оцінок можна розрахувати, а самі оцінки можуть бути скориговані.

Додаток Б

Таблиця 1.

ОСНОВНА ГРУПА. Показники факторного впливу. Вибірка 128 осіб ($n_1 = 128$)

Досліджувані критерії	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	Середній індекс маси тіла, кг/м	Кількість ран	Площа рани см ²	Об'єм рани см ³	Середня температура на поверхні рани °С (при надходженні)	Аудіо-доплерографія
Середнє (M_1)	22,57344	1,890625	67,41819	169,11275 59	30,023437 5	0,945313
Дисперсія (s_1^2)	0,485903	0,08	6488,659	59653,395 86	0,4985014 76	0,052104
Дисперсія середнього (m_1^2)	0,0037961	0,000625	50,692644 96875	466,04215 515625	0,0038945 4278125	0,0004070 61242187 5

Таблиця 2

ОСНОВНА ГРУПА. Показники ефективності операційного втручання. Вибірка 128 осіб ($n_1 = 128$)

Досліджувані критерії	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
	Частковий некроз % від площі рани	Метод поперечної деформації від всієї ранової поверхні	Щільність зони реконструкції після операції/ порівняння зі здоровою непошкодженою ділянкою (збільшення) % поверхні рани	Естетичний результат після операції	Еластичність знижена (%) порівняно з непошкодженою ділянкою (в основній групі)	Відновлення функції (%) порівняно з непошкодженою ділянкою (основної групи)	Кількість днів стаціонарного лікування (основної групи)

Середнє (M ₁)	0,130625	16,92109	18,4127	3,72	21,0	77,80273	14,72656
Дисперсія (s ₁ ²)	0,967925 591	60,43908	41,46032	0,316129	0,006629	100,6817	37,58606
Дисперсія середнього (m ₁ ²)	0,007561 9186796 875	0,472180 3055468 75	0,323908 7301562 5	0,002469 7580625	0,000051 7893359 375	0,786576 128125	0,293641 0978906 25

Таблиця 3

ГРУПА ПОРІВНЯННЯ. Показники факторного впливу. Вибірка 214 осіб (n₂ = 214)

Досліджувані критер	X1	X2	X3	X4	X5
	Середній індекс маси тіла, кг/м	Кількість ран	Площа рани в см ²	Об'єм рани см ³	Середня температура на поверхні рани °C (при надходженні)
Середнє (M ₂)	22,41075	1,799065	64,2243	143,5446	30,09673
Дисперсія (s ₂ ²)	0,376738	1,025163	2212,705	14594,99	0,863604
Дисперсія середнього (m ₂ ²)	0,001760457 944	0,004790481 31	10,33974299 1	68,20088668 2243	0,004035533 991

Таблиця 4

ГРУПА ПОРІВНЯННЯ. Показники ефективності операційного втручання. Вибірка 214 осіб (n₂ = 214)

Досліджувані критер	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
	Частковий некроз % від площі рани	Метод поперечної деформації від всієї ранової поверхні	Щільність зони реконструкції після операції/ порівняння зі здоровою непошкодженою ділянкою (збіль-	Естетичний результат після операції	Еластичність знижена (%) порівняно з непошкодженою ділянкою (в основній групі)	Відновлення функції (%) порівняно з непошкодженою ділянкою (основної групи)	Кількість днів стаціонарного лікування (основної групи)

			шення) % поверх- ні рани				
Середнє (M ₂)	2,336449	22,20096	23,70561	3,182243	25,14019	70,11682 243	23,88317 757
Дисперсія (s ₂ ²)	19,16327	19,89211	16,43405	0,168509 9	30,73149 07	31,55905 84	31,18347 155
Дисперсія середнього (m ₂ ²)	0,089547 9728971 963	0,092953 8058878 505	0,076794 6398130 841	0,001316 4835937 5	0,143604 8087383 178	0,147472 2355140 187	0,145717 1567757 009

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Харківського національного
медичного університету
Медицинський факультет
Харків, Україна
2022 р.



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та інш.):
Спосіб передопераційного планування клаптів для реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин на III рівні надання медичної допомоги.
2. Ким і коли запропонований С.В. Тертишний, Хоменко І.П., І.А. Лурін, М.А.Каштальян, О.С. Герасименко, В.В. Негодуйко, В.П. Майданюк, С.А. Шипілов.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)
International scientific conference NEW TRENDS AND UNSOLVED ISSUES IN MEDICINE, July 29-30, 2022 (Riga, the Republic of Latvia).
4. Де і коли впроваджено в навчальний процес та наукову роботу кафедри хірургії № 4 вересень – грудень 2022
5. Результати впровадження використовуються при проведенні лекційного курсу та практичних занять студентів 3 курсу.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Зменшення відсотку ускладнень: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 17,8%, за даними установи де проведено впровадження 16,5%. Запропонований спосіб передопераційного планування клаптів для реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин на сучасному рівні володіти тематикою реконструктивно-пластичного планування.
Нові розробки надають нові напрацювання, які будуть корисні.
Покращення результатів з вогнепальними дефектами м'яких тканин: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 91,5%, за даними установи де проведено впровадження 92%.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в науковий процес та наукову роботу студентів 3 курсу з тематики «Загальна хірургія».

Відповідальний(і) за впровадження
Начальник відділення хірургічної
інфекції ВМКЦ ПР к.мед.н.

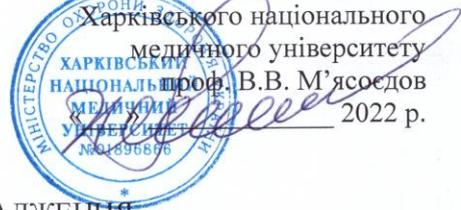
С.В. Тертишний

Завідувач кафедри №4 ХНМУ
д.мед.н., професор

В.В. Макаров

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Харківського національного
медичного університету
проф. В.В. М'ясоєдов
2022 р.



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):
Динамічний мультимодальний скринінг поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на II-III рівнях надання медичної допомоги.
2. Ким і коли запропонований С.В. Тертишний, І.П. Хоменко, І.А. Лурін, М.А. Каштальян, О.С. Герасименко, В.В. Негодуйко, В.П. Майданюк, С.А. Шипілов.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)
11th Congress of World Society for Reconstructive Microsurgery 2022, Cancun, Mexico.
4. Де і коли введено ПХГ зони відповідальності ВМКЦ Північного регіону червень - грудень 2022.
5. Результати застосування методу за період з червень по грудень 2022 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Зменшення відсотку ускладнень: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 20%, за даними установи де проведено впровадження 18,5%.
Покращення результатів з вогнепальними дефектами м'яких тканин: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 90,5%, за даними установи де проведено впровадження 92.6%.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в навчальний процес та наукову роботу студентів 3 курсу з тематики «Загальна хірургія».

Відповідальний(і) за впровадження
Начальник відділення хірургічної
інфекції ВМКЦ ПР к.мед.н.



С.В. Тертишний

Завідувач кафедри №4 ХНМУ
д.мед.н., професор



В.В. Макаров

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Харківського національного
медичного університету
проф. В.В. М'ясоєдов
2022 р.



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

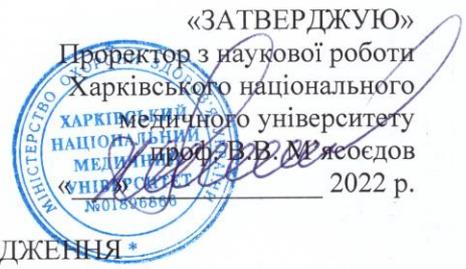
1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та ін.):
Динамічний мультимодальний скринінг поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин на II-III рівнях надання медичної допомоги.
2. Ким і коли запропонований С.В. Тертишний, І.П. Хоменко, І.А. Лурін, М.А. Каштальян, О.С.Герасименко, В.В. Негодуйко, В.П. Майданюк, С.А. Шипілов.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)
11th Congress of World Society for Reconstructive Microsurgery 2022, Cancun, Mexico.
4. Де і коли впроваджено ПХГ зони відповідальності ВМКЦ Північного регіону червень - грудень 2022.
5. Результати застосування методу за період з червень по грудень 2022 рр.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Зменшення відсотку ускладнень: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 20%, за даними установи де проведено впровадження 18,5%.
Покращення результатів з вогнепальними дефектами м'яких тканин: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 90,5%, за даними установи де проведено впровадження 92.6%.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в навчальний процес та наукову роботу студентів 3 курсу з тематики «Загальна хірургія».

Відповідальний(і) за впровадження
Начальник відділення хірургічної
інфекції ВМКЦ ПР к.мед.н.

С.В. Тертишний

Завідувач кафедри №4 ХНМУ
д.мед.н., професор

В.В. Макаров



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ*

1. Найменування пропозиції (метод профілактики, діагностики, лікування, пристрій, форма організаційної роботи та інш.):
 Спосіб передопераційного планування клаптів для реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин на III рівні надання медичної допомоги.
2. Ким і коли запропонований С.В. Тертишний, Хоменко І.П., І.А. Лурін, М.А.Каштальян, О.С. Герасименко, В.В. Негодуйко, В.П. Майданюк, С.А. Шипілов.
3. Джерело інформації (методичні рекомендації, інформаційний лист, звіт про НДР, дисертація, монографія, з'їзди, конференції, семінари та ін.)
 International scientific conference NEW TRENDS AND UNSOLVED ISSUES IN MEDICINE, July 29-30, 2022 (Riga, the Republic of Latvia).
4. Де і коли впроваджено в навчальний процес та наукову роботу кафедри хірургії № 4 вересень – грудень 2022
5. Результати впровадження використовуються при проведенні лекційного курсу та практичних занять студентів 3 курсу.
6. Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3) Зменшення відсотку ускладнень: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 17,8%, за даними установи де проведено впровадження 16,5%. Запропонований спосіб передопераційного планування клаптів для реконструкції вогнепальних дефектів м'яких тканин на сучасному рівні володіти тематикою реконструктивно-пластичного планування.
 Нові розробки надають нові напрацювання, які будуть корисні.
 Покращення результатів з вогнепальними дефектами м'яких тканин: за даним розробника ефективність передопераційного планування розробником 91,5%, за даними установи де проведено впровадження 92%.
7. Зауваження немає, пропозиції впровадження в науковий процес та наукову роботу студентів 3 курсу з тематики «Загальна хірургія».

Відповідальний(і) за впровадження
 Начальник відділення хірургічної
 інфекції ВМКЦ ПР к.мед.н.

С.В. Тертишний

Завідувач кафедри №4 ХНМУ
 д.мед.н., професор

В.В. Макоєдов

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи
Одеського національного медичного університету

Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ

«30» березня 2023 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів наукового дослідження

1. **Пропозиція для впровадження:** Динаміка змін функціональних показників вітальних органів експериментальних тварин протягом після вогнепальних поранень.
2. **Заклад, де проведена розробка, адреса, ПІП авторів:** Одеський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, м. Одеса, Валіховський пров., 2, к.мед.н. Тертишний С.В.
3. **Джерело інформації:**
 - Моделювання вогнепальних поранень. Під заг. ред. В.І. Цимбалюка. – Харків, 2022. – 322 с.
 - Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., Tertyshnyi S.V., Vastyanov R.S. Experimental investigation of animals survival adequacy and efficacy in case of their soft tissues gunshot wounds using the thermometry technique // Journal of Education, Health and Sport. – 2022. – Vol. 12, N1. – P. 473-492.
 - Khomenko I.P., Tertyshnyi S.V., Vastyanov R.S., Talalayev K.O., Turchin M.I., Panasenko S.I. Experimental background of thermometry using with diagnostic purposes in soft tissue gunshot damages // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2022. - №1 (79). – С. 237-243.
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Одеський національний медичний університет, кафедра загальної та клінічної патологічної фізіології імені В.В. Підвисоцького
5. **Терміни впровадження:** вересень 2022 – лютий 2023 р.
6. **Форма впровадження:** у навчальний процес – у матеріали лекцій і практичних занять із патологічної фізіології з розділів «Патофізіологія запалення», «Патофізіологія серцево-судинної системи», Патофізіологія системи дихання»
7. **Ефективність впровадження:** розширення знань стосовно патогенетичних механізмів індукованих в організмі змін функціонування серцево-судинної системи, дихальної системи тощо після вогнепального поранення.
8. **Зауваження, пропозиції:** не вносилися.
9. **Обговорено та затверджено на засіданні кафедри** протокол №7 від «07» березня 2023 р.

Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри загальної та клінічної
патологічної фізіології ім. В.В. Підвисоцького
Одеського національного медичного університету,
Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор медичних наук, професор

Руслан ВАСТЬЯНОВ

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- *Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:*

1. Хоменко І.П., Лурін І.А., Усенко О.Ю., Клименко М.О., Якимова Т.П., Михайлусов Р.М., Негодуйко В.В., Гуменюк К.В., **Тертишний С.В.**, Слесаренко К.С. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2020. – 400 с.
2. Салютін Р.В., Каштальян М.А., Лурін І.А., Хоменко І.П., Негодуйко В.В., Михайлусов Р.М., Гуменюк К.В., **Тертишний С.В.** та ін. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції/операції об'єднаних сил). – Харків : Колегіум, 2021. – 385 с.
3. **Моделювання вогнепальних поранень.** Під заг.ред. В.І. Цимбалюка. – Харків, 2022. – 322 с.
4. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Розробка та організація втілення спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2019. - №1(94). - С.157-159.
5. Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Луговий С.В. Використання повношарового клаптя за методикою Кейстоун при реконструкції передньої черевної стінки (клінічне спостереження) // Хірургія України. – 2020. - № 3. – С. 65-70.
6. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.** Організація діагностики та динамічне спостереження при реконструктивному відновлюванні вогнепальних ран м'яких тканин // Харківська хірургічна школа. – 2020. - № 2 (101). – С. 119-125.

7. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Перший етап реконструкції дефектів м'яких тканин при вогнепальному пораненні // International Academy Journal Web of Scholar. – 2020. - N6 (48). – P. 31-35.
8. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Цема Є.В., **Тертишний С.В.** Створення концепції термографічної класифікації вогнепальних поранень м'яких тканин // World of Science. – 2020. - Vol.1, N 4(56) – P. 32-36.
9. Khomenko I.P., Lurin I.A., Korol S.O., Shapovalov V.Yu., Hrebennikov K.O., Halushka A.M., **Tertyshnyi S.V.**, Matviichuk D.V. Organization of sorting and surgery of wounds with soft tissue defects during the joint force surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2020. – Vol. 10, N1. – P. 259-269.
10. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М., Попова О.М. Імплементация принципів реконструктивної хірургії у поранених з дефектами м'яких тканин на IV рівні медичного забезпечення // World of Science. – 2020. - N 8 (60). – P. 30-34.
11. Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., Михайлузов Р.М., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Використання мультимодального підходу під час реконструкції вогнепальних дефектів нижніх кінцівок (клінічний випадок) // Science Review. – 2020. - №7 (34). – С. 15-22.
12. **Тертишний С.**, Хоменко І., Гуменюк К., Король С., Цема Є., Дубенко Д., Михайлузов Р., Гринчук М., Попова О. Мета-аналіз класифікацій дефектів м'яких тканин та обґрунтування оптимального об'єму та методу хірургічної реконструкції // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2021. – Т. 121, №1. – С. 112-123.
13. Khomenko I.P., Tsema E.V., Shapovalov V.Yu., **Tertyshnyi S.V.**, Yermuraki P.P. Original method of the frontal abdominal wall defect reconstruction using the principle of the reconstructive-restorative surgery // Journal of Education, Health and Sport. – 2021. – Vol. 11, N 1. – P. 372-378.

14. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O. Soft tissues gunshot defects ultrasound investigation use in reconstructive-restorative surgery // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2021. - №3 (77). – С. 169-174.
15. Бабов К.Д., Хоменко І.П., **Тертишний С.В.**, Бабова І.К., Вастьянов Р.С. Організація етапної реабілітації військовослужбовців з вогнепальними дефектами м'яких тканин на рівнях надання медичної допомоги // Медичні перспективи (SCOPUS). - 2021. – Т. 26, №4. – С. 188-195.
16. **Тертишний С.В.**, Попова О.М., Гринчук М.М., Вастьянов Р.С. Мета-аналіз класифікацій дефектів м'яких тканин та обґрунтування оптимального об'єму та методу хірургічної реконструкції // Актуальні проблеми транспортної медицини. – 2021. - № 4 (66). – С. 80-93.
17. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S. Experimental investigation of animals survival adequacy and efficacy in case of their soft tissues gunshot wounds using the thermometry technique // Journal of Education, Health and Sport. – 2022. – Vol. 12, N1. – P. 473-492.
18. Khomenko I.P., Gumenyuk K.V., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Maidanyuk V.P., Popova O.N., Yermuraki P.P. Change Of the Concept of Surgical Support For Wounded With Soft Tissue Defects at the Levels Of Medical Care // International Journal Dental and Medical Sciences Research. – 2022. – Vol. 4, N 1. – P. 351-354.
19. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Vastyanov R.S., Talalayev K.O., Turchin M.I., Panasenko S.I. Experimental background of thermometry using with diagnostic purposes in soft tissue gunshot damages // Світ медицини та біології (Web of Science). - 2022. - №1 (79). – С. 237-243.
20. Khomenko I.P., Korol S.O., Tsema E.V., Negoduiko V.V., **Tertishnyi S.V.**, Enin R.V., Maidanyuk V.P., Popova O.N. Organization of surgical assistance to wounds with fire-fighting defects of soft tissues at the levels of medical security // American Journal of Medicine and Surgery. – 2022. – Vol.7, N2. – P. 40-42.

21. Лурін І.А., Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., Цема Є.В., **Тертишний С.В.**, Попова О.М. Особливості ключового виду та характеру вогнепальних уражень військовослужбовців під час сучасних збройних конфліктів // Харківська хірургічна школа. – 2022. - №2(113). – С. 59-63.
22. Лурін І.А., Бойко В.В., Гуменюк К.В., Замятін П.М., Хорошун Е.М., Михайлов І.Ф., Батурін О.А., Негодуйко В.В., Замятін Д.П., **Тертишний С.В.** Показники інтенсивності рентгено флюоресценції вмісту капсул металевих осколків м'яких тканин у поранених із вибуховою і вогнепальною травмою // Медицина невідкладних станів. – 2022. – Т. 18, №3. - С. 49-55.
23. Lurin I.A., Khomenko I.P., Nehoduiko V.V., **Tertyshnyi S.V.**, Makarov V.V., Kvasnevskyi I.Y., Kvasnevskyi O.A. Prospects of the high-speed multimedia data transmission technologies use in the structure of the system for providing aid to injured persons having a gunshot defect of soft tissues // Wiadomości Lekarskie Medical Advances (SCOPUS). – 2023. – Vol. 76, Iss. 5 (part II). – P. 1191-1198.
24. Лурін І.А., Хоменко І.П., Хорошун Е.М., Негодуйко В.В., **Тертишний С.В.**, Косинський О.В., Бузмаков Д.Л., Вайс Б. Клінічний випадок використання концепції моніторингу при лікуванні вогнепального дефекту м'яких тканин колінного суглоба // Медичні перспективи (SCOPUS). – 2023. – Т. 28, №2. – С. 197-207.

- Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

25. **Тертишний С.В.** Мультимодальний підхід реконструкції вогнепальних ран з пошкодженням м'яких тканин. Міжгалузева щорічна науково-практична конференція. Інтегративна медицина: досягнення та перспективи (хірургічна секція) в рамках засідання асоціації травматологів м. Маріуполя 11-12 червня 2020 р

26. **Тертишний С.В.** Реконструктивна модель закриття дефектів м'яких тканин вогнепальних ран. Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція 12-13 вересня 2019 року м. Одеса.
27. Khomenko I.P., **Tertyshnyi S.V.**, Tsema Ye.V, Slesarenko K.S. Grinchuk M.M. Reconstructive model for closing defects of the soft tissue gunshot wounds. 10-12 October 2019 Poznan
28. **Tertyshnyi S.V.** Diagnostic capabilities of spectral infrared thermography and portable Doppler in the course of treatment of gunshot wounds of soft tissues. 12-15 June 2019 Bologna, Italy
29. **Tertyshnyi S.V.** Complex Surgical Treatment of Gunshot Wounds. APFSRM 8th National Congress of the Turkish Society for Reconstructive Microsurgery (TSRM) 09-13 May 2018 Antalya, Turkey.
30. Igor Khomenko, Vitaliy Shapovalov, **Sergey Tertyshnyi**, Volodimir Negoduiko A multimodal surgical approach during the treatment patients with infectious complications of gunshot wounds in the East of Ukraine“ 30 th ECCMID Paris France 18-20 April 2020
31. І. П. Хоменко, К. В. Гуменюк, С. О. Король, Р. М. Михайлусов, **С. В. Тертишний**, М.М. Гринчук, О. М. Попова. Диференційована хірургічна тактика у поранених з дефектами м'яких тканин на IV рівні медичного забезпечення. Сучасні аспекти військової медицини випуск 27. 01-02.10.2020 р. ст. 41.
32. **S.V. Tertyshnyi** “Clinical case of the multimodal scheme using for limbs and frontal thorax soft tissues reconstruction” XXIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology November 30, 2020 Warsaw, Poland
33. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Модернізований підхід відновлення вогнепальних поранень з дефектом м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична

конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса

34. Майданюк В.П., **Тертишний С.В.**, Зарванський Д.І. Динамічне спостереження під час реконструкції вогнепальних пошкоджень м'яких тканин. Всеукраїнська курсантсько – студентська науково – практична конференція «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 16 квітня 2021р. м. Одеса
35. **Тертишний С.В.**, Гуменюк К.В., Майданюк В.П. Зміна поглядів на диференційне лікування вогнепальних поранень м'яких тканин, з врахуванням майбутніх реконструктивних етапів. Науково – практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання невідкладної хірургії» м. Харків 28-29.04.2021р.
36. **Тертишний С.В.**, Друмов Д.А. Особливості сучасної реабілітації поранених з вогнепальними дефектами м'яких тканин. актуальні питання медичних наук: теоретичні та прикладні дослідження. Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 23 квітня 2021 року)

- Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації:

- 48.Хоменко І.П., Гуменюк К.В., Король С.О., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М., Попова О.М. Продукт для впровадження аутодермопластики РШК у поєднанні з імпульсним негативним тиском під час комплексного лікування вогнепальної рани. Патент України № а 2020 07435. – 2020.
- 49.Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Захватний інструмент горизонтального типу для видалення малих сторонніх тіл м'яких тканин.

Патент України №153158. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 24.05.2023. - Бюл. №21. – 4 с.

50.Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С. В.**, Отт О.Ю. Інструмент магнітний з асиметричним зубом для видалення фіксованих феромагнітних сторонніх тіл. Патент України №153258. – Заявлено 10.02.2023; Опубл. 08.06.2023. - Бюл. №23. – 4 с.

51.Хорошун Е.М., Макаров В.В., Негодуйко В.В., Панасенко С.І., Клапчук Ю.В., Великодний О.М., Ковтун К.В., Шипілов С.А., Горолюк Д.О., Риженко А.П., Купріяничук В.В., **Тертишний С.В.** Пристрій захватний вертикального типу для видалення сторонніх тіл малих розмірів, розташованих поверхнево. Патент України №153702. – Заявлено 02.12.2022; Опубл. 16.08.2023. - Бюл. №33. – 4 с.

52.Хоменко І.П., Цема Є В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Шкляревич П.О. Динаміка мікробної контамінації вогнепальної рани під час комплексного хірургічного лікування // Хірургія України. - 2018. - № 1. - С. 7-13

53.Хоменко І.П., Цема Є.В., Шаповалов В.Ю., **Тертишний С.В.**, Гринчук М.М. Діагностичні можливості спектральної інфрачервоної термографії в ході лікування вогнепальних поранень м'яких тканин // Проблеми військової охорони здоров'я. – 2019. – Вип. 51. – С. 262-268.