

УДК 616.14-02
№ держреєстрації 0121U11700
Інв.№

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
01601, м. Київ, вул. Володимирська 64/13, тел. 239-31-35

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Київського національного

університету імені Тараса Шевченка

професор 
«15» грудня

Ганна ТОЛСТАНОВА
2021 р.

ЗВІТ

про науково-дослідну роботу
за договорами від 02 листопада 2020 р. № 122/01/2020
від 01 червня 2021 р. № 205/01/0308

«ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЧИЗНЯНИХ ЛАЗЕРНИХ ТА
ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛІКУВАННІ РАН ТА
ТРОФІЧНИХ ПОРУШЕНЬ М'ЯКИХ ТКАНИН, СПРИЧИНЕНИХ БОЙОВИМИ
ТРАВМАМИ ТА ЗАХВОРЮВАННЯМИ МАГІСТРАЛЬНИХ СУДИН.

грантова підтримка Національного фонду досліджень України у межах
конкурсу ««Наука та безпека людини та суспільства»
(остаточний)

Науковий керівник проекту,
директор університетської клініки,
доктор мед.наук, професор


(підпис)

Віктор ЧЕРНЯК

2021

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою Київського
національного університету імені Тараса Шевченка, протокол № 10 від
«09» грудня 2021 р.



СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник проекту, директор
університетської клініки Київського
Національного університету імені
Тараса Шевченка, доктор медичних
наук, професор

Професор кафедри оперативної
хірургії та топографічної анатомії
НМУ ім. О.О. Богомольця, завідувач
консультативно-діагностичним
відділенням університетської клініки
Київського Національного
університету імені Тараса Шевченка,
доктор медичних наук.

Старший лаборант кафедри
оперативної хірургії та топографічної
анатомії НМУ ім. О.О. Богомольця

Провідний хірург Національного
військово-медичного клінічного
центру «Головний військовий
клінічний госпіталь» МО України,
полковник медичної служби

Старший ординатор відділення
рентгенкардіоваскулярної хірургії
клініки променевої діагностики та
терапії Національного військово-
медичного клінічного центру
«Головний військовий клінічний
госпіталь» МО України, капітан
медичної служби

лікар хіург відділення судинної
хірургії Національного військово-
медичного клінічного центру
«Головний військовий клінічний
госпіталь» МО України

В.А. Черняк
(вступ, розд. 1.5, 2.2,
висновки)

П.Ф. Музиченко
(розд. 1.1, 1.3, 2.3)

Д.Є. Дубenko
(розд. 1.6, 2.4, висновки)

Р.В. Гибalo
(розд. 1.1, 1.2, 2.5)

К.К. Карпенко
(розд. 1.1, 1.4, 2.6)

Ю.В. Нагалюк
(розд. 2.1, 2.7, висновки)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: с. 147, табл.8, фігур 7, рис. 112, джерел 36.

Об'єкт дослідження – поранені бійці АТО/ООС з ураженнями судин та дефектами м'яких тканин; хворі з трофічними виразками і ранами з ураженнями судин, експериментальний біологічний матеріал - біологічні тканини (біоімітатори) – судини.

Предмет дослідження: Процеси, які активують власні регенераторні можливості організму після лазерного опромінення та зміни, що виникають після електрозварювального з'єднання судин.

Методи дослідження: загальноклінічні, лабораторні, механо-манометричні, гістологічні дослідження електрозварювальних швів судин в експерименті.

Мета роботи – Покращити результати лікування ран і трофічних виразок, спричинених бойовою травмою та захворюваннями судин шляхом удосконалення вітчизняних медичних технологій високочастотного електрозварювання та магнітолазерної терапії із застосуванням новостворених апаратів і технік.

В результаті виконання даної НДР нами вивчені в експерименті можливості високочастотної електрозварки і магнітолазерної терапії з'єднувати та перекривати магістральні і периферичні судини, прискорювати загоєння ран і трофічних виразок з використанням розроблених і виготовлених лазерного та електрозварювального пристройів. Це зроблено шляхом експериментальної апробації виготовлених експериментальних зразків планованих апаратів і пристройів. Проведено також патентування запропонованих пристройів і апаратів. Структура проведених досліджень була наступною: вивчення можливостей технології, створення відповідної завданням дослідження техніки і інструментарію, експериментальна і клінічна оцінка їх застосування, оцінка морфології електрозварювальних швів, їх міцності в різних судинах і з'єднаннях та покращення кровопостачання в уражених органах і тканинах при лазерному опроміненні. Результатами виконання даної роботи були рішення наступних завдань: розробка і клінічна апробація способу комплексного лікування ран і трофічних виразок з попередньою доклінічною апробацією виготовленого лазерного пристроя; доклінічна оцінка методу високочастотного електрозварювального з'єднання «вена-вена», «артерія-артерія», «вена-артерія» з доклінічною апробацією виготовленого джерела живлення і розроблених електрохірургічних інструментів. Також було розроблено і клінічно застосовано модифіковане визначення площі та об'єму ран. Було розроблено, виготовлено, апробовано в експерименті та застосовано в клінічних умовах пристрій-інструмент для дистанційної субфасціальної диссекції перфорантних вен методом електрозварювання з клінічною апробацією виготовленого джерела живлення.

Очікувана ефективність: медична та економічна (зменшення терміну медико-соціальної реабілітації та витрат на лікування хворих і поранених; соціальна (покращення рівня та якості життя і здоров'я постраждалих від травм та хворих з хронічними захворюваннями судин).

Ключові слова: трофічні виразки, лікування ран, поранення, судини, лазер, електрозварювання, морфологія електрозварювальних швів, міцність.

Research report: p. 147 , table 8, figures 7, fig. 112, sources 36.

The object of research - wounded ATO / OOS fighters with vascular lesions and soft tissue defects; patients with trophic ulcers and wounds with vascular lesions, experimental biological material - biological tissues (bioimulators) - vessels.

The subject of research: Processes that activate the body's regenerative capabilities after laser irradiation and changes that occur after electric welding of vessels. Research methods: general clinical, laboratory, mechano-manometric, histological studies of electric welds of vessels in the experiment.

Objective - To improve the results of treatment of wounds and trophic ulcers caused by combat injuries and vascular diseases by improving domestic medical technologies of high-frequency electric welding and magnetic laser therapy using newly developed devices and techniques.

As a result of this research, we studied in an experiment possibility of high-frequency electric welding and magnetic laser therapy to connect and block main and peripheral vessels, accelerate wound healing, and trophic ulcers using developed and manufactured laser and electric welding devices and equipment. This is done by experimental testing of manufactured experimental samples of planned devices and equipment. The proposed devices and equipment have also been patented. The structure of the research was as follows: the study of technology capabilities, creation of appropriate research techniques and tools, experimental and clinical evaluation of their use, evaluation of the morphology of welds, their strength in various vessels and joints, and improving blood supply to affected organs and tissues by laser irradiation. The results of this work were the solution of the following tasks: development and clinical testing of a method of complex treatment of wounds and trophic ulcers with preliminary preclinical testing of the manufactured laser device; preclinical evaluation of the method of high-frequency electro welding connection "vein-vein", "artery-artery", "vein-artery" with pre-clinical testing of the manufactured power supply and developed electrosurgical instruments. A modified determination of wound area and volume has been developed and clinically applied. A device tool for remote subfascial dissection of perforating veins by electric welding with clinical approbation of the manufactured power supply has been developed, manufactured, tested in an experiment, and applied in clinical conditions.

Expected effectiveness: medical and economic (reduction of medical and social rehabilitation and costs of treatment of the sick and wounded; social (improving the level and quality of life and health of victims of injuries and patients with chronic vascular diseases).

Keywords: trophic ulcers, wound healing, wounds, vessels, laser, electric welding, the morphology of electric welds, strength.

ЗМІСТ

Розділ	Найменування розділу/підрозділу	сторінка
	Зміст	6
	Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів	8
	Вступ	9
I.	Доклінічно-клінічна оцінка розроблених електрозварювальних пристройів для лікування уражених судин	13
1.1	Матеріали і методи. Загальна характеристика розробок електрозварювальних пристройів для лікування уражених судин	15
1.2	Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварювального з'єднання вена-артерія	23
1.3	Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварювального з'єднання вен	28
1.4	Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для дистанційної субфасціальної диссекції перфорантних вен методом електрозварювання	39
1.5	Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварювального з'єднання артерій.	65
1.6	Результати клінічного застосування і оцінка способу визначення площини об'єму ран	67
II.	Клінічна оцінка розробленого Багатофункціонального лазерного комп'ютерного комплекса з 8-ма каналами «Фотонікс-21»	79
2.1	Матеріали і методи. Загальна характеристика груп хворих та клінічна апробація розробленого способу комплексного лікування ран і трофічних виразок	79
2.2	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у військовослужбовців після отримання ними бойових уражень	89
2.3	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки венозного генезу	100
2.4	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки	109

	при цукровому діабеті	
2.5	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки артеріального генезу	112
2.6	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки і рани інфекційного генезу	116
2.7	Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки змішаного генезу	120
	Висновки	125
	Публікації за результатами досліджень	127
	Список використаних джерел	135
	Додатки	140

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БВПМСНК – бойові вогнепальні пошкодження магістральних судин нижніх кінцівок
ХЗВ – хронічні захворювання вен
ХВН – хронічна венозна недостатність
ХВН НК - хронічна венозна недостатність нижніх кінцівок
ВХ – варикозна хвороба
ВХНК – варикозна хвороба нижніх кінцівок
ПТХ НК – післятромботична хвороба нижніх кінцівок **ТВ** – трофічна виразка
УЗДГ – ультразвукова допплерографія
МСКТ – мультиспіральна комп’ютерна томографія
МРТ – мультирезонансна томографія
ЦСА – цифрова субтракційна ангіографія
ЕКГ – електрокардіографія
ВПВ – велика підшкірна вена
МПВ – мала підшкірна вена
AAC – антимікробний аплікаційний сорбент
ОАСНК – облітеруючий атеросклероз судин нижніх кінцівок
РВХ – рецидив варикозної хвороби
СПС – сафено-поплітеальне співгирло
СФС – сафено-феморальне співгирло
УЗССНК – ультразвукове сканування судин нижніх кінцівок
ВЧ – високочастотний
ССЗ – серцево-судинні захворювання
НЛВ – низькоінтенсивне лазерне випромінювання
ПОЛ - перекисне окиснення ліпідів
МП - магнітне поле
ІЧ- інфрачервоний
БФЛТ - багатофункціональна лазерна терапія
СЛС - скануюча лазерна система
ЛЗ – лікувальний заклад

ВСТУП

За останні роки фахівці різних країн досягли значних успіхів у галузі прикладних і фундаментальних знань із лазерної медицини. Особливо успішно розвивалися дослідження в напрямі системного підходу та багатофункціонального застосування лазерної терапії в клінічній і курортній практиці. Зональна лазеротерапія, лазеропунктура, магнітолазерна терапія і терапія лазерним скануючим променем у неврології, кардіології, ревматології та багатьох інших розділах клінічної медицини продемонстрували певні переваги над традиційними методами лікування. Не менш переконливі дані з питань ефективності багатофункціональної лазеротерапії при лікуванні цукрового діабету та його ускладнень, суглобових і скелетно-м'язових бальових синдромів були отримані авторами в серії рандомізованих клінічних досліджень, проведених в основному протягом останніх 10 років.

На сьогодні завдяки грантовій підтримці Національного фонду досліджень України розроблено комплексну технологію лазерного опромінення ранових поверхонь, системне над- і внутрішньовенне опромінення, а також імуностимуляція лазером органів імунного захисту на основі новостворених і вдосконалених апаратів та пристрійв. Слід зазначити, що поряд із лазерною терапією пропонується застосовувати модуляції магнітного поля на функціональних терапевтичних частотах у поєднанні з оптичним випромінюванням різного спектра. Додатково запропоновано впливати на декілька функціональних систем одночасно, що сприятиме підвищенню ефективності проведення лікування. З урахуванням вимог до стандартизації лікувальних та реабілітаційних процедур автори вважали за необхідне дати практичні рекомендації щодо застосування багатофункціональної лазерної терапії у вигляді технологічних карт. Це стосується насамперед захворювань магістральних і периферичних судин, їхніх наслідків у вигляді виразок, інфекцій шкіри, порушень мозкового кровообігу, нижніх кінцівок, ран, включаючи бойові ушкодження.

Медична наука вимагає проведення систематичної планомірної критично зваженої роботи з накопичення та впорядкування інформації, вкрай необхідної практичним хіургам для своєї повсякденної роботи. Проте й досі дуже мало опубліковано відкритих видань, у яких вчені-дослідники поділилися б своїм досвідом про використання високочастотного електрозварювання в хіургії і насамперед щодо електрозварювального з'єднання магістральних і периферичних судин. Дослідження проводилося експериментальними методами на спеціально розробленому та змонтованому комплексі шляхом фізичного моделювання в Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України під керівництвом доктора технічних наук Ю. М. Ланкіна. Описаний есперимент високочастотного електрозварювання для судинної хіургії є новітньою розробкою авторів. Раніше вже були описані технології лазерного зварювання судин (CO₂, argon and laser welding technology). Проте авторська розробка пропонується як якісна альтернатива цим методам. Біологічна дія лазерного випромінювання та оцінка можливостей високочастотної електрозварки з'єднувати і перекривати артерії і вени є актуальним напрямом досліджень.

Робота присвячена вивченю ефективності розроблених технологічних рішень та виготовлених на їх основі пристройів: лазерного апарату "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21» та хіургічного інструменту для електрозварювального з'єднання кровоносних судин. Ця техніка на попередніх етапах дослідження пройшла доклінічно-клінічні випробування на біоімітаторах тваринного походження з оцінкою гістології швів, їх механічної міцності на розрив, температурних параметрів та за клінічним результатом швидкості загоєння ран і трофічних виразок.

Мета роботи – покращити результати лікування ран і трофічних виразок, спричинених бойовою травмою та захворюваннями судин шляхом удосконалення вітчизняних медичних технологій високочастотного електрозварювання та магнітолазерної терапії із застосуванням новостворених апаратів і технік та клініко-експериментальна апробація виготовлених експериментальних зразків планованих апаратів і пристройів.

Ключові слова: трофічні виразки, лазер, високочастотна електрозварка, рани, гібридна хірургія, судини, поранення, судини, пристрій для електрозварювання, міцність електрозварювальних швів.

Трофічна виразка - це глибокий та тривало незаживаючий дефект шкіри, що виникає внаслідок ряду порушень. У 80% випадків трофічні виразки розвиваються в зв'язку з венозною недостатністю, тоді як на частку захворювань артеріальної або змішаної етіології припадає лише 20%. Дано патологія - це важке ускладнення, внаслідок інших хвороб, основними причинами виникнення яких є порушення поживних і обмінних процесів в тканинах, а також мікроциркуляції крові. Особливими є ушкодження тканин внаслідок травм, серед них найбільш актуальними є бойові [9-10, 22-26].

У формуванні трофічної виразки однакове значення мають два процеси: патологічні явища, які порушують кровообіг: венозна недостатність (варикозна хвороба, постстромбофлебітична хвороба); артеріальна недостатність (облітеруючий атеросклероз, облітеруючий ендартеріїт); порушення лімфотоку; порушення іннервації певного ділянки шкіри і підшкірної клітковини; ускладнений перебіг цукрового діабету [1-8] і травма, що провокує первинне ушкодження в місці утворення майбутньої виразки [11-12]. Діабетичні виразки виникають при ускладненому перебігу цукрового діабету: являються найбільш важкими для лікування; незначне випадкове пошкодження шкіри "запускає" лавиноподібний процес, в умовах порушеного кровопостачання і зміненої іннервації не розвивається загоєння; поступово збільшується площа і глибина виразкового дефекту; приєднання вторинної гнійної інфекції провокує наростання загальної інтоксикації; частіше виникає на стопах, особливо на великих пальцях або при травмуванні натоптишів.

80% припадає на частку венозних виразок, які частіше розвиваються в дистальних відділах голівки з набряками [13]. У частини пацієнтів є хронічна артеріальна патологія, і виразки - наслідок захворювань артерій кінцівок: рани невеликі; заповнені гноєм; в основному з'являються в трьох місцях: зовнішня

сторона стопи, п'ятка і великий палець; наявність вираженого болю в нозі, по типу «переміжної кульгавості», біль в нічний час [19-21]. Післятромботична хвороба - це хронічна венозна патологія, пов'язана з перенесеним гострим тромбозом глибоких вен, із подальшими патоморфологічними і патофізіологічними процесами у венозній системі, які об'єднуються в окрему нозологічну форму з типовими зовнішніми проявами і характерними порушеннями регіонарної та центральної гемодинаміки [14-18].

Нейрогенні виразки виникають при ураженні периферичних нервів нижніх кінцівок та характеризуються наступними даними: зовнішній вигляд нагадує пролежні; формуються в місцях підвищеного тиску - на підошві, п'ятці; округлої форми; мінімальні запальні явища навколо виразки; безболісні.

З'єднати ушкоджену артеріальну чи венозну судину шляхом безшовного електрозварювального методу ще нікому не вдавалось, а ефективність магнітолазерної терапії для лікування ран різноманітного генезу не вивчена в клінічних умовах. Тому розробка технології високочастотного електрозварювання пошкоджених судин є потребою часу [27-29], а лікування лазерами – приорітетом сучасної медицини [30-36].

РОЗДІЛ I

ДОКЛІНІЧНО-КЛІНІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ УРАЖЕНИХ СУДИН

На першому етапі дослідження використовувався пристрій оригінальної конструкції, що містить в собі електродний інструмент біполярної конфігурації для подачі високочастотного току на електроди, що розташовані на його кінці. Облітерація дефектів судин і інших пошкоджень мягких тканин відбувається не за рахунок коагуляції, а внаслідок зварювання (швидкого випаровування рідини). Процес зварювання на окремому сегменті проходить при температурі 55-65 °C протягом 1-2 секунд, глибина поширення теплового впливу не перевищує 1мм. Зазначені параметри дозволяють мінімізувати термічні уражання оточуючих тканин (рисунок 1.1).

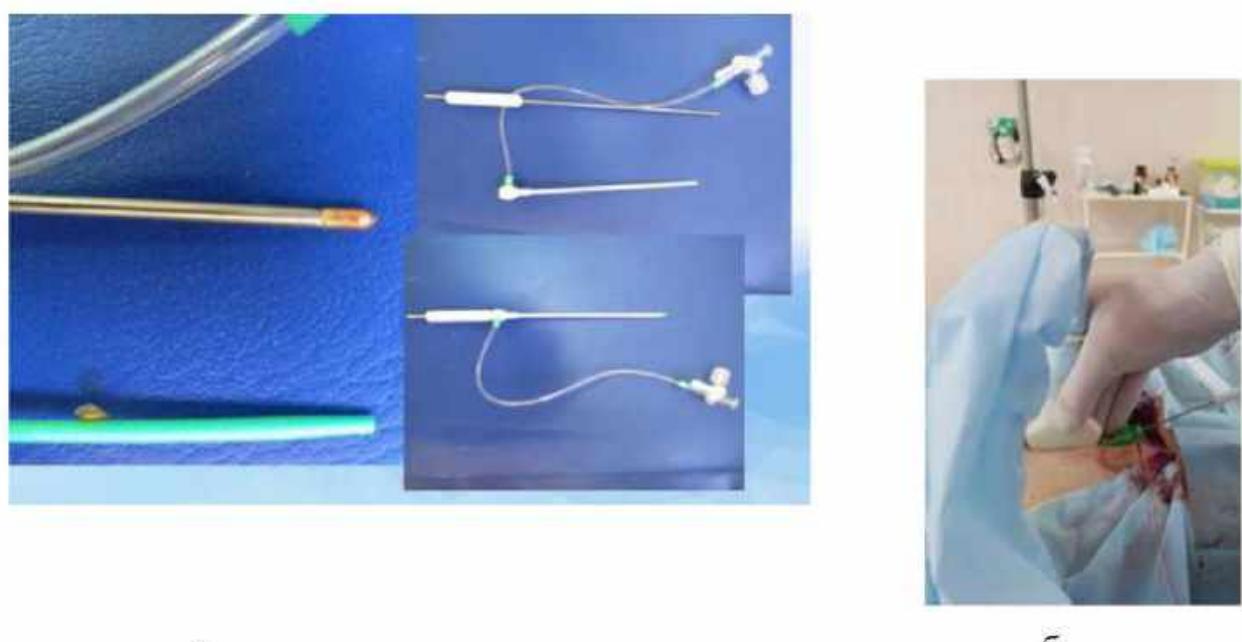


Рисунок 1.1. Оригінальний розроблений інструментарій (а) і техніка закритого пункцийного заварювання отворів судин в умовах клініки під контролем ультразвукового дослідження (б).

Спосіб при цьому безпечний і простий у виконанні, адже особливості електrozварювального зонда-електрода забезпечували збереження здорових тканин поза межами стінки судин. Дослідження в експерименті проводились на

свинячих та телячих внутрішніх органах, взятих не пізніше трьох і дванадцяти годин відповідно після забою тварин. До досліджень органи зберігались при температурі +5 С. Електрохіургічне перекриття судин визначалося трьома компонентами:

- виділене тепло;
- зусилля стиснення;
- час нагрівання.

На рисунку 1.2-а – представлений вид судини великого діаметру, коагуляція в якому проведена без значного стиснення. На рисунку № 1.2-б представлена судина невеликого діаметру, яка була «зварена» із значним тиском.

Нагрівання без тиску



Рисинок 1.2-а
Перекриття судин діаметром до 11мм.

Нагрів з тиском -

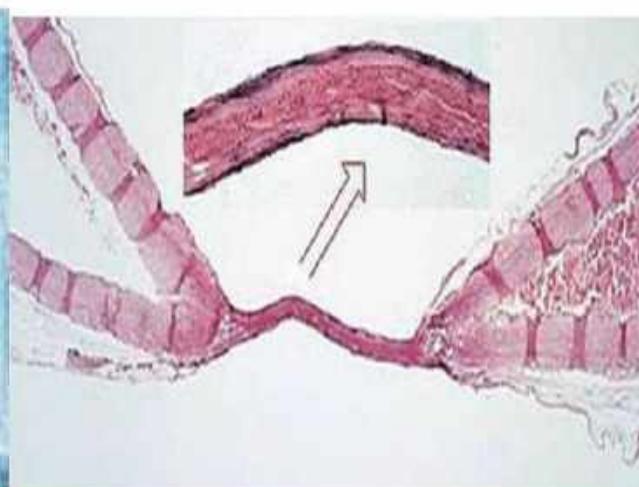


Рисунок 1.2-б
Перекриття судин діаметром <2 мм

Результати:

*Тканина зіщулилася і утворився тромб
Перекриття з утворенням колагенової "пробки".*

*Просвіт невидимий ні
неозброєним оком, ні
під мікроскопом.*

1.1 Матеріали і методи. Загальна характеристика розробок електрозварювальних пристройів для лікування уражених судин

Як і при точковому контактному зварюванні металів, зварювання біологічних тканин робили внахлест або шляхом розбортовки. Термопара поміщалася між зварюваними тканинами по осі електродів. В результаті через неї проходить частина зварювального струму. Оцінimo нагрів термопари струмом, що проходить через неї. Тепло, що виділяється в термопарі пропорційно питомому опору матеріалу термопари ρ . Питомі опори матеріалу дротів вживаної термопари типу К хромель і алюмелль дорівнюють $0.66 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ і $0.33 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ відповідно. Питомий опір найбільш електропровідної речовини тіла людини - плазми крові - 0.66 Ом , тобто на 6 порядків більше питомого опору матеріалів термопари. Саме тому, зварювальний струм, що проходить через спай термопари, ніяк не може викликати її помітний додатковий нагрів і тим самим спотворити результати вимірювання. Оскільки теплопровідність матеріалу термопари приблизно $90 \text{ Вт}/(\text{мК})$, а води, що визначає теплопровідність біологічних тканин, приблизно $0.68 \text{ Вт}/(\text{мК})$, тобто на два порядки менше, температура термопари в усьому об'ємі однакова і вирівнює нерівномірність температури в прилеглій до термопари тканині. Таким чином, в першому наближенні можна знехтувати впливом порівняно малої термопари на температуру тканини при зварюванні. Термопара розміщувалася між складеними тканинами в області проходження струму біополярного зварювального інструмента.

Інструкція щодо застосування розробленого іноваційного пристрою для електрозварювального з'єднання судин (рисунок 1.1.1).

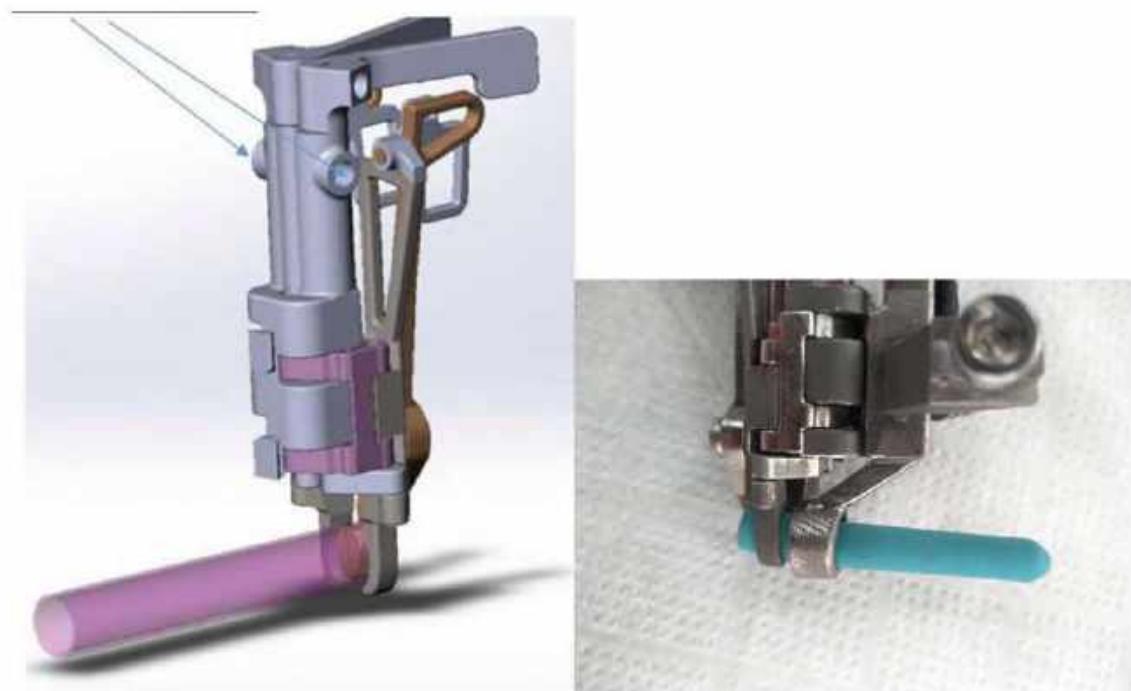
1. *Вихідне положення:* затискач знятий, ручки управління зведені назустріч, затискачі зведені до центру фіксуючі гвинти затиснуті

ручки керування:



2. *Крок перший:* Одягаємо судину на зведені захвати. Натискаємо на ручки затискачів у напрямку до центру та захоплюємо судину. Хроповики запобігають ослабленню захватів.

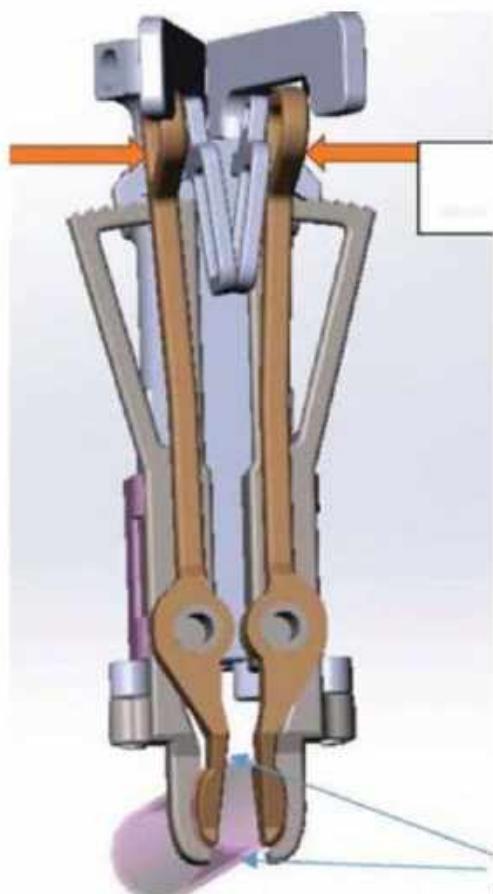
фіксуючі гвинти



3. *Крок другий:* Надрізаемо ножицями судину вздовж на довжину близько 8мм. (підібрати індивідуально)

Ручка затискача

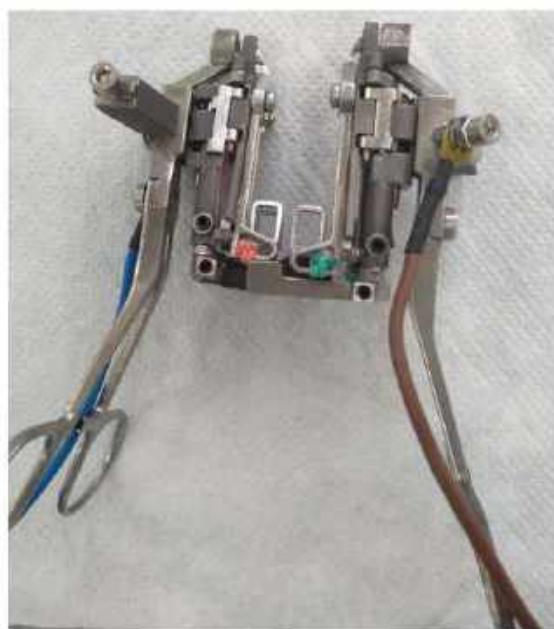
Ручка затискача



4. *Крок третій:* Одягаємо затискач, для чого зводимо його над зачепами для затиску до стану надійної фіксації. Лапки електродів повинні розташовуватися навколо судини.

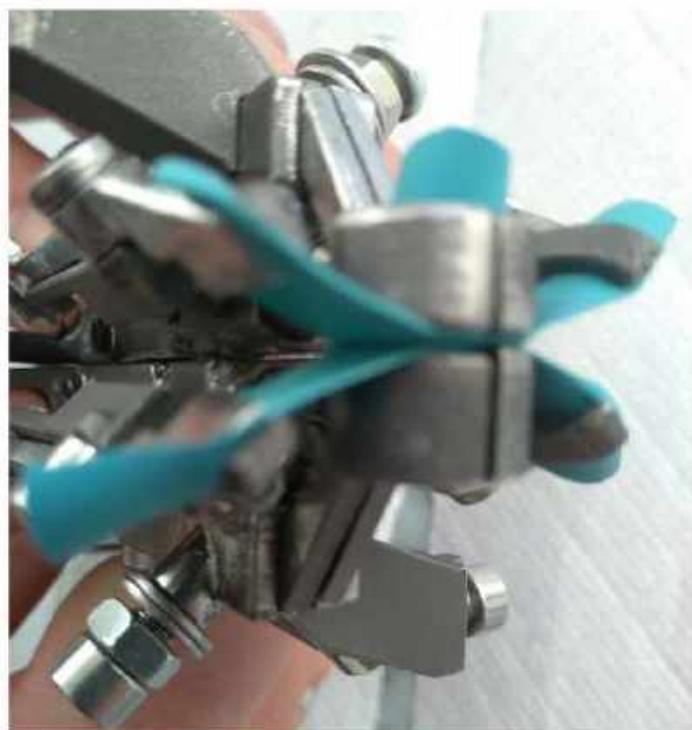


5. *Крок четвертий:* а – дві частини інструмента разом без судин; б – з розбортованими і готовими до зварювання кінцями судини; в – процес зварювання.



а

б



в

Рисунок 1.1.1. Покрокова інструкція застосування розробленого іноваційного пристрою для електrozварюваного з'єднання судин.

Нагрівання тканини здійснювалося джерелом ЕК-300М1. В якості зварювального інструменту використовувалися інструмент фірми LTC із зігнутими браншами (рисунок 1.1.2). Матеріал електродів , контактна поверхня 3 x 18 мм, опір 0.16 + 0.16 Ом. Частота оцифрування даних 1 кГц. На Рис.5 приведені записи вимірю температури при нагріванні тканини зварювальним джерелом.

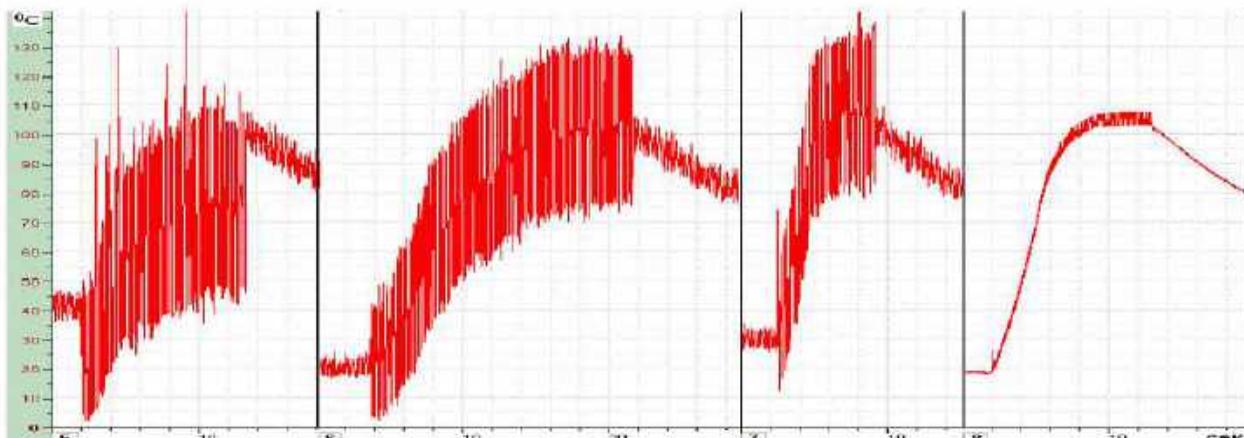


Рисунок 1.1.2. - Нагрівання тканини.– запис температури за наявності усіх апаратних фільтрів нижніх частот.

При електрозварювальній дії на стінки артерії між електродами утворювався шов, який складався із щільної напівпрозорої тканини світло-коричневого кольору з чіткою межею по краю розташування електродів. Мікроскопічно субстанція електрозварювального шва була представлена гомогенною щільною речовиною, що утворювалась із коагульованих і міцно з'єднаних одна з одною білкових структур, основою яких були колагенові волокна стінки судини.

По напрямку від поверхні електродів вглиб прослідковувалась зона гомогенізації адвентиції і зона коагуляції гладеньком'язових волокон. Основним компонентом електрозварювального шва є колагенові волокна, значна частина яких і розташована як раз в адвентиції. Тому в цих зонах спостерігається утворення міцної гомогенної субстанції зварювального шва зі щільною консистенцією. Структурні зміни гладеньком'язових волокон, що розташовуються переважно в медії, характеризуються розвитком коагуляційного некрозу. Ядра і контури клітин зберігаються, що свідчить про меншу міцність електрозварювального шва в цих зонах. Між жмутками коагуляційно змінених

гладеньком'язових волокон виявляються також дрібні щілини, що зумовлено пароутворенням, і які також зменшують міцність шва.

Перифокально від країв електродів на відстані 1-1,5 мм також спостерігались коагуляційні зміни тканин. Однак, при цьому чітко простежувалися контури тканинних структур і ядра клітин. Ще більш перифокально (на відстань 2-3 мм) від країв електродів в стінках артерій спостерігаються осередкові коагуляційні зміни і характерні ознаки впливу електромагнітного поля (ритмування структур, відокремлення провідників і діелектриків, поляризація структур зі зміною їх просторового розташування). При цьому стінки артерій також ущільнювались.

Для проведення досліджень була розроблена система для вимірювання температур, яку представлено на рисунок 1.1.3. Вона складається із підсилювача термо-ЄДС (2), зовнішнього модулю АЦП Е14-440 "Л-Кард" (3), ноутбука із програмним забезпеченням "PowerGraph" (4). До системи також входив біополярний електрохіургічний затискач (5), ВЧ-електроагулятор ЕК-300М1 (6), а також інструменти, які ми розробили. Для дослідження діапазону температур у межах 40–200°C, яка використовується при електрозварюванні біологічних тканин, ми підібрали термопару типу К діаметром 70 мкм (1).



Рисунок 1.1.3. Загальний вигляд системи вимірювання температури при біополярному високочастотному електрозварюванні м'яких біологічних тканин

Термопару розміщували між біологічними тканинами стінок різних судин у зоні проходження струму біполярного зварювального інструменту, як представлено на рис. 1.1.4.

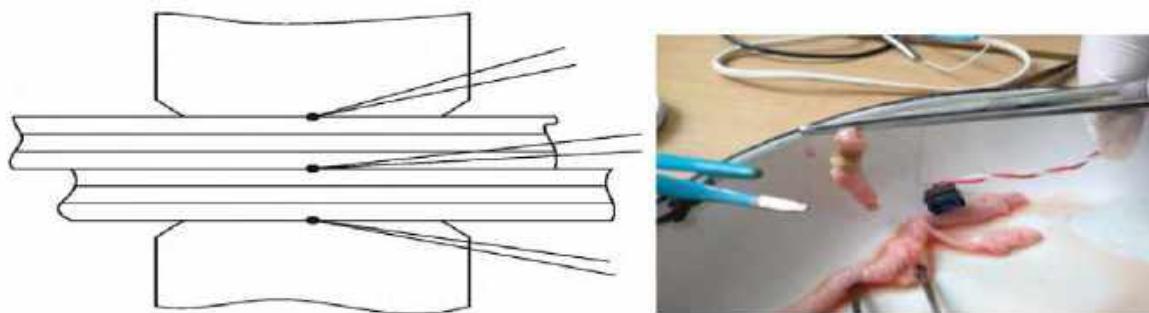


Рисунок 1.1.4. Варіанти разміщення біполярного зварювального інструменту між браншами термопари (схема) і фото експерименту з термопарою

Таким чином, було проведено вивчення температурних режимів тканин судин, кишечника, м'язової ткани, легенів та печінки. Результати проведених досліджень представлено у вигляді графіків на рисунку 1.1.5. Як бачимо, на графіках зареєстровано силу струму, величину напруги та опору та їхні коливання, що залежать від величини нагрівання тканини.

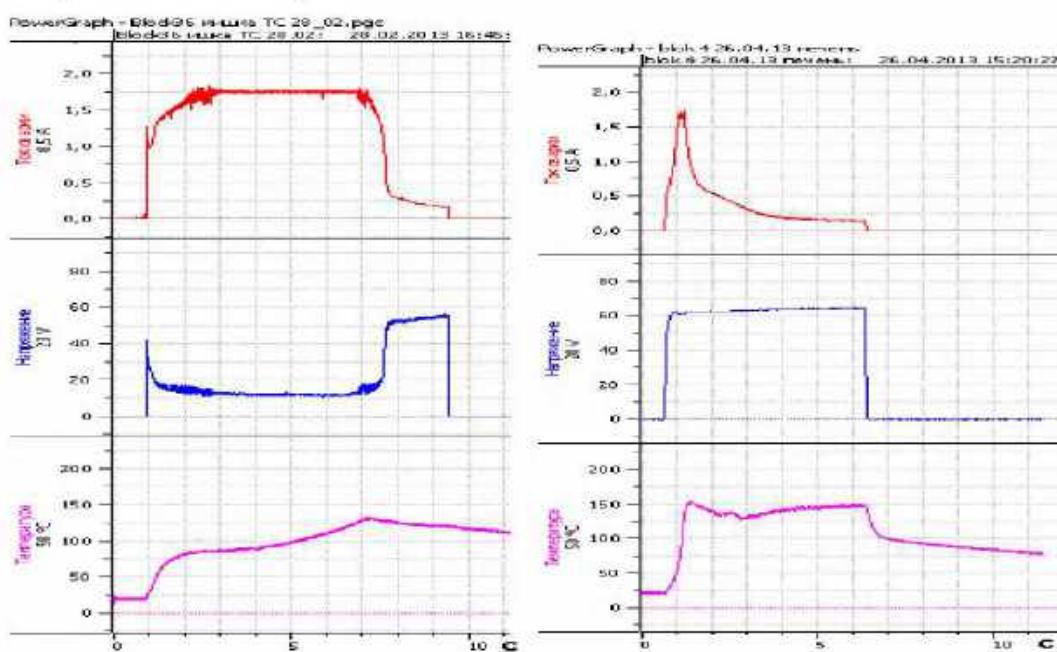


Рисунок 1.1.5. Співвідношення сили струму, напруги та опору, а також їхні коливання залежно від величини нагрівання різних тканин.

При біполярному зварюванні біологічних тканин при проходженні через них електричного струму в результаті нагрівання відбувається виділення тепла в електропровідній біологічній рідині, яка є електролітом. Тверді субстанції біологічних тканин, які розташовані поряд або ж у ній, не електропровідні, електричний струмом не нагріваються і відповідно залишаються завжди холодніші за рідини.

Нормальна температура тіла людини лежить у межах 34–37°C, підвищення температури до 40°C проходить без пошкодження для структурної цілісності клітин і тканин. Однак, якщо температура сягає 50°C – настає смерть клітин приблизно за 6 хв, а якщо температура підвищується до 60°C, то смерть клітин настає практично миттєво. У діапазоні 60–95°C проходить денатурація протеїну, яку називають "коагуляцією" – результат процесу, подібний до зварювання курячого яєчного білка вкруту. Таку дію на тканину використовують в електрохірургії для закриття трубчастих структур або кров'яних судин із метою гемостазу. Якщо температура при електrozварюванні подвищується до 100°C або й більше, настає кипіння внутрішньоклітинної рідини з подальшим масивним внутрішньоклітинним розширенням, що призводить до вибухового пошкодження оболонок клітини, випарювання рідини, яке супроводжується хмарами пари.

Таким чином, експериментально доведено безпечності високочастотного електrozварювання м'яких тканин з використанням розробленого хірургічного інструментарію. Тканина зварного з'єднання денатурована, повністю деструктурована і представляє собою гомогенну масу колагену, еластину та основних субстанцій тканини зі значно зменшеними межами між ними без явищ некрозу та обуглювання. Заготовка нового пристрою для електrozварювання судин із цепним (гірляндovим) принципом вмикання струму по периметру представлена на рисунку 1.1.6.

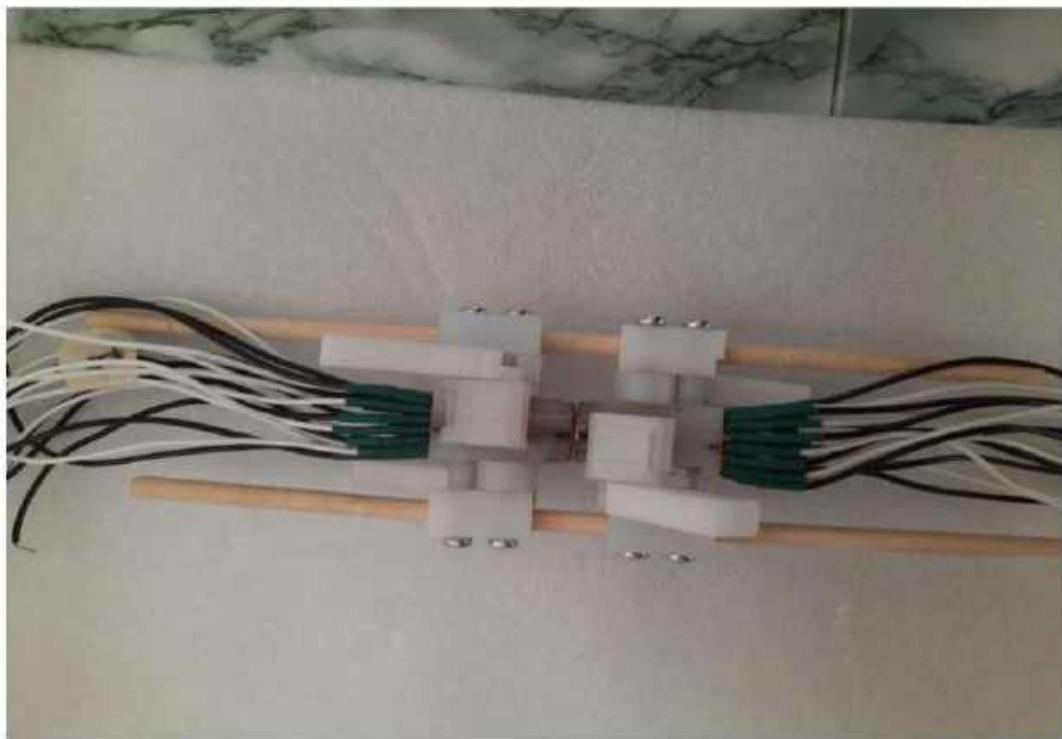


Рисунок 1.1.6 . Конструкція пристрою для електрозварювання судин із цепним принципом вмикання струму по периметру. Пристрій готується до випробування.

1.2 Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварювального з'єднання вена-артерія.

Проведення експерименту по високочастотному електрозварюванню фрагментів артерія-вена кінець в кінець із застосуванням нових пристрій для електрозварювання нашої конструкції (рисунок 1.2.1-10).

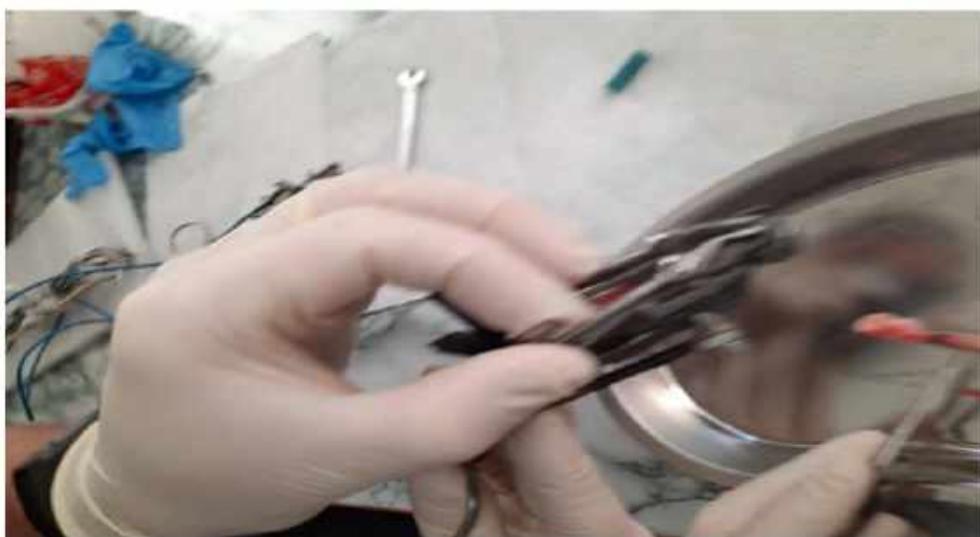


Рисунок 1.2.1. Вигляд фрагменту приладу для електрозварювання судин



Рисунок 1.2.2. Для електрозварювання підібрані судини домашньої великої рогатої худоби. Після препаратії судини, один її кінець розріається продольно на 1 см, утворюючи 2 пелюстки.



Рисунок 1.2.3. Далі розрізані кінці судин заводяться в бранші фрагменту пристрою для електрозварювання

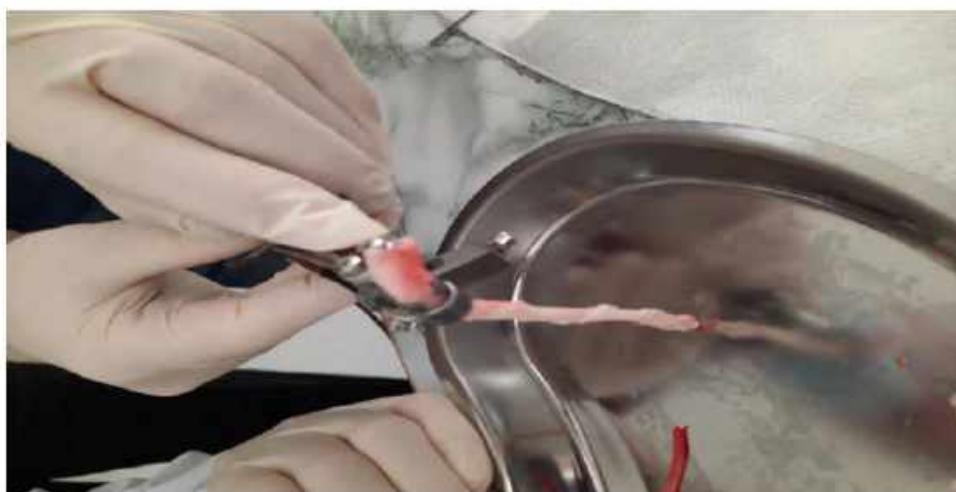


Рисунок 1.2.4. Кінці заведені в браншу фрагмента пристрою для електрозварювання.



Рисунок 1.2.5. Утворені пелюстки судин розводяться над браншою



Рисунок 1.2.6. Пелюстки судин щільно розкладаються на бранші



Рисунок 1.2.7. Пелюстки на одній бранші надійно фіковані на бранші



Рисунок 1.2.8. Таким же чином розміщаються пелюстки другого кінця судин на другій бранші



Рисунок 1.2.9. Пелюстки обох кінців судин закріплені на парі браншів, з допомогою яких буде проводитись електrozварювання двох кінців вени



Рисунок 1.2.10. Пара бранш, на яких закріплені два кінці судин, зведені, стиснуті між собою і ввімкнений високочастотний струм ох провів електрозварювання двох кінців судин.

Морфологічна оцінка високочастотного електрозварювального з'єднання артерія-вена

Зварювання артерії і вени за типом "кінець вени у бік артерії"

У ділянці зварювання артерії і вени виявлено зону коагуляції судин. Товщина і структурна організація судин на рівні зварювання змінена. Якщо в інтактній артерії і вені чітко були зареєстровані основні оболонки судини (інтими, м'язу оболонки, адвенциї) (рисунок 36, а), то в ділянці зварювання (рисунок 36, б) структурні елементи стінки судин були дезорганізовані, виникла різноспрямована орієнтація еластичних волокон в артерії (в інтактній циркулярна), структурно порушено адвенцию (наявні ділянки деструкції, очевидно після механічного впливу). У зоні коагуляції були зареєстровані безклітинні порожні лакуни.

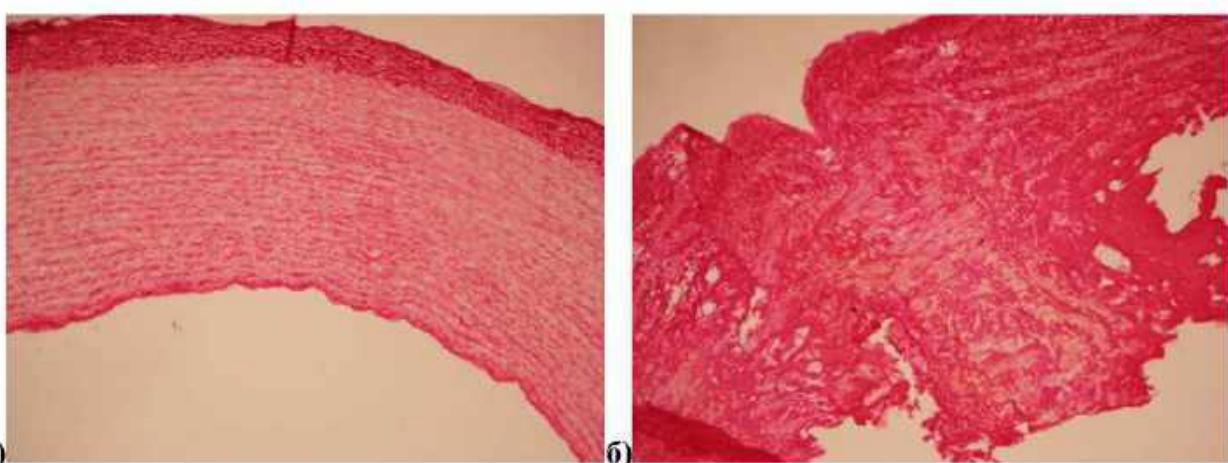


Рисунок 1.2.11. Зварювання артерії і вени кінець у бік:
а) інтактні ділянка артерії ($\times 100$); б) інтактна ділянка вени ($\times 100$),
ділянка зварювання ($\times 200$). Пікросіріус червоний.

1.3 Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварювального з'єднання вен.

Оцінка високочастотного електрозварювального з'єднання вен «кінець в кінець» (Рисунок 1.3.1-13).



Рисунок 1.3.1. Вигляд вени відпрепарованої, підготовленої до випробування



Рисунок 1.3.2. Перевірка прохідності вена та на її цілісність



Рисунок 1.3.3. Вену посередині пересікаємо, щоб в подальшому зробити анастомоз із двох фрагментів кінець в кінець. Потім один кінець готуємо для закріплення на браншах пристрою для електrozварювання.



Рисунок 1.3.4. Таким же чином готуємо другий кінець вени, перед закріпленням в браншах пристрою для електrozварювання



Рисунок 1.3.5. Другий кінець вени закріплюємо на бранші пристрою для електrozварювання



Рисунок 1.3.6. Вид підготовленого т з закріпленого кінця вени на бранші пристрою для електрозварювання



Рисунок 1.3.7. Такі ж етапи проводимо на другому кінці фрагменту вени



Рисунок 1.3.8. Обидва кінці вени закріплені на браншах і все підготовано до електрозварювання



Рисунок 1.3.9. Зведені кінці вени, закріплених в браншах і стиснуті між собою



Рисунок 1.3.10. Ввімкнутий струм і почався процес електrozварювання двох фрагментів вени кінець – кінець – інтима до інтими.



Рисунок 1.3.11. Зняті бранші із вени. Зварені фрагменти вени кінець в кінець досить надійно



Рисунок 1.3.12. Для перевірки надійності електрозварних фрагментів двох кінців вени, з допомогою пінцетів, ми провели пробу по розірвання анастомозу. При помірному розтягуванні в протилежні сторони фрагментів, розірвати анастомоз нам не вдалось.



Рисунок 1.3.13. Отриманий анастомоз ми вирішили віддти на патоморфологічне дослідження, для уточнення морфологічних змін, які пройшли під час впливу електрострому на вени під час електрозварювання.

Друга серія отримання венозного анастомозу кінець в кінець із випробуванням шва анастомозу на витримку внутрішньового тиску з допомогою пристрою нашої конструкції (рисунок 1.3.14-19).



Рисунок 1.3.14. Уже відпрацьованим нами способом ми зкріпили на браншах два фрагменти вени, підготувавши до накладання анастомозу кінець в кінець



Рисунок 1.3.15. Фрагменти вени, закріплені на браншах пристрою для електrozварювання, підводим одна до одної



Рисунок 1.3.16. Після надійного стискання вен, закріплених на браншах, вмикається струм і проходить електrozварювання фрагментів вени



Рисунок 1.3.17. Із зварених фрагментів вени знімаються бранші, і з допомогою анатомічного пінцету перевіряється прохідність вени зсередини, та цілісність анастамозу



Рисунок 1.3.18. Один із кінців анастомозу перекривається із допомогою затискача.

А до протилежного кінця анастомозу підводиться пристрій для накачування рідини із манометром, для перевірки міцності з'єднання анастомозу, що фіксується на манометрі.



Рисунок 1.3.19. По описаній методиці проведена перевірка цілісності анастомозу, яка показала, що анастомоз витримує 40 мм ртутного стовпчика.

Висновок: проведені дослідження показали, що анастомоз фрагментів вени досить надійно скріплюється з допомогою електrozварювання та на наш погляд метод є перспективним, економічно вигідним, і значно буде скорочувати час по проведенню накладання анастомозів у вілповідних показаннях.

Морфологічна оцінка високочастотного електrozварювального з'єднання вен «кінець в кінець»

Зварювання вени ззовні, ушкодженої (розсіченої) впоперек (рисунки 1.3.20-23).



Рисунок 1.3.20. Вигляд звареної вени, ушкодженої (розсіченої) впоперек.

Макроскопічно: фрагмент вени довжиною 7,5 см, діаметром 1,5 см. У центральній частині, охоплюючи на 75% периметр вени, присутній коагуляційний шов довжиною 2,7 см.

Гістологічно: матеріал представлений стінкою порожнистого органа, вистілка якого – багатошаровий плоский незрогіваючий епітелій (рисунок 1.3.21-23).

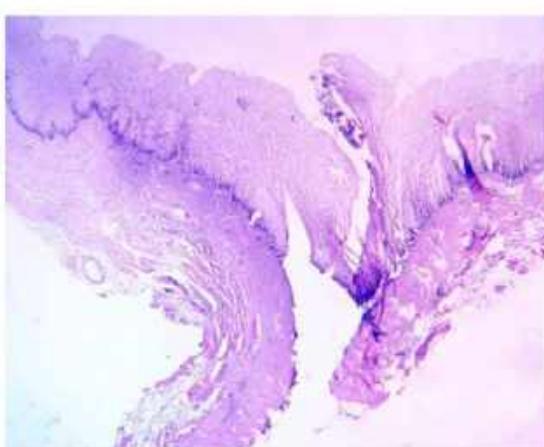


Рисунок 1.3.21. Ділянка коагуляційного шва. Переход.

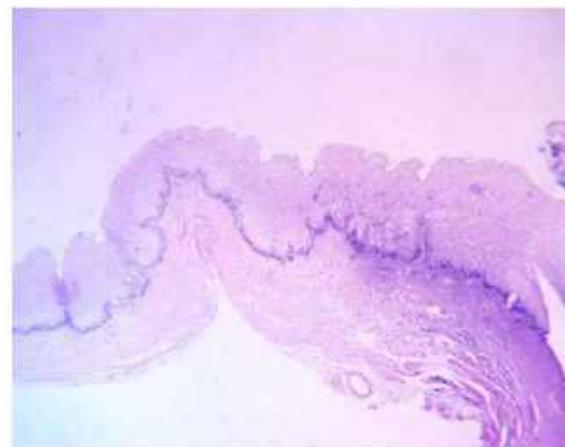


Рисунок 1.3.22 Ділянка

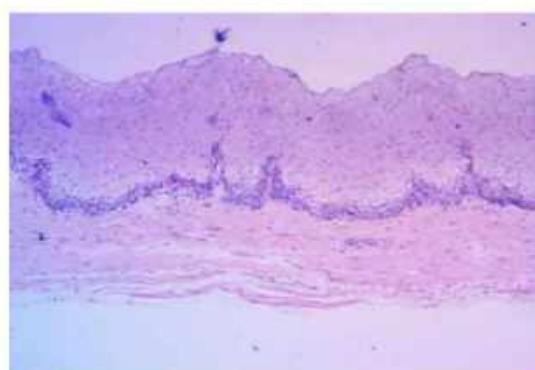


Рисунок 1.3.23 . Ділянка дистрофічних змін.

1.4 Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для дистанційної субфасціальної диссекції перфорантних вен методом електрозварювання

1.4.1 Клінічна характеристика хворих

За основу роботи було покладено аналіз лікування (225) пацієнтів з ПТХ НК різного генезу, з 2020 по 2021 рік на базі НВМКЦ “ГВКГ” та ОКЛ м. Києва. Пацієнти були розділені відповідно до типу проведеного лікування на основну групу (мінінвазивні методики) та контрольну групу (“відкриті” хірургічні втручання), окрім того у дослідження було окремо включено пацієнтів, які отримали бойову травму нижніх кінцівок в зоні проведення АТО/ООС з послідувочим розвитком постстромботичної хвороби (рисунок 1.4.1.1). Клінічний стан пацієнтів з ПТХ НК за шкалою Віллальти був від 5 до 15 балів, на основі клінічного класу CEAP був CEAP 2 - CEAP 6.

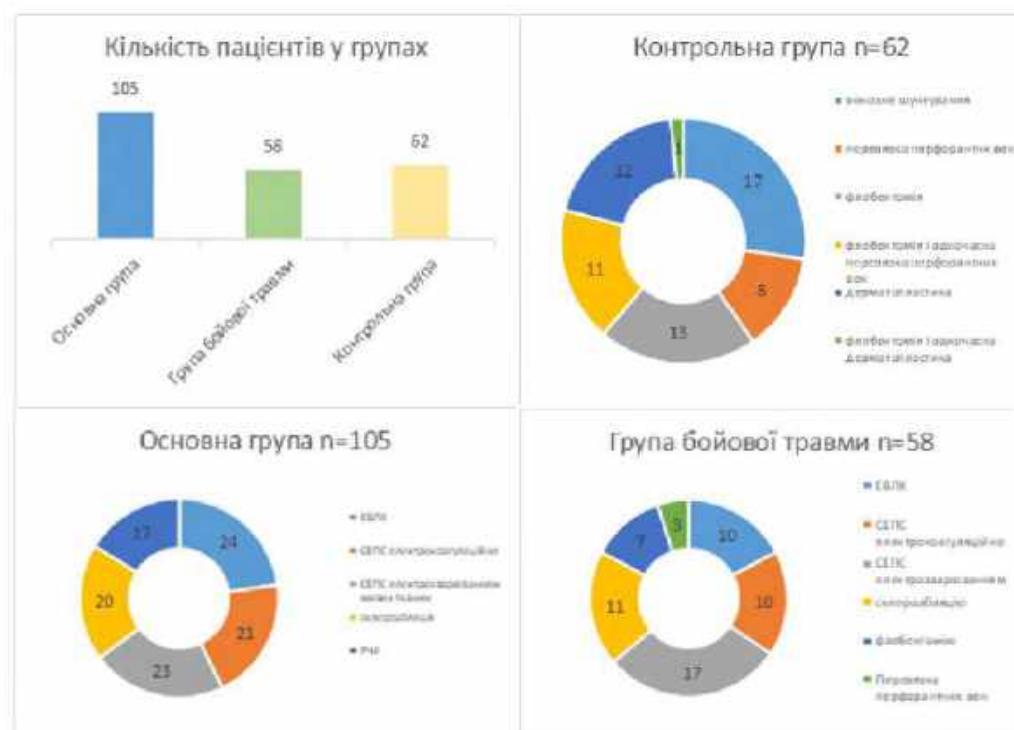


Рисунок 1.4.1.1. Розподіл пацієнтів за групами дослідження.

До основної групи було включено 105 пацієнтів (62.87 %). Середній вік пацієнтів даної групи склав 51.31 ± 13.65 р, жінки n=60 (57.14 %), чоловіки n=45 (42.86 %). За вказаний період часу в основній групі було виконано, відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування:

ЕВЛК n=24 (22.86%);

СЕПС електроагуляційно n=21 (20.00%);

СЕПС електрозварюванням живих тканин n=23 (21.90%);

склероабляцію n=20 (19.05%);

РЧА n=17 (16.19%).

До контрольної групи було включено 62 пацієнти (37.13 %).

Середній вік пацієнтів даної групи склав 52.85 ± 16.22 р, жінки n=35 (56.45 %), чоловіки n=27 (43.55 %). За вказаний період часу в контрольній групі було виконано, відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування:

венозне шунтування n=17 (27.42%);

перевязка перфорантних вен n=8 (12.90 %);

флебектомія n=13 (20.97 %);

флебектомія і одночасна перевязка перфорантних вен n=11 (17.74 %);

дерматопластика n=12 (19.35 %);

флебектомія і одночасна дерматопластика n=1 (1.61 %).

Група з бойовою травмою нижніх кінцівок включала 58 хворих. Середній вік пацієнтів даної групи склав 34.20 ± 11.63 р, представлена тільки чоловіками n=58 (100 %). За вказаний період часу в даній групі було виконано, відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування:

ЕВЛК n=10 (17.24%);

СЕПС електрокоагуляційно n=10 (17.24 %);
 СЕПС електрозварюванням живих тканин n=17 (29.31 %);
 склероабляцію n=11 (18.97 %);
 флебектомію n=7 (12.07 %);
 Перевязка перфорантних вен n=3 (5.17 %).

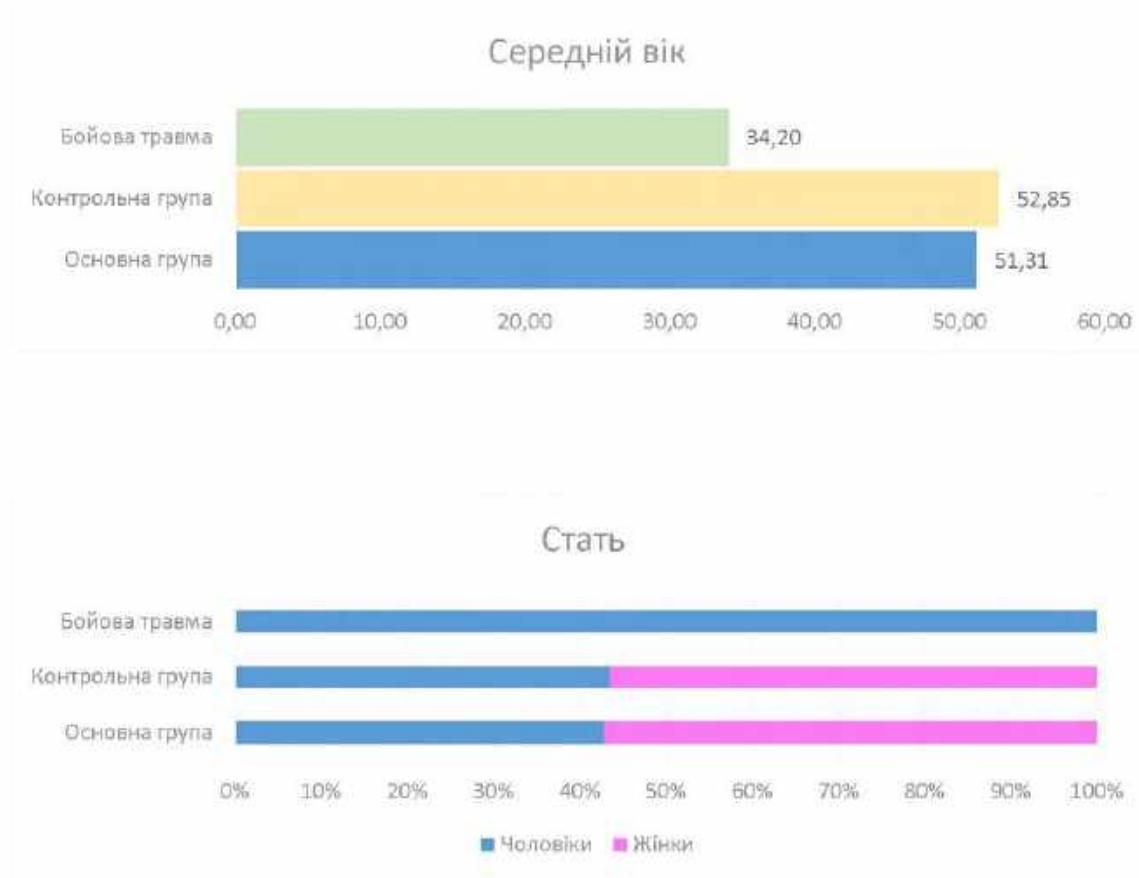


Рисунок 1.4.1.2. Розподіл пацієнтів за віком і статтю.

За класифікацією CEAP, пацієнти були розподілені наступним чином:

Основна група:

C2 (венозна ектазія) n=15 (14.29 %); C3 (набряк) n=17 (16.19 %);

C4 (дерматосклероз) n=22 (20.95 %); C5 (загоєна трофічна виразка) n=16 (15.24 %);
 C6 (активна трофічна виразка) n=35 (33.33 %).

Пацієнти контрольної групи були розподілені за наступними класами:

C2 (венозна ектазія) n=6 (9.68 %); C3 (набряк) n=11(17.74 %);

C4 (дерматосклероз) n=14 22.58 %); C5 (загоєна трофічна виразка) n=7 (11.29 %);

C6 (активна трофічна виразка) n=24 (38.71 %).

Пацієнти групи бойової травми розподілені за наступними класами:

C2 (венозна ектазія) n=7 (12.07 %); C3 (набряк) n=9 (15.52 %);

C4 (дерматосклероз) n=5 (8.62 %); C5 (загоєна трофічна виразка) n=12 (20.69 %);

C6 (активна трофічна виразка) n=25 (43.10 %).

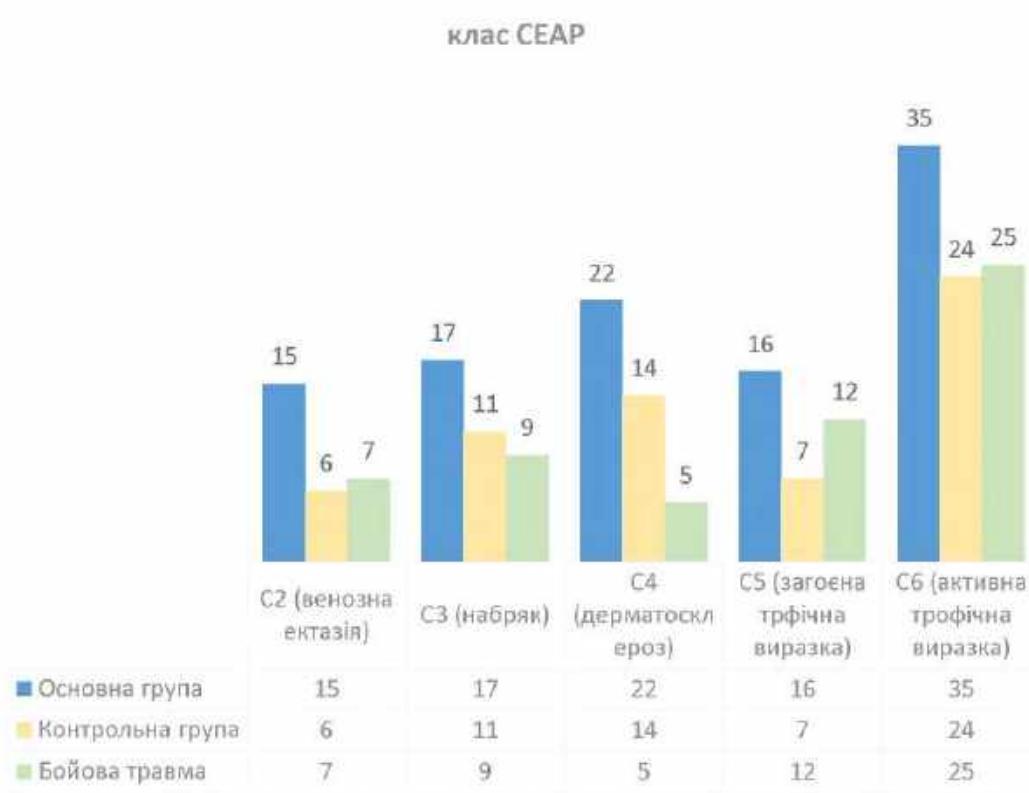


Рисунок 1.4.1.3. Розподіл пацієнтів за класифікацією СЕАР.

Згідно оцінювання за візуальною аналоговою шкалою, де береться до уваги тільки болювий компонент, нами оцінювався також вплив болю на повсякденну діяльність пацієнтів з ПТХ НК.

1-3 = легкий біль; мінімальний вплив на повсякденну діяльність.

4-6 = помірний біль; помірний вплив на повсякденну діяльність.

7-10 = сильний біль; великий вплив на повсякденну діяльність.

Розподіл пацієнтів за оцінюванням інтенсивності болю, віповідно до візуальної аналогової шкали, основна група:

1-3 бали - легкий біль, мінімальний вплив на повсякденну діяльність n=53 (50.48 %);

4-6 балів - помірний біль, помірний вплив на повсякденну діяльність n=40 (38.10%);

7-10 балів - сильний біль, великий вплив на повсякденну діяльність n=12 (11.43%).

Контрольна група:

1-3 бали - легкий біль, мінімальний вплив на повсякденну діяльність n=36 (58.06 %);

4-6 балів - помірний біль, помірний вплив на повсякденну діяльність n=18 (29.03 %);

7-10 балів - сильний біль, великий вплив на повсякденну діяльність n=8 (12.90 %).

Група бойової травми:

1-3 бали - легкий біль, мінімальний вплив на повсякденну діяльність n=25 (43.10 %);

4-6 балів - помірний біль, помірний вплив на повсякденну діяльність n=27 (46.55 %);

7-10 балів - сильний біль, великий вплив на повсякденну діяльність n=6 (10.34 %).



Рисунок 1.4.1.4. Розподіл пацієнтів в залежності від вираженості бальового компоненту.

Таблиця 1.4.1.1.

Розподіл хворих основної групи ($n = 105$) за клінічними ознаками та симптоматикою перебігу ПТХ НК.

Симптоми	немає	легкий	середній	тяжкий
Біль	21	32	40	12
Судоми	41	26	26	13
Тяжкість	0	59	34	13
Парестезія	41	29	23	12
Свербіж	76	89	43	17
Клінічні ознаки	немає	легкий	середній	тяжкий
Набряк гомілки	21	36	33	15
Індурація шкіри	23	21	35	27
Гіперпігментація	7	21	38	40

Почервоніння	42	28	14	21
Венозна ектазія	32	10	30	33
Біль при стисканні литки	7	17	57	24
<i>Венозна виразка</i>	Відсутня		Присутня	
	67		38	

Таблиця 1.4.1.2 .

Розподіл хворих контрольної групи ($n = 62$) за клінічними ознаками та симптоматикою перебігу ПТХ НК.

<i>Симптоми</i>	немає	легкий	середній	тяжкий
Біль	12	19	23	7
Судоми	24	15	15	7
Тяжкість	0	35	20	7
Парестезія	24	17	14	7
Свербіж	21	25	12	5
<i>Клінічні ознаки</i>	немає	легкий	середній	тяжкий
Набряк гомілки	12	21	19	9
Індурація шкіри	14	12	20	16
Гіперпігментація	4	12	22	23
Почервоніння	25	17	9	12

Венозна ектазія	19	6	18	19
Біль при стисканні літки	4	10	34	14
<i>Венозна виразка</i>	<i>Відсутня</i>			<i>Присутня</i>
	39			23

Таблиця 1.4.1.3.

Розподіл хворих групи бойової травми ($n = 58$) за клінічними ознаками та симптоматикою перебігу ПТХ НК.

<i>Симптоми</i>	<i>немає</i>	<i>легкий</i>	<i>середній</i>	<i>тяжкий</i>
Біль	12	18	22	7
Судоми	22	14	14	7
Тяжкість	0	32	19	7
Парестезія	23	16	13	6
Свербіж	20	23	11	4
<i>Клінічні ознаки</i>	<i>немає</i>	<i>легкий</i>	<i>середній</i>	<i>тяжкий</i>
Набряк гомілки	12	20	18	9
Індурація шкіри	13	11	19	15
Гіперпігментація	4	11	21	22
Почервоніння	23	15	8	11
Венозна ектазія	18	6	16	18

Біль при стисканні литки	4	9	32	13
Венозна виразка	Відсутня		Присутня	
	37		21	

Кожний симптом та клінічна ознака оцінюється наступним чином: немає - 0 балів, легкий - 1 бал, середній- 2 бали, тяжкий - 3 бали, Якщо наявна венозна виразка і оцінка <15, то нараховується 15 балів.

5-9 балів легкий ступінь тяжкості; 10-14 помірний ступінь тяжкості;

≥ 15 тяжкий ступінь тяжкості; ≥ 15 балів при наявності трофічної виразки;

Згідно з оцінюванням за шкалою Вілальти, перебіг захворювання у 100% пацієнтів супроводжувався відчуттям тяжкості в нижніх кінцівках.

Розподіл груп за тяжкістю перебігу постстромботичної хвороби за Шкалою Вілальти. Основна група:

5-9 балів, легкий ступінь тяжкості - 6 пацієнтів (5.71 %);

10-14 балів, помірний ступінь тяжкості - 20 пацієнтів (19.05 %);

≥ 15 балів, тяжкий ступінь - 79 пацієнтів (75.24 %).

Контрольна група:

5-9 балів, легкий ступінь тяжкості - 3 пацієнтів (4.84 %);

10-14 балів, помірний ступінь тяжкості - 12 пацієнтів (19.35 %);

≥ 15 балів, тяжкий ступінь - 47 пацієнтів (75.81 %).

Група бойової травми:

5-9 балів, легкий ступінь тяжкості - 0 пацієнтів (0.00 %);

10-14 балів, помірний ступінь тяжкості - 13 пацієнтів (22.41 %);

≥ 15 балів, тяжкий ступінь - 45 пацієнтів (77.59 %).

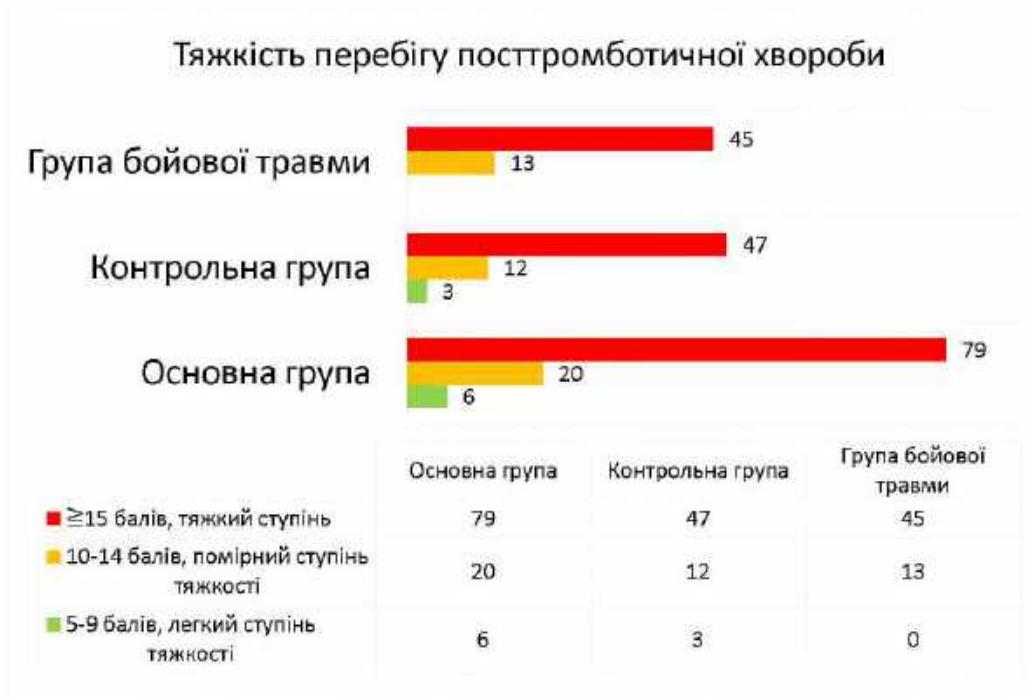


Рисунок 1.4.1.5. Розподіл пацієнтів 3-х груп за тяжкістю перебігу постстромботичної хвороби за Шкалою Віллальти.

Розподіл пацієнтів відповідно до наявності трофічних виразок.

Серед усіх пацієнтів наявна трофічна виразка спостерігалася у 82 осіб.

Патоморфологічна класифікація І.С. Попова (1974) є досить чіткою. В її основі полягають клінічні особливості дистрофічних змін як самої виразки, так і тканин за її межами:

- атрофія, порушення шкірної чутливості навколо виразки;
- наявність крайового склерозу;
- склероз значно виходить за межі виразки;
- виразка з глибоким склерозом шкіри навколо неї, який охоплює обширні ділянки гомілки та стопи.

За фазами перебігу: передвиразковий стан; фаза ексудації; фаза проліферації; фаза епітелізації і рубцювання.

За ускладненнями, які розвиваються:

- ускладнені паратравматичною екземою, целюлітом, піодермією;

- ускладнені мікозом стопи і гомілки;
- ускладнені бешихою;
- ускладнені індурацією шкіри і підшкірно-жирової клітковини гомілки;
- ускладнені рецидивуючим тромбофлебітом;
- ускладнені вторинною лімфедемою;
- ускладнені периоститом;
- ускладнені артрозом гомілково-ступневого суглоба;
- ускладнені малігнізацією.

Не дивлячись на різну етіологію виразок, при ПТНХ в хронічній стадії їх всіх об'єднують місцеві циркуляторні і метаболічні порушення, зниження реактивності, тривалий перебіг, інфікування, склерозування м'яких тканин, відсутність тенденції до епітелізації.

Оцінка розміру трофічних виразок у різних класифікаціях дуже різничається. Класифікація WIfl (wound/ischemia/infection) та класифікація SINBAD оцінюють наявність трофічних виразок і їх розмір (мала, глибока, поширене - WIfl, менше або більше 1 см² - SINBAD). Нами використовувалась класифікація В.Я. Васюткова (1993) в якій виразкові дефекти поділяються в залежності від їх розмірів на:

малі - до 10 см²;

середні - від 11 до 26 см²;

великі - від 27 до 50 см²;

обширні - більше 50 см².

Як правило, у виразок розміром більше 27 см² утворюються омозолілість краю, а грануляції в області дна заміщаються сполучною тканиною.

Площа трофічної виразки визначалась відповідно класифікації Васюткова розробленим авторами способом:

Назва	Площа трофічної виразки
малі	до 100 мм^2
середні	110-260 мм^2
великі	270-500 мм^2
обширні	Більше 500 мм^2

За наявністю та розмірами трофічної виразки, основна група:

тrophічна виразка відсутня n=70 (66.67 %); до 100 мм^2 n=21 (20.00 %);

100-260 мм^2 n=8 (7.62 %); 270-500 мм^2 n=4 (3.81 %); більше 500 мм^2 n=2 (1.90 %).

Контрольна група:

тrophічна виразка відсутня n=38 (61.29 %); до 100 мм^2 n=15 (24.19 %);

100-260 мм^2 n=6 (9.68 %); 270-500 мм^2 n=2 (3.23 %); більше 500 мм^2 n=1 (1.61 %).

Група бойової травми:

тrophічна виразка відсутня n=33 (66.67 %); до 100 мм^2 n=21 (36.21 %);

100-260 мм^2 n=4 (6.90 %); 270-500 мм^2 n=0 (0.00 %); більше 500 мм^2 n=0 (0.00%).



Рисунок 1.4.1.6. Розподіл пацієнтів відповідно до наявності трофічних виразок.

Таблиця 1.4.1.4

Супутня патологія, що була виявлена у госпіталізованих у пацієнтів з ПТХ НК

<i>Виявлена супутня патологія</i>	<i>Кількість</i>	<i>Відсоток</i>
Ішемічна хвороба серця	64	31,84
Артеріальна гіпертензія	35	17,41
Ожиріння	15	7,46
ХОЗЛ	10	4,98
ХНН	8	3,98
Цукровий діабет	11	5,47
Бойова травма	58	28,86
Всього	201	89.33%

Пацієнти з наявним цукровим діабетом та ожирінням були віднесені до групи ризику, оскільки така коморбідність може впливати на результати лікування у післяопераційному періоді. У даній групі пацієнтів виконувалась також корекція глюкози в крові та метаболічних розладів перед втручанням, а в післяопераційному періоді були надані рекомендації стосовно подальшого лікування.

Пацієнти з артеріальною гіпертензією та ішемічною хворобою серця були додатково консультовані кардіологом і отримали рекомендації щодо післяопераційного лікування та корекції супутньої патології.

Таким чином, аналіз клінічних даних пацієнтів з ПТХ НК дозволив виділити наступні закономірності:

Більшість пацієнтів, яким показано проведення хірургічного лікування постстромботичної хвороби нижніх кінцівок мають тяжкий тип перебігу захворювання;

Обструктивні зміни венозної системи при ПТХ НК характеризуються більш вираженими трофічними порушеннями нижніх кінцівок при наявній венозній гіпертензії;

Больовий компонент хвороби має значний вплив на повсякденну діяльність пацієнтів, що обумовлює зростання кількості непрацездатного населення.

Розподіл хворих згідно оновлених класифікаційних ознак представлена в таблицях 1.4.1.5-6.

Таблиця 1.4.1.5.

Розподіл хворих трьох досліджуваних груп згідно виду уражень.

<i>Група</i>	<i>Вид ураження</i>	<i>Кількість</i>	<i>%</i>
<i>Основна (n=105)</i>	локальний	9	8,57
	ізольований	18	17,14
	сегментарний	47	44,76
	дифузний	25	23,81
	тотальний	6	5,71

Контрольна(n=62)	локальний	4	6,45
	ізольований	12	19,35
	сегментарний	27	43,55
	дифузний	13	20,97
	тотальний	6	9,68
Бойова травма(n=58)	локальний	7	12,07
	ізольований	9	15,52
	сегментарний	30	51,72
	дифузний	8	13,79
	тотальний	4	6,90

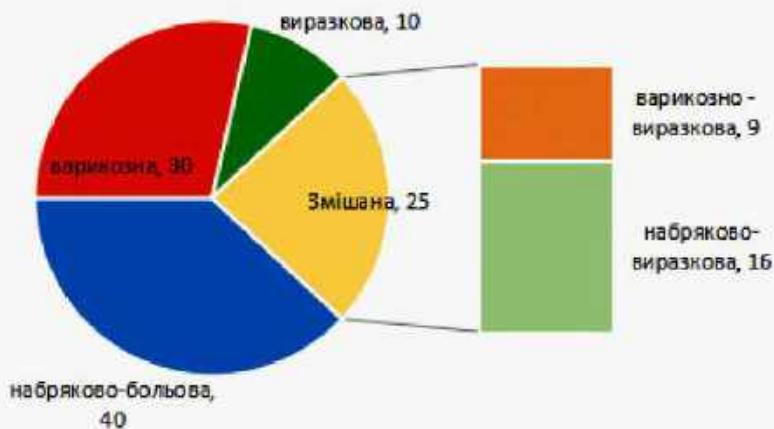
Таблиця 1.4.1.1.6 .

Розподіл хворих трьох груп дослідження згідно сегментарного розподілу анатомічної локалізації уражень.

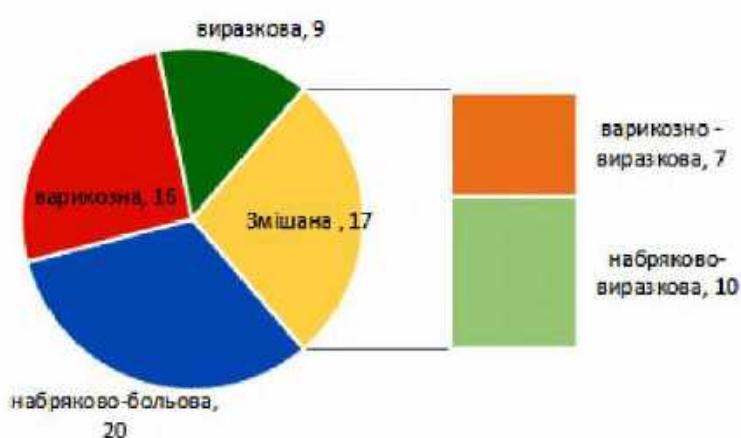
Група	Анатомічна локалізація (сегмент)	Кількість	%
Основна(n=105)	клубово-порожнистий	17	16,19
	клубово-стегновий	13	12,38
	стегново-підколінний	12	11,43
	підколінно-гомілковий	5	4,76
Контрольна(n=62)	клубово-порожнистий	9	14,52
	клубово-стегновий	8	12,90
	стегново-підколінний	3	4,84
	підколінно-гомілковий	7	11,29
Бойова травма(n=58)	клубово-порожнистий	5	8,62
	клубово-стегновий	4	6,90
	стегново-підколінний	12	20,69
	підколінно-гомілковий	9	15,52

Розподіл пацієнтів обох груп відповідно до клінічних форм захворювання представлений на діаграмах 1.4.1.1-2.

Клінічні форми ПТХ НК. Основна група



Клінічні форми ПТХ НК. Контрольна група



Діаграми 1.4.1.1-2. Розподіл пацієнтів обох груп відповідно до клінічних форм захворювання

Удосконалений електроагулятор високочастотний зварювальний складається з вхідного блока, блока живлення, інвертора, перетворювача схеми зворотного зв'язку, системи керування. Він має мікропроцесор програмування, який підключений до системи керування, і здійснює передачу запрограмованих параметрів при зварюванні живих тканин (рисунок 1.4.1.7). Джерело живлення призначено для виробництва високочастотної енергії, регульованою за заданою

програмою і в часі за допомогою органів індикації і управління, розташованих на лицьовій панелі джерела.

Джерело живлення містить наступні функціональні вузли:

А1 - блок живлення;

А2 - схема управління і контролю процесу зварювання;

А3 - силовий блок з високочастотним генератором (ВГЧ);

А4 - панель індикації і управління.



Рисунок 1.4.1.7. Фотореалістичне відтворення зовнішнього вигляду розробленого джерела живлення для електрозварюваного з'єднання судин.

Таким чином, класифікаційні блоки ПТХ НК в нашому дослідженні виглядають таким чином: клінічний, стадійний, видовий і анатомічний.

Запропоновані доповнення до класифікації ПТХ НК дозволили нам удосконалити статистичний аналіз, точніше визначати покази і стратегію оперативних втручань, а також оцінювати результати лікування.

1.4.2 Клінічні приклади застосування розробленого способу субфасціальної електрозварювальної дисекції перфорантних вен

Пацієнтам із важкою симптоматикою та післятромботичною оклюзією загальної стегнової вени, клубової вени і нижньої порожнистої вени може була розглянута комбінована оперативно-ендоваскулярна (гіbridна) процедура: клас 2-B (рисунок 1.4.2.1.).



Рисунок 1.4.2.1. Комбінована (гіbridна) технологія, використана в лікуванні хворих на ПТХ НК: а) вигляд операційної; б) процес операції.

"Напівзакрита" або закрита (пункційна) електроагуляційна абляція вен гомілки може використовуватись як мініінвазивний метод ліквідації рефлюксів у басейнах малої, великої підшкірних вен або перфорантів (рисунок 1.4.2.2). Для цього застосовують спеціальний біполлярний термічний пристрій, адаптований до електрозварювального пристрою "ЕКВЗ-300".





в)

Рисунок 1.4.2.2. "Напівзакрита"(а) і закрита (пункційна) (б, в) електроабляція вен гомілки: б) момент введення електрода через інтродюсер біля кістки стопи; в) УЗ-візуалізація процедури абляції

Метою роботи було впровадити в клінічну практику високотехнологічну операцію для дисекції неспроможних перфорантних вен у хворих на післятромботичну хворобу нижніх кінцівок, яка б відрізнялася мінінвазивністю, безпечністю та простотою. Було вирішено взяти за основу вітчизняну технологію, що базуються на принципах високочастотного електrozварювання живих тканин. Операцію названо субфасціальною електrozварюальною дисекцією перфорантних вен (СФЕЗДПВ). Створено хіургічний інструмент для хіургічної обробки перфорантних вен, який є складовою ендоскопічного хіургічного комплексу. Особливим є затискач для ендоскопічного електrozварювання, який представляє собою дві рухомі металеві мідні частини з наявністю у кожній з них контактних ділянок та електродів для передачі високочастотного електrozварювання на зони біологічних тканин. Він використовується разом з тубусом, який має фіксуючу ергономічну ручку, канал для подачі розчину/інсуфляції газу, канал для світловоду та відеоскопічного кабелю, канал для розміщення ендоскопічного електrozварюального затискача, конусоподібно розширений дистальний край тубуса містить фіксований об'єктив для відеоскопії (рисунок 1.4.2.3).

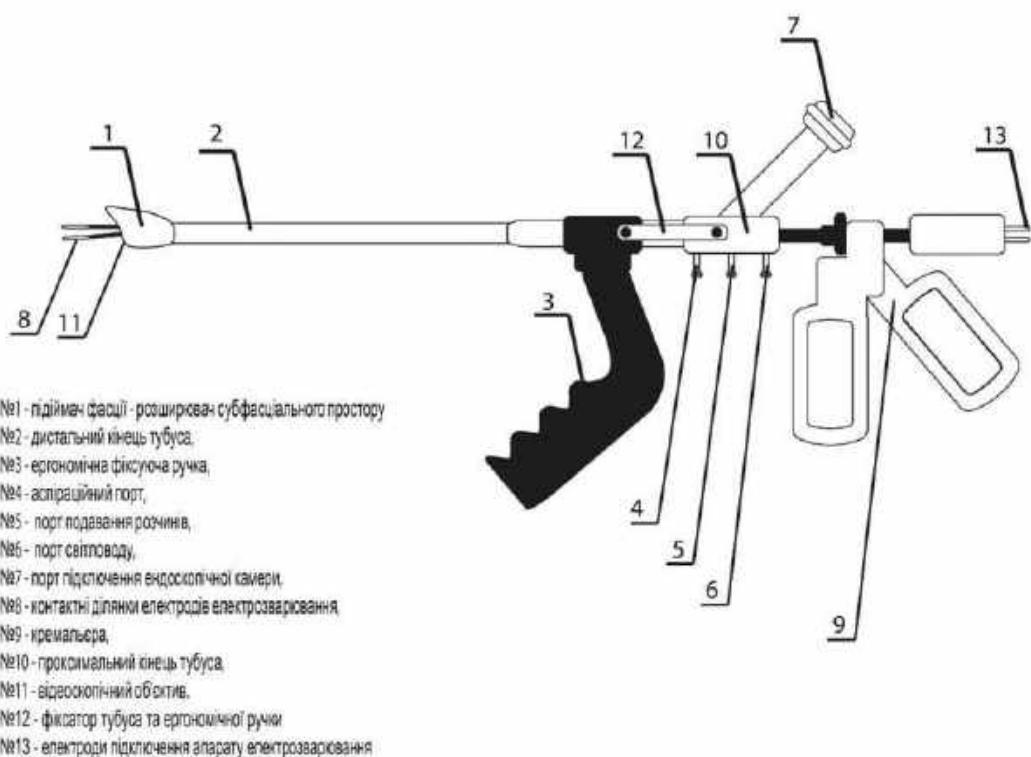


Рисунок 1.4.2.3. Схема та робочий вигляд (клінічне фото) під час клінічного застосування ендоскопічного електрозварювального комплексного пристрою для субфасціальної дисекції перфорантних вен, де: 1 - підйом фасції - розширювач субфасціального простору; 2 - дистальний кінець тубуса; 3 - ергономічна фіксуюча ручка; 4 - аспираційний порт; 5 - порт подавання розчинів; 6 - порт світловоду; 7 - порт підключення ендоскопічної камери; 8 - контактні ділянки електродів електрозварювання; 9 - кремальєра; 10 - проксимальний кінець тубуса; 11 - відеоскопічний об'єктив; 12 - фіксатор тубуса та ергономічної ручки; 13 - електроди підключення апарату електрозварювання.

Наявність ергономічної фіксуючої ручки тубуса дозволяє одночасно проводити відеоскопію, переміщення електрозварювального затискача та виконувати оперативні маніпуляції одній особі. Розміщення на дистальному краї тубуса підйомача фасції - розширювача субфасціального простору конусоподібної розширеної форми сприяє проходженню приладу в субфасціальному просторі та

збільшує площину візуалізації перфорантних вен, крім того це дозволяє компактно розмістити відеоскопічний об'єктив, що дозволяє відмовитись від відеоасистента. Наявність каналу для світловоду значно полегшує візуалізацію тканин. Працює ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для субфасціальної дисекції перфорантних вен наступним чином: завдяки конусоподібному розширенню дистального кінця тубуса здійснюється проходження та візуалізація субфасціального простору. Використовуючи ергономічну фіксуючу ручку тубуса позиціонують пристрій. За допомогою об'єктиву камери для відеоскопії та світловоду, які проходять через відповідні канали тубуса ендоскопічного електрозварювального комплексного пристрою для субфасціальної дисекції перфорантних вен, візуалізують патологічні перфорантні вени, захоплюють їх контактними ділянками електродів електрозварювання, співставляючи контактні ділянки затискача подають електрозварювальний імпульс та проводять електрозварювання знайдених патологічних перфорантних вен. Через канал для подачі розчину/інсуфляції газу при необхідності промивають рану, або вводять спеціальні лікарські засоби.

Під час операції ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для субфасціальної дисекції перфорантних вен використовується таким чином: до проксимального краю відповідних каналів тубуса приєднують світловод, оптичний кабель та трубку для подачі розчину або інсуфляції газу. Після формування хірургічного доступу до субфасціального простору вводять дистальний кінець тубуса, в тубус вводять через відповідний канал затискач для електрозварювання при лапароскопічних операціях. Субфасціально здійснюють пошук перфорантних вен. Візуалізовані перфорантні вени захоплюються контактними ділянками затискача та проводиться їх електрозварювання та дисекція, шляхом подачі електрозварювального імпульсу на електроди для підключення апарату електрозварювання. При погіршенні візуалізації за рахунок геморагічного компоненту субфасціальний простір промивається через канал для подачі розчину / інсуфляції газу. По завершенні дисекції всіх патологічних перфорантних вен нижньої кінцівки проводять контрольну ревізію

субфасціального простору, виконують зрошення розчинами антисептика та анестетика. Інструмент забирають. Місце хірургічного доступу ушивають пошарово. Післяопераційний період зазвичай проходить без ускладнень.

Застосування ендоскопічного електрозварювального комплексного пристрою для субфасціальної дисекції перфорантних вен дозволяє зменшити тривалість хірургічного втручання, краще візуалізувати необхідні патологічні ділянки та провести їх коагуляцію або дисекцію, зменшити ресурсоємність обладнання та скоротити кількість медичного персоналу, задіяного в проведенні операції, зменшити час проведення операції, пришвидшити час післяопераційного відновлення пацієнта (рисунок 1.4.2.4).



Рисунок 1.4.2.4. Етапи лікування пацієнта: а - хірургічний доступ по латеральній поверхні гомілки поза меж трофічних змін; б – введення розробленого інструмента в субфасціальний простір в обох напрямках; в – ендоскопічна візуалізація патологічної перфорантної вени та її дисекція; г – найближчий результат лікування (трофічні виразки загоїлися).

Нижче представлені характерні клінічні випадки застосування в клінічних умовах розробленого електрозварювального комплексу для лікування ПТХ НК (рисунок 1.4.2.5-7).

Клінічний випадок – 1: хворий з єдиною збереженою кінцівкою, після перенесеної операції раніше, з множинними недостатніми перфорантними венами, які визначені попередньо маркером:



Клінічний випадок – 1: введення тубуса розробленого інструменту в субфасціальний простір через розріз проксимальніше трофічних змін



Клінічний випадок – 1: введення в субфасціальний простір ураженої кінцівки відеокамери



Клінічний випадок – 1: візуалізація і електrozварювання ураженої судини.



Клінічний випадок – 1: результат операції через місяць



Рисунок 1.4.2.5. Клінічний випадок 1 (етапи оперативного втручання і результат операції).

Клінічний випадок – 2: трофічна виразка біля кісточки з розміткою неспроможних перфорантних вен, перша доба після операції та результат операції



Рисунок 1.4.2.6. Клінічний випадок 2 (етапи оперативного втручання і результат операції).

Клінічний випадок – 3: поранення гомілки з ушкодженням вен, тубус введено в субфасціальний простір та ушкоджена вена успішно заварена шляхом застосування розробленого пристрою



Рисунок 1.4.2.7. Клінічний випадок 3 (етапи оперативного втручання і результат операції).

Медикаментозний супровід подібних операцій включав одноразове введення антибіотика лефлоцин внутрішньовенно в дозі 500 мг, а після операції обов'язково призначали тівортін для ліквідації ендотеліальної дисфункції та реосорблакт для покращення мікроциркуляції в оперованих кінцівках. Реосорблакт – комплексний інфузійний розчин, на основі багатоатомного спирту та натрію лактату. Реосорблакт застосовувався в доопераційній підготовці в дозі 400 мл (6-7 мл/кг), крапельно, одноразово та після операції, із розрахунку 8–10 мл/кг на одну інфузію, крапельно, через день. У комплекс засобів детоксикації заличували препарати вітчизняного виробництва – ксилат, сорблакт. Клінічно доведено використання ефективної схеми терапії «Тріо»: базова терапія + Реосорблакт 400 мл/дoba, Латрен 400 мл/дoba, Тівортін 100 мл/дoba.

Таким чином, ендоскопічний електrozварювальний комплексний пристрій для субфасціальної диссекції перфорантних вен дозволяє чітко візуалізувати та надійно коагулювати перфорантні вени в субфасціальному просторі нижніх кінцівок, призводить до покращення результатів хірургічного лікування хворих, зменшує необхідне ресурсне забезпечення оперативного втручання.

1.5. Результати доклінічної оцінки пристрою - інструменту для електрозварюваного з'єднання артерій.

Зварювання артерії ззовні, ушкодженої (розсіченої) впоперек.

Проведена експериментальна оцінка (макроскопічна, гістологічна, механоманометрична) високочастотного електрозварюваного з'єднання артерій малого діаметра *кінець-в-кінець* за допомогою розробленого пристрою (рисунок 1.5.1-2).

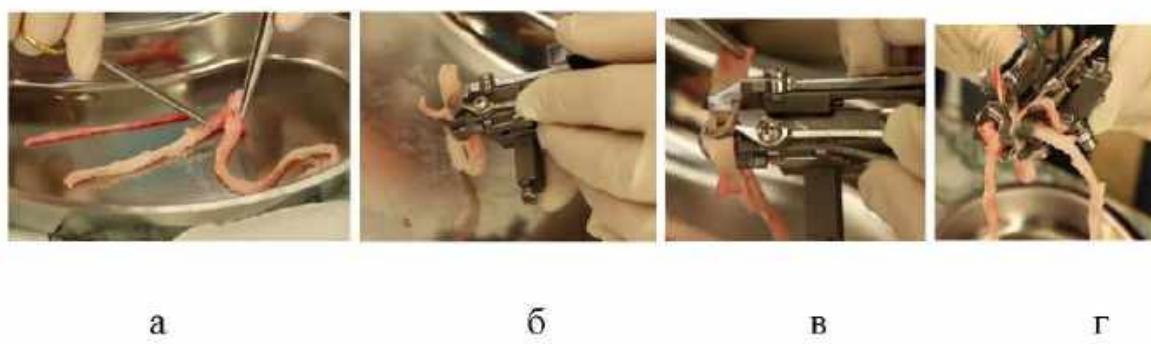
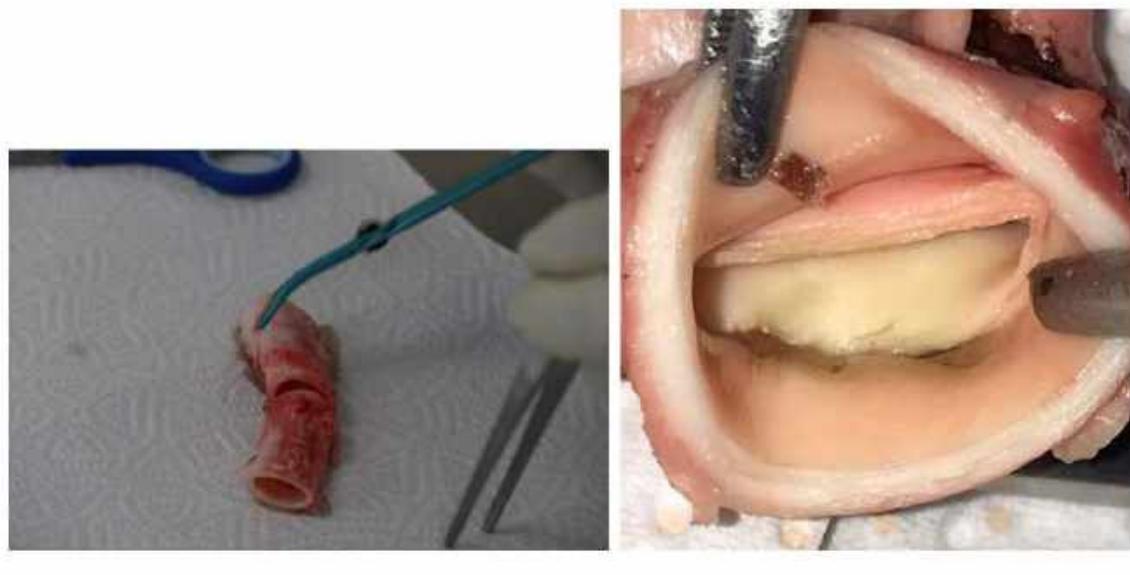


Рисунок 1.5.1. Процес електрозварювання артерії *кінець-в-кінець* за допомогою розробленого пристрою: а – підготовка обох ділянок артерій свині до процесу; б – розбортовка лівої частини анастомозу на пристрії; в – один з кінців судини готовий до процесу зварювання; г – обидві артерії зварюються.



а

б



в

Рисунок 1.5.2. Артерія-біоімітатор, розсічена поперек. (а); артерія-біоімітатор після зварювання ушкодженої ділянки (вид зсередини) (б); перевірка різних видів швів на міцність (в).

Макроскопічно: фрагмент стінки артерії довжиною 2,2 см, діаметром 0,9 см. У центральній частині на всю окружність присутній коагуляційний шов. У ділянці зварювання артерії впоперек у стінці судини виявлено різку зміну морфології оболонок. У ділянці електrozварювання (шва) спостерігається редукція клітинних елементів і дезорганізація волокнистих елементів а стінка судини представляє собою коагульований білковий матрикс На відстані 0,8 см від зони коагуляції у стінці артерії спостерігаються дистрофічні зміни у вигляді дезорганізації волокнистих та клітинних елементів. На відстані 0,8 см, ще зберігаються явища дистрофічних змін (рисунок 1.5.3-4).



Рисунок 1.5.3. Ділянка коагуляційного некрозу



Рисунок 1.5.4. Дистрофічні зміни на протязі 0,8 см

1.6 Результати клінічного застосування і оцінка способів визначення площині і об'єму ран.

В клінічних умовах виконані наступні методи оцінки розмірів та об'єму ран:

- 1) цифрова планіметрична оцінка конфігурації ранового процесу (динаміка загоєння, зміни розміру та об'єму)
- 2) Стереометрична пасивна оцінка динаміки загоєння рани за допомогою нанесення стійких візуальних орієнтирів з використанням проспективної цифрової оцінки.
- 3) Планіметрична оцінка розмірів рани та динаміки ранового процесу з використанням шкали-лінійки та нанесенням пасивних стійких орієнтирів.

1) Цифрова планіметрична оцінка конфігурації ранового процесу (динаміка загоєння, зміни розміру та об'єму): оцінювались периметр та площа рани, а також розраховувалися коефіцієнти загоєння рани (співвідношення периметру рани до її площині). Планіметричні коефіцієнти обчислювали програмним шляхом з використанням програмного продукту «ImageJ», розробленого National Institutes of

Health by an employee of the Federal Government (Bethesda, Maryland, USA), яке розповсюджується на умовах вільного доступу за посиланням <https://imagej.nih.gov/ij/>. З використанням комп'ютерного аналізу були розраховані наступні планіметричні параметри:

- ✓ периметр рани за чітким шкірним краєм;
- ✓ периметр рани за острівцями епітелізації;
- ✓ площа рани за чітким шкірним краєм;
- ✓ площа рани за острівцями епітелізації;
- ✓ коефіцієнт загоєння рани (perimeter/area ratio) – розраховувався як співвідношення периметру рани до її площині.

На клінічних прикладах демонструємо практичне застосування технології (рисунок 1.6.1-11).



Рисунок 1.6.1 Зовнішній вигляд бойової рани тазу безпосередньо після поранення та до проведення цифрової оцінки.

Після проведених реанімаційних заходів та первинної хірургічної обробки в холодному періоді лікування проведено визначення цифрових координат та розрахунків для нанесених точок, що показано на рисунку 1.6.2.

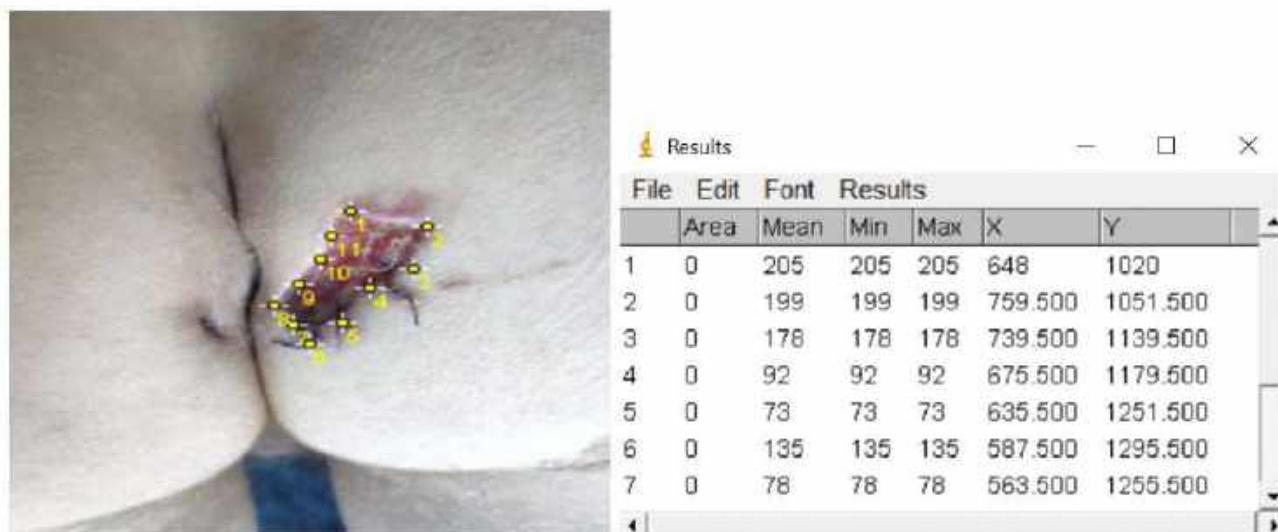


Рисунок 1.6.2. Нанесення окремих цифрових точок в зовнішньому графічному редакторі для максимально точної оцінки периметру рани за чітким шкірним краєм

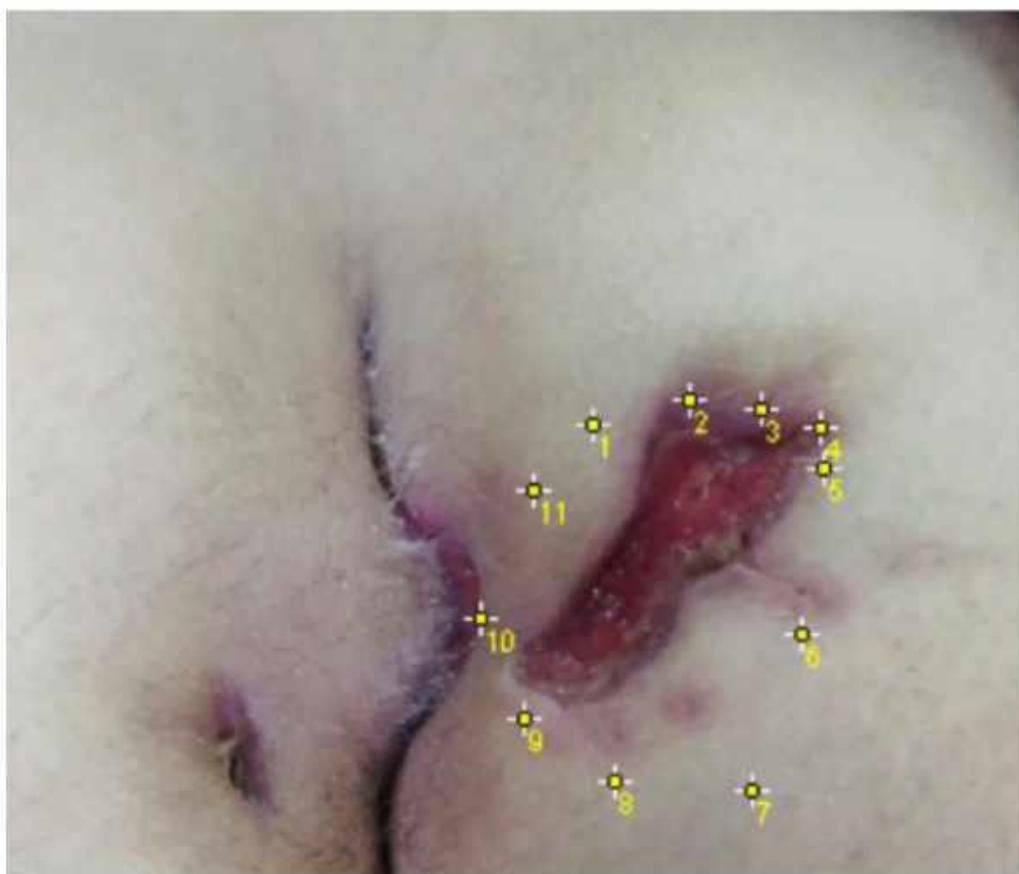


Рисунок 1.6.3. Нанесення окремих цифрових точок в зовнішньому графічному редакторі для максимально точної оцінки периметру рани за островцями епітелізації

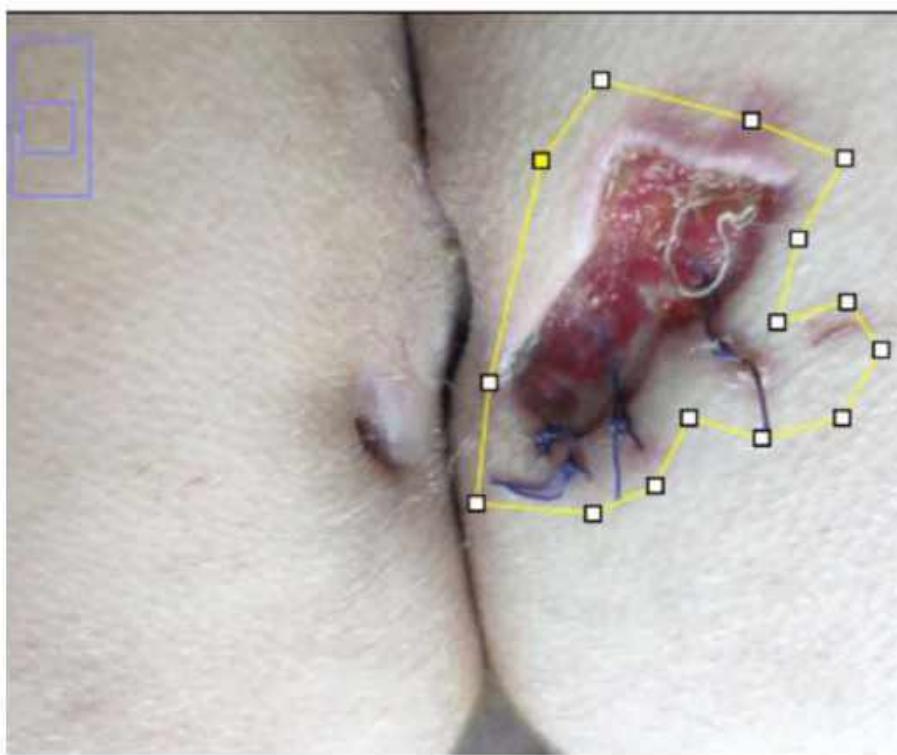


Рисунок 1.6.4. Нанесення суцільної лінії, що з'єднала окремими позиційними точками у зовнішньому графічному редакторі для визначення площини рани за островцями епітелізації



Рисунок 1.6.5. Зовнішній вигляд рани до проведення наступної програмної цифрової оцінки у того ж самого пацієнта через 6 діб

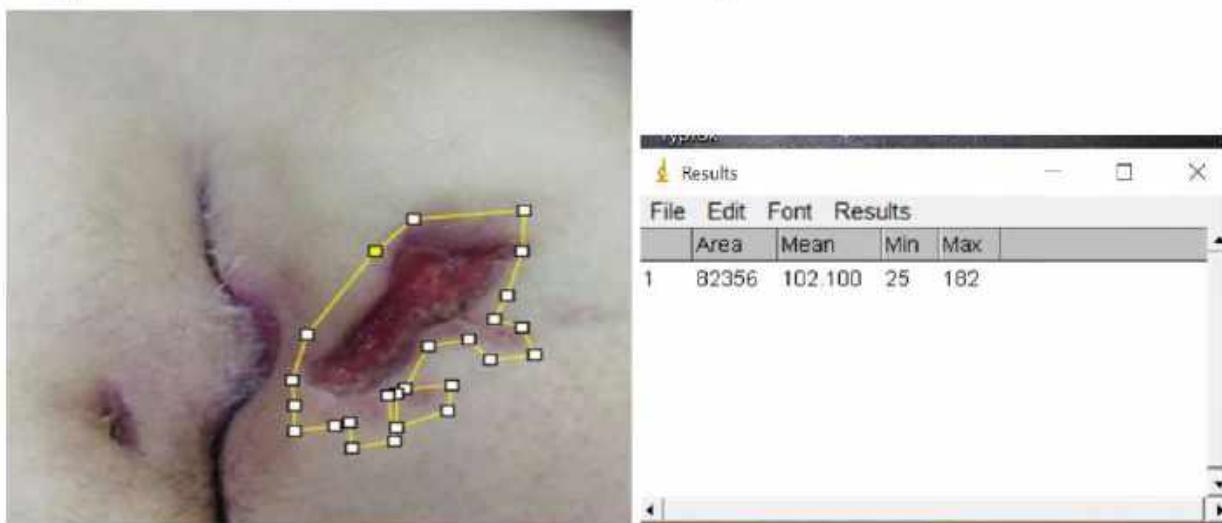


Рисунок 1.6.6. Нанесення суцільної лінії, що з'єднана окремими позиційними точками у зовнішньому графічному редакторі для визначення площин рани за острівцями епітелізації у того ж пацієнта через 6 діб та визначення цифрових координат.

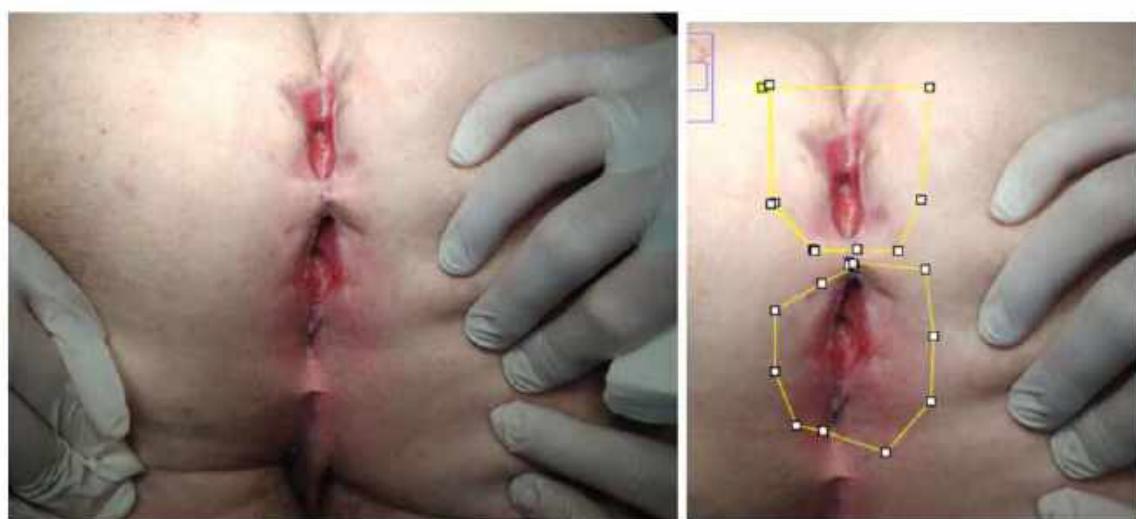


Рисунок 1.6.7. Розділення складної рани на два простих геометричних об'єкти, утворених цифровими точками для подальшого для визначення площин та периметрів рани за визначеними показниками.

2) Стереометрична пасивна оцінка динаміки загоєння рани за допомогою нанесення стійких візуальних орієнтирів з використанням проспективної цифрової оцінки.

На поверхню шкіри в перивульнарній ділянці наносились стійкі кольорові орієнтири (розчин брильянтового зеленого), що зберігали свої кольорові властивості протягом 5-8 діб, після чого нанесення повторювалось. Послідовно здійснювалась періодична фотографічна фіксація, вимірювались цифрові показники, які співвідносились із отриманими зображеннями рани та стійкого кольорового орієнтира. Планіметричні коефіцієнти обчислювали програмним шляхом з використанням програмного продукту «ImageJ», розробленого National Institutes of Health by an employee of the Federal Government (Bethesda, Maryland, USA), яке розповсюджується на умовах вільного доступу за посиланням <https://imagej.nih.gov/ij/>.

Зовнішній вигляд рани під час первого етапу проведення оцінки – нанесення стійкого орієнтиру представлено на рисунку 1.6.8.



Рисунок 1.6.8. Зовнішній вигляд рани під час другого етапу проведення оцінки – використання проспективної цифрової оцінки.



Рисунок 1.6.9. Нанесення цифрових точкових орієнтирув для визначення їх динамічної відстані від стійкого кольорового орієнтиру та програмні координатні розрахунки для ліній та точок.

3) Планіметрична оцінка розмірів рани та динаміки ранового процесу з використанням шкали-лінійки та нанесенням пасивних стійких орієнтирув.

На поверхню шкіри в перивульнарній ділянці були нанесені графічні позначки та орієнтири перманентним маркером, що зберігав свої властивості протягом 2-4 діб. Після поступового зникнення контурів, нанесення відповідних позначок

повторювалось. За допомогою шкали-лінійки, аналоговим методом, проспективно вимірювались відстані від країв рани до заданих орієнтирів (сторін нанесеної геометричної фігури), після чого показники фіксувались та оцінювались.



Рисунок 1.6.10. Нанесення стійкого орієнтиру з буквеними позначеннями для динамічного аналогового вимірювання відстаней від заданих точок.

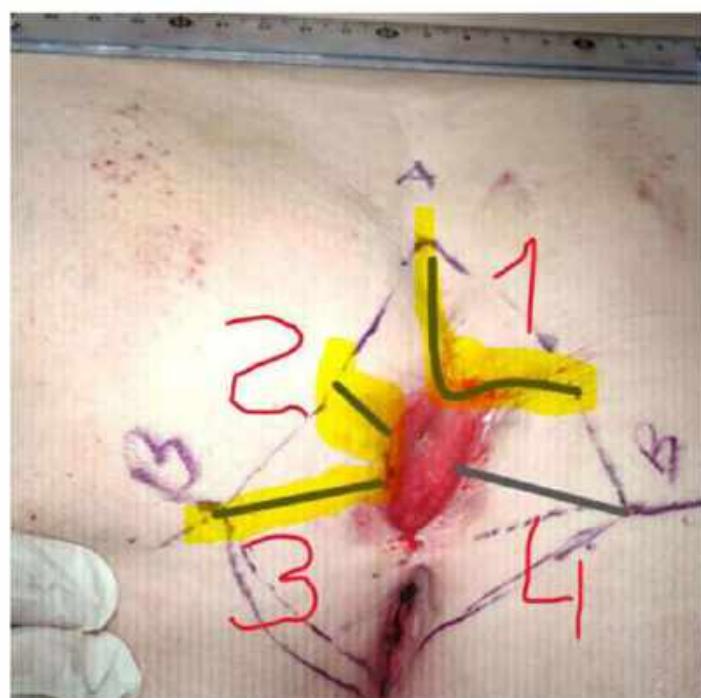


Рисунок 1.6.11. Цифрове визначення окремих дистанцій між краям рани та стійкими орієнтирними позначками.

У лікуванні трофічних виразок, опіків та ран однією з головних проблем є визначення процесу загоєння шляхом вимірювання об'єму рани. Оскільки саме зменшення об'єму рани є найбільш достовірним маркером загоєння. З метою визначення об'єму рани раніше було запропоновано декілька методів які мають певні недоліки.

В основу розробки власного удосконаленого способу була покладена задача розробки альтернативної методики, яка дозволила неінвазивно, визначити об'єм рани шляхом фотографування під різними кутами та обробки отриманих даних за допомогою алгоритма Structure from motion (SFM) з подальшою тривимірною реконструкцією рани та подальшим вимірюванням об'єму.

Метод відрізняється тим, що шляхом виконання фотографування рани під різними кутами на відстані від 5 до 100см у кількості від 2 та більше, виконується не інвазивний збір даних рани , за допомогою алгоритму Structure from motion (SFM) проводиться тривимірна реконструкція рани. Отримана реконструкція обробляються в стандартному ПЗ (для тривимірного моделювання) з подальшим проведення морфологічних параметрів , таких як об'єм рани. Технічний результат полягає в тому, що завдяки застосуванню Structure from motion вдається отримати тривимірну модель рани для подальшого аналізу (Фіг. 1-7).

Перелік фігур:

Фігура 1. Фото рани

Фігура 2. Результат тривимірного реконструкції рани

Фігура 3. Методика визначення країв рани

Фігура 4. Методика визначення об'єму рани

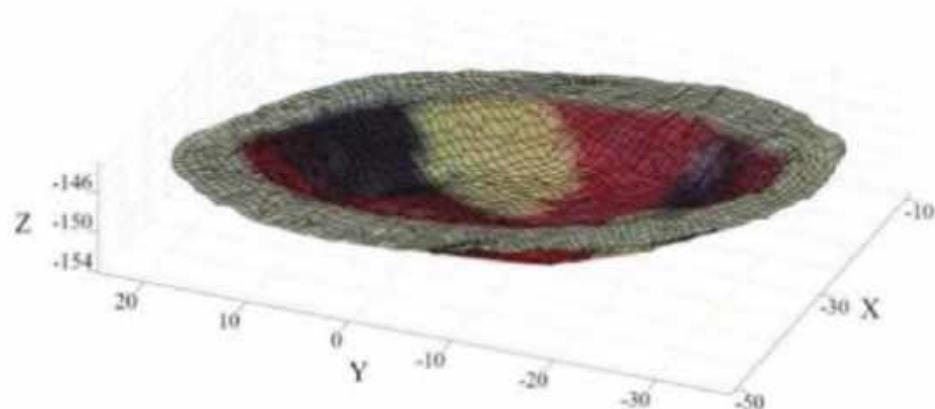
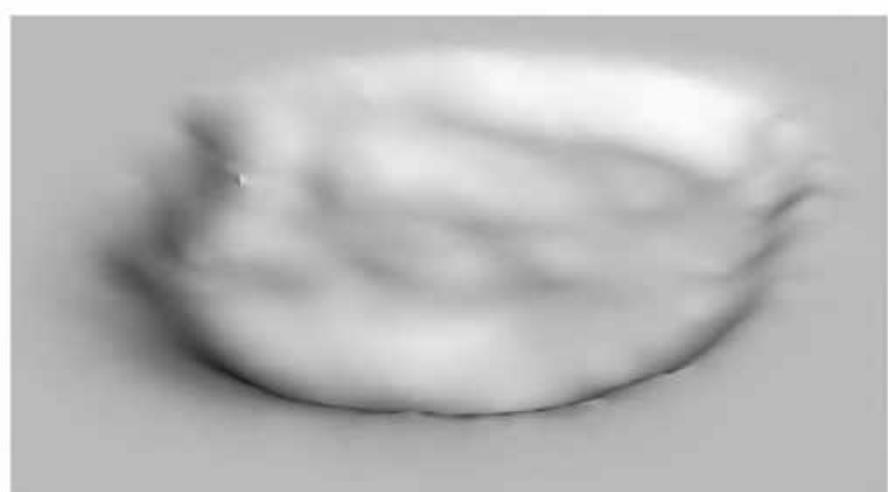
Фігура 5. Реконструкція об'єму рани знизу

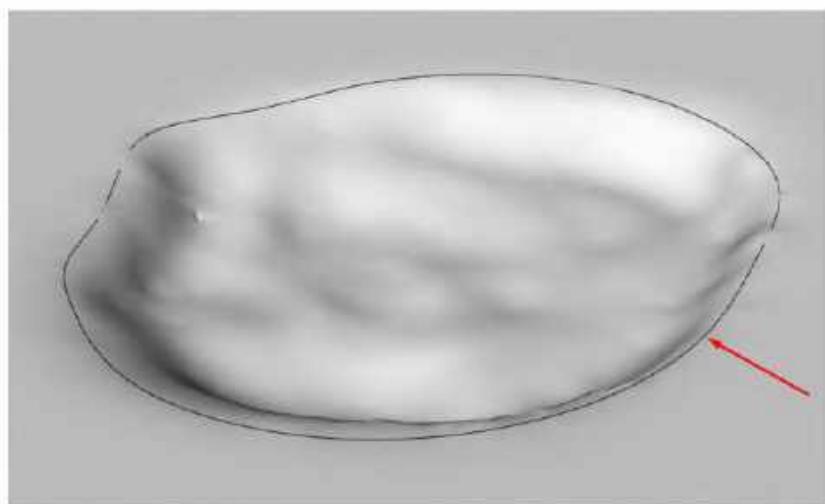
Фігура 6. Реконструкція об'єму рани зверху

Фігура 7. Реконструкція об'єму рани збоку

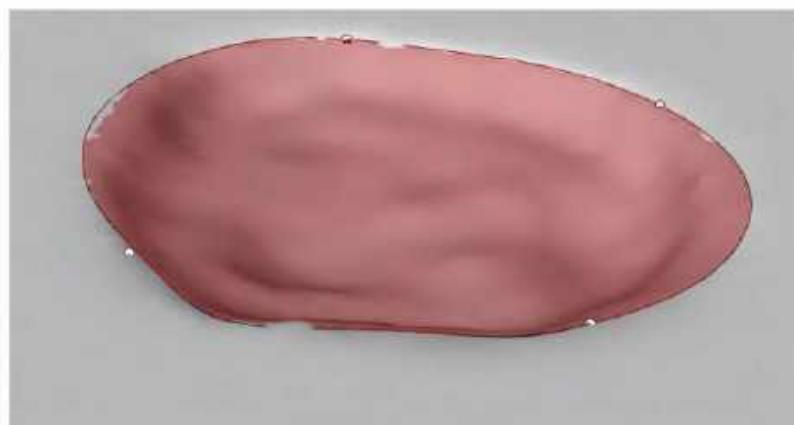
Фігура 1



Фігура 2**Фігура 3****Фігура 4**



Фігура 5



Фігура 6



Фігура 7



Спосіб не інвазивного вимірювання глибин та об'єму рани шляхом проведення обробки цифрових фотографій рани, відрізняється тим, що виконується фотозйомка рани під різними кутами (щодо ранньої поверхні), отримані данні, обробляються за допомогою застосування алгоритму Structure from motion (SFM) в результаті отриману тривимірну модель поверхні рани калібрують на основі калібровочної лінійки, відновлюючи реальні розміри, край рани обводиться сплайном, отриманий сплайн конвертується в поверхню і об'єднується з заздалегідь від сегментованої поверхневої рани. За допомогою стандартних інструментів аналізу виконується визначення об'єму рани в отриманих поверхнях.

Спосіб використання даної методики здійснюється наступним чином:

Проводиться фотографування рани під різними кутами на відстані від 5 до 100 см у кількості від 2 та більше. Виконується обробка отриманих фотографій за допомогою алгоритму Structure from motion (SFM) проводиться тривимірна реконструкція рани. Отримана реконструкція обробляються в стандартному ПЗ (для тривимірного моделювання blender, 3d max...) з подальшим проведення морфологічних параметрів, таких як об'єм рани.

Приклад. Хворий П 47р., поступив до лікарні з приводу трофічних виразки в ділянці гомілки. Виконано фотографування рани під різними кутами із подальшою тривимірною реконструкцією. В спеціалізованому ЛЗ виконано вимірювання об'єму рани (9 мл). Через два тижні після проведеної магнітолазерної терапії виконано повторне вимірювання та отримано зменшення рани на 2 мл, що свідчить про ефективний процес загоєння.

РОЗДІЛ II

КЛІНІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО КОМПЛЕКСА З 8-МА КАНАЛАМИ «ФОТОНІКС-21»

2.1 Матеріали і методи. Загальна характеристика груп хворих та клінічна апробація розробленого способу комплексного лікування ран і трофічних виразок. Клінічна апробація розробленого способу комплексного лікування ран і трофічних виразок.

Мета. Дослідити на клінічному етапі ефективність комплексного лікування пацієнтів з критичною ішемією нижньої кінцівки шляхом застосування гібридної хірургії, лазерного випромінювання, високочастотної електрозварки та оцінити можливість широкого впровадження в клінічну практику запропонованої технології.

Матеріали і методи.

В дослідження було включено 57 пацієнтів з бойовими пораненнями магістральних судин нижніх кінцівок, під час проведення ООС на Сході України, котрі проходили лікування у Національному військово- медичному клінічному центрі в період з 2014 року по 2021 роки. В ретроспективному і проспективному режимі було проведено вивчення медичних карт пацієнтів, які перебували на 4-му етапі медичної евакуації в клініці судинної хірургії. Було також проведено комплексний аналіз з характеристикою пацієнтів з БВПСНК та оцінені результати пролікованих пацієнтів. Для проведення оцінки результатів лікування та розробки алгоритму лікування ран та трофічних виразок в результаті, вивчались загально-клінічні методи обстеження, клініко-лабораторні та клініко-інструментальні методи. За основу обстеження пацієнта було побудовано наступний алгоритм: наявність скарг у пораненого; детальний збір анамнезу захворювання; оцінка локального статусу; наявність супутньої травми; наявність супутньої соматичної патології; лабораторна діагностика; інструментальні методи обстеження (ультразвукове сканування магістральних судин нижніх кінцівок,

аортографія та флебографія нижніх кінцівок, комп'ютерна томографія з контрастуванням судин).

Всього у 57 пораненого було виконано 565 операцій, з них на магістральних артеріях – 88 (15,6%), ампутацій та реампутацій – 15 (2,7%), хірургічна обробка ран – 382 (67,6%), інших – 80 (14,1%). Серед інших переважали втручання на перфорантних і магістральних венах у випадках розвитку післятромботичної хвороби. Стосовно операцій на магістральних судинах було виконано: судинний шов було накладено у 14 випадках (2,5%), аутовенозне протезування – у 19 (3,4%), аллопротезування – у 16 бійців (2,8%), перев’язка судин – у 21 випадках (3,7%), операції з приводу артеріовенозної нориці – у 3 (0,5%), при чому в 1 з них виконано стентування, операції з приводу посттравматичних аневризм – у 3 військовослужбовців (0,5%), тромбектомія – у 4 (0,7%), ревізія магістральних судин – 3 (0,6%), ендоваскулярні втручання (балонна дилатація) – у 1 (0,2%), ампутація кінцівки – у 13 бійців (2,3%) та в 2 з них – реампутація (0,4%), пластика вени – 2 (0,4%), тимчасовий шунт було накладено у 2 бійців (0,4%). Фасціотомія виконувалась у 16 випадків (2,8%),

Всім пораненим регулярно проводилися хірургічні обробки ран (ХО) в умовах анестезіологічного забезпечення, з монтажем та заміною ВАК-системи. Всього у 51 пораненого було виконано 382 ХО, що становить (67,6%). У 8 бійців було виконано аутодермопластику (1,5%).

Консервативне лікування полягало в першу чергу в отриманні пораненими адекватної антибіотикотерапії (з попереднім визначенням чутливості), антикоагулянтної терапії, протизапальних та обезболюючих препаратів, антисекреторних засобів. Важливими були дезінтоксикаційна терапія, щоденні перев’язки, лікувальна фізкультура тощо. З метою профілактики інфекційних ускладнень найчастіше у післяопераційному періоді використовували ЛЕФЛОЦИН (левофлоксацин) – антибактеріальний препарат широкого спектру дії, фторхінолонового ряду з вираженим бактерицидним ефектом. У комплекс засобів детоксикації залучали препарати вітчизняного виробництва ксилат, реосорблакт, сорблакт. Хворим з важкою

ішемією кінцівки застосували схему терапії «Тріо»: базова терапія + Реосорблакт 400 мл/дoba, Латрен 400 мл/дoba, Тівортін 100 мл/дoba. При розвитку порушень венозного відтоку від кінцівок застосовували флеболімфотоніки (переважно цикло-3-форт), у віддаленому періоді перевагу віддавали пероральним антикоагулянтам (переважно рівароксабан).

Порівняння отриманих результатів виконували за допомогою параметричного t-критерію Стьюдента. Для проведення статистичних досліджень використовували програми Statistica for Windows, MSEExcel 2010. Статистично вірогідною вважали різницю при $p < 0,05$.

Клінічний приклад. Хворий Г, 64 роки, чоловік, військовослужбовець.

Діагноз: Облітеруючий атеросклероз артерій нижніх кінцівок. С-м Ляріша. Оклюзія поверхневої стегнової артерії (ПСА) зліва. Хронічна артеріальна недостатність (ХАН) кінцівки IV ступеня, гангрена 1-го пальця, множинні некрози пальців і стопи, анемія, гострий подагричний артрит лівого колінного суглоба. В анамнезі стентування лівої ПСА з приводу її оклюзії і тромбоз стента. Протягом доби від моменту госпіталізації відмічено стрімке погіршення ситуації як з боку бальових відчуттів, так і поширеності некрозів (Рис.2.1.1).



а

б

Рисунок 2.1.1. Стан кінцівки в момент госпіталізації (а) і на другу добу (б).

Терміново виконано аорто-артеріографію з акцентом на ліву нижню кінцівку (рисунок 2.1.2).

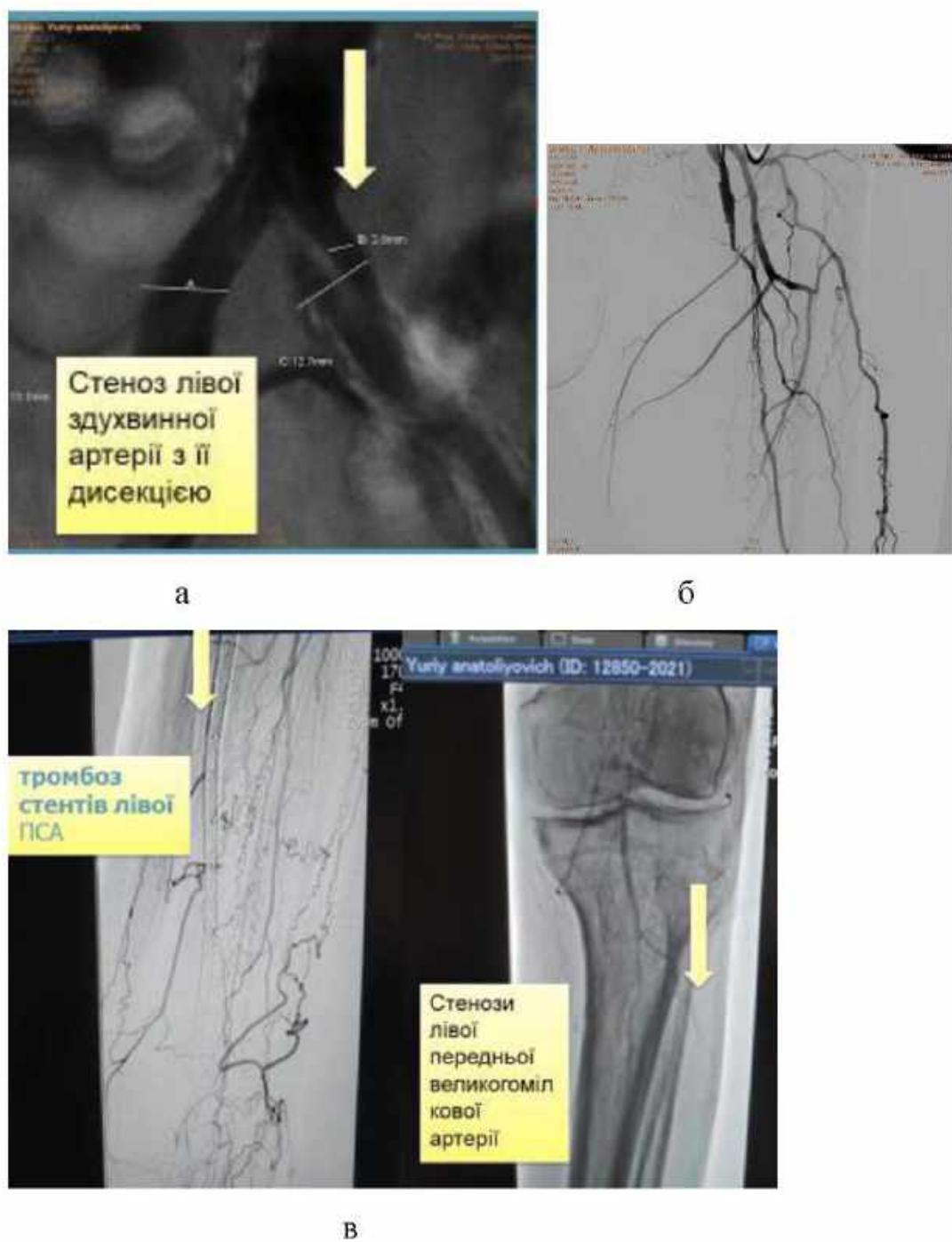


Рисунок 2.1.2. Ангіографічна візуалізація стенозу лівої загальної клубової артерії (ЗКА) з її дисекцією (а); множинних стенозів і оклюзій гілок (ГСА) (б), тромбозу стенту ПСА, оклюзії начального відділу задньої великомілкової артерії (ЗВГА) та множинні стенози передньої ВГА з переходом в її оклюзію.

Враховуючи дисекцію лівої ЗКА вирішено терміново виконати її стентування (рисунок 2.1.3).

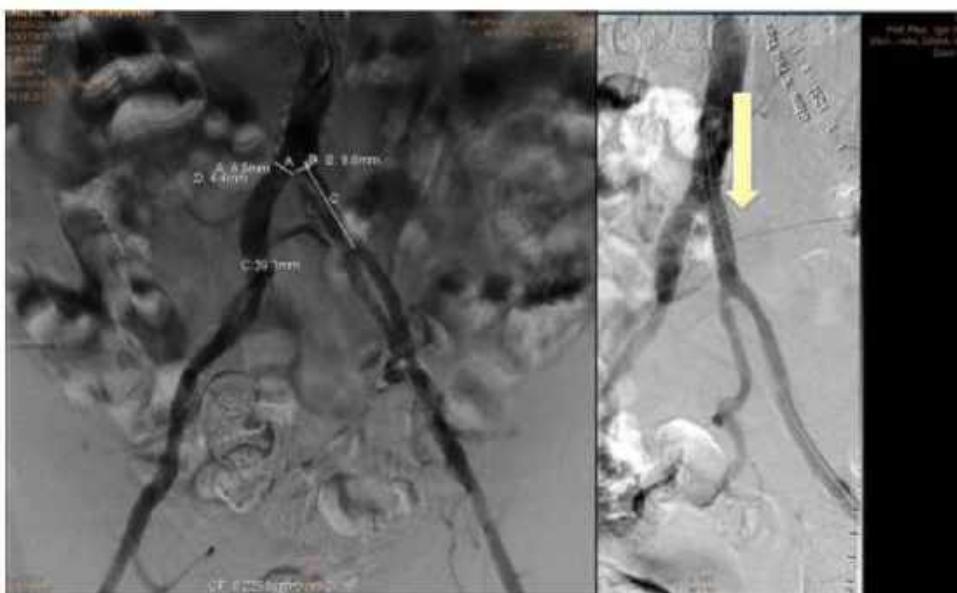


Рисунок 2.1.3. Підготовчий етап і результат стентування лівої ЗКА.

Незважаючи на хороший ангіографічний результат покращення стану кінцівки виявилося незначним, ще більше загострився подагричний приступ, - тому з першої доби після стентування почалася підготовка до наступного етапу лікування пацієнта – гібридної хірургії. Для цього провели лазеротерапію колінного суглоба, підколінної артерії (ПА) і стопи іноваційним пристроєм "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21».

Включно з загальноприйнятими процедурами хворому було поставлено епідуральний катетер, ліквідовано анемію, знято бальовий синдром. Для цього застосовували трьохвалентне залізо для внутрішньовенного застосування (розчин для в/в ін'єкцій: 1 мл розчину містить 20 мг заліза у вигляді заліза (ІІ) гідроксид сахарозного комплексу, що випускається у формі ампул по 100 мг (5 мл) у флаконах 200 мг (10 мл) + 0,9% NaCl-Соловен 100 мл). З метою профілактики інфекційних ускладнень використали левофлоксацин - антибактеріальний препарат широкого спектру дії, фторхінолонового ряду з вираженим бактерицидним ефектом. У комплекс засобів детоксикації застосували препарати ксилат, реосорблакт, сорблакт та застосували схему терапії «Тріо»: базова терапія + Реосорблакт 400 мл/дoba, Латрен 400 мл/дoba, L-аргінін 100 мл/дoba. Місцева застосували препарат декаметоксин, у якого відсутній ефект резорбції

через пошкоджені тканини. Після завершення підготовчого етапу приступили до гібридного оперативного втручання, план якого був таким: хірургічний доступ на ПА нижче колінного суглоба з оцінкою її стану, проведення ендоваскулярної процедури через відкриту рану на ПВГА і артеріальній дузі стопи, артеріотомія на ПА з виконанням дистального анастомозу ПА-синтетичний протез, відкритий доступ на біфуркацію загальної стегнової артерії (ЗСА), відкрита ендартеректомія з неї та її гілок, ендovаскулярна процедура на віддалених гілках глибокої артерії стегна (ГСА) та виконання проксимального анастомозу ЗСА-синтетичний протез (рисунок 2.1.4-5).

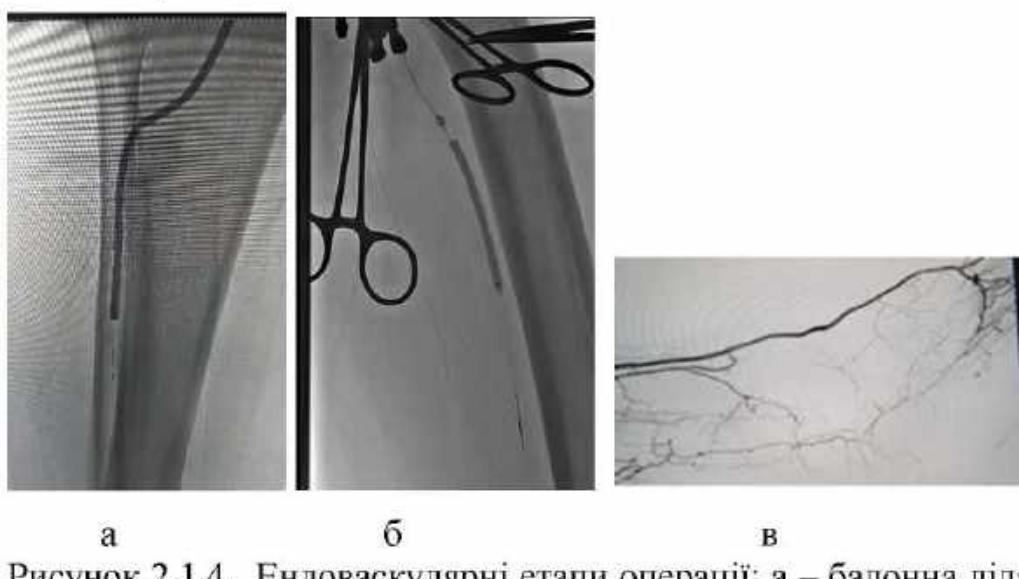


Рисунок 2.1.4. Ендovаскулярні етапи операції: а – балонна ділятація ПВГА, б - гілок ГСА, в – результат на рівні стопи.

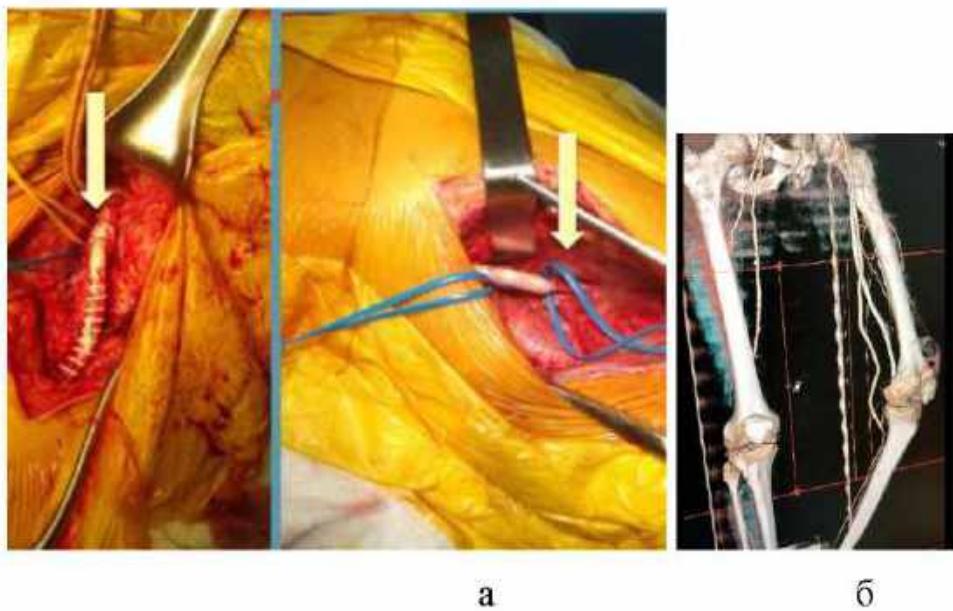


Рисунок 2.1.5 Відкриті етапи операції: а - загальний вигляд реконструйованих сегментів артерій (проксимальний і дистальний анастомози), б – КТ-контроль.

Під час операції проведено напівзакриту фасціотомію на гомілці та застосували іноваційну технологію гемостазу – джерело живлення для електрозварювання живих біологічних тканин і розроблений авторами електроскальпель. Після виконання основних оперативних втручань стан кінцівки пацієнта значно покращився, що дозволило виконати останній етап лікування – безпечно видалити загиблі тканини стопи (рисунок 2.1.6).



Рисунок 2.1.6. Вигляд гомілки після фасціотомії (а); стопи після ампутації 1-го пальця (б); всієї операціонної кінцівки (в).

В подальшому поступово закривали дефект тканин на стопі, використовуючи вакуум і лазеротерапію (рисунок 2.1.7-8).



Рисунок 2.1.7. Вигляд оперованої стопи на різних етапах закриття рани (послідовні фото).

Магнітолазерна терапія (МЛТ) здійснює на організм складну та багатовекторну дію і сприяє виникненню значної кількості ефектів, основним проявом яких є протизапальна, анальгетична дія і стимуляція репараторних процесів [30-33]. Патофізіологічна послідовність дії МЛТ на організм полягає в наступному: активація супероксиддисмутази і каталази; активація мікроциркуляції; зміна рівня простагландинів; імуномодулююча дія; зниження перекисного окиснення ліпідів; знеболювальна дія; стимуляція репаративних

процесів (накопичення АТФ; стимуляція метаболізму клітин; посилення проліферації фібробластів; синтез білка і колагену).



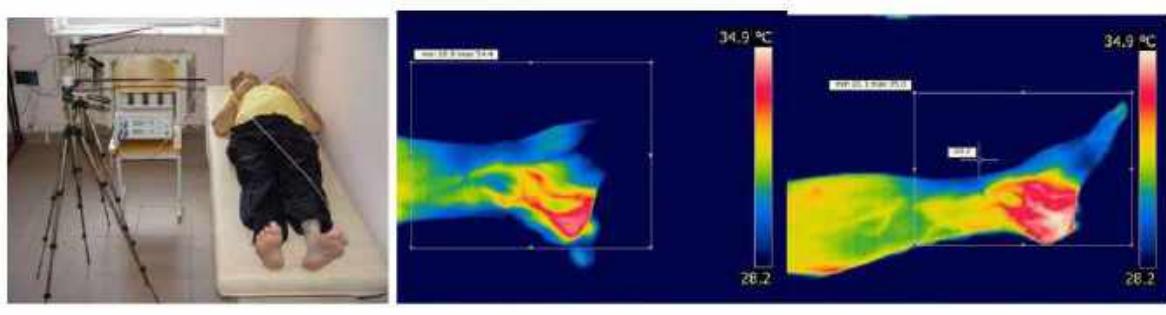
а

б

Рисунок 2.1.8. Колінний суглоб пацієнта (а) та комплексна магніто-лазерна терапія (б).

Результати проведеного лікування оцінювали за допомогою:

1. вимірювання площ та об'ємів трофічних виразок і ран;
 2. оцінки мікроциркуляції ушкоджених тканин методом лазерної доплерівської флюметрії (ЛДФ);
 3. визначення температур уражених тканин методом термометрії та ін.
- (Рис. 2.1.9).



а

б

в

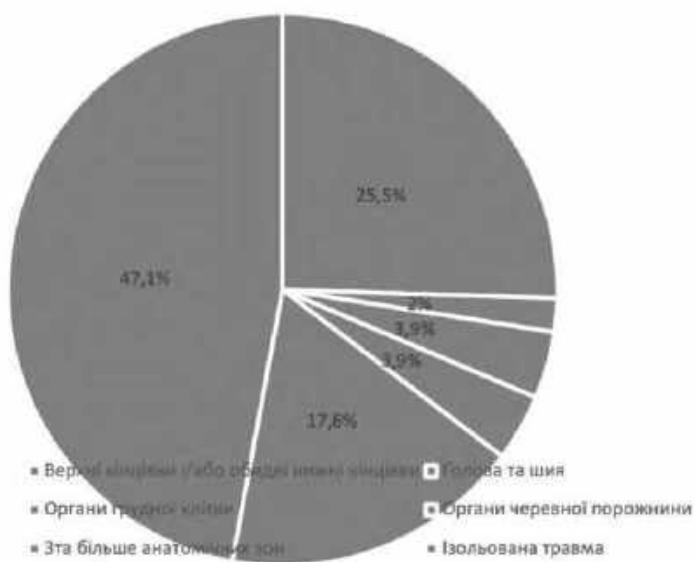
Рисунок 2.1.9. Оцінка мікроциркуляції та температур ушкоджених тканин методами лазерної доплерівської флюметрії (а) і термометрії (б-до лікування, в – після лікування).

Специфічним акцептором випромінювання (гелій-неонового лазера) є фермент каталаза, що має максимум поглинання у червоному зоні спектра (628 нм), що майже збігається з довжиною хвилі випромінювання лазерного випромінювання червоного спектра (0,63). Підвищення активності каталази в

певних межах позитивно впливає на антиоксидантну систему. Під впливом низькоінтенсивного лазерного випромінювання (НІЛВ) у червоному ді-апазоні у тканинах також відбувається активація ферменту супероксиддисмутази, який, як і фермент каталаза, має максимум поглинання в червоній зоні спектра. Усе це нормалізує перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ). За високих енергетичних навантажень і недостатній забезпеченості організму природними антиоксидантами можуть посилюватися процеси ПОЛ, які проявляються можливими загостреннями захворювання до 7–9 сеансів лазеротерапії. Посилення окиснювальних процесів у тканинах пов'язане з утворенням активної (синглетної) форми кисню, тому що останній має смугу поглинання близько 640 нм (лазерне випромінювання червоного спектра), а отже, активується, тобто утворюється його синглетна форма. Під впливом червоного спектра випромінювання поліпшуються процеси мікроциркуляції, активації колагено- і фібрилогенезу зі швидкою епітелізацією ранового дефекту. Активація мітотичних процесів зумовлена посиленням енергетичного обміну в клітинах поверхні рани і крайового епітелію під впливом лазерного опромінення червоного спектра (0,63). У біжньому ГЧ-діапазоні енергія фотона НІЛВ коливається в межах, які викликають коливальні процеси в молекулах речовини та активізувати електронне збудження атомів. Отже, у механізмі дії біологічна активність ГЧ-опромінення пов'язана із фотохімічними перетвореннями і значним підвищеннем теплових коливань молекул речовин. Під впливом ГЧ-випромінювання в магнітному полі (МП) тканини приходять в більш збуджений стан, у них посилюються метаболічні процеси. Це сприяє появи вільних форм речовин, біологічно активних продуктів фотолізу, зміни pH-середовища. Змінюються енергетична активність клітинних мембран, відбуваються конформаційні зміни рідкокристалічних структур, насамперед внутрішньоклітинної води.

2.2 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у військовослужбовців після отримання ними бойових уражень

Існуюча статистика бойової травми судин кінцівок беззаперечно засвідчує актуальність проблеми (діаграма 2.2.1).



Діаграма 2.2.1. Структура вогнепальних поранень магістральних судин за період АТО.

У 44 (86,3%) поранених на 4-му етапі медичної евакуації зберігалися трофічні зміни, переважно м'яких тканин кінцівок, що значно ускладнювало їх лікування. Звісно, корекція магістрального кровотоку як артерій, так і вен були основою успіху у процесі загоєння цих виразок, але місцеве лікування також було надважливим. Okрім застосування різного роду пов'язок, активно застосовували вакуумні пристрої, ультразвукову кавітацію за допомогою низькочастотного ультразвуку, лазерне випромінювання. Важливим було застосування електрокоагуляції за допомогою апарату електrozварки. Для цього було створено інструмент – монополяр, який застосований для цього під УЗД-контрольованим моніторингом. Спосіб при цьому є безпечним і простим у виконанні, адже особливості електrozварювального зонда-електрода забезпечували збереження здорових тканин за межами стінки судин. При

наявності обширних трофічних змін на гомілці поранених приймали рішення про застосування дистанційних методів лікування. Тому нашою першочерговою задачею було розробка комплексного електрозварювального пристрою, який дозволяє дистанційно під контролем відеокамери проводити високочастотне електрозварювання для аблляції перфорантних вен разом з подаванням розчинів на ділянку його впливу. Такий пристрій було створено і успішно використано в лікуванні 18 (35,3%) бійців. Нейротрофічні виразки потребували пересадки шкірно-м'язових лоскотів на рани.

В наше дослідження з використанням МЛТ увійшло 10 пацієнтів з трофічними виразками і ранами травматичного генезу, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магніто-лазерної терапії за розробленою нами методикою і 10 пацієнтів контрольної групи.

Методика лікування. Положення хворого – лежачи/сидячи. Методика відпускання процедур стабільна, 2–4 поля навколо вогнища. МЛТ ІК розміщують навколо вогнища запалення на відстані 3–5 мм над поверхнею (рисунок 2.2.1). МЛТ впливає безпосередньо на зону за стабільною методикою (безконтактно).



а

б



В

Г

Рисунок 2.2.1. Загальний вигляд бойової рани стопи (а), процедура її МЛТ (б), етап вимірювання площі та обсяму (в) та клінічний результат (в).

Характер поранень кінцівок у військовослужбовців був наступним:

Осколкові – 16 (80%); Кульові – 2 (20%); Комбінація (кульові та осколкові) – 2 (10%).

- Ізольоване – 70%;
- Поєднанні – 20%;
- Множинні – 10%.
- Поранення м'яких тканин – 50%;
- Перелом кісток – 50% (з них верхні кінцівки – 20%, нижні кінцівки – 30%) (Рис. 2.2.2).



Рисунок 2.2.2. Множинне вогнепальне ураження нижніх кінцівок з ушкодженням судин, кісток, нервів та м'яких тканин зліва і шкірним глибоким опіком зправа.

Наводимо найбільш показові клінічні приклади ефективності запропонованої технології (рисунок 2.2.3-5).

Приклад 1.

Пациєнт Т., поступив в клініку судинної хірургії НВМКЦ з діагнозом: Стан після вогнепального кульового наскрізного поранення м'яких тканин лівої підколінної ділянки (08.08.21.) з пошкодженням підколінної артерії та вени, заднього великогомілкового нерва. Стан після операції: ПХО ран, протезування лівої підколінної артерії PTFE, перев'язка кукси підколінної вени. Фасціотомія лівої гомілки (08.08.21.). Ревізія судинного пучка лівої гомілки, повторна хірургічна обробка, видалення довгого малогомілкового м'язу, часткова резекція глибокої порції камбаловидного м'язу лівої гомілки (10.08.21.); Повторна хірургічна обробка, часткова резекція некротично змінених м'язів лівої гомілки 12.08.21.); Повторна хірургічна обробка, видалення переднього великогомілкового м'язу, часткова резекція некротично змінених м'язів лівої гомілки (14.08.21.); Повторна хірургічна обробка ран, монтаж VAC-системи на рани лівої гомілки (16, 19., 23, 25, 28. 08.2108.21.). Ревізія ран, санація, накладання вторинних швів на рани (31.08.21.). Вторинне пошкодження м'язів лівої гомілки (постішемічне).

Проведене лікування: ПХО ран, протезування підколінної артерії протезом ПТФЕ, лігування підколінної вени, фасціотомія 09.08.21. – евакуйований в ВМКЦ Пн регіону, де виконано: Ревізія судинного пучка лівої гомілки, повторна хірургічна обробка, видалення довгого малогомілкового м'язу, часткова резекція глибокої порції камбаловидного м'язу лівої гомілки (10.08.21.); Повторна хірургічна обробка, часткова резекція некротично змінених м'язів лівої гомілки 12.08.21.); Повторна хірургічна обробка, видалення переднього великогомілкового м'язу, часткова резекція некротично змінених м'язів лівої гомілки (14.08.21.); Повторна хірургічна обробка ран, монтаж VAC-системи на рани лівої гомілки (16.08.21.). 18.08.21.- евакуйований до НВМКЦ. Де виконано ряд операцій: 19., 23, 25, 28, 08.21. – операції: Ревізія ран, санація, монтаж ВАК-системи; 31.08.21. – операція: ревізія ран, санація, накладання вторинних швів на рани.

Ангіопротекторна терапія, антибіотикотерпія, протизапальні та знеболюючі засоби, антикоагулянти, дезагреганти, атисекреторні, гепатопротектори, сорбенти, нейропротектори, гемотрансфузії ериторцитарної маси та СЗП, режим, дієта, ЛФК.

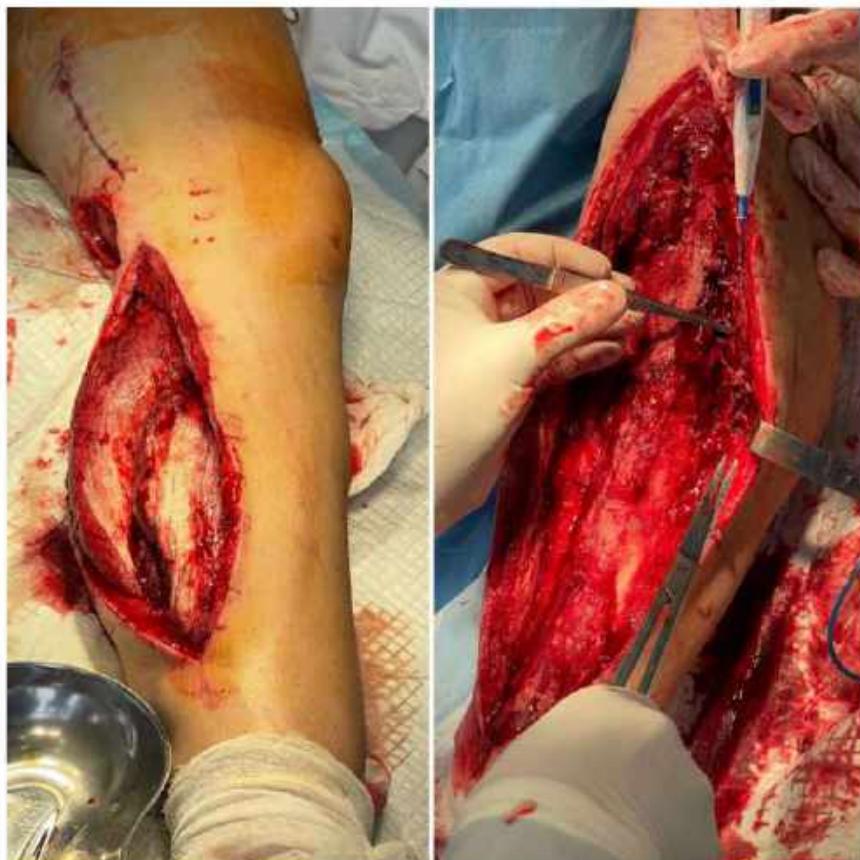


Рисунок 2.2.3. Зображення ран на початку лікування



Рисунок 2.2.4. Зображення ран на проміжному етапі лікування



Рисунок 2.2.5. Зображення ран по завершенню лікування

Приклад 2.

Роман Н. 1981 р.н. отримав вогнепальне осколкове поранення пахової ділянки зліва з пошкодженням лівої загальної стегнової артерії та поверхневої

стегнової вени з вогнепальним переломом малого вертлюга лівої стегнової кістки (рисунок 2.2.6-7) .



Рисунок 2.2.6. Пряма компресія джутом зони поранення та доступ в лівій клубовій ділянці до лівої зовнішньої клубової артерії для проксимального контролю за кровотечею.



Рисунок 2.2.7. Вогнепальний перелом малого вертлюга та протезування загальної стегнової артерії зі збереженням гирла глибокої артерії стегна. 1 – доступ до поверхневої стегнової артерії для дистального контролю кровотечі; 2 – вхідний отвір раньового каналу; 3 – загальна стегнова артерія; 4 – розсічена пахова звязка; 5 – доступ до клубової артерії для прокимального контролю кровотечі; 6 – поверхнева стегнова артерія.

Приклад 3.

Пацієнт М., 1988р.н. поступив в клініку судинної хірургії НВМКЦ з діагнозом: Вогнепальне осколкове поранення верхньої третини лівого стегна з пошкодженням поверхневої стегнової артерії і вени (2-га доба) (Рис. 2.2.8-10).



Рисунок 2.2.8. Зображення рани на 2 добу



Рисунок 2.2.9. Повторні хіургічні обробки, налагодження вакумної аспіраційної системи на рану медіальної поверхні гомілки



Рисунок 2.2.10. На 18-20-у добу шви спороможні, ознак активного запалення і некрозу країв рани не спостерігається, помірно виражена лімфорея з дренажних отворів переднього м'язово-фасціального ложа

Приклад 4.

Пацієнт Т. поступив в клініку судинної хірургії НВМКЦ з діагнозом: Мінно-вибухове поранення з масивним дефектом тканин в зоні судинного пучка (рисунок 2.2.11-14).



Рисунок 2.2.11. Зображення рани під час надання першої допомоги.



Рисунок 2.2.12. Зображення рани через 2 тижні на етапі лікування.



Рисунок 2.2.13. Зображення рани на проміжних етапах лікування.



Рисунок 2.2.14. Заключний результат лікування

За результатами лікування: одужання було у 20 (100%) бійців, ампутація верхньої кінцівки у 1 (5%), ампутація нижньої кінцівки у 2 (10%), невропатія у 4 (20%), летальних наслідків не було. Слід зазначити, що великі ампутації і невропатії спостерігались у поранених виключно контрольної групи, що засвідчило високу ефективність запропонованої системи лікування з використанням магнітолазерної техніки. В результаті була вивчена динаміка швидкості виповнення трофічних виразок у пацієнтів обох груп в залежності від їх площин, об'єму та захворювання. Так, в Таблицях 2.2.1-2 показані результати стосовно бойових травм і венозних трофічних виразок.

Таблиця 2.2.1.

Динаміка швидкості виповнення венозних трофічних виразок у пацієнтів обох груп

Захворювання	Динаміка зменшення об'єму ВТВ (см ³ за добу)		Рівень статистичної значимості різниці (р)
	Група контролю	Основна група	
Бойова травма	0,72±0,026	0,88±0,035	0,038
Післятромботична і варикозна хвороби	0,60±0,037	0,78±0,040	0,041

Таблиця 2.2.2.

Динаміка швидкості епітелізації венозних трофічних виразок у пацієнтів обох груп

Захворюванн я	Швидкість епітелізації (см ² за добу)		Рівень статистичної значимості різниці (р)
	Група контролю	Основна група	
Бойова травма	0,66±0,026	0,80±0,031	0,038
Післятромботична і варикозна хвороби	0,68±0,037	0,81±0,040	0,041

2.3 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки венозного генезу

У розділі детально описані: перспективи і розвиток нових напрямів у діагностиці, лікуванні (насамперед, хірургічного) трофічних виразок венозного генезу з акцентом на мініінвазивність і патогенетичну спрямованість запропонованих методів. Особливу увагу приділили застосуванню нового перспективного напрямку лікувального процесу, такого як лазерне випромінювання.

Особливості місцевого лікування трофічних виразок у хворих на післятромботичну хворобу нижніх кінцівок.

Оскільки місцеве лікування трофічних виразок було уніфікованим для всіх груп пацієнтів, хворі не були розподілені на окремі групи (хворі з наслідками бойової травми та хворі з трофічними виразками внаслідок ПТХ НК).

Патогенез хронічної венозної виразки - перманентна венозна гіпертензія з порушеннями мікроциркуляції. Запорукою успішного лікування трофічних виразок є правильне визначення етіології та різноманітних факторів, які впливають на виразку. Тому, лікування трофічної виразки відбувалося у декілька

етапів, спрямовуючи процес як на регенерацію рані так і на причину, що її викликає.

Лікування трофічних венозних виразок при посттромботичній хворобі включало консервативне та хірургічне лікування ран, їх перев'язку, боротьбу з болем, регулярні перев'язки, антибактериальна терапія, покращення локального та регіонарного кровообігу.

В наше дослідження увійшло 84 пацієнтів з трофічними виразками венозного генезу, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магнітолазерної терапії за розробленою нами методикою. Було використано комплексний патогенетичний підхід до місцевого лікування трофічних виразок венозного генезу (корекція флебостазу та флебогіпертензії у якості патогенетичного лікування при місцевому лікуванні у даному розділі не розглядалась, а розглянута в контексті проведення реконструктивних втручань).

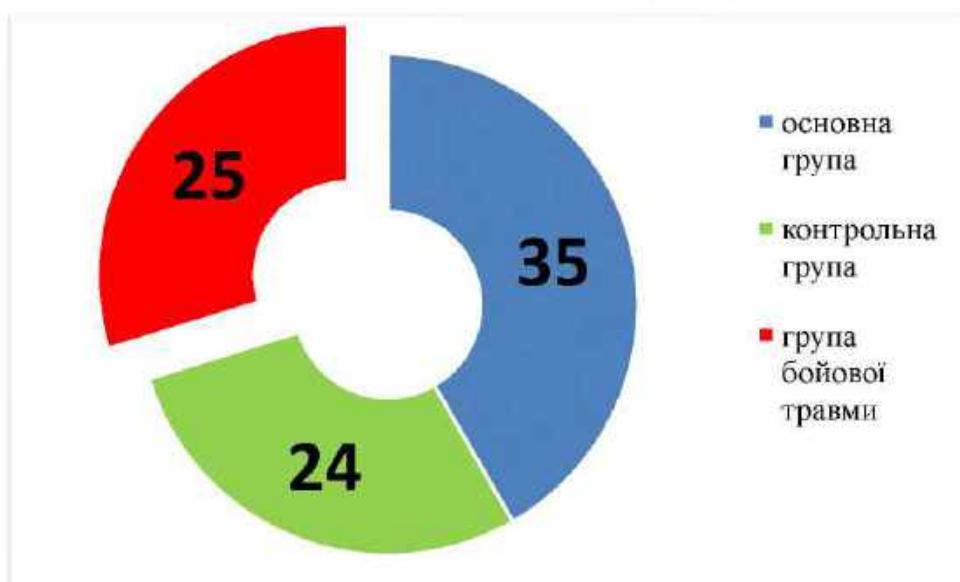
Алгоритм місцевого лікування включав наступне:

- корекція регіонарної мікроциркуляції (еластична компресія, призначення антиагрегантів (мікронізований діосмін, ацетилсаліцилова кислота, пентоксифілін та ін.),
- лікування ранової інфекції (гігієнічні заходи, дебрідмент трофічної виразки, відповідно до стадії виразкового процесу),
- комплексна корекція лейкоцитарної агресії, десенсибілізація організму, прискорення репаративних процесів (застосування венотоніків та НПЗЗ, застосування антигістамінних препаратів, та місцеве застосування лазерної терапії в ділянках уражених тканин).

Корекція регіонарної мікроциркуляції.

Одним з обов'язкових компонентів при лікуванні трофічних виразок є використання компресійного трикотажу [Shbaklo H, Holcroft CA, Kahn SR. Levels of inflammatory markers and the development of the post thrombotic syndrome. Thromb Haemost. 2009; 101:505–512.], оскільки дані більше, ніж 7 рандомізованих досліджень вказують, що при лікуванні венозних виразок повинна використовуватися компресія, на відміну від перев'язування, некомпресійних

пов'язок або взагалі без застосування компресії (клас I; рівень доказів A) [Blume J, Langenbahn H, Champvallins M. Quantification of oedema using the volometer technique: therapeutic application of Daflon 500 mg in chronic venous insufficiency. Phlebology 1992;2(suppl):37–40]. Основою лікування венозних трофічних виразок є компресійна терапія. Багатокомпонентні компресійні системи, що містять еластичний бинт, більш ефективні, ніж ті, що складаються в основному з непружніх компонентів. Розподіл всіх 84 хворих представлено на діаграмі 2.3.1.



Діаграма 2.3.1. Кількість пацієнтів з активною трофічною виразкою (відповідно до класифікації CEAP).

Існують дослідження, що виявляють доцільність застосування пентоксифіліну при лікуванні венозних виразок, виявляється прискорення мікроциркуляторного кровотоку і тканинної оксигенації при ішемії, також пентоксифілін у поєднанні з компресією є більш ефективними, ніж плацебо та компресія разом (ВР 1,56; 95% ДІ, 1.14-2.13).



Рисунок 2.3.1. Мала та гігантська трофічна виразка при ПТХ НК.

Інші заходи для лікування венозних виразок включали підтримку вологого середовища для оптимізації загоєння ран, забезпечення захисного покриття, контролю над дерматитом і агресивного попередження та лікування інфекції [Brodovicz KG, McNaughton K, Uemura N, Meininger G, Girman CJ, Yale SH. Reliability and feasibility of methods to quantitatively assess peripheral edema. Clin Med Res 2009;7:21–31., Broholm R, Sillesen H, Damsgaard MT, Jørgensen M, Just S, Jensen LP, Bækgaard N. Postthrombotic syndrome and quality of life in patients with iliofemoral venous thrombosis treated with catheter-directed thrombolysis. J Vasc Surg. 2011; 54(suppl):18S–25S.].

Роль фізичних вправ в лікуванні трофічних виразок невідома. Фізична активність збільшує венозну гіпертензію, теоретично погіршуєчи умови, що призводять до виразки. Однак, деякі пацієнти з ПТС відзначають поліпшення їх симптомів при фізичних навантаженнях.

Лікування ранової інфекції.

Відповідно до наявної доказової бази щодо лікування трофічних виразок, нами було застосовано комплексну місцеву терапію. Хронічні виразки, як правило, колонізуються грампозитивними мікроорганізмами (стафілококок Aureus і стрептококок групи А), з цієї причини всі трофічні виразки нами сприймалися як інфіковані – в незалежності від типу лікування використовували антисептичні перев'язки.

Локальне внесення препаратів з антибіотиками не сприяє прискореному загоєнню ТВ - місцеве використання більшості антибіотиків дуже часто є малоефективним, тому що під дією кислого середовища трофічних виразок вони швидко розщеплюються та дезактивуються. У зв'язку з цим слід застосовувати місцево антисептичні препарати та деякі специфічні антибіотики, які стійкі до низьких значень pH. Використання місцевих антибіотиків при лікуванні трофічних виразок потребує уточнення спеціфічного типу інфекційного збудника шляхом посіву раневого вмісту, а також призначення таких препаратів в певну фазу раневого процесу виразки.

У пацієнтів з хронічними венозними виразками можуть співіснувати грамнегативні та анаеробні організми, що слід враховувати при довго існуючих та великих за площею виразках.

При виразках, площа яких більша за 10 см², нами розглядалося використання системних антибактеріальних засобів. Найчастіше антибіотик призначався емпірично, до ідентифікації видів бактерій (антибіотик із групи цефалоспоринів II покоління перорально використовувався в амбулаторних умовах та антибіотик із групи цефалоспоринів III покоління в умовах стаціонарного лікування), хоча антибіотики з групи пеніцилінів широкого спектра дії також мають добрий ефект при лікуванні, але їх спектр недостатньо охоплює деякі види стрептококів. Абсолютними показаннями до застосування антибактеріальної терапії, незалежно від площи виразки, були явища індуративного целюліту, мікробної екземи та піодермії.

Розміри трофічної виразки у всіх групах хворих представлені на діаграмі 2.3.2.



Діаграма 2.3.2. Розміри трофічної виразки у групах хворих

Місцеве лікування ранової поверхні, дебрідмент рани.

Важливу роль має *місцеве лікування ранової поверхні* трофічної виразки. Нами процес лікування починається з дебрідменту - звільнення виразки від змертвілих тканин і її очищення від нашарувань фібрину. В стаціонарних умовах ми проводили дворазовий туалет виразкової поверхні. Для механічного очищення використовували індивідуальну м'яку губку та антисептичний розчин (хлоргексидин). Після механічної обробки трофічної виразки ми накладали пов'язку з водорозчинною маззю, що володіє осмотичною активністю (антисептична мазь Мірамістин, antimікробна мазь Левомікол) та компресійну пов'язку.

За наявності вираженого ексудату в лікуванні трофічних виразок ми застосовували водорозчинні мазі, а також протеолітичні ферменти. Під час лікування трофічної виразки при ПТХНК широко використовують різноманітні протеолітичні ферменти: *папайн*, *кристалічні форми трипсину і хімотрипсину* та ін. Однак слід пам'ятати, що трипсин і хімотрипсин можуть пошкодити компоненти регенеруючого сполучнотканинного матриксу. Використовують також препарати на основі *папайн-сечовини* та *колагенази*.

Важливою перевагою комплексу папаїн-сечовина є можливість ефективного видалення некротичних тканин у широких діапазонах рН (від 3,0 до 12,0). При цьому колагеназа не лише не ушкоджує компоненти сполучнотканинного матриксу, а й збільшує проліферацію кератиноцитів майже в 10 разів та сприяє швидкому очищенню трофічної виразки. Пік активності цього ферменту лежить в межах рН = 6–8.

У решті випадків доцільне використання дезинфікуючих рідин, наприклад, 0,02 % розчину декаметоксину (*декасан*). Декасан не пошкоджує грануляційну тканину, сприяє загоєнню та має бактерицидний, вірусоцидний, спороцидний та фунгіцидний спектр дії. Не менш важливим є здатність 0,02 % розчину декаметоксину (*декасан*) потенціювати дію антибіотиків (у 5–40 разів зменшує мінімальну бактерицидну концентрацію антибіотика) при їхньому системному застосуванні за рахунок ослаблення мікроорганізмів під впливом на бактеріальну стінку, підвищуючи її проникність [Nazarchuk O. A. Substantiation of overcoming of antibiotic resistance in acinetobacter baumannii clinical strains by usage of decamethoxinum / O. A. Nazarchuk, D. V. Paliy // Annals of Mechnikov institute, 2017. – № 2. – С. 28-33. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ami_2017_2_7.].

Для запобігання мацерації периульцерозних тканин на периферії трофічної виразки наносили цинкоксидну мазь. У групі бойової травми на ранову поверхню та периульцерозно також наносилось іонне срібло у складі SCX комплексу (хлоргексидин, каолін, іонне срібло). В ексудативну фазу еластичний бандаж щодня змінювався.

Перехід виразки у фазу репарації характеризується очищеннем ранової поверхні, появою грануляцій, зменшенням перифокального запалення та зменшенням ексудації. У такому разі для місцевого застосування є можливим використання неоклюзивних (сольові, вологі чи сухі з різними медикаментами) та повністю оклюзивних пов'язок типу Унна (іонізований цинк – активний антисептичний засіб) або гідроколоїдні. Нами також використовувався свинячий колаген із підслизового шару тонкого кишечника та гідрогелеві пов'язки типу *Allevyn*.

Основним завданням лікування ТВ у такій фазі репаративного процесу стає стимуляція росту та дозрівання сполучної тканини. З метою прискорення її дозрівання бажано ведення рані у вологому середовищі, із застосуванням гідроколloidних пов'язок на гелевій основі.

Слід зазначити, що обов'язковим компонентом лікування ТВ залишалася адекватна еластична компресія нижніх кінцівок. У фазу епітелізації, що характеризується початком епітелізації трофічної виразки та дозріванням сполучнотканинного рубця необхідно надійно захиstitи останній від можливого зовнішнього механічного пошкодження. Це досягається постійним носінням еластичного бандажу, який накладається терміном до 5-7 днів.

Комплексна корекція лейкоцитарної агресії, десенсибілізація організму, прискорення репаративних процесів.

Серед ключових новітніх технологій в лікуванні трофічних порушень при постстромботичній хворобі нижніх кінцівок можна назвати використання лазерного випромінювання – фотодинамічний вплив, основною точкою застосування якого є деконтамінація виразкового дефекту. Від стандартного антибактеріального лікування фотодинамічний вплив відрізняє відсутність медикаментозного навантаження, тотальний спектр впливу, неможливість появи резистентності, відсутність алергічних реакцій.

Упровадження в клінічну практику низькоенергетичного лазерного випромінювання також дозволяло прискорити процеси репарації [Пристрій для ультратонової індукційної лазеротерапії / М. В. Чухраєв, В. І. Малюта, А. О. Шморгун, Ю. Л. Забулонов, В. П. Невструєв, В. А. Черняк, К. К. Карпенко : Патент на корисну модель № 147062 від 07.04.2021, Бюл. 14.]. Це пов'язують з протизапальнюю дією – активація супероксиддисмутази і каталази, активація мікроциркуляції, зміна рівня простагландинів, імуномодулююча дія. Зі зниженням перекисного окиснення ліпідів відбувається вирівнювання осмотичного тиску, зниження набряклості тканин. Знеболювальна дія проявляється активації метаболізму нейронів, підвищенні рівня ендорфінів, підвищенні порогу болювої

чутливості. Стимуляція репаративних процесів – накопичення АТФ, стимуляція метаболізму клітин, посилення проліферації фібробластів, синтез білка і колагену.

Застосовували виключно низькі щільноті потужності лазерного випромінювання - при перерахунку на безперервний режим генерації - від 0,1 до 100 мВт / см² і 0,1 - 4 Дж / см². За способом доставки лазерного випромінювання до необхідної зони застосовували черезшкірну лазеротерапія - вплив здійснюється на органи, тканини і рефлексогенні зони через поверхню шкіри у відповідній області.

Із метою ефективнішого очищення виразкової поверхні від гнійно-некротичних тканин, особливо у осіб, які отримали вогнепальне поранення магістральних судин, нами активно використовувалась ультразвукова кавітація за допомогою низькочастотного ультразвуку та вакуумна терапія [Досвід лікування вогнепальних ран нижніх кінцівок з пошкодженням магістральних судин технологією вакуум-терапії (NPWT) / В. В. Яцун, В. М. Роговський, В. А. Черняк та ін. // Клінічна флебологія, 2016. – Т. 9, №1. – С. 35–37 .].

Під час лікування ТВ нами також використовувалась системна фармакотерапія, яка також була спрямована на корекцію лейкоцитарної агресії та зменшення сенсибілізованості організму вцілому, яка незважаючи на певний позитивний вплив, має допоміжний характер і доповнює традиційну еластичну компресію. Зазвичай призначалось загальноприйняте консервативне лікування, яке передбачає застосування адекватних доз препаратів L-аргініну (*тівортін* 2,4 г), вено-лімфотоніків (*цикло-3-форм*, *детралекс*), пентоксифіліну (*латрен*), багатоатомних спиртів та інших багатофункціональних розчинів, антикоагулянтів, нестероїдних протизапальних препаратів. Слід особливо наголосити на необхідності продовження прийому полівалентних флеботоніків. Найбільший лікувальний ефект у хворих з трофічними виразками відзначається при тривалості курсу щонайменше 3-х місяців.

2.4 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки при цукровому діабеті

Згідно даних ВООЗ кількість хворих із діагностованим цукровим діабетом (ЦД) в Україні 9,1%, що складає більш як 4 мільйони осіб [4]. У 15-25% хворих на цукровий діабет перебіг хвороби ускладнюється синдромом діабетичної стопи (СДС) з трофічними виразками і некрозами[1,7]. Загалом, близько 50% хворих з СДС мають гемодинамічно значущі ураження судин, що потребує артеріальної реконструкції. Серед сегментів ураження найбільш характерне для діабету, згідно рекомендацій TASC-II (TransAtlantic InterSociety Consensus, 2007р.), є гомілково-стопний [5]. Суто ендоваскулярні методи в нашому дослідженні недозволили ефективно відновлювати кровотік. Тому використання прийомів відкритої та ендоваскулярної хірургії було приоритетним у виборі оперативних втручань [4]. Доповнення ж хірургічних методик МЛТ значно покращили результати лікування таких хворих, що засвідчив порівняльний аналіз основної і контрольної групи.

Матеріали та методи.

В основну групу увійшли 10 пацієнтів, яким було виконано 15 втручань: ендоваскулярних – 10 та гіbridних - 5, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магнітолазерної терапії за розробленою нами методикою. Показаннями для реваскуляризації були гнійно-некротичні зміни на кінцівці та інтенсивні ішемічні болі в спокої та при ходьбі. В контрольну групу ми відібрали 10 пацієнтів з оклюзивними ураженнями гомілкових сегментів на фоні ішемічної форми діабетичної стопи, що були операціоні за подібними методиками, але без використання магнітолазеротерапії. Некротичні зміни на ураженій кінцівці були у всіх 100% хворих. Реваскуляризація стопи в основній групі була виконана за допомогою втручань на гомілкових артеріях - в 5 (50%) спостереженнях, одночасних втручань на гомілково-стопному та проксимальних сегментах - в 5 (50%), в 5 (50%) мали місце попередні хірургічні втручання на проксимальних сегментах. Повторні втручання в зв'язку з прогресуванням оклюзивних явищ в

проксимальних сегментах з подальшим хірургічним втручанням – 5 спостереження (50%). Обстеження включало стандартні методи, головним з яких була пряма ангіографія (рисунок 2.4.1).

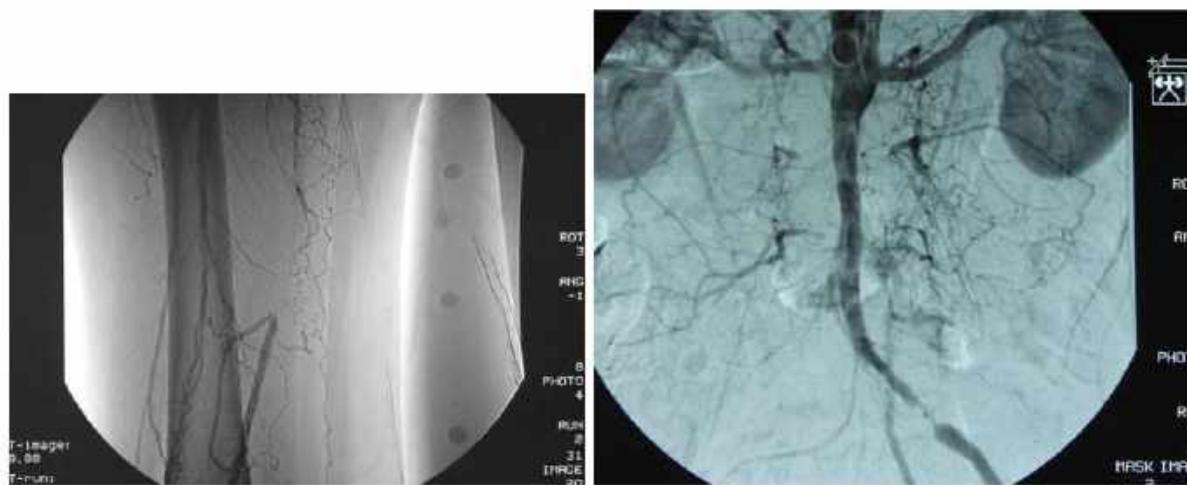


Рисунок 2.4.1. Результати ангіографічних досліджень пацієнтів, що увійшли в обидві групи дослідження.

Окрім візуалізації судинної патології пряма ангіографія дозволила визначати та розраховувати обєм оперативного втручання, а ультразвукові і МСКТ методики доповнювали картину ураження судинного русла (Рис. 2.4.2).

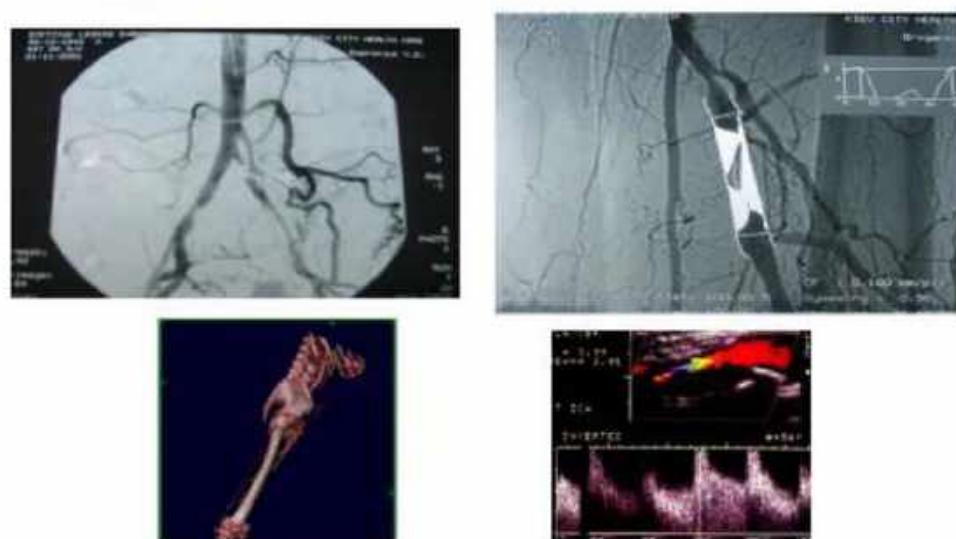


Рисунок 2.4.2. Результати ангіографічних, МСКТ та ультразвукових досліджень пацієнтів, що увійшли в обидві групи дослідження.

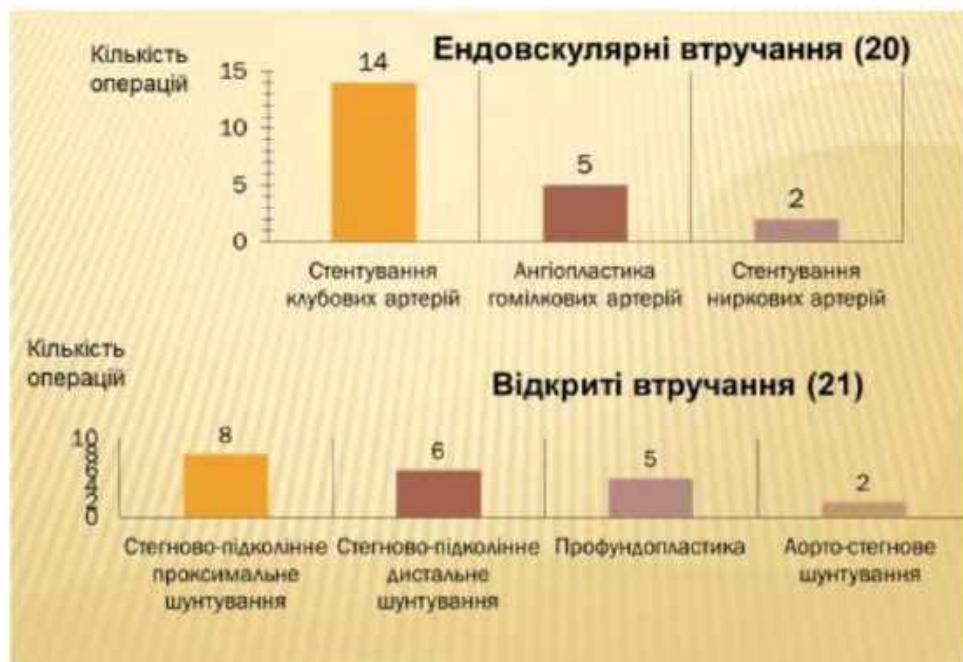
Класичним прикладом лікування цієї групи хворих є клінічний приклад хворого, якому послідовно виконані оперативні втручання зі збереженням кінцівки (рисунок 2.4.3).



Рисунок 2.4.3. Етапи лікування хворого М. з трофічними змінами лівої стопи на фоні цукрового діабету (послідовні фото).

2.5 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки артеріального генезу

В наше дослідження увійшло 18 пацієнтів з трофічними виразками артеріального генезу, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магніто-лазерної терапії за розробленою нами методикою. У всіх випадках оклюзійне ураження артеріального русла було спричинено атеросклерозом. Характеристика ураження артерій нижніх кінцівок: аорто – здухвинний сегмент - 24%, стегново – підколінний сегмент - 50%, гомілкові артерії 17%, здухвинно – стегновий сегмент - 4%, підколінний сегмент - 5%. Одномоментні операції - ендоваскулярні втручання у поєднанні з відкритими артеріальними реконструкціями і виконувані в одній операційній без тимчасової експозиції виконані у 14 хворих, Етапні операції - ендоваскулярні втручання і відкриті артеріальні реконструкції виконуються безпосередньо один за одним – у 4. Характеристика оперативних втручань (18 хворих) представлена на діаграмі 2.5.1.



Діаграма 2.5.1. Характеристика оперативних втручань у 18 хворих на трофічні виразки артеріального генезу

Продемонстровані нижче 3 клінічні показові випадки засвідчили високу ефективність запропонованої системи лікування (рисунок 2.5.1-4).

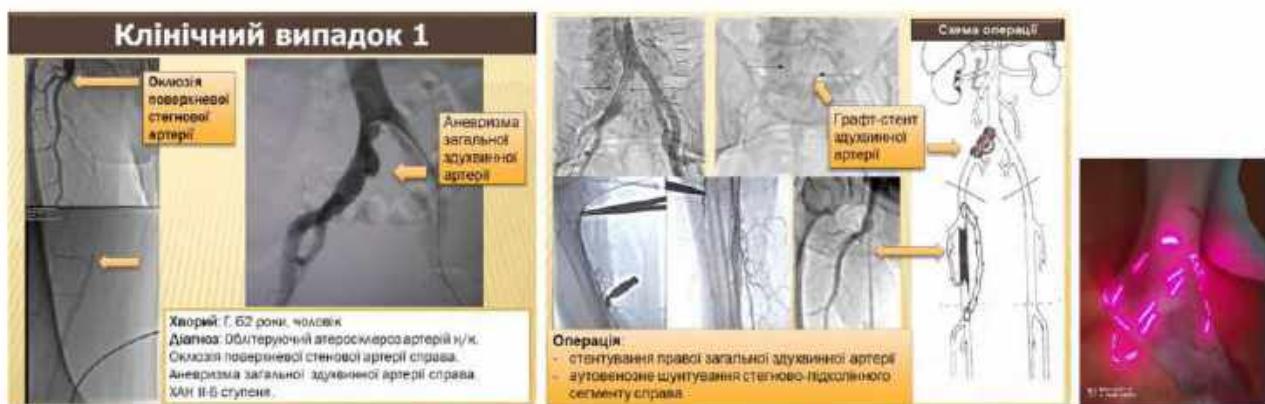


Рисунок 2.5.1. Етапи та позитивний ефект лікування хворого Г.

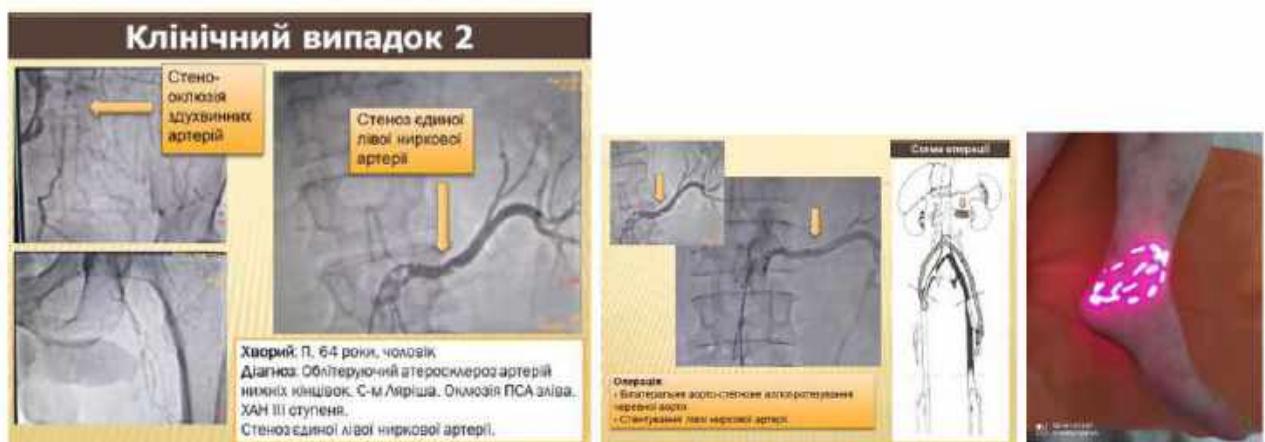


Рисунок 2.5.2. Етапи та позитивний ефект лікування хворого П.



Рисунок 2.5.3. Етапи та позитивний ефект лікування хворого Д.

Клінічний випадок 4.

Пацієнт К., 1956р.н. знаходився на лікуванні в клініці судинної хірургії НВМКЦ з діагнозом: Облітеруючий атеросклероз артерій нижніх кінцівок, оклюзія стегново-підколінного та гомілкового сегментів. Критична ішемія лівої нижньої кінцівки. Трофічні виразки пальців лівої нижньої кінцівки. ХАН IVст. (рисунок 2.5.4).



Рисунок 2.5.4. Зображення ангіограм аорти, аретрій тазу, лівої нижньої кінцівки та сеанс МЛТ.

Проведене лікування: ангіопротекторна терапія, перев'язки ран, лазерне випромінювання, оперативне лікування: Ревізія магістральних артерій стегново-підколінного сегменту, стегново-підколінне аутошунтування.

Результат лікування – задовільний, трофічні виразки в стадії регенерації.

У найближчому післяопераційному періоді всім 18 хворим проведені сеанси магнітозазерної терапії. Летальних випадків не зафіксовано, у всіх випадках отримано хороший безпосередній агіографічний результат та позитивна динаміка зміни функціонального класу ішемії. Також виявлена позитивна динаміка по бальовому синдрому. Так, усім пацієнтам перед початком оперативного лікування та у післяопераційному періоді, проводили оцінку інтенсивності болю за десятибалльною цифровою рейтнінговою шкалою. Проведення оцінки якості життя пацієнта проводили до операції, через 1 місяць, 3 місяці та півроку після операції. Кожна відповідь мала 5-бальну оцінку, причому вищий бал відповідав найтяжчим порушенням. Запропоновані в опитувальнику відповіді оцінювались пацієнтом як «1», якщо прояви були відсутні, «2» – легкі, «3» – значні, «4» – тяжкі, «5» – дуже тяжкі. Порівняльна характеристика сили бальових відчуттів прооперованих пацієнтів засвідчила позитивну динаміку у всіх пацієнтів, що отримували МЛТ.

Динаміка змін функціонального класу за Фонтейном – Покровським у хворих (n=18) з гібридними реконструкціями представлена на рисунок 2.5.4.

Функціональний клас	До операції		Після операції	
	Абс.	%	Абс.	%
I	-	-	8	44,4
II – А	-	-	6	33,3
II - Б	7	38,8	3	16,6
III	8	44,4	1	5,5
IV	3	16,6	-	-

Рисунок 2.5.4. Динаміка змін функціональних класів за Фонтейном – Покровським у 18 оперованих хворих.

Характеристика найближчих післяопераційних ускладнень представлена на Рисунок 2.5.5.

Ускладнення	Найближчі		Віддалені	
	Абс.	%	Абс.	%
Лімфорея	1	5,5	--	--
Гематома	2	11,1	--	--
Гостра ниркова недостатність	1	5,5	--	--
Тромбоз шунта	--	--	2	11,1
Рестеноз стенту	--	--	2	11,1
Зниження ФК	--	--	3	16,6
Ампутація н/к	--	--	1	5,5

Рисунок 2.5.5. Характеристика найближчих післяопераційних ускладнень у 18 операціоних хворих.

Таким чином, при багаторівневому ураженні артеріального русла у пацієнтів з хронічною ішемією нижніх кінцівок перспективним напрямком є виконання гіbridних оперативних втручань з використанням лазерних і електrozварювальних технологій. Використання таких гіbridних технологій в клініці дозволило в ранньому післяопераційному періоді у всіх пацієнтів з ішемією нижніх кінцівок ефективно купірувати явища критичної ішемії або збільшити дистанцію безболової ходи, зменшити травматичність втручання, і уникнути летальних наслідків.

2.6 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки і рани інфекційного генезу

Гнійна рана може виникнути при інфікуванні чистої рани (колотої, різаної, руба-ної, рваної і т. д.) або сформуватися в результаті прориву гнійника. Збудниками гнійного процесу у випадкових і хірургічних ранах зазвичай стають так звані гноєтворні мікроби (стафілококи, стрептококки і т. д.).

Сьогодні як у травматології, так і в хірургії, прийнято вважати, що будь-яка випадкова рана інфікована, тобто містить певну кількість бактерій. Однак бактеріальне забруднення не обов'язково призводить до нагноєння. Для розвитку інфекції необхідне поєднання таких чинників: достатня пошкодженість тканин; наявність у порожнині рані нежиттєздатних тканин, сторонніх тіл і вилитої крові; достатня концентрація патогенних мікроорганізмів. МЛТ проводять на очищену рану (гнійне виділення поглинає до 90 % лазерного випромінювання). В наше дослідження увійшло 10 пацієнтів з трофічними виразками інфекційного генезу, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магніто-лазерної терапії за розробленою нами методикою. Знеболювальна дія проявляється активації метаболізму нейронів, підвищенні рівня ендорфінів, підвищенні порогу бальової чутливості.

Проведення процедур із застосуванням апарату має свої протипоказання і схеми.

Протипоказання до призначення процедур були:

- - зложісні новоутворення;
- - схильність до кровотеч;
- - гіпертонічна хвороба III стадії;
- - серцева недостатність (2,3);
- - складні порушення ритму серця і провідності;
- - постінфарктна аневризма;
- - індивідуальна підвищена чутливість до фактора;
- - гостре порушення мозкового кровообігу;
- - різко виражена гіпотензія;
- - гострі психічні розлади;
- - наявність електронних кардіостимулаторів.

Схема лікування (гостра стадія). На передній панелі апарату виставляємо такі параметри процедури:

Потужність СЛС, мВт	Індукція, мТл	Модуляція, Гц	Час, хв
40–60	9–12	екзема, дерматит – 0,7; фурункульоз, вугрі звичайні – 1,7; екзема пустульозна, слабкість, втома – 2,2;	СЛС(система лазерного сканування) – 5 5 з кожного боку МЛТ – 3 на

Методика лікування. Положення хворого – лежачи на спині. Положення випромінювача контактне. Методика відпускання процедур – зони впливу (наведено на рисунку 9.3). Проведення СЛС виконують через нанесення на шкіру гідрокортизона. Проведення МЛТ виконують контактно, одночасно з СЛС. Інредуктор встановлюють на проекцію патологічного вогнища, паравертебрально на зону іннервації органів, на ділянку рефлекторних зон або на зону довгастого мозку. Після закінчення часу процедури пристрій автоматично вимикає живлення всіх підсилювачів і переходить в режим підготовки для проведення наступної процедури.

Стимуляція репаративних процесів – накопичення АТФ, стимуляція метаболізму клітин, посилення проліферації фібробластів, синтез білка і колагену(рисунок 2.6.1).





Рисунок 2.6.1. Динаміка загоєння трофічної виразки під дією лазерного опромінення (послідовні фото).

Для чистоти дослідження нами були відібрані пацієнти з трофічними виразками середнього, великого та гіантського розмірів (рисунку 2.6.2).



Рисунок 2.6.2. Хвора М., 64 роки. Амбулаторна картка № 625/0154 від 21.06.2021. Венозна трофічна виразка гіантського розміру, де переважна частина дефекту припадає на внутрішню, зовнішню та передню поверхні нижньої третини правої гомілки (а), та процес її лазеротерапії (б).



Рисунок 2.6.13. Хворий В., 58 років, Динаміка стану трофічної виразки венозного генезу: первинний статус (а), магнітолазерна терапія (б), та продовж 2-4 тижнів лікування (амбулаторне лікування, швидкість епітелізації ВТВ після її очищення становить $0,2 \text{ см}^2/\text{добу}$, а її виповнення – $0,4 \text{ см}^3/\text{добу}$) – б-в.

2.7 Клінічна оцінка і результати застосування лазерного комп'ютерного комплекса у хворих на трофічні виразки змішаного генезу

В наше дослідження увійшло 10 пацієнтів з трофічними виразками змішаного генезу, яким було виконано комплексне лікування з включенням у процес магніто-лазерної терапії за розробленою нами методикою. Серед них були такі

комбінації поєднань причин виразок: 2 пацієнта з комбінацією нейротрофічний/ішемічний, 2 пацієнта з комбінацією нейротрофічний/венозний, 2 пацієнта з комбінацією артеріальний/венозний, 2 пацієнта з комбінацією артеріальний/травматичний, 2 пацієнта з комбінацією діабетичний/травматичний. Для ілюстрації ефективності запропонованої терапії наводимо ряд клінічних прикладів.

Хворий Р., 1949 р.н. поступив в клініку судинної хірургії Національного військового медичного центру 06.08.2021р. зі скаргами на болі спокою у лівій нозі та наявність трофічної виразки на стопі в області пятки (рисунок 2.7.1).



Рисунок 2.7.1. Стан стопи і вигляд виразки у хворого Р. на момент госпіталізації та первинної хірургічної обробки.

Хворий був обстежений, виявлено комбінацію причин виразки: ішемічно-артеріальний/нейротрофічний компоненти. Виконано поетапну некректомію виразки, ангіографію судин і лазеротерапію (рисунок 2.7.2).



а



б



в

г

Рисунок 2.7.2. Етапи діагностики і лікування хворого Р.: серія ангіограм з візуалізацією ураження стегново-підколінного артеріального сегменту зліва (а);

поетапна некректомія (б); магніто-лазерна терапія (в), та вигляд виразки після лазера (г).

В результаті було досягнуто не тільки зупинку розширення виразки, а і її суттєве зменшення по площі з відсутністю інфекційного процесу в рані. На другому етапі було вирішено провести судинну операцію – стегново-підколінне шунтування власною аутовеною методом реверсії (рисунок 2.7.3).

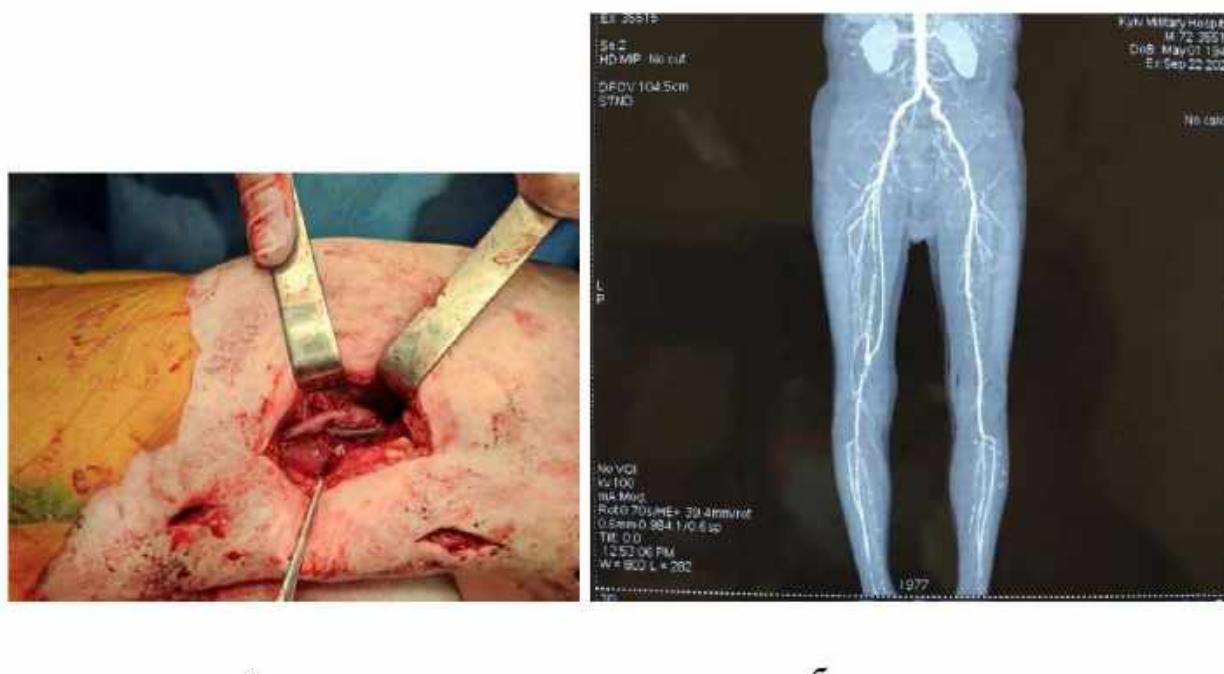


Рисунок 2.7.3. Результат хірургічного втручання у пацієнта Р.: а – вигляд дистального анастомозу судин над рівнем колінного суглоба, б – на контрольній ангіограмі простежується функціонуючий стегново-підколінний шунт і заповнення судинного русла дистальніше шунта.

В результаті хворого було виписано на амбулаторне лікування в задовільному стані зі значним покращенням.

Інший клінічний випадок ілюструє результат лікування хворого з виразкою стопи змішаного генезу в комбінації травма/діабет (рисунок 2.7.4).



Рисунок 2.7.4. Процедура, первинний вигляд виразки і результат лазерного лікування у пацієнта М.: виразка загоїлася протягом 3-х місяців.

Висновки

1. Лікування бойових ран і трофічних виразок має розглядатися в парадигмі комплексного лікування пацієнта спрямованого на багатовекторне направлення застосованої терапії.
2. Вимірювання розмірів рани важливе для моніторингу процесу загоєння ран та оцінки ефектів лікування; цифрова планіметрія та методика створення цифрового зображення є найточнішим і найбільш надійним методом вимірювання площі ран, особливо у великих ранах і ран неправильної форми.
3. В результаті досліджень лазерного випромінювання при лікуванні та медичній реабілітації хворих шляхом проведення клінічної оцінки і лазерної допплерівської флюметрії доведено не тільки покращення стану пацієнта в цілому, а й покращення мікроциркуляції в уражених тканинах на 7-17% в залежності від виду патології, зниження рівня запального і болювого синдромів, достовірно значиме пришвидшення загоєння ран.
4. Фотодинамічний вплив лазерного опромінення при місцевому лікуванні ТВ виявився вельми ефективним при проведенні дебридменту ранової поверхні і МЛТ повинна застосовуватися з метою ефективної деконтамінації ран.
5. Застосування розробленого апарату лазерного випромінювання дозволило в клінічних умовах значно вдосконалити лікувальний процес і скоротити термін реабілітації пацієнтів як з бойовою травмою, так і із захворюваннями судин артеріального, венозного, інфекційного, нейротрофічного та змішаного генезу.
6. Комбінація МЛТ та гіbridної хірургії критичної ішемії дозволяє суттєво розширити покази до хірургічних втручань і ефективніше рятувати кінцівку.
7. Оптимальною характеристикою електrozварюальної дії є помірна температура в зоні накладення електродів, так як гіпертермія викликає

обвуглення тканин і призводить до крихкості субстанції електрозварювального шва.

8. Зварка судин виникає при значному тиску електродів електрохіургічних інструментів. Прикладений тиск викликає деформацію зварювальних тканин ще до початку нагрівання зварювальним струмом і, як наслідок, зміна їх електричних характеристик.
9. При стисненні зварювальними електродами м'яких біологічних тканин відбувається їх значна деформація - в залежності від виду тканини в 4.5 - 10 разів при тиску 11 кгс / см². Міцність шва залежить від ступеня гомогенізації тканин, що утворюють його субстанцію.
10. Зона коагуляційного некрозу виникає зі збереженням характерної клітинної і тканинної структурної організації. Ця зона безпосередньо прилягає до електродів і поширюється на 1-2 мм до периферії, а зона парціального коагуляційного некрозу і дистрофічних змін поширюється дистально попередньої зони на глибину до 0,5 см.
11. Гістологічні та механоманометричні дослідження показали стійкість електрозварювального шва судин за рахунок змін структури білків та зневоднення тканин; такий шов може витримувати пульсовий тиск від 40 до 800 мм рт. ст. в залежності від діаметру, стану судини та структури її стінки.
12. Розроблені варіанти електрохіургічного інструментарію є інноваційною вітчизняною технологією, а джерело живлення для електрозварки судин не поступається відповідним аналогам, але відрізняється меншими габаритами і простотою роботи, є більш економічним і менш енергоємним.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ 2020-2021

Результати роботи були висвітлені в доповідях наступних наукових конференцій:

1. Науково-практична онлайн конференція «Сухаревські читання» «Судинна хірургія, флебологія та ангіологія в епоху Covid-19», 09-10 жовтня 2021 р, м. Київ.
2. X Міжнародна інтернет-конференція «Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології» м. Київ. 22-24 вересня 2021 року.
3. Всеукраїнська науково-практична онлайн конференція із міжнародною участю «Сучасні технології в хірургічному лікуванні захворювання судин. Мультидисциплінарний підхід», м.Київ, 21-22 жовтня, 2021 р.
4. XV онлайн з'їзд військових хірургів та анестезіологів України “Досягнення воєнно-польової хірургії та анестезіології в лікуванні поранених з бойовою травмою”, м.Київ, 21-22 жовтня 2021 р.
5. Міжнародна науково-практична онлайн конференція «Актуальні питання сучасної хірургії», м.Київ, 30-31 жовтня 2021 р.
6. Всеукраїнська науково-практична конференція «Соціогуманітарний вимір сучасних трансформацій», м. Чернігів, 29 жовтня 2021 року.
7. The 5th International scientific and practical conference “International scientific innovations in human life” (November 17-19, 2021) Cognum Publishing House, Manchester, United Kingdom. 2021.
8. International Scientific and Theoretical conference «Modernization of science and its influence on global processes». Bern, Swiss Confederation, 05.11.2021.

Проведені в рамках цих конференцій наступні доповіді:

1. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.С., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибalo Р.В., Карпенко Л.В. Магнітно-лазерна техніка в комплексному лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран. X Міжнародна інтернет-конференція «Медична фізика – сучасний

- стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології» м. Київ. 22-24 вересня 2021 року.
2. Черняк В., Роговський В., Гангал І., Борківець О. Застосування гібридної технології в хірургії критичної ішемії кінцівки (клінічний приклад). Науково-практична онлайн конференція «Сухаревські читання» «Судинна хірургія, флебологія та ангіологія в епоху covid-19», 09-10 жовтня 2021 р, м. Київ.
 3. Карпенко К., Цема Є., Черняк В., Гангал І., Гибало Р., Гуменюк К. Ендovаскулярне лікування посттравматичних артеріо-венозних фістул. Науково-практична онлайн конференція «Сухаревські читання» «Судинна хірургія, флебологія та ангіологія в епоху covid-19», 09-10 жовтня 2021 р, м. Київ.
 4. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К., Карпенко Л.В., Нагалюк Ю.В. Доклінічна оцінка можливості високочастотної електrozварки з'єднувати магістральні судини. Науково-практична онлайн конференція «Сухаревські читання» «Судинна хірургія, флебологія та ангіологія в епоху covid-19», 09-10 жовтня 2021 р, м. Київ.
 5. Черняк В.А., Карпенко К.К, Гибало Р.В., Забулонон Ю.Л., Невструєв В.П. Магнітно-лазерна терапія в комплексному лікуванні ран і трофічних виразок Матеріали науково-практичної конференції «Сухаревські читання» «Судинна хірургія, флебологія та ангіологія в епоху covid-19», 09-10 жовтня 2021 р, м. Київ.
 6. Chernyak VA, Karpenko KK, Gybalo RV, Zabulonov YL, Nevstruyev VP
Possibilities and effectiveness of laser therapy in the complex treatment of wounds and trophic ulcers. Всеукраїнська науково-практична онлайн конференція із міжнародною участю «Сучасні технології в хірургічному лікуванні захворювання судин. Мультидисциплінарний підхід», м.Київ, 21-22 жовтня, 2021 р.
 7. Chernyak VA, Muzychenco PF, Karpenko KK, Karpenko LV, Nagalyuk Yu. V., Dubenko DE. Experimental evaluation of the ability of developed electrosurgical

instruments and power supplies of high-frequency electric welding to connect and block arteries and veins. Всеукраїнська науково-практична онлайн конференція із міжнародною участю «Сучасні технології в хірургічному лікуванні захворювання судин. Мультидисциплінарний підхід», м.Київ, 21-22 жовтня, 2021 р.

8. Гибalo Ростислав Віталійович Особливості закриття дефектів передньої черевної стінки після вогнепальних поранень. XV онлайн з'їзд військових хірургів та анестезіологів України “Досягнення воєнно-польової хірургії та анестезіології в лікуванні поранених з бойовою травмою”, м.Київ, 21-22 жовтня 2021 р.
9. Карпенко Костянтин Костянтинович. Ендovаскулярне лікування після травматичних артеріо-венозних фістул. XV онлайн з'їзд військових хірургів та анестезіологів України “Досягнення воєнно-польової хірургії та анестезіології в лікуванні поранених з бойовою травмою”, м.Київ, 21-22 жовтня 2021 р.
- 10.Черняк В.А, Роговський В.М., Коваль Б.М., Гангал І.І., Карпенко К.К., Родіонов О.С., Нагалюк Ю.В. Досвід проведення гібридних операцій на магістральних артеріях і венах тазу та нижніх кінцівок. Міжнародна науково-практична онлайн конференція «Актуальні питання сучасної хірургії», м.Київ, 30-31 жовтня 2021 р.

Статті і тези доповідей:

1. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Dubenko D.Ye., Muzichenko P.F. Usage of high-frequency electric welding in vascular surgery. Матеріали IX Міжнародної конференції «Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології». Київ, 23-25 вересня, 2020 рік. С. 220-223.
2. Черняк В.А., Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Сіваш Ю.Ю., Щепетов М.В., Карпенко К.К. Результати лікування поранень магістральних судин у ході операції об'єднаних сил на Сході України за період із 2014 по I квартал

- 2019 року. «Науковий вісник Ужгородського університету», серія Медицина, 2020, випуск 1 (61). С. 130-139. Матеріали конгресу «Сухаревські читання», 26-27 березня 2020 року, Ужгород. (*В.А. Черняк проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
3. Забулонов Ю.Л., Чарний Д. В., Чухраєв М.В., Черняк В.А., Карпенко К.К., Мусіч О.Г. Біологічна дія лазерного випромінювання. Матеріали IX Міжнародної конференції «Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології» (Київ, 23-25 вересня, 2020 рік). С. 268-272. (*Черняк В.А., Карпенко К.К. проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
 4. Черняк В.А., Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Гибalo P.B., Дибкалюк С.В., Карпенко К.К. Лікування наслідків бойових вогнепальних поранень магістральних судин нижніх кінцівок за період 2014-2019 років проведення АТО ТА ООС. Світ Медицини та Біології. – №2(76). – 2021. – С. 153-158. (*Черняк В.А., Гибalo P.B., Карпенко К.К. проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
 5. Muzychchenko P. F., Chernyak V. A., Savosko, S. I., Lankin, Yu. N., Karpenko K. K., Dubenko D. E., Nahaluk U. V., Zorgach V. U., Manzuk T. I., Gybalo R. V., Koshevskiy U. I. Morphological assessment of vascular anastomoses performed using high frequency electric welding. Int. J. Morphol., 39(4): 2021. P. 1183-1189. (*Muzychchenko P. F., Chernyak V. A., Karpenko K. K., Dubenko D. E., Nahaluk U. V., Gybalo R. V. проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
 6. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Мандзюк Т.І., Гибalo P.B., Карпенко Л.В. Результати

- впровадження в клінічну практику ендоскопічної субфасціальної дисекції неспроможних перфорантних вен із застосуванням технології високочастотного електрозварювання в хірургії післятромботичної хвороби нижніх кінцівок. XIII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути» м. Київ. 26 лютого 2021 року. С. 182-188. (*Черняк В.А., Гибalo Р.В., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Карпенко К.К. проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
7. Черняк В. А. Застосування електрозварки і лазера в лікування ран і трофічних виразок. Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практична конференція «Наукові та освітні трансформації в сучасному світі» м. Чернігів. 15 липня 2021 року. С. 181-183.
 8. Черняк В.А., Карпенко К.К., Гибalo Р.В., Кузьменко О.В., Нагалюк Ю.В. Клінічне і науково-освітнє значення впровадження оновленої класифікації післятромботичної хвороби нижніх кінцівок. Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні тенденції та концептуальні шляхи розвитку освіти і педагогіки» м. Київ. 27 січня 2021 року. С. 289-296. (*Черняк В.А., Гибalo Р.В., Музиченко П.Ф., Нагалюк Ю.В., Карпенко К.К. проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку*).
 9. Гуменюк К.В., Гангал І.І., Карпенко К.К. Надання високоспеціалізованої медичної допомоги військовослужбовцям Збройних Сил України мінійнвазивними рентгенендоваскулярними методиками // Запорізький медичний журнал. 2021. Т. 23, № 3(126). С. 375-380. DOI: 10.14739/2310-1210.2021.3.223139. (*Карпенко К.К. проаналізовано результати, підготовлено до друку*).
 10. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибalo Р.В., Карпенко Л.В. Магнітно-лазерна техніка в комплексному лікуванні захворювань судин, трофічних

- виразок і ран. X Міжнародна інтернет-конференція «Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології» м. Київ. 22-24 вересня 2021 року. С. 167-177. (*Черняк В.А., Гибало Р.В., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Карпенко К.К.* проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку).
11. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Gybalo R.V., Zabulonov Y.L. Possibilities and effectiveness of laser therapy in complex treatment of wounds and trophic ulcers. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Соціогуманітарний вимір сучасних трансформацій». (м. Чернігів, 29 жовтня 2021 року). С. 58-59. (*Chernyak VA, Karpenko KK, Gybalo RV* проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку).
12. Владимиров А. А., Забулонон Ю. Л., Чайка С. В., Невструев В. П., Черняк В. А., Чухраев Н. В., Шморгун А. А., Малюта В. И. Полифакторный подход в реабилитации спортсменов с травмами нижних конечностей. The 5th International scientific and practical conference “International scientific innovations in human life” (November 17-19, 2021) Cognum Publishing House, Manchester, United Kingdom. 2021. UDC 001.1. P. 144-154. (*Черняк В.А.* проаналізовано результати, підготовлено до друку).
13. Владимиров А.А., Чайка С.В., Забулонон Ю.Л., Невструев В.П., Черняк В.А., Чухраева Е.Н. Применение лазеротерапии в программах лечения трофических язв и ран у больных сахарным диабетом. International Scientific and Theoretical conference «Modernization of science and its influence on global processes». Bern, Swiss Confederation, 05.11.2021. Vol. 2, P. 94-100 UDC 001(08) <https://doi.Org/1 0.36074/scientia - 05.11.2021>. Збірник знаходиться у відкритому доступі: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/issue/view/05.11. 2021>. (*Черняк В.А.* проаналізовано результати, підготовлено до друку).

Отримані патенти:

1. Патент на корисну модель № 147536 Україна, МПК A61B 17/94 (2006.01). Ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен /Черняк В.А, Карпенко К. К., Гибalo Р. В., Музиченко П. Ф., Дубенко Д. Є.; заявник та власник патенту Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – № и 2020 07144; заявл.09.11.2020 ; опубл. 19.05.2021 р.
2. Патент на корисну модель № UA 147062 U, Україна, МПК (2021.01) A61N 1/08 (2006.01). Пристрій для ультратонової індукційної лазеротерапії /Чухраєв М. В., Малюта В. І., Шморгун А. О., Забулонос Ю. Л., Невструєв В. П., Черняк В.А., Карпенко К.К.; № и 2020 07269; заявл.13.11.2020 ; опубл.07.04.2021. Бюл. № 14. (*Черняк В.А., Карпенко К.К. проведено огляд літератури щодо цієї проблеми, участь у проведенні патентного пошуку та клінічній апробації методу.*)
3. Патент на корисну модель № 149341. Захват-маніпулятор для фрагменту судини. Винахідники: Черняк Віктор Анатолійович, Невструєв Володимир Петрович, Карпенко Константин Константинович, Музиченко Петро Федорович, Ковальов Андрій Миколайович, Горя Едуард Дмитрович, Кравченко Роман Миколайович. Зареєстровано 10.11.2021. Бюл. №45. (*Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф. проведено огляд літератури щодо цієї проблеми, участь у проведенні патентного пошуку та клінічній апробації методу.*)

Видані монографії:

1. Роговский В.М., Щепетов Н.В., Гуменюк К.В., Гибalo Р.В. Лечение огнестрельных ранений магистральных артерий: монографія. Київ: Книга-плюс, 2021. 114 с. ISBN 978-966-460-130-3. (*Гибalo Р.В. проведено клінічні дослідження, підготовлено до друку.*)

2. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К. Можливості та перспективи застосування технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії : монографія – К.: ВПЦ "Київський університет", 2021. - 127 с. – ISBN 978-966-933-126-7.
3. В. А. Черняк, В. І. Ляховський, Р.М. Рябушко, К. К. Карпенко, П. Ф. Музиченко: «Комплексне лікування венозних трофічних виразок нижніх кінцівок». – К.: ВПЦ "Київський університет", 2021. *Прийнята до друку (Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф. проведено огляд літератури щодо цієї проблеми, вивчені та оцінені результати, проаналізовано клінічний матеріал).*

Методичні рекомендації:

1. Діагностика та лікування післятромботичної хвороби ніжніх кінцівок: Методичні рекомендації/упоряд. В.А.Черняк, К.К.Карпенко, П.Ф.Музиченко, Р.В.Гибало, Ю.В.Нагалюк, Д.Є.Дубенко. – К.: ВПЦ «Київський університет»,2021. – 58 с.
2. Застосування електрозварювання судин в експерименті та клінічній практиці: Методичні рекомендації/ упоряд. П.Ф.Музиченко В.А.Черняк, Ю.М.Ланкін, Р.В.Гибало, К.К.Карпенко, Д.Є.Дубенко, Ю.В.Нагалюк.– К.: ВПЦ «Київський університет»,2021. – 47 с. *(Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф. Гибало Р.В., Нагалюк Ю.В., Дубенко Д.Є. проведено огляд літератури щодо цієї проблеми, вивчені та оцінені результати, проаналізовано клінічний матеріал, розроблені рекомендації).*
3. Застосування терапевтичного мультилазерного медичного комплексу в лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран: Методичні рекомендації/упоряд. В.А.Черняк, Ю.Л.Забулоно, М.В.Чухраєв, К.К.Карпенко, В.П.Невструєв, О.В.Скиба. – К.: ВПЦ «Київський університет»,2021. – 53 с. *(Черняк В.А., Карпенко К.К. вивчені та оцінені результати, проаналізовано клінічний матеріал, розроблені рекомендації).*

Список використаних джерел:

1. Brownrigg J.R.W., Apelqvist J., Bakker K., Schaper N.C., Hinchliffe R.J. St. George's Vascular Institute, St. George's Healthcare NHS Trust. London, UK, Department of Endocrinology, University Hospital of Malmo, Sweden IWGDF, Heemstede, The Netherlands, Division of Endocrinology, MUMC, CARIM and CAPHRI Institute, Maastricht, The Netherlands. Evidence-based Management of PAD & the Diabetic Foot, European journal of Vascular and Endovascular surgery. 2013;(45). P. 673-681.
2. Aiello A., Anichini R., Brocco E., Caravaggi C., Chiavetta A., Cioni R., Da Ros R., De Feo M.E., Ferraresi R., Florio F., Gargiulo M., Galzerano G., Gandini R., Giurato L., Graziani L., Mancini L., Manzi M., Modugno P., Setacci C., Uccioli L. Italian Society of Diabetes; Italian Society of Radiology; Italian Society of Vascular Endovascular Surgery Treatment of peripheral arterial disease in diabetes: a consensus of the Italian Societies of Diabetes (SID, AMD), Radiology (SIRM) and Vascular Endovascular Surgery (SICVE). Nutrition, Metabolism and Cardiovascular diseases. 2014;24(4)P. 355-369. doi: 10.1016/j.numecd.2013.12.007. Epub. 2013 Dec. 25.
3. Pytik A.I., Institute of General and Emergency Surgery of the Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkov Modern methods of treatment of acute thrombosis and embolism of peripheral arteries own experienc.. The journal «Medicine of Non-Estimated Staunts». 2008. (19) [Internet] <http://www.mif-ua.com/archive/article/7717>.
4. WHO. Global report on diabetes. World Health Organization. Geneva, 2016.
5. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al. Intersociety Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). 2007;(33). P. 5-75.
6. Antoniou G.A., Sfyroeras G.S., Karathanos C., Achouhan H., Koutsias S., Vretzakis G., Giannoukas A.D. Hybrid Endovascular and Open Treatment of Severe Multilevel Lower Extremity Arterial Disease. European Journal Vascular and Endovascular Surgery. 2009;(38). P. 616-622.

7. Osadets V.S., Bocurco V.I. National Medical Modern surgical tactics in patients with diabetic foot syndrome. University. m.Ivano-Frankivsk. «Clinical Medical Archive». 2013;1(19). P. 21-24.
8. Stanek F., Ouhrabkova R., Prochazka D. Mechanical thrombectomy using the Rotarex catheter--safe and effective method in the treatment of peripheral arterial thromboembolic occlusions. *Vasa*. 2010;39(4). P. 334-340. doi: 10.1024/0301-1526/a000058.
9. ATLS: Advanced Trauma Life Support. 9th Edition, 2009. - American College of Surgeons. - 366 p.
10. Battlefield Advanced Trauma Life Support, 2011. - American College of Surgeons Committee on Trauma. - 318 p.
11. Employment of Forward surgical teams. Tactics, techniques, and procedures (FM 4-02.25, Field manual), 2003. – Headquarters Department of the army. Washington. – 124 p.
12. Manual on Policies and Procedures Concerning the Reimbursement and Control of Contingent-Owned Equipment of Troop / Police Contributors Participating in Peacekeeping Missions (COE Manual) // UN – 2011. – 265 p.
13. Nayak L. Postthrombotic syndrome: feasibility of a strategy of imaging-guided endovascular intervention / L. Nayak, C. Hildebolt, S. Vedantham. *J. Vasc. Interv. Radiol.* – 2012. – №23. – P. 1165–1173.
14. Черняк В.А., Карпенко К.К., Гибalo Р.В., Кузьменко О.В., Нагалюк Ю.В. Клінічне і науково-освітнє значення впровадження оновленої класифікації післятромботичної хвороби нижніх кінцівок. Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні тенденції та концептуальні шляхи розвитку освіти і педагогіки» м. Київ. 27 січня 2021 року. С. 289-296.
15. Enden T., Storås T.H., Negård A., Haig Y., Sandvik L., Gjesdal K.I., et al. Visualization of deep veins and detection of deep vein thrombosis (DVT) with balanced turbo field echo (b-TFE) and contrast-enhanced T1 fast field echo (CE-FFE) using a blood pool agent (BPA). *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An*

- Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine. 2010;31(2). P. 416-424.
16. Allaert F. Meta-analysis of the impact of the principal venoactive drugs agents on malleolar venous edema. International angiology. 2012;31(4). 310 p.
17. Van der Velden S., De Maeseneer M., Pichot O., Nijsten T., Van den Bos R. Postural diameter change of the saphenous trunk in chronic venous disease. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2016;51(6)/ P. 831-837.
18. Couzan S., Leizorovicz A., Laporte S., Mismetti P., Pouget J.F., Chapelle C., et al. A randomized double-blind trial of upward progressive versus degressive compressive stockings in patients with moderate to severe chronic venous insufficiency. Journal of vascular surgery. 2012;56(5). P. 1344-1350.
19. Coats P., Hillier C. Differential responses in human subcutaneous and skeletal muscle vascular beds to critical limb ischemia. Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. 2000 Apr.;19(4). P. 387-395.
20. Aboyans V., Ricco J. B., Bartelink M. E. L., Bjorck M., Brodmann M., Cohnert T. et. al. ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Eur. Heart. J. (2018) 39 (9). P. 763-816.
21. Baines C.P. How and when do myocytes die during ischemia and reperfusion: the late phase. J. Cardiovasc. Pharmacol. Ther. 2011; 16 (3–4). P. 239–243. DOI: 10.1177/1074248411407769.

22. Klein A. A., Arnold P., Bingham R. M. AAGBI guidelines: the use of blood components and their alternatives 2016. *Anaesthesia* 2016; 71. P. 829-842.
23. Mitra B., Mori A., Cameron P.A. et al. Massive blood transfusion and trauma resuscitation. *Injury* 2007; 38(9). P. 1023-1029.
24. Mitra B., Mori A., Cameron P.A., et al. Fresh frozen plasma (FFP) use during massive blood transfusion in trauma resuscitation. *Injury* 2010; 41(1). P. 35-39.
25. Como J.J., Dutton R.P., Scalea T.M., et al. Blood transfusion rates in the care of acute trauma. *Transfusion* 2004; 44. P. 809-813.
26. Brohi K., Singh J., Hern M., et al. Acute traumatic coagulopathy. *J. Trauma*, 2003; 54. P. 1127-1130.
27. Muzychenko P. F., Chernyak V. A., Savosko S. I., Lankin Yu.N., Karpenko K. K., Dubenko D. E., Nahaluk U. V., Zorgach V. U., Manzuk T. I., Gybalo R. V., Koshevskiy U. I. Morphological assessment of vascular anastomoses performed using high frequency electric welding. *Int. J. Morphol.*, 39(4): 2021. P. 1183-1189.
28. Dubenko D.Ye., Chernyak V.A., Gumenchuk O.Yu., Melnyk M.A., Karpenko K.K., Levon M.M. Experimental single-step electric welded connection of vessels. 20th EVF Annual Meeting from 27 to 29 June 2019. Zurich, Switzerland, book of abstracts. P. 42.
29. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Gichka S.G., Dybgaluk S.V., Muzychenko P.F., Golinko V.M., Dubenko D. E., Udovichenko V.V. Welding technology in vascular surgery. 20th EVF Annual Meeting from 25 to 27 August 2019. Krakow, Poland, book of abstracts. P. 52.
30. Чухраев Н.В., Чухраева Е.Н., Буцкая Л.В., Гунько М.А., Владимиров А.А. Многофункциональная лазерная терапия больных и инвалидов / Под общей редакцией: член кор. НАН Украины Забулона Ю.Л., Владимирова А.А.– К., НМЦ «МЕДИНТЕХ», 2015. – 317 с.

31. Забулонос Ю.Л., Владимирос А.А., Чухраев Н.В., Гунько М.А. Применение аппарата «ГЕЛИОС в клинической и курортной практике. К., НМАПО имени П.Л. Шупика. УО физической и реабилитационной медицины./ 2016. – 340 с.
32. Самосюк И.З., Малюта В.И., Чухраев Н.В. Лечение болевых синдромов. Вена. НМАПО имени П.Л. Шупика, УО физической и реабилитационной медицины. 2016. – 224 с.
33. Chukhraiev N.V., Vladimirov A.A., Vilcahuaman L., Zukow W., Samosyuk N.I., Chukhraieva E., Butskaya L.V. Combined application of ultrasonic waves, magnetic fields and optical flow in the rehabilitation of patients and disabled people./ Kiev Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education Pontifical Catholic University of Peru Radomsko. High School SCM «Medical Innovative Technologies». 2016. – 304 p.
34. Zabulonov Y.L., Vladimirov A.A., Chukhraiev N.V., Yousry Abdel-Sabour Elmehsenavi, Walery Zukow Multifunction laser systems in clinical and resort practice / Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education Ukrainian Society of Physical And Rehabilitation Medicine. 2016. – 252 p.
35. Terehov G.V., Chukhraeva O.M., Savytska I.M., Kostylev M.V., Malyuta V.I., Geylenko O.A., Chukhraiev M.V. Investigation of the impact of photostimulation and healing of postoperative wounds in experiment. Klinicheskaiia Khirurgiia. 2019. Vol. 86. No 9. P. 50-53. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2019.09.50>.
36. Лисенюк В.П., Самосюк І.З., Фисенко Л.І., та інш. Медична реабілітація: сучасні стандарти, тести, шкали та критерії ефективності. Низькоінтенсивна резонансна фізіотерапії і її застосування в реабілітаційній медицині. Посібник. - К.: «НМЦ Мединтех», 2007, 180 с.

Додаток 1.