

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАРПЕНКО КОСТЯНТИН КОСТЯНТИНОВИЧ

УДК 616.14-089

ДИСЕРТАЦІЯ
ЗАСТОСУВАННЯ МІНІНВАЗИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОМПЛЕКСНОМУ
ЛІКУВАННІ ХВОРИХ ІЗ ПОСТТРОМБОТИЧНОЮ ХВОРОБОЮ НИЖНІХ
КІНЦІВОК

галузь знань 22 «Охорона здоров'я»

спеціальність 222 «Медицина»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ К. К. Карпенко

Науковий керівник: Сусак Ярослав Михайлович, доктор медичних наук,
професор

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

Карпенко К. К. Застосування мініінвазивних технологій у комплексному лікуванні хворих із посттромботичною хворобою нижніх кінцівок. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина» – Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, 2024.

Дисертацію присвячено актуальній науковій проблемі – хірургічному лікуванню хворих з посттромботичною хворобою нижніх кінцівок.

Післятромботична хвороба – це хронічна венозна патологія, пов'язана з перенесеним гострим тромбозом глибоких вен (ТГВ), в літературних джерелах країн Північної Америки та країн Європейського Союзу зустрічається назва "посттромбофлебітичний синдром". Післятромботична хвороба нижніх кінцівок (ПТХНК) – патологія, обумовлена подальшими патоморфологічними і патофізіологічними процесами у венозній системі.

Хоча патогенез ПТХНК є складним і тісно пов'язаний з тромбозом глибоких і перенесеним тромбозом глибоких вен, центральну роль відіграє венозна гіпертензія (гідростатичного тиску крові між правим передсердям і стопою), ПТХНК виявляють у 5-7 % працездатного населення розвинутих країн та до 28 % від хворих з різними видами венозної патології. ПТХНК є найбільш поширеним довгостроковим ускладненням після перенесеного тромбозу глибоких вен, що виникає в кінцівці. У більшості випадків ПТХНК розвивається від декількох місяців до декількох років після перенесеного ТГВ і складає від 1 до 3 на 1000 осіб у загальній популяції. Оперативне втручання на венозній системі у хворих на ПТХНК є складним етапом у комплексному лікуванні. Сучасні оперативні втручання передбачають максимальний косметичний ефект

та повний радикалізм стосовно причин виникнення, відрізняються за способами, методиками та інструментарієм. Актуальним є впровадження мініінвазивних технологій та технології електрозварювання живих тканин у комплексному лікуванні хворих з ПТХНК, скорочуючи термін стаціонарного лікування, важкість перебігу хвороби, ризику ускладнень.

Мета дослідження: покращення результатів лікування хворих на ПТХНК, шляхом оптимального вибору способів і обсягів хірургічних втручань на основі анатомо–гемодинамічних типів захворювання та застосування мініінвазивних технологій, включно з новими, впровадженими на основі розробленого хірургічного інструментарію.

Для досягнення визначеної мети будуть вирішуватись наступні задачі:

1. В експерименті вивчити можливість застосування високочастотної електрозварки і електрокоагуляції в хірургії ПТХНК.
2. На основі отриманих даних експериментів розробити і впровадити в клінічну практику хірургічний інструментарій та способи його застосування.
3. Вивчити особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначити анатомо–гемодинамічні типи захворювання.
4. Удосконалити алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК.
5. Удосконалити існуючі методи лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.
6. Вивчити безпосередні та віддалені результати хірургічного лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок та переваги запропонованих мініінвазивних методів.

Об'єкт дослідження:

Посттромботична хвороба нижніх кінцівок.

Предмет дослідження:

Особливості хірургічної тактики в залежності від анатомо–гемодинамічних типів посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.

Робота виконана на клінічній базі кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії хірургії НМУ імені О.О. Богомольця МОЗ України у відповідності з завданням № 0116U002416, на 2016-2018 рр. «Розробка та обґрунтування методів діагностики, лікування та профілактики тромботичних ускладнень та їх наслідків при патології артеріальних та венозних судин», на базі відділенні судинної хірургії Олександрівської клінічної лікарні м. Києва, клініки судинної хірургії та відділення рентгенокардіоваскулярної хірургії Національного військово-клінічного медичного центру “Головний військовий клінічний госпіталь”. Клінічний матеріал включав у себе результати спостережень за 225 хворими із ПТХНК, які знаходилися на стаціонарному лікуванні у даному відділенні з 2004 по 2024 роки.

Для виконання експериментальних досліджень було використано наявну матеріально-технічну базу, обладнання та устаткування експериментальної операційної кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії та віварію Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, університетської клініки Київського Національного університету імені Тараса Шевченка і Інституту геохімії навколишнього середовища НАНУ, обладнання Інституту Електрозварювання імені Є.О. Патона.

Головними завданнями задіяних в дослідженнях експериментальних баз були: створення робочих креслень нових електрохірургічних інструментів для мініінвазивної хірургії ПТХНК, створення їх 3-D моделей та монтажних схем включно з джерелом живлення, створення прототипів електрохірургічних

інструментів, багатофункціонального магніто-лазерного комплексу та генератора для іспитів, апробація в експерименті цих пристроїв з метою їх подальшого впровадження в медичну практику. На доклінічному етапі в експерименті були вивчені фізичні параметри під час виконання різних варіантів процесу електрозварювання вен, що експериментально довело безпечність і доцільність застосування електрокоагуляційної та високочастотної електрозварювальної технологій при ПТХНК як на етапі ліквідації горизонтального та вертикального рефлюксу, так і на етапі реконструктивних хірургічних втручань на глибокій венозній системі. Різниця між коагуляцією і зварюванням вивчалася в ході експерименту і оцінювалася на серіях прикладів перекриття судин та введення електродів в їх просвіт з вивченням параметрів температур, сили тиску, супротиву електричному струму та гістологічним аналізом в динаміці. В результаті визначено, що високочастотним електрозварюванням живих тканин можна називати тільки той процес, який передбачає стиснення судини ззовні, а всі інші методики названо електрокоагуляцією або радіочастотною абляцією. Також доведено, що суттєвою перевагою високочастотної електрозварки перед діатермокоагуляцією є ефект міцного злипання стінок вени за умов низької температури (до 110 градусів за Цельсієм) без тромбоутворення і карбонізації тканин. В результаті в клінічну практику була запропонована принципово нова методика термічної хірургічної абляції перфорантних вен з використанням створеного інструментарію, що базується на технології високочастотного електрозварювання живих тканин. Важливим завданням експерименту було вивчення міцності з'єднання тканин в зоні утворення електрозварювального шва вени. Для цього були розроблені прототипи інструментів та способи електрозварювання судин, які захищені патентами України. З їх допомогою проведена експериментальна оцінка високочастотного електрозварювального з'єднання магістральних і периферичних вен різного діаметра кінець-в-кінець на біоімітаторах – венах

свині. Заключним етапом роботи була удосконалення робочої частини інструмента, яку виконали за фасетним принципом. Важливою складовою частиною прикінцевого хірургічного зварювального інструменту став електродний вузол, що забезпечив: просторове розташування судин, фіксацію, манжетування, фіксацію і стискання кромки судини, підвід зварювального току і потім – вивід судинного з'єднання з порожнин електродів. Для визначення міцності електрозварного судинного шва використано спосіб подвійної механічної перевірки: гідродинамічним шляхом манометрії після нагнітання рідини в судину під тиском і показників з розривної машини з гістологічним вивченням зразків тканин. В результаті доведено, що електрозварювальний шов вени витримує тиск рідини до 650 мм. рт. ст., а при порівнянні різних видів швів на міцність першим починає пропускати воду традиційний монофіламентний шов. Гістологічно після зварювання вени кінець у кінець виявляли ділянки коагуляції з потовщенням стінки судини, дезорганізацією структурних елементів та появою міцного гомогенного безклітинного матриксу у з'єднаних стінках судин.

У пацієнтів з багаторівневими венозними оклюзіями, особливо після бойових вогнепальних ушкоджень, які потребують етапних хірургічних втручань і мають значні площі трофічних змін реєструють високий рівень ускладнень, що коливається в межах 10-20%. Для пришвидшення загоєння трофічних виразок було проведено вивчення дії низькоінтенсивних лазерів з використанням найбільш сучасних лазерних систем та мікропроцесорних технік. В результаті створена інноваційна багатофункціональна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», призначена для проведення терапії лазерним скануючим променем та розроблений спосіб комплексного лікування ран і трофічних виразок з попередньою доклінічною апробацією виготовленого магніто-лазерного пристрою. Шляхом вивчення методом лазерної доплерівської

флоуметрії доведено покращення мікроциркуляції в уражених тканинах після такої терапії на 7-17% з достовірно значимим пришвидшенням загоєння ран.

За основу роботи було покладено аналіз обстеження та лікування (225) пацієнтів з ПТХНК різного генезу. Всього було відібрано 167 осіб, які були розділені відповідно до типу проведеного лікування на основну групу (мініінвазивні методики) – 105 та контрольну групу (“відкриті” хірургічні втручання) – 62 особи. Окрім того у дослідження було окремо включено 58 пацієнтів, які отримали бойову травму нижніх кінцівок в зоні проведення АТО/ООС з послідуочим розвитком посттромботичної хвороби. Клінічний стан пацієнтів з ПТХНК за шкалою Villalta був від 5 до 15 балів, на основі клінічного класу CEAP був CEAP 2 - CEAP 6. Середній вік пацієнтів основної групи склав (51 ± 3) р, осіб жіночої статі було 60 $(57.1 \pm 9,6)\%$, чоловічої, відповідно, - 45 $(42.9 \pm 9,6)\%$. Середній вік пацієнтів контрольної групи склав (53 ± 4) р, осіб жіночої статі було 35 $(57.5 \pm 12,6)\%$, чоловічої, відповідно - 27 $(43.6 \pm 12,6)\%$. За віком та розподілом за статтю основна та контрольна групи не розрізнялися, відповідно: $p_{\alpha}(t, df=165)=0,51$ та $p_{\alpha}(\chi^2, df=1)=0,91$. Середній вік пацієнтів групи з бойовою травмою склав (34 ± 3) р, жінок в цій групі не було.

Основною метою лікування ПТХНК була ліквідація венозної гіпертензії, магістралізація венозного відтоку, корекція вторинних порушень венозної гемодинаміки, зменшення набряків, больових відчуттів, а також загоєння трофічних виразок. Для підвищення ефективності втручання і забезпечення радикальності використовували хірургічну методики для комплексного лікування, враховуючи анатомо-гемодинамічну та клінічну форму захворювання згідно удосконаленої класифікації ПТХНК.

Етапність хірургічних втручань: перший етап включав ліквідацію горизонтального і при необхідності вертикального венозного рефлюксу, переважно на гомілці; другий етап – це хірургічні втручання на глибокій венозній

системі для тих хворих, де результатів першого етапу було недостатньо. Метою першого етапу лікування було досягнути магістралізації венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Зазвичай орієнтувалися на стан трофічних змін, набряків гомілок і стоп, інформації дуплексного сканування глибоких вен на предмет ступеня їх реканалізації, а також на об'єктивну необхідність виконання другого етапу лікування. У хворих основної групи і бойової травми на першому етапі лікування проводили ліквідацію горизонтального і вертикального рефлюксів виключно за допомогою загальновідомих мініінвазивних хірургічних методик з ендовазальними лазерними, радіочастотними, склерозуючими та клейовими методиками, СЕПС, а також розроблених електрозварювальних та електрокоагуляційних технік. Корекцію обструктивних змін в глибоких венах у випадку неефективного першого етапу хірургічного лікування виконували з урахуванням клінічної та анатоמו-гемодинамічної форми ПТХНК за рахунок мініінвазивної технології – ендоваскулярної процедури ангіопластики та стентування або резекцією, пластиком та протезуванням магістральних вен, а переважно їх шунтуванням (операції Хюснї, Пальма).

На основі вивчення оціночних критеріїв проведено порівняльний аналіз різних способів і технологій ліквідації горизонтального, вертикального рефлюксу, ліквідації глибокої венозної обструкції в лікуванні ПТХНК, доведені переваги мініінвазивних методик, включаючи розроблені. При цьому вивчені: ускладнення, рівні больових відчуттів, тривалість госпіталізації, тривалість післяопераційного періоду, швидкість загоєння трофічних виразок шляхом вимірів їх площ та об'ємів, зміни в системах кровопостачання та крововідведення з ушкоджених нижніх кінцівок шляхом виконання ультразвукових досліджень, лазерної доплеровської флоуметрії, різних видів безконтрастної, контрастної ангіографії та відповідних шкал. Майже у всіх хворих спостерігали пряму кореляцію між реканалізацією магістральних вен і зменшенням клінічних проявів

хвороби. Після проведеної оцінки результатів лікування ПТХНК показано, що розроблені методи призвели до зменшення травматичності втручань, скорочення часу операції, терміну післяопераційного періоду та значного зниження кількості ускладнень на відміну від традиційних методик відкритого типу.

При використанні мініінвазивних методик із застосуванням розроблених нами пристроїв та способів для ліквідації горизонтального рефлюксу при ПТХНК різниця у частоті виникнення післяопераційних ускладнень у пацієнтів контрольної групи статистично значуще частіше ($27,1 \pm 14,2\%$) ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$) виникли післяопераційні ускладнення різного ступеню вираженості. В решті двох груп частки післяопераційних ускладнень статистично не розрізнялися ($p_{\alpha}(t, df) = 0,31$).

Отримані дані вказують, що в основній групі при використанні малоінвазивних методик порівняно із контрольною частка оперативного лікування в амбулаторних умовах на ($23,6 \pm 13,6\%$) більше ($p_{\alpha}(t, df) = 0,0008$), тобто можливість проведення операцій в амбулаторних умовах збільшується у 3,4 рази.

Середній час на проведення оперативного втручання в основній групі склав (57 ± 6) хв, в контрольній групі – (77 ± 12) хв., що свідчило про скорочення необхідного часу на оперативне лікування на (20 ± 13) хв. в хворих з основної групи ($p_{\alpha}(t, df) = 0,004$). Середній час операції в групі бойової травми склав (58 ± 6) хв.

Середній термін стаціонарного лікування в основній групі в ($3,2 \pm 0,2$) рази статистично значуще коротший ніж в контролі. Найбільше відрізняються терміни при лікуванні в поверхневих магістральних венах на гомілці: в ($4,9 \pm 0,2$) рази. Термін стаціонарного лікування в основній групі при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен та перфорантних вен в ($4,0 \pm 0,2$) рази коротший в основній групі, ніж в контролі, а при ліквідації тільки

горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах коротший в $(2,1 \pm 0,2)$ рази в основній групі $p_{\alpha}(t, df) < 0,001$ при попарному порівнянні основної та контрольної груп.

В цілому розподіли порівнюваних груп через один місяць за ступенем тяжкості ПТХ не розрізняються ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,1$). При попарному порівнянні часток ступеня тяжкості в основній групі статистично значуще більша частка хворих помірного ступеня і менша тяжкого порівняно із контрольною. В основній групі приблизно однакові частки хворих помірного та тяжкого ступенів, які переважають частку легкого ступеня. В контрольній статистично значуще більша частка хворих з тяжким ступенем. Тобто розподіл хворих за рівнями складності за Вілальтою підтверджує попередні результати більшої визначеної ефективності методів лікування основної групи порівняно із контрольною в короткотерміновій перспективі.

В основній групі через рік після першого етапу лікування спостерігалися покращення станів у 23 $(24,2 \pm 8,7)\%$ хворих від тяжкого до легкого, в основній підгрупі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від тяжкого до помірного в 1,8 рази більше ніж в контрольній. Частка хворих із покращенням від помірного рівня до легкого, не дивлячись на відсутність статистичної стійкості, також значно більший в основній підгрупі. Дані підтверджують перевагу методу лікування основної групи порівняно з контролем. В цілому розподіли хворих за ступеням тяжкості порівнюваних підгруп після року одноетапного лікування розрізняються $p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,0004$.

На другому етапі лікування середній час на проведення оперативного втручання в основній групі склав (81 ± 13) хв, середній час проведення втручання контрольної групи склав (123 ± 14) хвилин, що свідчило про скорочення необхідного часу на оперативне лікування на 42 хвилин в хворих з основної групи ($p_{\alpha}(t, df)=0,00004$). Час операції в групі бойової травми склав (93 ± 12) хв.

При порівнянні термінів стаціонарного лікування у пацієнтів основної та контрольної груп видно, що при використанні мініінвазивних методик (балонна ангіопластика та стентування) у порівнянні з відкритими хірургічними утручаннями потрібний менший термін перебування у стаціонарі, а саме: у порівнянні з інтимтромбектомією на 7 днів ($p_{\alpha}=0,02$ за критерієм Манна-Уїтні), при порівнянні з шунтуючими операціями, термін перебування пацієнтів основної групи в стаціонарі на 8 діб менше ($p_{\alpha}=0,03$ за критерієм Манна-Уїтні).

Ефективність методів лікування основної підгрупи майже в два рази більша. Через один рік в основній підгрупі стан усіх хворих, у яких перед другим етапом лікування був тяжкий та помірний ступінь ПТХНК через рік перейшов до легкого рівня тяжкості. Розподіли складності стану хворих основної та контрольної груп через місяць після другого етапу лікування розрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2,df)=0,001$), а через рік стали однаковими ($p_{\alpha}(\chi^2,df)=0,95$). В основній групі розподіли через місяць та через рік після другого етапу майже не змінилися: стан одного хворого покращився від помірного ступеня до легкого. Тобто запропонована методика двоетапного лікування дозволяє значно скоротити час реабілітації хворих на ПТХ.

В основній та контрольній групах виявлено статистично значущу ($p_{\alpha}<0,0001$) позитивну сильну залежність швидкості від первинних розмірів виразки: в основній групі - $rs=0,80$, в контрольній - $rs=0,82$ за рахунок появи грануляцій на всій площі ураження шкіри, що можна пояснити використанням мініінвазивних хірургічних методик та дією лазерного випромінювання на всю площу ТВ.

Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила $(5,1\pm 0,5)$ діб, а у пацієнтів контрольної групи – $(7,1\pm 0,6)$ діб ($p=0,013$).

Проведене дослідження дозволило нам створити практичні рекомендації стосовно діагностики та лікування хворих із ПТХНК, що дозволить лікарям покращити результати лікування за рахунок мініінвазивного усунення основної патогенетичної причини виникнення захворювання – наявності патологічних вертикальних та горизонтальних венозних рефлюксів, обструкцій глибоких вен та інноваційного посилення реабілітаційних заходів.

Наукова новизна отриманих результатів

Вперше досліджено фізичні показники зварювання біологічних тканин кровоносних судин, механічну напругу на електродах, оптимальний тиск на електродах, при якому забезпечується максимальна міцність зварного з'єднання, ступінь вмісту та витіснення води в тканині після зварювання, імпеданс біологічних тканин.

Вперше проведена експериментальна оцінка високочастотного електрозварювального з'єднання вен кінець-в-кінець за допомогою розробленого пристрою, що показала його безпечність і ефективність на стадії експерименту з біоімітаторами тваринного походження.

Удосконалено класифікацію анатома–гемодинамічних типів посттромботичної хвороби нижніх кінцівок, що дозволило систематизувати причини і прояви захворювання.

Вперше розроблені хірургічні інструменти та методики для комплексного хірургічного лікування хворих з посттромботичною хворобою нижніх кінцівок в залежності від анатома–гемодинамічного типу захворювання.

На підставі аналізу отриманих даних обґрунтовано застосування мініінвазивних методів хірургічного лікування венозної гіпертензії.

Практичне значення отриманих результатів та їх впровадження в практику.

1. В експерименті визначено, що середня робоча під час процесу зварювання складала $88,4^{\circ}\text{C}$, міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і складає 800 мм.рт.ст., електрозварний шов за тиску до 455 мм.рт.ст. зберігає повну герметичність

2. На основі отриманих даних експериментів розроблено і впроваджено в клінічну практику новий хірургічний інструментарій та способи його застосування при ПТХНК. Запроваджено в клінічну практику технологію лазерної обробки ран м'яких тканин. Впроваджено зазначені розробки в клінічну практику НВМКЦ «ГВКГ» з 2021 року.

3. Вивчено особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначено анатомо–гемодинамічні типи захворювання. Спираючись на ці результати удосконалено класифікацію ПТХНК, що дозволяє об'єктивно оцінити зміни венозного відтоку, та є підґрунтям для адекватного вибору методу лікування.

4. Розроблено алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів з метою магістралізація венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Другий етап лікування - корекція обструктивних змін в глибоких венах у разі малоефективного першого етапу. Відновні втручання на ТВ (лазерна терапія, дебрідмент, аутодерматоластика після досягнення активних грануляцій).

5. При використанні мініінвазивних методик можливість проведення операцій амбулаторно збільшується у 3,4 рази, скорочується час на оперативне лікування на (20 ± 13) хв., термін стаціонарного лікування зменшується в $(3,2\pm 0,2)$ рази, при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен та перфорантних вен в $(4,0\pm 0,2)$ рази, а при ліквідації тільки горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах коротший в $(2,1\pm 0,2)$ рази.

Висновки: У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення наукової проблеми – комплексне лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок, використовуючи мініінвазивні технології.

1. В експерименті вивчено можливість застосування високочастотної електрозварки і електрокоагуляції в хірургії ПТХНК та визначено, що середня робоча температура під час процесу зварювання склала 88,4°C. Міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і складає 800 мм.рт.ст. Крім того, було доведено, що електрозварний шов за тиску до 455 мм.рт.ст. зберігає повну герметичність
2. На основі отриманих даних експериментів розроблено і впроваджено в клінічну практику хірургічний інструментарій та способи його застосування: Патент на корисну модель №128352. 10.09. 2018. Бюлетень №17. Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен, Патент на корисну модель UA 128624 U, Спосіб вимірювання площі дефектів шкіри при їх діагностиці та в динаміці лікування. 25.09.2018, Бюл.№ 18., Патент на корисну модель №132851. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Двополюсний циліндричний аблятор, Патент на корисну модель №132852. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом, Патент на корисну модель №132855. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Зрошувальний пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен.
3. В результаті вивчення особливостей порушень регіонарної венозної гемодинаміки та анатомо-гемодинамічні типів ПТХНК встановлено: основною причиною важких форм перебігу захворювання є обструкція прохідності глибоких вен у нереканалізованих сегментах: порожнисто-клубовому, клубово-стегновому, стегново-підколінному, підколінно-

гомільковому, в межах двох анатомічних сегментів окремо, або межуючи між собою.

4. Алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – встановлення та ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів, з одночасними відновними втручаннями на трофічних виразках (МЛТ, дебрідмент, аутодерматоластика після досягнення активних грануляцій). Другий етап - корекція обструктивних змін в глибоких венах з урахуванням клінічної та анатоמו-гемодинамічної форми ПТХНК.
5. Удосконалено існуючі та розроблено нові мініінвазивні методи лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок: Патент на корисну модель №126617. 25.06. 2018. Бюлетень №12. Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі, Патент на корисну модель №132663. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок. Впроваджено зазначені розробки в клінічну практику НВМКЦ «ГВКГ» (акти впровадження) з січня 2021 року.
6. Безпосередні результати хірургічного лікування ПТХНК та переваги використаних мініінвазивних методів: можливість проведення операцій амбулаторно збільшується у 3,4 рази, скорочується час на оперативне лікування на (20 ± 13) хв., термін стаціонарного лікування зменшується в $(3,2 \pm 0,2)$ рази. На другому етапі час проведення втручання в основній групі менше, на 42 хвилин ($p_{\alpha}(t, df)=0,00004$). Термін стаціонарного лікування до 8 діб менше ($p_{\alpha}=0,03$). Розподіл порівнюваних груп через один місяць за ступенем тяжкості ПТХ не розрізняються ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,1$).

Віддалені результати: в основній підгрупі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від тяжкого до помірного в 1,8 рази більше, ніж в контрольній. Розподіли складності стану хворих через місяць після другого

етапу лікування розрізнялися ($p(\chi^2,df)=0,001$), а через рік стали однаковими ($p(\chi^2,df)=0,95$). Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила $(5,1\pm 0,5)$ діб, а у пацієнтів контрольної групи – $(7,1\pm 0,6)$ діб ($p=0,013$).

Ключові слова: діагностика, варикозні вени, анастомоз, нижні кінцівки, хірургічне лікування, мініінвазивні втручання, бойова травма, етапне лікування, реканалізація, реваскуляризація, тромбоз, трофічні виразки, профілактика, шунтування, стентування

ABSTRACT

Karpenko K. K. The use of mini-invasive technologies in the complex treatment of patients with post-thrombotic disease of the lower extremities – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 22 Health care in the speciality 222 Medicine. – O. O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, 2024.

Content of the abstract

The dissertation is devoted to an actual scientific problem - surgical treatment of patients with post-thrombotic disease of the lower extremities.

Post-thrombotic disease is a chronic venous pathology associated with acute deep vein thrombosis (DVT). The name "post-thrombophlebitic syndrome" is found in literary sources of the countries of North America and the countries of the European Union. Postthrombotic disease of the lower extremities (PTDLE) is a pathology caused by further pathomorphological and pathophysiological processes in the venous system.

Although the pathogenesis of PTDLE is complex and closely related to deep vein thrombosis and previous deep vein thrombosis, the central role is played by venous hypertension (hydrostatic blood pressure between the right atrium and the foot), PTDLE is detected in 5-7% of the working population of developed countries and up

to 28% from patients with various types of venous pathology. PTDLE is the most common long-term complication after deep vein thrombosis that occurs in a limb. In most cases, PTDLE develops from several months to several years after a DVT and is from 1 to 3 per 1000 people in the general population. Operative intervention on the venous system in patients with PTDLE is a difficult stage in complex treatment. Modern operative interventions provide maximum cosmetic effect and complete radicalism regarding the causes of occurrence, differ in methods, techniques and tools. The introduction of mini-invasive technologies and the technology of electric welding of living tissues in the complex treatment of patients with PTDLE is relevant, reducing the duration of inpatient treatment, the severity of the course of the disease, and the risks of complications.

The purpose of the study: to improve the results of treatment of patients with PTDLE, through the optimal choice of methods and volumes of surgical interventions based on anatomical and hemodynamic types of the disease and the use of minimally invasive technologies, including new ones implemented based on developed surgical tools.

To achieve the defined goal, the following tasks will be solved:

1. In the experiment, we will study the possibility of using high-frequency electric welding and electrocoagulation in the surgery of PTDLE.
2. based on the experimental data obtained, develop and implement in clinical practice surgical instruments and methods of their use.
3. To study the peculiarities of regional venous hemodynamic disorders in patients with PTHNK and to determine the anatomical and hemodynamic types of the disease.
4. To improve diagnostic algorithms and surgical tactics in patients with PTDLE.
5. To improve the existing methods of treatment of post-thrombotic disease of the lower extremities.

6. To study the immediate and long-term results of surgical treatment of post-thrombotic disease of the lower extremities and the advantages of the proposed minimally invasive methods.

The object of study:

Postthrombotic disease of the lower extremities.

The subject of study:

Anatomical and hemodynamic types of postthrombotic disease of the lower extremities; peculiarities of surgical tactics depending on anatomical and hemodynamic types of post-thrombotic disease of the lower extremities.

The work was performed at the clinical base of the department of surgery with the course of emergency and vascular surgery of the O.O. NMU surgery. Bogomolets of the Ministry of Health of Ukraine by the task No. 0116U002416, for 2016-2018 "Development and substantiation of methods of diagnosis, treatment and prevention of thrombotic complications and their consequences in the pathology of arterial and venous vessels", based on the Department of Vascular Surgery of the Oleksandriv Clinical Hospital in Kyiv, based on the Clinic of Vascular Surgery, Clinic of Radiation Diagnostics and Therapy (Department of X-ray Cardiovascular Surgery) of the National Military Clinical Medical Center "Main Military Clinical Hospital". The clinical material included the results of observations of 225 patients with PTDLE, who were under inpatient treatment in this department from 2004 to 2023.

The available material and technical base, equipment and facilities of the experimental operating department of operative surgery and topographic anatomy and the vivarium of the National Medical University named after O.O. Bogomolets, University Clinic of Taras Shevchenko Kyiv National University and Institute of Environmental Geochemistry of NASU, National Military Medical Clinical Center.

The main tasks of the experimental bases involved in the research were: the creation of working drawings of new electrosurgical instruments for mini-invasive surgery of PTDLE, the creation of their 3-D models and assembly diagrams including

a power source, the creation of prototypes of electrosurgical instruments, a multifunctional magneto -laser complex and a generator for exams, experimental testing of these devices with the aim of their further introduction into medical practice. At the preclinical stage of the experiment, physical parameters were studied during the execution of various variants of the electro-welding process of veins, which experimentally proved the safety and expediency of using electrocoagulation and high-frequency electro-welding technologies in PTDLE both at the stage of elimination of horizontal and vertical reflux and the stage of reconstructive surgical interventions on deep venous system. The difference between coagulation and welding was studied in the course of the experiment and evaluated on a series of examples of overlapping vessels and introducing electrodes into their lumen with the study of temperature parameters, pressure force, resistance to electric current and histological analysis in dynamics. As a result, it was determined that high-frequency electrowelding of living tissues can be called only the process that involves compression of the vessel from the outside, and all other methods are called electrocoagulation or radiofrequency ablation. It has also been proven that a significant advantage of high-frequency electric welding over diathermy coagulation is the effect of strong adhesion of the vein walls under conditions of low temperature (up to 110 degrees Celsius) without thrombus formation and carbonization of tissues. As a result, a fundamentally new method of thermal surgical ablation of perforating veins using the created tools based on the technology of high-frequency electric welding of living tissues was proposed for clinical practice. An important task of the experiment was to study the strength of the connection of tissues in the zone of formation of an electric welding seam. For this purpose, prototypes of tools and methods of electric welding of vessels were developed, which are protected by patents in Ukraine. With their help, an experimental evaluation of the end-to-end high-frequency electrowelding connection of trunk and peripheral veins of different diameters was carried out on simulators - pig veins. The final stage of the work was the improvement of the working part of the tool, which was performed according

to the faceted principle. An important component of the final surgical welding tool was the electrode assembly, which ensured: the spatial arrangement of vessels, fixation, cuffing, fixation and compression of the edges of the vessel, supply of the welding current, and then the output of the vascular connection from the electrode cavities. To determine the strength of the electro-welded vascular seam, a method of double mechanical verification was used: hydrodynamic manometry after injection of liquid into the vessel under pressure and indicators from a tearing machine with histological examination of tissue samples. As a result, it was proven that the electric welding seam of the vein can withstand liquid pressure up to 650 mm. RT art., and when comparing different types of seams for strength the traditional monofilament seam begins to pass water first. Histologically, after welding the vein end-to-end, areas of coagulation with thickening of the vessel wall, disorganization of structural elements and the appearance of a strong homogeneous acellular matrix in the connected vessel walls.

In patients with multilevel venous occlusions, especially after combat gunshot wounds, which require staged surgical interventions and have significant areas of trophic changes, a high level of complications is recorded, ranging from 10-20%. To accelerate the healing of trophic ulcers, the effect of low-intensity lasers was studied using the most modern laser systems and microprocessor techniques. As a result, an innovative multifunctional laser therapeutic device "Photonics-21" was created, designed for laser scanning beam therapy, and a method of comprehensive treatment of wounds and trophic ulcers was developed with preliminary preclinical testing of the manufactured magneto-laser device. By studying the method laser Doppler flowmetry proved improvement of microcirculation in the affected tissues after such therapy by 7-17% with a significantly significant acceleration of wound healing.

The work was based on the analysis of the examination and treatment of (225) patients with PTDLE of various genesis. A total of 167 people were selected, who were divided according to the type of treatment into the main group (mini-invasive techniques) - 105 and the control group ("open" surgical interventions) - 62 people. In

addition, 58 patients who received a combat injury of the lower extremities in the area of ATO/OOS with the subsequent development of post-thrombotic disease were separately included in the study. The clinical condition of patients with PTDLE according to the Villalta scale was from 5 to 15 points, based on the clinical class of SEAR was SEAR 2 - SEAR 6. The average age of patients in the main group was (51 ± 3) years, female persons were 60 $(57.1 \pm 9.6)\%$, male, respectively, - 45 $(42.9 \pm 9.6)\%$. The average age of patients in the control group was (53 ± 4) years, 35 $(57.5 \pm 12.6)\%$ were female, and 27 $(43.6 \pm 12.6)\%$ were male, respectively. The main and control groups did not differ in age and gender distribution, respectively: $p \alpha (t, df = 165) = 0.51$ and $p \alpha (\chi^2, df = 1) = 0.91$. The average age of patients in the group with combat trauma was (34 ± 3) years, there were no women in this group.

The main goal of treatment of PTDLE was the elimination of venous hypertension, majorization of venous outflow, correction of secondary disorders of venous hemodynamics, reduction of oedema, pain, and healing of trophic ulcers. To increase the effectiveness of the intervention and ensure radicality, surgical techniques were used for complex treatment, taking into account the anatomic-hemodynamic and clinical form of the disease according to the improved classification of PTDLE.

The stages of surgical interventions were the same in patients of all three groups: the first stage included the elimination of horizontal and, if necessary, vertical venous reflux, mainly on the leg; the second stage is surgical interventions on the deep venous system for those patients where the results of the first stage were not sufficient. The goal of the first stage of treatment was to achieve the mains of venous blood flow of trunk segments of deep veins. They usually focused on the state of trophic changes, swelling of the lower legs and feet, information from a duplex scan of deep veins on the degree of their recanalization, as well as on the objective necessity of performing the second stage of treatment. In patients of the main group and combat trauma, at the first stage of treatment, elimination of horizontal and vertical reflux was carried out exclusively with the help of well-known minimally invasive surgical techniques with

endovascular laser, radiofrequency, sclerosing and adhesive techniques, SEPS, as well as developed electro welding and electrocoagulation techniques. Correction of obstructive changes in deep veins in the case of an ineffective first stage of surgical treatment was carried out taking into account the clinical, anatomical and hemodynamic form of PTDLE at the expense of minimally invasive technology - endovascular procedure of angioplasty and stenting or resection, plastic surgery and prosthetics of main veins, and mainly by their shunting (operations by Husni, by Palm).

Based on the study of evaluation criteria, a comparative analysis of various methods and technologies for the elimination of horizontal and vertical reflux, the elimination of deep venous obstruction in the treatment of PTDLE was carried out, the advantages of minimally invasive techniques, including the developed ones, were proven. At the same time, the following were studied: complications, levels of pain sensations, duration of hospitalization, duration of the postoperative period, the speed of healing of trophic ulcers by measuring their areas and volumes, changes in the blood supply and drainage systems from the damaged lower extremities by performing ultrasound examinations, laser Doppler flowmetry, various types of non-contrast, contrast angiography and corresponding scales. A direct correlation between the recanalization of the main veins and the reduction of clinical manifestations of the disease was observed in almost all patients. After the evaluation of the results of PTH treatment of NC, it was shown that the developed methods led to a reduction in the traumatic nature of the interventions, a reduction in the operation time, the duration of the postoperative period, and a significant reduction in the number of complications, in contrast to traditional open methods.

When using mini-invasive techniques with the use of devices and methods developed by us to eliminate horizontal reflux in PTH of the NK, the difference in the frequency of postoperative complications in patients of the control group is statistically significantly more frequent ($27.1 \pm 14.2\%$) ($p(t, df) \leq 0.05$) there were postoperative

complications of varying severity. In the remaining two groups, the rates of postoperative complications did not differ statistically ($p \alpha(t, df)=0.31$).

The obtained data indicate that in the main group, when using minimally invasive techniques, compared to the control, the share of surgical treatment in outpatient conditions is $(23.6 \pm 13.6)\%$ more ($p \alpha(t, df)=0.0008$), i.e., the possibility of carrying out of operations in outpatient conditions increases by 3.4 times.

The average time for surgical intervention in the main group was (57 ± 6) minutes, and in the control group - (77 ± 1.2) minutes., which indicated a reduction in the time required for operative treatment by (20 ± 13) minutes. in patients from the main group ($p \alpha(t, df) = 0.004$). The average operation time in the combat trauma group was (5.8 ± 6) minutes.

The average term of inpatient treatment in the main group is (3.2 ± 0.2) times statistically significantly shorter than in the control group. The terms differ the most during treatment in the superficial trunk veins on the lower leg: in (4.9 ± 0.2) times. The term of inpatient treatment in the main group during the combined treatment of superficial main veins and perforating veins is (4.0 ± 0.2) times shorter in the main group than in the control group, and when eliminating only horizontal reflux in failed perforating veins it is shorter in (2.1 ± 0.2) times in the main group $p \alpha(t, df) < 0.001$ when comparing the main and control groups in pairs.

In general, the distributions of the compared groups after one month according to the severity of PTH do not differ ($p \alpha(\chi^2, df)=0.1$). When comparing the proportions of the degree of severity in pairs, the main group has a statistically significantly higher proportion of patients with a moderate degree and a smaller proportion of severe patients compared to the control group. In the main group, the shares of patients with moderate and severe degrees are approximately the same, which outweighs the share of mild degrees. In the control group, the proportion of patients with a severe degree is statistically significantly higher. That is, the distribution of patients according to the levels of complexity according to Vilalta confirms the previous results of higher

determined effectiveness of treatment methods of the main group compared to the control group in the short-term perspective.

In the main group, a year after the first stage of treatment, 23 (24.2±8.7)% of patients saw improvements in their condition from severe to mild, in the main subgroup, the proportion of patients whose severity level changed from severe to moderate was 1.8 times more than in the control. The proportion of patients with improvement from a moderate level to mild, despite the lack of statistical stability, is also significantly greater in the main subgroups. The data confirm the superiority of the treatment method of the main group compared to the control. In general, distributions of patients by degree of severity of the compared subgroups after a year of one-stage treatment differ $p \alpha (\chi^2, \text{pdf})=0.0004$.

At the second stage of treatment, the average time for surgical intervention in the main group was (81±13) minutes, and the average time for intervention in the control group was (123±14) minutes, which indicated a reduction in the time required for surgical treatment by 42 minutes in patients with of the main group ($p \alpha (t, \text{df})=0.00004$). The operation time in the combat trauma group was (93±12) minutes.

When comparing the terms of inpatient treatment in patients of the main and control groups, it can be seen that when using minimally invasive techniques (balloon angioplasty and stenting) in comparison with open surgical interventions, a shorter stay in the hospital is required, namely: in comparison with intimate thrombectomy for 7 days ($p \alpha=0.02$ according to the Mann-Whitney test), when compared with shunt operations, the length of stay of patients in the main group in the hospital is 8 days less ($p \alpha=0.03$ according to the Mann-Whitney test).

The effectiveness of treatment methods for the main subgroup is almost two times greater. After one year, the condition of all patients in the main subgroup, who before the second stage of treatment had a severe and moderate degree of PTDLE, after a year passed to a mild level of severity. Distributions of the complexity of the condition of patients in the main and control groups one month after the second stage of treatment

differed ($p \alpha (\chi^2, df)=0.001$), and after a year they became the same ($p \alpha (\chi^2, df)=0.95$). In the main group, the distributions one month and one year after the second stage almost did not change: the condition of one patient improved from moderate to mild. That is, the proposed method of two-stage treatment allows to significantly reduce the rehabilitation time of patients with PTH.

In the main and control groups, a statistically significant ($p \alpha < 0.0001$) positive strong dependence of the speed on the primary size of the ulcer was found: in the main group - $r_s = 0.80$, in the control group - $r_s = 0.82$ due to the appearance of granulations on the entire area skin damage, which can be explained by the use of minimally invasive surgical techniques and the effect of laser radiation on the entire TV area.

The average duration of cleaning of trophic ulcer tissues in patients of the main group was (5.1 ± 0.5) days, and in patients of the control group – (7.1 ± 0.6) days ($p=0.013$).

The conducted research allowed us to create practical recommendations regarding the diagnosis and treatment of patients with PTDLE, which will allow doctors to improve treatment results due to the minimally invasive elimination of the main pathogenetic cause of the disease - the presence of pathological vertical and horizontal venous refluxes, deep vein obstructions and innovative strengthening of rehabilitation measures.

The scientific novelty of the obtained results

For the first time, the physical indicators of welding of biological tissues of blood vessels, mechanical stress on the electrodes, optimal pressure on the electrodes, at which the maximum strength of the welded joint is ensured, the degree of content and displacement of water in the tissue after welding, and the impedance of biological tissues were investigated.

For the first time, an experimental evaluation of the end-to-end high-frequency electro-welding of veins using the developed device was carried out, which showed its safety and effectiveness at the stage of the experiment with biosimulators of animal origin.

The classification of anatomical and hemodynamic types has improved post-thrombotic disease of the lower extremities, which made it possible to systematize the causes and manifestations of the disease.

For the first time, surgical tools and methods were developed for the complex surgical treatment of patients with post-thrombotic disease of the lower extremities, depending on the anatomical and hemodynamic type of the disease.

Based on the analysis of the obtained data, the use of minimally invasive methods of surgical treatment of venous hypertension is substantiated.

The practical significance of the obtained results and their implementation in practice.

1. In the experiment it was determined that the average working during the process of welding was 88.4 °C, strength electrowelded seam as a whole satisfies the requirements of vein surgery and is 800 mm Hg., electrowelded seam under pressure up to 455 mm Hg. maintains complete tightness
2. Based on the received data experiments a new one was developed and implemented in clinical practice surgical tools and methods him application in PTHNK. The technology was introduced into clinical practice laser treatment of soft tissue wounds. The mentioned developments have been implemented in the clinical practice of the NMMCC "MMCH" since 2021.
3. Learned features violations regional venous hemodynamics in patients with PTHNK and determined anatomical-hemodynamic types disease Based on these results and improved classification of PTDLE, which allows to objectively assess changes in venous outflow, and is the basis for an adequate choice of treatment method.
4. Developed algorithms diagnostics and surgical tactics in patients with PTDLE: the first stage - elimination of horizontal and vertical refluxes with the aim of trunk venous blood flow segments in deep veins Second stage treatment - correction of obstructive changes in deep veins in the case of inefficient the first

stage Once again TV intervention (laser therapy, debridement, autodermaplasty after achievement active granulations).

5. The use of mini-invasive techniques makes it possible to carry out outpatient operations increases by 3.4 times, the time for surgery decreases time to (20 ± 13) minutes, the stationary treatment period decreases by (3.2 ± 0.2) times, with combined treatment of superficial main veins and perforating veins in (4.0 ± 0.2) times, and in liquidation only horizontal reflux with incompetent perforating veins is (2.1 ± 0.2) times shorter.

Conclusions: The dissertation provides a theoretical generalization and a practical solution to a scientific problem - complex treatment of post-thrombotic disease of the lower extremities using minimally invasive technologies.

1. In the experiment learned the possibility of application high frequency electrowelding and electrocoagulation in surgery of PTDLE and it was determined that the average working temperature during the process of welding was 88.4 o S. Strength electrowelded seam as a whole satisfies the requirements of vein surgery and is 800 mm Hg. In addition, it was proved that electro-welded seam under pressure up to 455 mm Hg. maintains complete tightness
2. Based on received data experiments developed and implemented in clinical surgical practice tools and methods applied: Utility model patent No. 128352. 10.09. 2018. Bulletin No. 17. Device for remote electric welding vein ablation, utility model patent UA 128624 U, Way measurement square defects skin with their diagnostics and dynamics treatment 09/25/2018, Bull. No. 18, Utility model patent No. 132851. 11.03. 2019. Bulletin No. 5. Bipolar cylindrical ablator, utility model patent No. 132852. 11.03. 2019. Bulletin No. 5. Device for remote electric welding ablation of veins with light element, Utility Model Patent No. 132855. 11.03. 2019. Bulletin No. 5. Irrigation device for remote electric welding vein ablation

3. As a result of the study features of violations of regional venous hemodynamics and anatomical and hemodynamic types of PTHNK have been established: the main cause of severe forms of the course of the disease is obstructed passability deep veins in non-recanalized segments: hollow-iliac, iliac-femoral, femoral-popliteal, popliteal -shin, within two anatomical segments separately or bordering each other.
4. And algorithms diagnostics and surgical tactics in patients with PTHNK: the first stage - establishment and elimination of horizontal and vertical reflux, with simultaneous recovery intervention on trophic ulcers (MLT, debridement, autodermatoplasty after achievement of active granulations). D second stage - correction of obstructive changes in deep veins taking into account clinical anatomical and hemodynamic forms of PTDLE.
5. Improved existing and developed new mini-invasive methods of treatment postthrombotic diseases lower ones end to Utility Model Patent No. 126617. 25.06. 2018. Bulletin No. 12. Way seamless obliteration big subcutaneous veins in varicose veins and, Utility Model Patent No. 132663. 11.03. 2019. Bulletin No. 5. Way endoscopic subfascial electro welding treatment of incompetent perforating veins chronic venous deficiencies lower one's limbs The above-mentioned developments have been implemented in the clinical practice of the NMMCC "MMCH" (acts implementation) from January 2021.
6. Direct the results of surgical treatment PTHNK and benefits used mini-invasive methods: The possibility carrying out of outpatient operations increases by 3.4 times, the time for surgery decreases treatment for (20 ± 13) minutes, and stationary treatment time decreases by (3.2 ± 0.2) times. In the second stage time carrying out intervention in the main group was less, by 42 minutes ($p \alpha (t, df) = 0.00004$). Term inpatient treatment up to 8 days Less ($p \alpha = 0.03$). R division compared groups after one month by degree the severity of PTH do not differ ($p \alpha (\chi^2, df) = 0.1$).

Distant results: in the main subgroup fraction patients whose level severity has changed from severe to moderate 1.8 times more than in the control. The complexity of the patient's condition after a month after the second stage treatment differed ($p(\chi^2, df)=0.001$), and after a year they became the same ($p(\chi^2, df)=0.95$). average duration cleaning of trophic tissue ulcers in patients' main group was (5.1 ± 0.5) days, and in patients' control groups - (7.1 ± 0.6) days ($p=0.013$).

Keywords: diagnostics, varicose veins, anastomosis, lower extremities, surgical treatment, minimally invasive interventions, combat trauma, staged treatment, recanalization, revascularization, thrombosis, trophic ulcers, prevention, shunting, stenting.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Власенко, О. А., Гангал, І. І., Карпенко, К. К., & Гутверт, Р. В. (2023). Малоінвазивне лікування варікоцеле у військовослужбовців. *Сучасні Аспекти Військової Медицини. Current Aspects of Military Medicine*, 30(2), 40–50. <https://doi.org/10.32751/2310-4910-2023-30-2-04> (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку).
2. Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., & Дорошенко С.В. (2018). Перший досвід експериментального застосування електрозварювального пристрою для одномоментного безшовного з'єднання порожнистих структур. *Хірургія України*, 4(1), 137–138. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
3. Дубенко Д.Є., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2019). Інструмент для одномоментного з'єднання судин методом електрозварювання живих тканин: історія, проблеми. Розробки, перспективи. *«Зварювання Та*

- Термічна Обробка Живих Тканин. Теорія, Практика. Перспективи». Матеріали XIV Науково-Практичної Конференції 29 Листопада 2019 р. Київ, 13–18. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)*
4. Карпенко К.К., Гичка С.Г., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., Пархоменко М.В., & Дорошенко С.В. (2018). Запровадження в клінічну практику ендоскопічної субфасціальної диссекції перфорантних вен із застосуванням технології високочастотного електрозварювання в хірургії посттромботичної хвороби нижніх кінцівок. *«Зварювання Та Термічна Обробка Живих Тканин. Теорія, Практика. Перспективи». Матеріали XIII Науково-Практичної Конференції 30 Листопада-1 Грудня 2018 р. Київ, 1(1), 40–42. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)*
 5. Карпенко Костянтин Костянтинович, Заруцький Ярослав Леонідович, Асланян Сергій Арменакович, Король Сергій Олександрович, Фомін Олександр Олександрович, Вовк Михайло Сергійович, Гончарук Віктор Степанович, Мусенко Олег Якович, & Гангал Ігор Іванович. (2018). *Патент на корисну модель “Спосіб вимірювання площі дефектів шкіри при їх діагностиці та в динаміці лікування” (№128624 25.09.2018, Бюл.№ 18). (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)*
 6. Лазоришинець В.В., Цимбалюк В.І., Хоменко І.П., Лурін І.А, Усенко О.Ю., Бойко В.В., Сіромаха С.О., Роговський В.М., Гангал І.І., Береговий О.А., Коваль Б.М., Бондаревський А.О., Родіонов О.С., Ремень І.І., Карпенко К.К., Тхоревський О.В., & Дубенко Д.Є. (2019). *Бойова травма серця, грудної аорти та магістральних судин кінцівок* (Лазоришинець В.В., Ed.; Vol. 1). ТНМУ. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)

7. Мішалов В.Г., & Карпенко К.К. (2018, September 28). Іліокавальна реконструкція стентами у пацієнтів з посттромботичною обструкцією венозного відтоку (результати першого моноцентрового дослідження. *Матеріали XXIV з'їзду Хірургів України 26-28 Вересня, м. Київ. 2018.* , 402–403. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
8. Музиченко П.Ф., Черняк В.А., Ланкін Ю.М., Гибало Р.В., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., & Нагалюк Ю.В. (2021). *Застосування електрозварювання судин в експерименті та клінічній практиці: Методичні рекомендації* (Музиченко П.Ф. & Черняк В.А., Eds.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет». (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
9. Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Сіваш Ю.Ю., Щепетов М.В., & Карпенко К.К. (2020). Результати лікування поранень магістральних судин у ході операції об'єднаних сил на Сході України за період із 2014 по I квартал 2019 року. *Матеріали Конгресу «Сухаревські Читання», 26-27 Березня 2020 Року, Ужгород.*, 130–139. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку, доповідь на конференції)
10. Черняк В. А., Мішалов В.Г., Дорошенко С.В., Карпенко К.К., Пархоменко М.В., Хворостяна Т.Т., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., & Музиченко П.Ф. (2019). *Патент на корисну модель “Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок”* (№132663. 11.03. 2019. Бюлетень №5). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)

11. Черняк В. А., Роговський В. М., Гангал І. І., Гибало Р. В., Карпенко К. К., Забулонов Ю. Л., Музиченко П. Ф., & Ланкін Ю. М. (2022). Застосування гібридних технологій в лікуванні захворювань і травм магістральних судин, ускладнених трофічними змінами нижніх кінцівок. *Klinichna Khirurgiia*, 89(5), 96–98. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
12. Черняк В. А., Хворостяна Т.Т., Дорошенко С.В., Пархоменко М.В., Музиченко П.Ф., Гуменчук О.Ю., Шевченко О.О., & Карпенко К.К. (2018). *Патент на корисну модель "Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі"* (№126617. 25.06. 2018. Бюлетень №12.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
13. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2018). *Патент на корисну модель "Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен"* (№128352. 10.09. 2018. Бюлетень №17). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
14. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019а). *Патент на корисну модель "Двополюсний циліндричний аблятор"* (№132851. 11.03. 2019. Бюлетень №5.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
15. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019б). *Патент на корисну модель*

- “Зрошувальний пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен” (№132855. 11.03. 2019. Бюлетень №5.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
16. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019с). *Патент на корисну модель “Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом”* (№132852. 11.03. 2019. Бюлетень №5.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
17. Черняк В.А., Забулонов Ю.Л., Чухраєв М.В., Карпенко К.К., Невструєв В.П., & Скиба О.В. (2021). *Застосування терапевтичного мультилазерного медичного комплексу в лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран: Методичні рекомендації* (Черняк В.А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет». (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
18. Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2019). Характеристика, механизмы действия и место веноактивных препаратов в лечении хронических заболеваний вен нижних конечностей по данным рекомендаций 2018 года. *Хірургія України*, 1(69), 7–22. (проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
19. Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2022). Досвід розробки і впровадження іноваційних пристроїв та лікарських засобів в хірургії магістральних судин. *Матеріали ІХ Всеукраїнської Науково-Практичної Конференції Студентів, Аспірантів Та Молодих Вчених «Об’єднані Наукою»: Перспективи Міждисциплінарних Досліджень*, 122–127. (проведено

- клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
20. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Гибало Р.В., Нагалюк Ю.В., & Дубенко Д.Є. (2021). *Діагностика та лікування післятромботичної хвороби нижніх кінцівок. Методичні рекомендації* (Черняк В.А. & Карпенко К.К., Eds.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет». (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
21. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). 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.*, 167–177. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
22. Черняк В.А., Ляховський В.І., Рябушко Р.М., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Комплексне лікування венозних трофічних виразок нижніх кінцівок* (Черняк В. А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ “Київський університет.”
23. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Можливості та перспективи застосування технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії* (Черняк В.А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет». (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
24. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Мандзюк Т.І., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). *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.* , 182–188. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)

25. Черняк Віктор Анатолійович, Карпенко Костянтин Костянтинович, Гибало Ростислав Віталійович, Музиченко Петро Федорович, & Дубенко Дмитро Євгенович. (2021). *Патент на корисну модель “Ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен”* (№ 147536 19.05.21.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
26. Черняк Віктор Анатолійович, Невструєв Володимир Петрович, Карпенко Костянтин Костянтинович, Музиченко Петро Федорович, Ковальов Андрій Миколайович, Горя Едуард Дмитрович, & Кравченко Роман Миколайович. (2021). *Патент на корисну модель “Захват-маніпулятор для фрагменту судини.”* (№ 149341. 10.11.2021. Бюлетень №45.). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
27. Чухраєв Микола Вікторович, Малюта Володимир Ігорович, Шморгун Андрій Олександрович, Забулонов Юрій Леонідович, Невструєв Володимир Петрович, Черняк Віктор Анатолійович, & Карпенко Костянтин Костянтинович. (2021). *Патент на корисну модель “Пристрій для ультратонової індукційної лазеротерапії”* (№147062. від 07.04.2021, Бюлетень № 14). (проведено патентний пошук, клінічні дослідження,

- проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
28. Cherniak, V. A., Rogovskiy, V. M., Nahaliuk, Yu. v., Dybkaliuk, S. v., Gybalo, R. v., & Karpenko, K. K. (2021). TREATMENT OF COMBAT FIRE INJURIES CONSEQUENCES OF THE LOWER LIMBS' MAJOR VESSELS FOR THE PERIOD OF ATO AND JFO IN 2014-2019. *World of Medicine and Biology*, 17(76), 153. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2021-2-76-153-158>
29. Chernyak V., Batsak B., & Karpenko K. (2022). Prevention and treatment of recurrent trombosis after reconstruction of major vessels. *Thrombosis Research. Volume 213. Supplement 1, S1(1)*, 33–33. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
30. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Dubenko D.Ye., & Muzichenko P.F. (2020). Usage of high-frequency electric welding in vascular surgery. *Матеріали ІХ Міжнародної Конференції «Медична Фізика – Сучасний Стан, Проблеми, Шляхи Розвитку. Новітні Технології» (Київ, 23-25 Вересня, 2020 Рік)*, 220–223. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
31. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Gybalo R.V., & Zabulonov Y.L. (2021). 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)., 58–59. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
32. Dubenko D.Ye., Gumenchuk O.Yu., Melnyk M.A., Karpenko K.K., & Levon M.M. (2019). Experimental single-step electric welded connection of vessels. *20th EVF Annual Meeting from 27 to 29 June 2019. Zurich, Switzerland, Book*

- of Abstracts*, 42–42. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
33. Humeniuk, K. v., Hangal, I. I., & Karpenko, K. K. (2021). Providing of a highly specialized medical care for servicemen of the Armed Forces of Ukraine by roentgen-endovascular interventional methods. *Zaporozhye Medical Journal*, 23(3), 375–380. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2021.3.223139> (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
34. Karpenko, K. (2023). MINI-INVASIVE SURGERY FOR POST-THROMBOTIC DISEASE OF THE LOWER EXTREMITIES. In Butska L. (Ed.), *Theory and methodology of innovative health care development in the national, European and global contexts* (1st ed., Vol. 1, pp. 513–513). Wydawnictwo Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
35. Karpenko K.K., Gichka S.G., Dybgaluk S.V., Muzychenko P.F., Golinko V.M., Dubenko D. E., & Udovichenko V.V. (2019). Welding technology in vascular surgery. *20th EVF Annual Meeting from 25 to 27 August 2019. Krakow, Poland, Book of Abstracts*, 52–52. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку, доповідь на конференції)
36. Kazmirchuk, A., Yarmoliuk, Y., Lurin, I., Gybalo, R., Burianov, O., Derkach, S., & Karpenko, K. (2022). Ukraine’s Experience with Management of Combat Casualties Using NATO’s Four-Tier “Changing as Needed” Healthcare System. *World Journal of Surgery*, 46(12), 2858–2862. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06718-3> (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)

37. 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. (2021). Morphological assessment of vascular anastomoses performed using high frequency electric welding. *Int. J. Morphol.*, 39(4), 1183–1189. (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)
38. Susak Y. M., & Karpenko K. K. (2023). Endovascular treatment of post-thrombotic syndrome of the lower extremities caused by combat trauma. Clinical case. *General Surgery*, 3–4, 61–67. <https://doi.org/10.30978/GS-2023-3-61> (проведено клінічні дослідження, проаналізовано результати, статистична обробка результатів, підготовлено до друку)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ЗМІСТ.....	39
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	44
ВСТУП.....	45
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО ПОСТТРОМБОТИЧНУ ХВОРОБУ НИЖНІХ КІНЦІВОК, МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН У ХІРУРГІЇ ПОСТТРОМБОТИЧНОЇ ХВОРОБИ НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	52
1.1. Визначення, епідеміологія і медико-соціальна значущість посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	52
1.2. Етіологія, патогенез і клінічна картина посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	54
1.3. Класифікація посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	56
1.4. Сучасні консервативні методи лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	58
1.5. Хірургічні методики лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	60
1.6. Ускладнення малоінвазивних, ендovasкулярних та хірургічних підходів.....	65
1.7. Місцеве лікування венозних виразок.....	67
1.8. Можливості технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.....	67

Висновки до розділу	72
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛОІНВАЗИВНИХ МЕТОДІВ (ЕНДОВАЗАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЇ, ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН) І ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ В ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ ПОСТТРОМБОТИЧНОЇ ХВОРОБИ НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	75
2.1. Матеріали і засоби експериментальних досліджень.....	75
2.2. Вивчення фізичних параметрів впливу високочастотного електрозварювання на стінку магістральних і периферичних вен нижніх кінцівок	81
2.3. Морфологічна оцінка тканинних змін у венах нижніх кінцівок при різних режимах високочастотного електрозварювання	86
2.4. Доклінічна оцінка розробленого хірургічного інструментарію для ендовазальної електрокоагуляції периферичних вен нижніх кінцівок	89
2.5. Доклінічна оцінка розробленого хірургічного інструментарію для ендоскопічного дистанційного високочастотного електрозварювання перфорантних вен нижніх кінцівок.....	94
2.6. Доклінічна оцінка розробленого лазерного пристрою нового покоління для місцевого лікування венозних трофічних виразок	100
РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	110
3.1. Дизайн дослідження, клінічна характеристика хворих	110
3.2. Анатомо-гемодинамічна класифікація посттромботичної хвороби нижніх кінцівок	131

3.3. Методи дослідження хворих на посттромботичну хворобу нижніх кінцівок. Алгоритм діагностики.....	135
3.4. Методи хірургічного лікування. Етапність хірургічних втручань, хірургічна тактика.....	149
3.4.1. Хірургічна тактика та етапність хірургічних втручань залежно від стадії, локалізації та поширення посттромботичної хвороби нижніх кінцівок	149
3.4.2. Методи хірургічного лікування у хворих основної групи і групи з бойовою травмою на першому етапі хірургічного лікування.....	151
3.4.3. Класичні операції флектомії та перев'язки перфорантних вен для магістралізації кровотоку нижніх кінцівок (операції Беккока, Кокета, Нарата)	158
3.4.4. Методи хірургічного лікування у хворих основної і контрольної груп та групи з бойовою травмою на другому етапі лікування.....	160
3.5. Місцеве лікування трофічних виразок	165
3.6. Методи оцінки ефективності лікування хворих на ПТХНК	166
3.7. Етичні аспекти роботи, методи статистичної обробки отриманих результатів.	169
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ОБ'ЄКТИВНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ХВОРИХ ІЗ ПОСТТРОМБОТИЧНОЮ ХВОРОБОЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	177
4.1. Клінічний огляд пацієнта та інструментальна діагностика венозної системи.....	177
4.1.1. Амбулаторне обстеження.....	177
4.1.2. Фіскальне обстеження пацієнтів.....	177

4.1.3. Інструментальне підтвердження наявності ПТХНК.....	179
4.1.4. Ультразвукове дослідження макрогемодинаміки ураженої кінцівки	179
4.1.5. Рентгенологічні дослідження макрогемодинаміки ураженої кінцівки	180
4.1.6. Моделювання трофічної виразки. Площа та об'єм трофічних виразок	181
4.2. Лабораторні дослідження у хворих на ПТХНК.....	182
4.3. Особливості місцевого лікування трофічних виразок у хворих на ПТХНК.....	183
РОЗДІЛ 5 РЕЗУЛЬТАТИ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ ВІДКРИТИМИ ТА МАЛОІНВАЗИВНИМИ СПОСОБАМИ У ХВОРИХ НА ПОСТТРОМБОТИЧНУ ХВОРОБУ НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	
5.1. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп після першого етапу лікування (через 1 міс після втручання)	187
5.1.1. Ускладнення	187
5.1.2. Необхідність у госпіталізації	189
5.1.3. Тривалість операції.....	191
5.1.4. Тривалість стаціонарного лікування.....	191
5.1.5. Оцінка тяжкості перебігу посттромботичної хвороби нижніх кінцівок на тлі проведеного оперативного лікування. Показники у найближчий та віддалений період	193
5.2. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп після другого етапу лікування (реконструктивні втручання)	202
5.2.1. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп на другому етапі лікування (через 1 міс після втручання).....	202

5.2.2. Ускладнення	202
5.2.3. Тривалість операції.....	204
5.2.4. Тривалість стаціонарного лікування.....	204
5.2.5. Оцінка тяжкості перебігу посттромботичної хвороби нижніх кінцівок на другому етапі хірургічного лікування. Показники у найближчий та віддалений період	205
5.3. Швидкість загоєння трофічних виразок: виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізація (площа).....	210
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	219
ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ	229
ВИСНОВКИ	230
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	233
ДОДАТКИ	248

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

SEPS – subfascial endoscopic perforants surgery

SFM – structure from motion

ВАШ – візуальна аналогова шкала

ДІ – довірчий інтервал

ЕВЛК – ендовенозна лазерна коагуляція

МЛТ – магнітолазерна технологія

МОФФ – мікронізована очищена флавоноїдна фракція

МСКТ – мультиспіральна комп'ютерна томографія

НВМКЦ «ГВКГ» – Національний військово-медичний клінічний центр
«Головний військовий клінічний госпіталь»

НПВ – нижня порожниста вена

ОКЛ – Олександрівська клінічна лікарня

ПТХНК – посттромботична хвороба нижніх кінцівок

РЧА – радіочастотна абляція

ТВ – трофічна виразка

ТГВ – тромбоз глибоких вен

УЗДГ – ультразвукова доплерографія

ХВН – хронічна венозна недостатність

ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень

ЦСФ – цифрова субтракційна флебографія

ВСТУП

Актуальність теми. Посттромботична хвороба – це хронічна венозна патологія, пов'язана з перенесеним гострим тромбозом глибоких вен (ТГВ). У літературних джерелах країн Північної Америки та країн Європейського Союзу трапляється назва «посттромбофлебітичний синдром». Посттромботична хвороба нижніх кінцівок (ПТХНК) – патологія, зумовлена подальшими патоморфологічними і патофізіологічними процесами у венозній системі, які об'єднують в окрему нозологічну форму з типовими зовнішніми виявами і порушеннями регіонарної та центральної гемодинаміки, органічним ураженням глибоких вен унаслідок перенесеного тромбозу [1,8,10,14,16].

Типові клінічні ознаки ПТХНК – набряки, телеангіектазії, венозна дилатація/ектазія, варикозне розширення вен, почервоніння, ціаноз, гіперпігментація, екзема, біль під час стиснення гомілки, судоми в нижніх кінцівках, особливо в нічний час, ліподерматосклероз, біла атрофія, трофічні виразки зазвичай глибокі й великі, іноді – циркулярні [15,16,20,21]. Хоча патогенез ПТХНК є складним і тісно пов'язаний із ТГВ, провідну роль відіграє венозна гіпертензія (гідростатичний тиск крові між правим передсердям і стопою). Виявляють ПТХНК у 5–7 % працездатного населення розвинених країн. На частку хворих на посттромботичну хворобу припадає 28 % від загальної кількості пацієнтів з різними видами венозної патології. Посттромботична хвороба нижніх кінцівок є найпоширенішим тривалим ускладненням ТГВ, що виникає в нижній кінцівці [4–6,10,14,21].

Незважаючи на досягнення первинної та вторинної профілактики, ТГВ щорічно вражає 1–3 особи з 1000 у загальній популяції [4-6]. За даними добре розроблених проспективних досліджень із тривалим періодом спостереження (≥ 12 міс), у 20–50% пацієнтів, які перенесли ТГВ, розвивається ПТХНК. У більшості випадків термін виникнення ПТХНК після симптоматичного ТГВ – від

декількох місяців до декількох років [6–11]. Оперативне втручання на венозній системі у хворих на ПТХНК є складним етапом у комплексному лікуванні трофічних виразок (ТВ). Сучасні оперативні втручання передбачають максимальний косметичний ефект і повний радикалізм щодо причин виникнення хронічної венозної недостатності (ХВН) у хворих на ПТХНК, відрізняються за способами, методиками та інструментарієм [64–66]. Одним із методів сучасного хірургічного лікування ПТХНК є використання технології електрозварювання живих тканин, але є небагато публікацій, в яких наведені експериментальні криві зміни температури кровоносних судин під час нагрівання високочастотним електричним струмом [81,82,85,87] із досить великим коливанням показників – від 20 до 120 °С.

Отже, профілактику і лікування ПТХНК слід розглядати як комплексне лікування з використанням сучасних малоінвазивних методик, зокрема технології електрозварювання живих тканин. Однак робіт, присвячених вивченню цього питання, мало.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на клінічній базі кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії хірургії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України відповідно до завдання № 0116U002416, на 2016–2018 рр. «Розробка та обґрунтування методів діагностики, лікування та профілактики тромботичних ускладнень та їх наслідків при патології артеріальних та венозних судин», а також у рамках Державної Програми конкурсу Національного фонду досліджень України «Наука для безпеки людини та суспільства» 2020.01/0308 «Застосування вітчизняних лазерних та електрозварювальних технологій у лікуванні ран та трофічних порушень м'яких тканин, спричинених бойовими травмами та захворюваннями магістральних судин».

Дисертант є співвиконавцем фрагмента цієї теми.

Мета дослідження: поліпшити результати лікування хворих на посттромботичну хворобу нижніх кінцівок шляхом оптимального вибору способів і обсягів хірургічних втручань на основі анатомо-гемодинамічних типів захворювання та застосування малоінвазивних технологій, зокрема з використанням розробленого хірургічного інструментарію.

Завдання дослідження:

1. В експерименті вивчити можливість застосування високочастотної електрозварки та електрокоагуляції в хірургії ПТХНК.
2. На підставі отриманих даних експериментів розробити і впровадити в клінічну практику хірургічний інструментарій та способи його застосування.
3. Вивчити особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначити анатомо-гемодинамічні типи захворювання.
4. Удосконалити алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК.
5. Удосконалити існуючі методи лікування ПТХНК.
6. Вивчити безпосередні та віддалені результати хірургічного лікування ПТХНК і переваги запропонованих малоінвазивних методів.

Об'єкт дослідження – посттромботична хвороба нижніх кінцівок.

Предмет дослідження – анатомо-гемодинамічні типи посттромботичної хвороби нижніх кінцівок; особливості хірургічної тактики залежно від анатомо-гемодинамічних типів посттромботичної хвороби нижніх кінцівок.

Методи дослідження – клінічні, антропометричні, променеві, хірургічні, інтерв'ювання, статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше досліджено фізичні показники зварювання біологічних тканин кровоносних судин, механічну напругу та оптимальний тиск на електродах, за яких забезпечується максимальна міцність зварного з'єднання, ступінь вмісту та витіснення води в тканині після зварювання, імпеданс біологічних тканин.

Уперше проведена експериментальна оцінка високочастотного електрозварювального з'єднання вен за типом кінець у кінець за допомогою розробленого пристрою, що показала його безпечність і ефективність на стадії експерименту з біоімітаторами тваринного походження.

Удосконалено класифікацію анатомо-гемодинамічних типів посттромботичної хвороби нижніх кінцівок, що дало змогу систематизувати причини і вияви захворювання.

Уперше розроблені хірургічні інструменти та методики для комплексного хірургічного лікування хворих із посттромботичною хворобою нижніх кінцівок залежно від анатомо-гемодинамічного типу захворювання.

На підставі аналізу отриманих даних обґрунтовано застосування малоінвазивних методів хірургічного лікування венозної гіпертензії.

Практичне значення отриманих результатів. В експерименті визначено, що середня робоча температура під час процесу зварювання становила 88,4 °С, міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і становить 800 мм рт. ст., електрозварний шов за тиску до 455 мм рт. ст. зберігає повну герметичність.

На підставі отриманих даних розроблено і впроваджено в клінічну практику (акти впровадження НВМКЦ «ГВКГ» з 2021 року) новий хірургічний інструментарій та способи його застосування при ПТХНК, а також технологію лазерної обробки ран м'яких тканин.

Вивчено особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначено анатомо-гемодинамічні типи захворювання. Ґрунтуючись на цих результатах, удосконалено класифікацію ПТХНК, що дає змогу об'єктивно оцінити зміни венозного відтоку та обрати відповідний метод лікування.

Розроблено алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів з метою магістралізація венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Другий етап лікування – корекція обструктивних змін у глибоких венах у разі малоефективного першого етапу. Відновні втручання на ТВ (лазерна терапія, дебридмент, автодерматопластика після досягнення активних грануляцій).

При використанні малоінвазивних методик можливість проведення операцій амбулаторно збільшується в 3,4 разу, скорочується тривалість оперативного лікування на (20 ± 13) хв, термін стаціонарного лікування – в $(3,2 \pm 0,2)$ разу, при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен і перфорантних вен – у $(4,0 \pm 0,2)$ разу, при ліквідації лише горизонтального рефлюксу за неспроможних перфорантних вен – у $(2,1 \pm 0,2)$ разу.

Удосконалено існуючі та розроблено нові малоінвазивні методи лікування ПТХНК: спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі, спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні ХВН нижніх кінцівок. Зазначені розробки впроваджено в клінічну практику НВМКЦ «ГВКГ» (Додаток) із січня 2021 року.

Безпосередні результати хірургічного лікування ПТХНК і переваги використаних малоінвазивних методів: можливість проведення операцій амбулаторно збільшується у 3,4 разу, скорочується час на оперативне лікування на (20 ± 13) хв, стаціонарного лікування – в $(3,2 \pm 0,2)$ разу. На другому етапі

тривалість втручання в основній групі була меншою на 42 хв ($p_{\alpha}(t, df)=0,00004$), термін стаціонарного лікування – на 8 діб менше ($p_{\alpha} = 0,03$). Розподіл порівнюваних груп через 1 міс за ступенем тяжкості ПТХНК не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,1$). Віддалені результати: в основній групі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від тяжкого до помірного, була в 1,8 разу більшою, ніж у контрольній групі. Через 1 міс після другого етапу лікування групи за розподілом за складністю стану хворих відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,001$), а через 1 рік були порівнянними ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,95$). Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила ($5,1 \pm 0,5$) доби, у пацієнтів контрольної групи – ($7,1 \pm 0,6$ доби, $p=0,013$).

Особистий внесок дисертанта. Вибір теми належить науковому керівнику професору Я.М. Сусаку. Наукова робота є особистою працею автора. Автор самостійно визначив напрям дослідження, провів пошук і аналіз літератури, сформував мету роботи, провів відбір хворих та клінічне обстеження, здійснив статистичну обробку даних, їхній аналіз та узагальнення, сформулював висновки й практичні рекомендації. Автору належать ідеї розробки діагностики ПТХНК, алгоритмів хірургічних методів лікування. Здобувач самостійно написав усі розділи дисертації, підготував до публікацій і для доповідей на конференціях матеріали наукових робіт. У наукових роботах, виконаних у співавторстві, автор реалізував свої наукові ідеї. Співавтори наукових робіт надавали технічну допомогу, а також допомогу в експериментальному, діагностичному та лікувальному процесі.

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дисертаційної роботи представлено на науково-практичних конференціях: «20th EVF Annual Meeting» 27–29 червня 2019 р., Цюрих, Швейцарія, «International Union of Phlebology Chapter Meeting» 25–27 серпня 2019 р., Краків, Польща, «Актуальні питання сучасної хірургії» 30 листопада–1 грудня 2018 р., Київ,

конгресі Асоціації судинних хірургів, флебологів та ангіологів України, присвяченому 80-річчю з дня народження проф. І.І.Сухарева – засновника судинної хірургії та флебології України, 11-12 квітня 2019 р., Київ, Всеукраїнській науково-практичній конференції «Соціогуманітарний вимір сучасних трансформацій» 29 жовтня 2021 р., Чернігів, Двадцять першій українській школі-семінарі з міжнародною участю 8–10 лютого 2024 р., Славсько.

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження в повному обсязі висвітлені в 51 науковій праці, з них 3 монографії, 1 посібник, 5 статей у наукових фахових журналах, рекомендованих МОЗ України. Отримано 11 патентів України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Загальний обсяг дисертації 294 сторінок друкованого тексту, з них 186 сторінок основного тексту (6,5 авторських аркушів). Вона складається зі вступу, огляду літератури, 4 розділів власних досліджень, аналізу та узагальнень результатів, практичних рекомендацій, висновків, списку використаних джерел, додатків. Список використаних літературних джерел налічує 90 посилань, з них латиницею – 90, що займає 16 сторінок. Робота містить 52 таблиці, 51 рисунок. Додатки займають 46 сторінок.

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО ПОСТТРОМБОТИЧНУ ХВОРОБУ НИЖНІХ КІНЦІВОК, МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН У ХІРУРГІЇ ПОСТТРОМБОТИЧНОЇ ХВОРОБИ НИЖНІХ КІНЦІВОК

1.1. Визначення, епідеміологія і медико-соціальна значущість посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

Посттромботична хвороба – це хронічна венозна патологія, пов'язана з перенесеним гострим ТГВ. У літературних джерелах країн Північної Америки та країн Європейського Союзу трапляється назва «посттромбофлебітичний синдром». Посттромботична хвороба нижніх кінцівок (ПТХНК) – патологія, зумовлена подальшими патоморфологічними і патофізіологічними процесами у венозній системі, які об'єднують в окрему нозологічну форму з типовими зовнішніми виявами і порушеннями регіонарної та центральної гемодинаміки, органічним ураженням глибоких вен унаслідок перенесеного тромбозу [1,6,8,10,14,16].

Посттромботичну хворобу нижніх кінцівок виявляють у 5–7 % працездатного населення розвинених країн. На частку хворих на посттромботичну хворобу припадає 28 % від загальної кількості пацієнтів з різними видами венозної патології. Посттромботична хвороба нижніх кінцівок є найпоширенішим тривалим ускладненням ТГВ, що виникає в нижній кінцівці. Іноді ПТХНК називають «постфлебітичним синдромом» або «синдромом вторинного венозного стазу». Деякі автори вважають її синдромом, тому що вона виявляється як спектр симптомів й ознак ХВН, клінічна значущість і симптоматика яких варіюють від тяжкості в гомілках наприкінці дня до серйозних ускладнень, таких як хронічний виснажливий біль у нижніх кінцівках, набряк і ТВ [1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**–5], що може потребувати інтенсивного догляду та медичної допомоги. У вітчизняній флебології прийнятий нозологічний підхід до формулювання діагнозу. Виділяють варикозну хворобу,

за якої відбувається трансформація поверхневих вен, посттромботичну хворобу з переважним ураженням глибокої венозної системи і вроджені аномалії розвитку венозної системи – флебодисплазії.

Незважаючи на досягнення первинної та вторинної профілактики, ТГВ щорічно вражає від 1 до 3 із 1000 осіб у загальній популяції [4,5]. За даними добре розроблених проспективних досліджень із тривалим періодом спостереження (≥ 12 міс), у 20–50% пацієнтів, які перенесли ТГВ, розвивається ПТХНК. У більшості випадків термін виникнення ПТХНК після симптоматичного ТГВ – від декількох місяців до декількох років [6–11]. Однак деякі автори [10,11,13,14,16] повідомляють, що сукупна захворюваність на ПТХНК продовжує збільшуватися навіть через 10–20 років після діагностики ТГВ. У 5–10% пацієнтів розвивається тяжка форма ПТХНК з утворенням венозної виразки [4,14,16]. Імовірність розвитку останньої через 10 років після ТГВ становить 5% [4]. Посттромботична хвороба нижніх кінцівок негативно впливає на якість життя (ЯЖ) та знижує продуктивність праці, що призводить до значного навантаження на пацієнтів і систему охорони здоров'я [1–4,13,14]. У канадському дослідженні, в якому оцінювали економічні наслідки ТГВ протягом 2 років, загальна вартість лікування пацієнта з ПТХНК майже на 50% перевищувала таку пацієнта з ТГВ без ПТХНК [15–17]. Таке збільшення вартості лікування пояснювалося частішим відвідуванням закладів охорони здоров'я та отриманням препаратів, які відпускають за рецептом. Висока вартість лікування венозних виразок пояснюється переважно хірургічним втручанням, втратою працездатності та робочого місця. При оцінці тяжкості (виснажливості) хвороби при хронічних станах, таких як ПТХНК, ЯЖ є важливим чинником. В ідеалі слід оцінювати як загальну ЯЖ (тобто загальний стан здоров'я), так і специфічну ЯЖ. Дослідження показали, що порівняно з пацієнтами з ТГВ без ПТХНК особи з ПТХНК мають гіршу ЯЖ, специфічну для венозних захворювань [13-16], показники ЯЖ значно погіршуються з підвищенням тяжкості ПТХНК [16].

е найден.]. Відзначається, що загальна ЯЖ у пацієнтів з ПТХНК гірше, ніж в осіб із хронічними захворюваннями, такими як остеоартрит, стенокардія та хронічна хвороба легень [4,14,16].

1.2. Етіологія, патогенез і клінічна картина посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

Посттромботична хвороба нижніх кінцівок як форма вторинної венозної недостатності характеризується низкою симптомів і клінічних ознак. Хворих турбують тяжкість, розпирання і біль в ураженій кінцівці з локалізацією переважно в ділянці дистальних відділів гомілки, набряки, пігментація шкіри, екзема, ТВ, свербіння шкіри, варикозне розширення поверхневих вен. Типові симптоми ПТХНК відрізняються в різних пацієнтів. До них належать біль, відчуття набряку, судоми і спазми (часто вночі), тяжкість, втома, свербіж, розчухи, парестезії, розпираючий біль, кульгавість. Симптоми можуть бути тимчасовими або стійкими, зазвичай погіршуються до кінця дня, особливо при тривалому стоянні або ходьбі, та поліпшуються після відпочинку або в положенні лежачи з припіднятими нижніми кінцівками. Венозні симптоми, пов'язані з початковим ТГВ, можуть зберігатися впродовж декількох місяців або переходити в хронічний процес без періодичності симптомів [17–20]. При огляді в більшості хворих із ПТХНК кінцівка збільшена в розмірах за рахунок набряку і лімфостазу. Виявляють варикозне розширення поверхневих вен різного ступеня. Варикоз поширюється на поверхневі вени гомілки, стегна, лобка, зовнішніх статевих органів. Виявом трофічних змін можуть бути пігментація, індурація шкіри аж до екзематизації і ТВ. Ділянки індуративно зміненої шкіри (склероз, індуративний целюліт) і підшкірної клітковини нерухомі щодо прилеглих тканин, щільні, болючі при пальпації. Варикозно розширені вени напружені, особливо в ділянці неспроможних перфорант, помірно болючі, погано спадаються.

Клінічна картина ПТХНК подібна до такої при інших хронічних венозних захворюваннях – від перималеоларної (або ширшої) телеангіектазії, набряку, бурої гіперпігментації шкіри, венозної екземи до формування вторинних варикозних вен і тяжчих ознак ПТХНК (біла атрофія (біла рубцева тканина), ліподерматосклероз (фіброз підшкірних тканин медіальної частини гомілки) і виразки).

Типові клінічні ознаки ПТХНК – набряки, телеангіектазії, венозна дилатація/ектазія, варикозне розширення вен, почервоніння, ціаноз, гіперпігментація, екзема, біль під час стиснення гомілки, судоми в нижніх кінцівках, особливо в нічний час, ліподерматосклероз, біла атрофія, відкриті або загоєні ТВ. Пігментація може бути у вигляді плям або дифузною. Пігментована шкіра атрофічна, без волосяного покриву. Трофічні виразки зазвичай глибокі й великі, іноді – циркулярні. При пальпації ураженої кінцівки виявляють болючість по ходу глибоких венозних стовбурів. Посттромботична хвороба нижніх кінцівок може також виявлятися венозною кульгавістю, через стійку венозну обструкцію місця злиття основних вен (ілеофemorальне або підколінне венозне співустя). Такі пацієнти повідомляють про зникнення болю в ногах під час фізичних вправ, що може бути схожим на артеріальну кульгавість [15,16,20,21].

Хоча патогенез ПТХНК є складним і тісно пов'язаний із ТГВ, провідну роль відіграє венозна гіпертензія (гідростатичний тиск крові між правим передсердям і стопою). Зазвичай, коли людина перебуває в спокої та положенні лежачи на спині, гідростатичний венозний тиск низький, а динамічний тиск, що виникає внаслідок роботи серця, підтримує рух крові по артеріях і венах [14,16,20,21]. У положенні стоячи або сидячи при мінімальній фізичній активності венозний тиск найвищий – до 80–90 мм рт. ст. Однак під час ходьби зі звичайною швидкістю (близько 4,5 км/год) венозний тиск поступово зменшується до середнього значення 22 мм рт. ст. [15,22]. Кров евакуюється з нижніх кінцівок також завдяки скороченню м'язів ніг і роботі спроможних

венонних клапанів, які запобігають рефлюксу й обмежують накопичення крові у венах нижньої кінцівки [18–22]. Тому пошкодження венонних клапанів перешкоджає венонному поверненню до серця, що призводить до венонної гіпертензії. Особливістю патогенезу посттромбофлебітичного синдрому є наявність регіонарної гіпертензії, спричиненої патологією глибоких магістральних вен.

У випадку ПТХНК хронічна венонна гіпертензія може виникати внаслідок обструкції відтоку в результаті тромбової або клапанної неспроможності (некомпетентності/рефлюксу). Після ТГВ реканалізація тромбованих вен, яка відбувається за комбінації фібринолізу, організації тромбу й неоваскуляризації [23–28], часто є неповною та призводить до залишкової венонної обструкції, яка може перешкоджати функціям «м'язової помпи» гомілки й спричиняє пошкодження венонних клапанів і венонну клапанну некомпетентність.

Дані літератури щодо причини розвитку ПТХНК (обструкція відтоку, венонний клапанний рефлюкс або їхня комбінація) суперечливі, що може пояснюватися обмеженими можливостями кількісного визначення венонної обструкції та рефлюксу.

Хоча патогенез ПТХНК недостатньо описано, спостерігається зростання інтересу до раннього використання фармакомеханічної терапії в пацієнтів з ілеофеморальним ТГВ для відновлення венонного кровотоку та збереження функції остіального клапана з очікуванням того, що лікування зменшить ризик розвитку ПТХНК. Глибше розуміння патофізіології ПТХНК сприятиме оптимізації профілактики та лікування синдрому.

1.3. Класифікація посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

Найбільш відомою є класифікація G.H. Pratt (1964), згідно з якою виділяють набряково-больову, варикозну, виразкову і змішану форми ПТХНК.

V. C. Савельєв (1972) класифікував ПТХНК:

за локалізацією: нижній (стегново-підколінний), середній (клубово-стегновий), верхній (нижня порожниста вена) сегменти;
за типом: локалізований, поширений;
за формою: набрякова, набряково-варикозна;
за стадіями: компенсація, декомпенсація без трофічних порушень, декомпенсація з трофічними порушеннями;
за ступенем порушення кровотоку: компенсований, субкомпенсований, декомпенсований.

Сегментарна характеристика тромбозу. Доцільним є посегментарне порівняння об'єму враженої та здорової кінцівок. Ступінь збільшення кінцівки в об'ємі залежить від тяжкості гемодинамічних порушень, а поширеність набряку вказує на локалізацію посттромботичних змін у магістральних венах. Посттромботична хвороба нижнього сегмента (дистальний відділ кінцівки) перебігає відносно сприятливо. Стадія компенсації триває довго – впродовж 3–5 років після перенесеного гострого тромбозу. Поява стійкого збільшення гомілки в об'ємі або значного розширення поверхневих вен, що супроводжується відповідними суб'єктивними розладами, свідчить про стадію декомпенсації. Трофічні розлади характеризуються локальними незначними виявами надкісточною ділянкою гомілки без тенденції до поширення. При ПТХНК середнього (здухвинно-стегнового) сегмента стадія компенсації дуже коротка, а в багатьох хворих навіть відсутня. Стадія декомпенсації кровообігу настає через декілька місяців або відразу після зменшення явищ гострого ілеофemorального венозного тромбозу. Упродовж наступних 2-3 років розвиваються трофічні розлади, які мають дифузний характер і в більшості хворих ускладнюються ТВ. При ПТХНК верхнього сегмента (нижня порожниста вена) відразу виникають ознаки декомпенсації венозного відтоку, на тлі якого дуже швидко розвиваються тяжкі розлади кровообігу дистальних відділів обох нижніх кінцівок [28–31].

Класифікація ПТХНК за станом прохідності судини: облітерація, часткова і повна реканалізація. Аналіз флебографічних даних, патоморфологічних та функціональних досліджень свідчить про те, що посттромботична хвороба проходить стадії оклюзії та реканалізації. Виділяють повну й часткову реканалізацію тромбу та оклюзію глибоких вен. При повній реканалізації тромбу спостерігають відновлення просвіту вени, склероз її стінки, повне руйнування клапанів, атрофію м'язового шару. При частковій реканалізації тромбу просвіт вени відновлюється не повністю, унаслідок розростання сполучної тканини в просвіті вени утворюються канали різної величини і форми. Спостерігають руйнування клапанного апарату глибоких та перфорантних вен. Оклюзія глибоких вен морфологічно характеризується повною облітерацією просвіту вен і паравазальним склерозом.

1.4. Сучасні консервативні методи лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

Компресійна терапія. Компресійну терапію широко застосовують у лікуванні пацієнтів із ПТХНК для зменшення симптомів (особливо набряку кінцівок) і поліпшення щоденного функціонування. Деякі пацієнти описують поліпшення при застосуванні компресії. Проведено декілька контрольованих досліджень її ефективності [31–33], але вони мають методологічні обмеження і статистичну неточність, що не дає змоги зробити остаточні висновки про ефективність компресійної терапії в пацієнтів із ПТХНК. Доказові рекомендації ґрунтуються насамперед на низькому ризику шкоди і можливості вигоди для пацієнтів з ПТХНК.

Еластична компресія. Однозначної думки щодо ефективності використання еластичної компресії при ПТХНК немає. У рандомізованих дослідженнях оцінили здатність еластичної компресії 30–40 мм рт. ст. (висота панчохи до колін або на рівні гомілок) зменшувати симптоми в пацієнтів із ПТХНК порівняно з панчохами плацебо [14–16,31–33]. Співвідношення

пацієнтів, які пройшли терапію, було порівняним в обох групах (61,1% активних панчох проти 58,8% плацебо, $p > 0,05$). За даними досліджень, не виявлено жодної користі при використанні еластичної компресії, хоча лише близько 35% пацієнтів належним чином використовують її при лікуванні хронічних захворювань вен [31–33].

Імовірність користі від застосування еластичної компресії в дослідженні становила 44–76 та 25–72% (від великої до малої користі) для будь-якої форми ПТХНК і тяжкої форми ПТХНК відповідно. Незважаючи на різноманітність даних, виявлено деяку ефективність лікування при призначенні еластичної компресії [14,16,29,30].

Фармакотерапія для лікування ПТХНК. Лікування ПТХНК здійснюють на основі загальної терапії хронічних захворювань вен, але проведено клінічні дослідження специфічної терапії для ПТХНК. Найчастіше використовуваними препаратами для лікування цієї патології, щодо ефективності яких зібрано найбільшу доказову базу, є мікронізована очищена флавоноїдна фракція, гідроксіетилрутозиди та препарати іглиці (*Ruscus*).

При використанні мікронізованої очищеної флавоноїдної фракції (МОФФ) зменшувався біль порівняно з плацебо, коли його оцінювали як безперервну змінну. Відношення ризиків (ВР) – 0,53 (95% довірчий інтервал (ДІ) 0,38–0,73). Число хворих, яких необхідно лікувати, – 4,2. Рівень доказів – клас А. Тяжкість хвороби знижувалася при використанні МОФФ порівняно з плацебо, коли її оцінювали як безперервну змінну [33–35]. Зменшення симптоматики також виявляли при оцінці категоріальних змінних: число хворих, яких необхідно лікувати, – 2,9 (95% ДІ 2,2–4,2) [33–36]. Рівень доказів високий (клас А). При використанні МОФФ порівняно з плацебо була меншою тяжкість спазму, кількість судом [14,15,33,35]. ВР – 0,51 (95% ДІ 0,29–0,92) і 4,8 (95% ДІ 2,7–22,9). Рівень доказовості помірний (ступінь В). Виразність парестезії також була меншою при використанні МОФФ порівняно з плацебо [14,15,33,35]. Відчуття

печіння зменшувалося при застосуванні МОФФ, коли його оцінювали як безперервну змінну [39]. Функціональний дискомфорт був значно нижчим при використанні МОФФ порівняно з плацебо, коли його оцінювали як безперервну змінну в двох дослідженнях [14,15,33,35–38]. Серцево-судинний ризик становив $-0,87$ (95% ДІ $-1,13-0,61$).

1.5. Хірургічні методики лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

У ретельно відібраних пацієнтів хірургічні або ендоваскулярні втручання мають добрий потенціал у лікуванні посттромботичної хвороби, спричиненої непрохідністю глибоких вен або неспроможністю венозних клапанів. Проте добре розроблені дослідження не проводили, оскільки досвід таких втручань обмежений, а хірургічне лікування пропонують лише найтяжчим пацієнтам.

Насамперед усунення обструкції клубової вени можна розглядати в пацієнтів із середньотяжкими та тяжкими формами ПТХНК. Важливим чинником при оцінці результатів втручання є те, що часто некореговане дистальне ураження при проксимальному відновленні прохідності вени зменшує клінічний ефект втручання. При корекції рефлюксу операцію можна розглядати в пацієнтів із виразною симптоматикою, при вільній прохідності клубових вен.

Сафенополітеальне або сафенотібіальне шунтування. Використання автовени для обходу закритого стегнового або підколінного венозного сегмента вперше застосували Уоррен і Тейер, згодом – Хьюсні та інші автори. Прохідність шунта становила від 50 до 97%, а клінічна користь – від 31 до 75%, термін спостереження – від 6 до 125 міс. Первинна прохідність була досягнута у 69% пацієнтів, 82% відчували повне або майже повне усунення венозної кульгавості, у 59% відзначено загоєння виразок [38-45].

Стегново-стегнове шунтування. Пальма і Есперон першими повідомили про автогенне стегново-стегнове шунтування з використанням контралатеральної підшкірної вени в пацієнтів з однібічною обструкцією клубової вени, пізніше ця тенденція набула широкого поширення. Після

спостереження тривалістю від 6 до 144 міс прохідність автовенозного шунта становила від 37 до 100%, клінічне поліпшення – від 25 до 100%. У хворих без можливості використання підшкірних автовен проводили стегново-стегнове венозне протезування [41–48]. Після спостереження тривалістю від 1 до 123 міс клінічний успіх і прохідність таких шунтів становили 25–100%. Повідомлення про найкращу прохідність та клінічний успіх мали найменшу кількість пацієнтів і найкоротші терміни спостереження.

Ендоваскулярні втручання для ліквідації обструкції. Обструкція центрального венозного відтоку іліофemorального сегмента призводить до найвищого збільшення венозного тиску і найтяжчої симптоматики при ПТХНК. У деяких працях повідомлено про технічну успішність і короткочасний результат після черезшкірного усунення обструкції клубової вени.

Оцінено безпечність та ефективність венозного стентування в пацієнтів з іліофemorальною венозною непрохідністю [46]. Патогенез захворювання був різним: нетромботичний, гострий тромботичний або хронічний посттромботичний. Вивчали технічний успіх, перипроцедурні ускладнення, полегшення симптомів під час спостереження та первинну/вторинну прохідність через 5 років. Технічний рівень успішності в групах пацієнтів становив від 94 до 96%. Частота ускладнень – від 0,3 до 1,1%, зокрема великих кровотеч – від 0,2 до 0,9%, легеневої емболії – від 0,1 до 0,7%. Дані про зміну симптомів у пацієнта повідомляли непослідовно. Через рік первинна і вторинна прохідність становили 96 і 99% для нетромботичних захворювань, 87 і 89% – для гострих тромботичних і 79 та 94% – для хронічних посттромботичних [43–47].

Розміщення стенту при обструкції іліофemorального венозного відтоку сприяє високому технічному успіху та прийнятній частоті ускладнень незалежно від причини непрохідності, але необхідне детальніше дослідження фармакологічного лікування для забезпечення прохідності стентів.

Комплексні реконструкції. Гібридна хірургічна й ендовенозна іліофеморальна/ілеокавальна реконструкція вен.

Пацієнтам з обструкцією загальної стегнової вени і сегмента клубової вени з/без ураження нижньої порожнистої вени проводили комплексну реконструкцію (хірургічна ендofлебектомія загальної стегнової вени, латана ангіопластика, ендолюмінальна балонна венопластика та стентування клубових і порожнистої вен). Для підтримки прохідності формували додаткову артеріовенозну фістулу. Хірургічну дезоблітерацію загальної стегнової вени виконували для ефективнішого дренажу інфраінгвінальної венозної системи та збільшення кровотоку до реканалізованих клубових вен [41,43,46–48].

Хірургічні втручання для корекції рефлексу. Транспозиція сегментарних клапанів вен: аксило-феморальна/підколінна або венозна транспозиція.

Виявлено, що трансплантація сегмента пахвової вени з компетентним клапаном (клапанами) до неспроможної посттромботичної інфраінгвінальної вени або транспозиція неспроможної стегнової вени нижче за компетентний клапан глибоких вен або підшкірної вени знижує клінічну тяжкість хронічного венозного захворювання. У літературі описано [44–48] середньострокові (1–3 роки) результати лікування пацієнтів із ПТХНК та первинною венозною недостатністю з можливістю підтримки повноцінної фізичної активності, як у поєднанні з компресією, так і без неї.

Методики, які використовують для лікування неспроможних перфорантних вен при ПТХНК

Радіочастотна абляція (РЧА). Абляції цільової вени досягають за рахунок надходження тепла у вену крізь черезшкірно розміщений радіочастотний катетер. Нагрівання спричиняє пряму термічну травму стінки вени, що призводить до руйнування ендотелію, денатурації колагену медії та зрештою – до тромботичної та фіброзної оклюзії вени. Радіочастотну абляцію проводять під

місцевою тумесцентною анестезією за допомогою ультразвукового розміщення черезшкірного катетера як амбулаторну процедуру [49]. Пристрій першого покоління РЧА являв собою біполярний електрод, схожий на квітку, розташований на кінчику ендовенозного катетера (ClosurePlus), який нагрівався до 85 °С і повільно відводився. Сучасний РЧ-катетер ClosureFast, представлений у 2007 р., є зручним для користувачів, а лікування проводиться за короткий час порівняно з ClosurePlus. Генерується температура 120 °С. Тривалість абляції – 3-4 хв. Доступна інша система біполярного РЧ-закриття Celon RFITT (Olympus Medical Systems). Ця система генерує тепло при 60–85 °С і працює з постійною швидкістю 1 см/с.

Ендовенозна лазерна абляція (ЕВЛА). Подібно до РЧА, тепло, яке генерується лазером, спричиняє пряму термічну травму стінки вени. Однак ЕВЛА також має ушкоджувальну дію на кров. Остання згортається при 70–80 °С, бульбашки пари утворюються при 100 °С, а карбонізація коагуляції спостерігається при температурі від 200 до 300 °С. Наявні лазерні волокна мають специфічну довжину хвиль для гемоглобіну (810, 940 та 980 нм) і для води (1319, 1320 та 1470 нм). Випробувано ще більшу довжину хвилі. Спочатку лазерні волокна були голими, нині радіальні або вкриті волокна є стандартними. Як і РЧА, ЕВЛА проводять під місцевою тумесцентною анестезією за допомогою ультразвукового наведення черезшкірного катетера як амбулаторну процедуру [49,50].

Методи для ЕВЛА та РЧА схожі та переважно передбачають використання набору для мікродоступу з розміщенням провідників 4Fr або 5Fr, які змінюють на 6Fr для ендовенозних лазерів (5Fr для тонких волокон) і 7Fr для закриття Fast RF. За таких умов лазерне волокно може бути заведено з наконечником, розташованим на відстані 2 см від сафенопоплітеального або сафенофemorального співустя. За допомогою нових волокон, які радіально випромінюють, наконечник лазера можна розмістити ближче до

сафенофеморального співустя (0,5 см). Лазерне волокно активується і виводиться зі швидкістю 1–2 мм/с протягом перших 10 см і 2–3 мм/с для решти довжини вени. Рекомендують налаштувати потужність енергії від 70 до 80 Дж/см. Процедури після абляції схожі на такі при РЧА.

Склеротерапія. Ін'єкцію склерозувального агента у вену для досягнення ендолюмінального фіброзу та обструкції вени використовують майже століття. Хоча рідку склеротерапію застосовують переважно для знищення павутинних вен або телеангіектазій, інтерес до використання склеротерапії зріс, коли Cabrega [50–52] повідомив у 1995 та 2000 рр., що піна, приготовлена шляхом змішування газу з миючим полідоканолом, була ефективною для облітерації великих вен. Ультразвукова керована пінна склеротерапія набула поширення для лікування первинного та рецидивного варикозу, зокрема великої та малої підшкірних вен, перфораційних вен та венозних вад розвитку [50–53].

Механізмами дії склерозувальних розчинів є руйнування венозних ендотеліальних клітин, експозиція на субендотеліальні колагенові волокна і зрештою утворення фіброзної непрохідності. Доставка розчину у вигляді піни подовжує час контакту та підсилює дію хімікату. В Європі дозволеними засобами для склеротерапії є тетрадецилсульфат натрію, полідоканол, ліцерин.

Найпопулярніша методика, яку нині застосовують, була розроблена компанією Tessari з використанням тристороннього стоп-крана, з'єданого двома шприцями [54].

Абляція ціаноакрилатним клеєм. Нетермічну методику з використанням ціаноакрилатного клею (ЦАК), який вводять внутрішньовенно, розроблено для поліпшення деяких обмежень із застосуванням РЧА, ЕВЛА та абляції склеротерапією. Внутрішньосудинна ін'єкція ЦАК, що швидко твердне внаслідок реакції полімеризації, призводить до запальної реакції стінки вени. В експериментальній моделі спостерігали гранулематозну реакцію на чужорідне тіло у венозному просвіті. Через 60 днів зафіксоване вторгнення фібробластів у

просвіт вен і 100% оклюзія. Основна потенційна перевага цієї методики полягає в тому, що вона не потребує тумесцентної анестезії та використання після процедури компресійних панчох [55].

1.6. Ускладнення малоінвазивних, ендovasкулярних та хірургічних підходів

Ускладнення, пов'язані з ендovasкулярною та відкритою хірургічною венозною реконструкцією, залежать від тяжкості основного й супутнього захворювання пацієнта. Локальна односегментна обструкція зазвичай асоціюється з добрим результатом і низьким показником ускладнень. І навпаки, пацієнти з багаторівневою венозною оклюзією, які потребують відкритих хірургічних втручань, мають вищий ризик ускладнень: у 10–20% розвивається гостра обструкція, у 10% – геморагічні ускладнення, у 5–10% – ускладнення з боку рани [56–61].

За даними доказової медицини, відкриті хірургічні та ендovasкулярні втручання для коригування центральної посттромботичної венозної оклюзії або недостатності інтраінгвінального венозного клапана, можуть бути показані пацієнтам із тяжкою формою ПТХНК для зменшення симптоматики виявів хвороби та поліпшення ЯЖ [61]. Оскільки доказів рівня А не існує, можна дати лише рекомендації середнього рівня доказів (С). У пацієнтів із тяжкою симптоматикою, оклюзією здухвинної або клубової вени можна розглянути хірургічне втручання (наприклад, феморо-феморальне або феморо-кавальне шунтування) (клас ІІв, рівень доказів С), черезшкірну ендovasкулярну реканалізацію (стент, балонна ангіопластика) (клас ІІв, рівень доказів В), комбіновану оперативну та ендовенозну дезоблітерацію (клас ІІв, рівень доказів С), транспозицію клапанів сегментарної вени або релокацію автовен (клас ІІв, рівень доказів С) [56, 61].

Ускладнення після відкритої хірургії. До ранніх ускладнень операцій належать дискомфорт (часто), синці (часто), кровотечі (рідко), ускладнення з боку лімфатичних судин (рідко), травми стегнової вени (дуже рідко), ранові

інфекції (2–6%) і травми підшкірного або сурального нерва (рідко). Частота глибокого венозного тромбозу, симптомного або безсимптомного та легеневої емболії після відкритої операції становить від 0,4 до 5,3% і від 0 до 0,5% відповідно. Пізніми ускладненнями є постійна нейропраксія ($\leq 5\%$) та рецидиви, частота яких зростає зі збільшенням тривалості спостереження (20–50%) [56–61].

Ускладнення теплової абляції. Проаналізовано дані рандомізованих клінічних досліджень із використанням РЧА ($n = 317$), ЕВЛА ($n = 1057$) і відкритої хірургії ($n = 975$), зокрема ускладнення в найближчий період. Показник інфікування рани був значно вище при відкритій хірургії (2,3%, 95% ДІ 1,3–3,1%) порівняно з ЕВЛА (0,5%, 95% ДІ 0,3–1,3%, $p = 0,006$) і РЧА (1,5%, 95% ДІ 0,4–3,0%, $p = 0,094$). Парестезії траплялися значно рідше при ЕВЛА (3,8%, 95% ДІ 2,4–4,5%) порівняно з РЧА (5,2%, 95% ДІ 3,1–7,9%, $p < 0,001$) та відкритими втручаннями (7,4%, 95% ДІ 5,3–8,3%, $p < 0,001$). Захворюваність на тромбофлебіт була значно нижчою при відкритій хірургії (3,0%, 95% ДІ 2,9–4,0%), ніж при РЧА (5,5%, 95% ДІ 3,0–7,8%, $p = 0,003$) та ЕВЛА (5,6%, 95% ДІ 4,2–7,0%, $p = 0,003$). Не виявлено різниці за частотою термічних опіків шкіри між РЧА та ЕВЛА [61–64].

Ускладнення зазвичай класифікують на дві категорії: тяжкі (анафілаксія (вкрай рідко), великий некроз тканин (вкрай рідко), інсульт, минуца ішемічна атака (вкрай рідко), дистальний ТГВ (дуже рідко), легенева емболія (надзвичайно рідко), травми рухового нерва (вкрай рідко)) та не тяжкі (зорові розлади (нечасто), головні болі та мігрені (нечасто), травми сенсорного нерва (рідко), тяжкість у ділянці грудної клітки (дуже рідко), сухий кашель (дуже рідко), поверхневий тромбофлебіт (незрозуміло), шкірна реакція (дуже рідко), матування (часто), залишкова пігментація (часто), мінімальний некроз шкіри (дуже рідко), емболія *cutis medicamentosa* (дуже рідко)). Щодо ускладнень процедури найчастіше повідомляють про постпроцедурну реакцію у вигляді флебіту, яка виникає у 4–20% пацієнтів [63]. Інфекції на місці проколу можливі,

але рідкісні [63,64]. Нечасто в пацієнтів можуть бути алергічні реакції на введений клей та спостерігатися виразкова гранульома [63].

Результати таких втручань значною мірою залежать від хірурга, а за відсутності спеціаліста на місцевому рівні рекомендовано направляти хворого до центру з досвідом виконання таких втручань.

1.7. Місцеве лікування венозних виразок

Методики лікування трофічних виразок хірургічними способами. Операції венозній системі у хворих на ПТХ НК є складним етапом у комплексному лікуванні трофічних виразок. Сучасні оперативні втручання спрямовані на максимальну косметичність та радикальність стосовно причин виникнення ХВН у хворих на ПТХ НК. Такі методики можуть різнитися як за способами, методиками, а також різними інструментами. Найбільш відомим є спосіб усунення горизонтального рефлюксу перев'язкою перфорантних вен - за Лінтоном (субфасціально), або за Кокетом (надфасціально). Однак, ці методи у хворих на ПТХ НК є ризикованими: короткостроково – гнійно-некротичні ускладнення шкіри і підшкірної клітковини, [64-68], довгостроково - рецидив трофічних виразок, тому частіше застосовують субапоневротичну дифекцію (доступ поза зоною ТВ) [64, 65]. Тому для ліквідації рефлюксу в перфорантних венах у хворих на ПТХ НК були запропоновані мініфлебектомії з доступів довжиною до 2-х см біля зони ТВ [65,66], або проводити деструкцію, склерозацією перфорантних вен [62]. Необхідність хірургічного доступу для ліквідації рефлюксу з перфорантних вен обабіч ТВ поєднується з ендоскопічних методик в лікуванні ПТХ НК. Відеоендоскопію вперше застосовував 1985 року G. Hauger. Згодом субфасціальну ендоскопічну дисекцію було названо SEPS - (Subfascial Endoscopic Perforants Surgery) [69-72]. Показами до SEPS було визначено CEAP 4-6, та рецидивуючі ТВ.

Наразі широко застосовують і штучну шкіру і сучасні пов'язки: зі складом цинк-желатину (паста Унна), багат шарові пов'язки адсорбуючі, з іонами срібла, з поліамідними сітками, жирною імбібіцією, матриксні, тощо [71-73]. Консервативне лікування ТВ розділяється на загальне та місцеве. Місцеве лікування передбачає спершу аутолітичне очищення рани, відновлення сприятливого мікроклімату рани, відновлення нормальних імунних процесів. [73, 74]. На другому етапі передбачається сприяння репараційним процесам – епітелізації, формування сполучнотканинного матриксу і рубцювання. Тому на другому етапі доцільні гідрогелеві пов'язки та активатори аутолітичних ферментів, що сприяє сталій вологості, рН, температурі, сорбції [75, 76]. Третій етап – обробка ложа ТВ, мета якого видалення некротичних тканин, формування правильних країв рани. Після очищення ранового ложа прискорюються процеси репарації та проліферації клітин. Також існують думки, що дія низькоенергетичного лазерного випромінювання стимулює вказані процеси [73-79]. Даний ефект пов'язують переважно з зростанням утилізації тканинного кисню, зменшенню пероксидного окислення ліпідів, збільшенню фагоцитарної активності, ультразвуковий вплив, натомість збільшує дифузію лікарських речовин в рані [80].

Основою лікування венозних виразок є компресійна терапія. Систематичний огляд 7 рандомізованих клінічних досліджень повідомляє, що хронічні венозні виразки загоюються швидше при компресійній терапії порівняно з поверхневими пов'язками, некомпресійними пов'язками та звичайним доглядом без компресії [24, 35, 39,52]. Багатокомпонентні компресійні системи, що містять еластичний бинт, більш ефективні, ніж ті, що складаються в основному з непружних компонентів.

1.8. Можливості технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

У медицині термін «зварювання» вживають для позначення як процесу отримання нероз'ємного з'єднання двох спочатку розділених частин тканин, так і перекриття (англ. sealing) порожнистих органів (судини, зокрема вени). Процес високочастотного зварювання м'яких біологічних тканин, зокрема вени, біполярним інструментом технічно нічим не відрізняється від контактного точкового зварювання металів. В обох випадках зварюваний матеріал поміщають між електродами, стискають із деяким зусиллям і пропускають крізь нього електричний струм. Усередині зварюваного матеріалу виділяється енергія, пропорційна квадрату струму і електричному опору матеріалу. При високочастотному зварюванні біологічних тканин, зокрема вен, визначальним є їх нагрівання. Тому знання температури тканини в зварному з'єднанні при дослідженні всіх аспектів зварювання має надзвичайно важливе значення. Однак труднощі вимірювання температури зварного з'єднання під час зварювання призвели до того, що це питання практично не вивчене. Нам відомо лише декілька публікацій, в яких наведені експериментальні криві зміни температури альбуміну і стінки артерії під час нагрівання високочастотним електричним струмом [81,82,85,87] із досить великими коливаннями показників – від 20 до 120 °С. Швидкість коагуляції білків, що містяться в тканині, залежить від температури: що вона вища, то швидше білки коагулюють, що спричиняє з'єднання стиснутих стінок судини та запобігає кровотечі. Для електросварки найчастіше використовують пінцети і затискачі. У тих випадках, коли хірурги важко контролювати тиск, орієнтуючись лише на силу пальців, що утримують інструмент, пінцети мають бути оснащені спеціальними пристосуваннями. Стабілізація тиску має важливе значення. Оскільки в тканин судин, особливо вен, мала пружність, то чим більше сила, з якою електроди стискають тканину, тим менше нагрівається масив стінки вени, що впливає на міцність електрошва. При надмірному стисканні неминучий електричний пробій зварювальних шарів і навпаки, при недостатньому стисненні об'єм стінки вени, що нагрівається

надмірно великий. Біполярну коагуляцію часто використовують для герметизації судин діаметром до 1,5 мм. Герметизована біполярною коагуляцією судина витримує без втрати герметичності тиск, що значно перевищує артеріальний. Наші перші дослідження показали, що за певних умов завдяки біполярній коагуляції можна з'єднувати не лише стінки тонкої судини, а й багато інших шарів різних органів і тканин. Однак необхідно було з'ясувати, що потрібно для того, щоб біполярну коагуляцію можна було використовувати для з'єднання тканин у місці розрізу замість традиційного з'єднання за допомогою ниток або металевих дужок. При цьому слід було забезпечити повну безпеку органів або тканин, що гарантує їх функціонування в ранній післяопераційний період і якнайшвидше відновлення функцій прооперованого органа.

Показово, що надійність з'єднання органів і тканин залежить від багатьох чинників, зокрема від форми кривої струму високої частоти й термічного циклу, абсолютних значень частоти, температури нагріву зварюваних ділянок тканини, ступеня тиску електродів, питомого тиску електродів на м'які тканини, тривалості нагрівання тканини, її фізичних властивостей [81–84,86,89,90]. Надійне з'єднання тканин можливе лише при сприятливому поєднанні зазначених чинників. Для того щоб відновлення фізіологічних функцій прооперованого органа або тканини перебігало досить швидко і без ускладнень, термічний вплив має бути, з одного боку, мінімальним, з другого – достатнім для отримання надійного з'єднання. Цим, крім усього іншого, відрізняється процес зварювання від традиційного процесу біполярної коагуляції, за якого перегрів тканини в місці розташування електродів або невдале його здійснення може призвести до втрати життєздатності тканини. Важливо також, щоб зварювальне обладнання та зварювальний інструментарій були простими та зручними для хірурга, не відволікали його увагу й не потребували регулювання та налагодження.

Рівень тиску електродів при біполярному зварюванні м'яких біологічних тканин

Визначено оптимальну величину питомого тиску зшивачів на тканини стравоходу, товстої і тонкої кишки – 1,2 кгс/см². Установлено, що при стисненні стінок зазначених органів за такої умови забезпечується герметичність, у післяопераційний період у тканинах не спостерігається незворотних змін. Виявлено залежність міцності зварного з'єднання судин (0,8–1,2 мм) у лабораторного щура від величини стиснення електродів (1,0–1,5 кгс/см²) [85,87,88,90].

Сучасні інструменти для зварювання судин забезпечують питомий тиск у діапазоні 3–30 кгс/см². Найкращі результати, за деякими даними, досягаються при 8–16 кгс/см². Для порівняння контактне зварювання маловуглецевих марок сталі виконують при тисках 3,3–14,0 кгс/см².

Розрізняють понад 150 видів і способів зварювання матеріалів. У хірургії знайшли застосування лазерна, ультразвукова, аргонодугова, прямим контактним нагріванням, монополярна і біполярна радіочастотна технології зварювання біологічних тканин. Ультразвукове зварювання в хірургії успішно застосовують із 1970-х років. Для лазерного зварювання, яке ще в 1980-х роках почали використовувати для анастомозів кровоносних судин, застосовували лише термін «welding» (зварювання). Нині в англомовній медичній літературі використовують багато синонімів цього терміна – welding fusion, bounding, binding, connecting, coaptation, closure, adhesion, joining.

Згідно з ISO 857-1: 1998 Welding and allied processes – Vocabulary зварювання металів – це технологічний процес з'єднання металів за такого нагрівання та/або тиску, яке забезпечує безперервність структури, що з'єднується. При всіх видах зварювання в хірургії спільним є застосування нагріву зварюваних тканин. Тиск на тканину під час її нагрівання використовують лише при біполярному зварюванні височастотним або прямим

контактним нагріванням. Якщо прибрати слово «метали», то визначення терміна «зварювання металів» за ISO 857-1: 1998 підходить для всіх видів зварювання живих тканин. За майже чотири десятиліття накопичено значну кількість експериментальних даних про складові процесу зварювання тканин. Багато з даних та їхня інтерпретація є суперечливими, а фізико-хімічні процеси не зрозумілі через відсутність відповідних вимірювань і основоположної теорії. У результаті стабільність якості зварного з'єднання ґрунтується на експериментальних даних, а не на базових знаннях процесу зварювання. Майже в усіх публікаціях, присвячених зварюванню біологічних тканин шляхом використання енергії, зазначається, що процес погано вивчений, а механізм адгезії не зовсім зрозумілий. Запропоновано декілька гіпотез щодо механізму з'єднання, що потребують подальших досліджень для їхнього підтвердження.

Для біполярного високочастотного електрозварювання, як і для більшості інших, основними гіпотезами є:

- утворення спільної сполучної тканини між частинами, що зварюються, у вигляді сітки з фібрил денатурованого при нагріванні та «зшитого» після охолодження колагену;
- утворення міжтканинного «спаювання» за рахунок денатурації глобулярних білків, що містяться в міжклітинному просторі та клітинах, яка полягає в розпрямленні під дією нагрівання молекул білка, їх змішуванні, а потім «зчепленні» при охолодженні.

Висновки до розділу

Сучасні оперативні втручання передбачають максимальний косметичний ефект і повний радикалізм щодо причин виникнення ХВН у хворих на ПТХНК, відрізняються за способами, методиками та інструментарієм. Спостерігається тенденція до застосування малоінвазивних методик у комплексному лікуванні зазначеної патології. Одним із методів сучасного хірургічного лікування ПТХНК

є використання технології електрозварювання живих тканин, але існує небагато публікацій, де наведені експериментальні криві зміни температури кровоносних судин під час нагрівання високочастотним електричним струмом із великим коливанням показників – від 20 до 120 °С.

Механізм зварювання м'яких біологічних тканин не зовсім зрозумілий. Теорія формування зварного з'єднання внаслідок взаємодії між фібриллами коагульованого при нагріванні колагену та альтернативна теорія формування з'єднання внаслідок взаємодії денатурованих глобулярних білків не дають адекватного пояснення механізму утворення зварних з'єднань. На нашу думку, слід вивчити механізм формування зварних з'єднань шляхом зв'язування денатурованих колагенових фібрил адгезивними білками міжклітинної матриксу і насамперед фібронектином.

Основні наукові результати розділу, опубліковані у таких роботах:

1. Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2019). Характеристика, механизмы действия и место веноактивных препаратов в лечении хронических заболеваний вен нижних конечностей по данным рекомендаций 2018 года. *Хірургія України*, 1(69), 7–22.
2. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Можливості та перспективи застосування технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії* (Черняк В.А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет».
3. Chernyak V., Batsak B., & Karpenko K. (2022). Prevention and treatment of recurrent trombosis after reconstruction of major vessels. *Thrombosis Research. Volume 213. Supplement 1, S1(1)*, 33–33.

4. Karpenko, K. (2023). MINI-INVASIVE SURGERY FOR POST-THROMBOTIC DISEASE OF THE LOWER EXTREMITIES. In Butska L. (Ed.), *Theory and methodology of innovative health care development in the national, European and global contexts* (1st ed., Vol. 1, pp. 513–513). Wydawnictwo Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach.

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛОІНВАЗИВНИХ МЕТОДІВ (ЕНДОВАЗАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЇ, ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН) І ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ В ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ ПОСТТРОМБОТИЧНОЇ ХВОРОБИ НИЖНІХ КІНЦІВОК

2.1. Матеріали і засоби експериментальних досліджень

Для виконання експериментальних досліджень використано матеріально-технічну базу, обладнання та устаткування, розроблене Інститутом електрозварювання імені Є.О. Патона, Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України, експериментальні операційні та віварії кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця та Київського Національного університету імені Тараса Шевченка, обладнання університетської клініки Київського Національного університету імені Тараса Шевченка, Національного військово-медичного клінічного центру «Головний військовий клінічний госпіталь» (НВМКЦ «ГВКГ»).

Технічне оснащення та приміщення, що були використані:

1. Конструкторське бюро.
2. Електронний цех-лабораторія.
3. Тест-кімната для вимірювання та тестування приладів (рис. 2.1).
4. Складальний цех.
5. Цифровий мультиметр «Agilent» 34401a, мегометр ф4101.
6. Мілівольтметр в3-41, ваттметр піроелектричний, фд-256 фотодіод кремнієвий.
7. Осцилограф С1 114/1.

8. Двопроменевий атомно-абсорбційний спектрофотометр aa8500 f, “jarrel-h” (Японія), проточний реактор (власна конструкція).
9. Центрифуга «ОПН-3».
10. Комплекти світловодного інструменту та насадок.
11. Інтелектуальний дисплейний модуль Mickromedia FOR PIC18FK.
12. Дисплей RVT70AQSFWR36.
13. Mcu Card Easy PIC PR) 07.MCU CARD.
14. Ас/дс конвертор, дс/дс конвертор.
15. Електрохірургічні апарати «ЕК-300м1» та «ЕКВ3-300».
16. Електронні компоненти.
17. Лабораторна зварювальна установка (рис. 2.2).
18. Лабораторний вимірювальний комплекс (рис. 2.3).
19. Лабораторна установка для визначення залежності імпедансу фізіологічного розчину від відстані між електродами.
20. Пристрій для калібрування датчика тиску (рис. 2. 4).
21. Термопара (рис. 2. 5).
22. Ендоскопічна Full HD камера з блоком управління відеокамерою (рис. 2.6), світлодіодним джерелом світла, блоком документування та ін.



a

б

Рис. 2.1. Загальний вигляд експериментальної лабораторії університетської клініки Національного університету імені Тараса Шевченка (а); б) вигляд прототипу апарата для електрозварювання судин



Рис. 2.2. Лабораторна зварювальна установка: 1 – лазерний датчик переміщення електрода; 2 – електроди; 3 – гирі). Діапазон тиску електродів – 0,16–11,2 кгс/см². Перетин електродів – 3 × 10 мм. Товщину тканини вимірювали лазерним датчиком із роздільною здатністю ±15 мкм

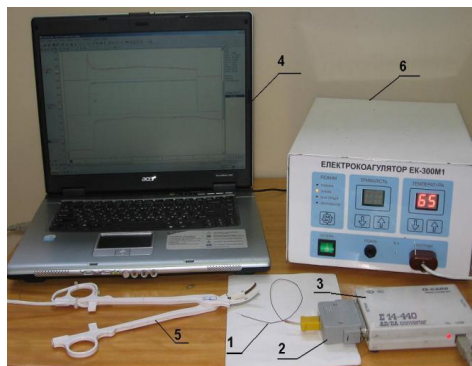


Рис. 2.3. Лабораторний вимірювальний комплекс

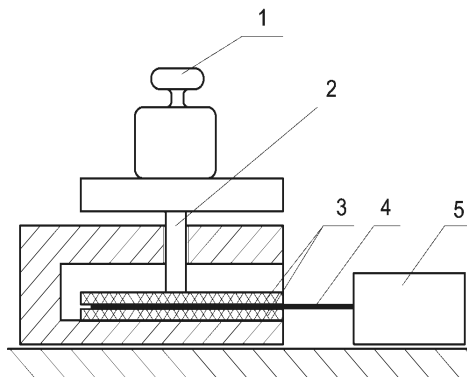


Рис. 2.4. Пристрій для калібрування датчика тиску:

- 1 – калібрувальні ваги;
- 2 – індентор діаметром 3 мм;
- 3 – гумовий килимок товщиною 1 мм;
- 4 – матричний датчик тиску;
- 5 – вимірювальний комплекс T-Scan III

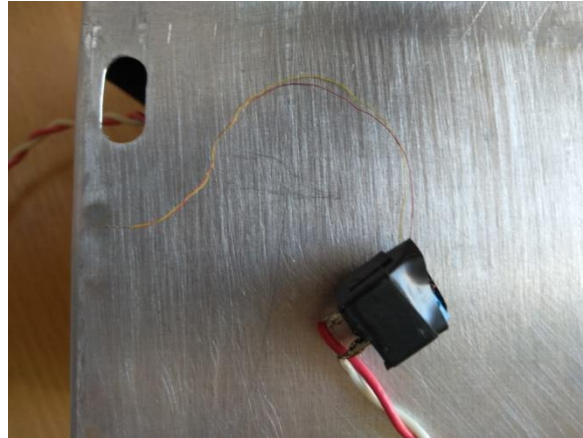


Рис. 2.5. Вимірювальний пристрій – термопара з волосиною

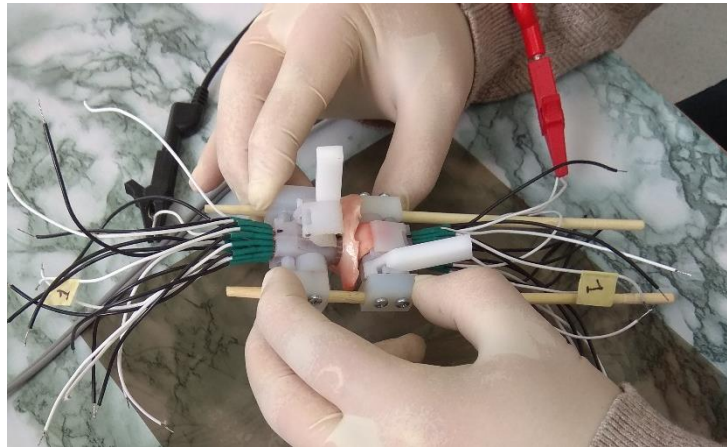


Рис. 2.6. Ендоскопічна Full HD камера, адаптована до хірургічного інструменту для виконання дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен гомілки на основі високочастотної електрозварювальної технології

Нами розроблений пристрій для визначення міцності електрозварного судинного шва (рис. 2.7).



a



б



в

Рис. 2.7. Пристрій для визначення міцності електрозварного судинного шва: *а* – загальний вигляд; *б* – дослідний зразок пристрою для зварювання судин за принципом кінець у кінець; *в* – перевірка різних видів швів на міцність (першим починає пропускати воду традиційний монофіламентний шов, тоді як електрозварні шви витримують тиск)

Експериментальні та клінічні бази використовували для розробки технічних завдань щодо проектування інструментів і пристроїв, створення 3D-моделі та робочих креслень інструментів, проекту друкованої плати генератора (принципова схема, монтажна схема), прототипу інструментів, виготовлення інструмента та генератора для іспитів, апробації в експерименті виготовленого електрозварювального блока живлення, розробки й патентування пристрою і методу безшовного з'єднання магістральних судин, пристрою для абляції на основі електрозварювання, створення методичних рекомендацій щодо використання пристрою і методу безшовного з'єднання магістральних судин в експерименті та пристрою для абляції на основі електрозварювання в клінічній практиці. Університетська клініка Київського Національного університету імені Тараса Шевченка з лабораторним, рентгенівським, фізіотерапевтичним,

хірургічним, ультразвуковим та електрозварювальним інструментарієм також була задіяна як база для експериментальних досліджень.

2.2. Вивчення фізичних параметрів впливу високочастотного електрозварювання на стінку магістральних і периферичних вен нижніх кінцівок

В експерименті вивчено особливості високочастотного електрозварювання, його вплив на стан стінок магістральних і перфорантних вен, біологічні тканини і субфасціальний простір нижніх кінцівок. Термопару розміщували між біологічними тканинами стінок різних судин у зоні проходження струму біполярного зварювального інструмента (рис. 2.8).

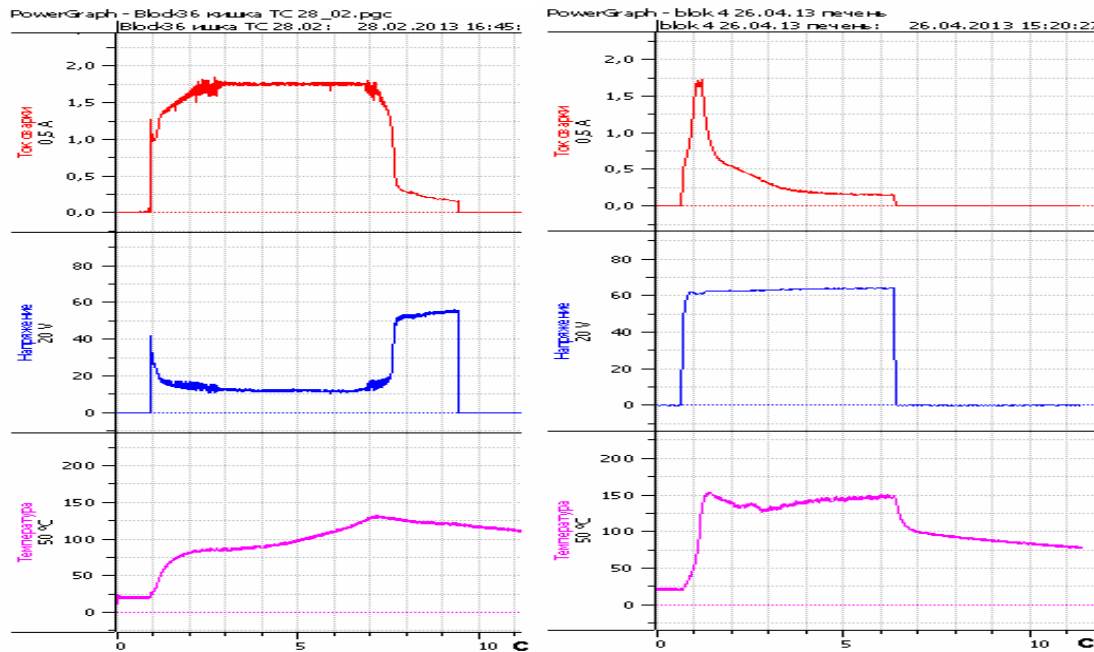


Рис. 2.8. Струм зварювання, а також його коливання залежно від величини нагрівання різних тканин

Установлено, що опір електролітів зменшується, а провідність збільшується зі зростанням температури. Це пояснюється тим, що зі зростанням температури для слабких розчинів збільшується їхня дисоціація і, як наслідок, кількість позитивних і негативних йонів. Також доведено, що суттєвою перевагою високочастотного електрозварювання перед діатермією є ефект

міцного злипання стінок вени за умов температури (до 110 °С) без тромбоутворення і карбонізації тканин. Доведено, що міцність з'єднання тканин у зоні утворення електрозварного шва залежить від ступеня гомогенізації тканин, що утворюють його субстанцію. Основним компонентом субстанції електрозварного шва, який надає йому міцності, є колагенові волокна стінки вени. При біполярному зварюванні біологічних тканин нагрів здійснюється внаслідок виділення тепла в електропровідній біологічній рідині, що є електролітом, при проходженні крізь неї електричного струму. Виявлено, що тверді речовини біологічних тканин, що оточують біологічні рідини або розташовані в них, не електропровідні, електричним струмом не нагріваються, а отже, завжди холодніші за рідини. Установлено, що від лінії накладання електродів до периферичних відділів шарів вени формуються три зони морфологічних змін. На основі цих досліджень створено високотехнологічні хірургічні пристрої та способи їх використання на основі технології електрозварювання живих тканин.

Установлено, що якісні характеристики при зварюванні м'яких тканин визначаються температурним режимом у зоні електрозварювання й зміною характеристик м'яких біологічних тканин при стисненні електродами електрохірургічних інструментів під час електрозварювання. Зварювання м'яких біологічних тканин виникає при значному тиску електродів електрохірургічних інструментів. Прикладений тиск спричиняє деформацію тканин, які зварюють, ще до початку нагрівання зварювальним струмом і, як наслідок, зміну їхніх електричних характеристик.

Одним із завдань роботи було дослідити зміни фізичних властивостей м'яких біологічних тканин, зокрема вен, унаслідок застосування тиску бранш розроблених інструментів. Знання цих змін необхідне для кращого розуміння фізики процесу зварювання і побудови адекватних математичних моделей

процесу. Дослідження проводили експериментальними методами на спеціально розробленому обладнанні шляхом фізичного моделювання. Різницю між коагуляцією і зварюванням вивчали під час експерименту й оцінювали на прикладі перекриття судин. Електрохірургічне перекриття судин визначається трьома компонентами: виділенням теплом, зусиллям стиснення і часом нагрівання (рис. 2.9 і 2.10).



Рис. 2.9. Нагрівання без тиску – коагуляція без зварювання. Просвіт видно неозброєним оком

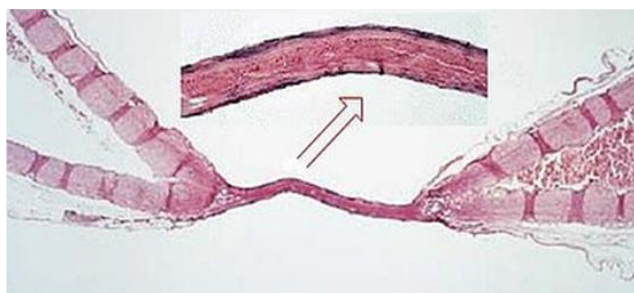


Рис. 2.10. Нагрів із додаванням тиску – зварювання. Просвіт невидимий ні неозброєним оком, ні під мікроскопом

При перекритті судин діаметром <2 і <11 мм без тиску тканина порожнистого органа стиснулася, утворився тромб (див. рис. 2.9). При перекритті тканини з додаванням відповідного тиску між браншами пінцета і нагріванням виникає повне перекриття з утворенням колагенової «пробки» (див. рис. 2.10).

Тому в подальшому вивчали електричну біполярну зварювальну процедуру зі стисненням м'яких біологічних тканин.

На початку досліджень вивчали зусилля, необхідні для витиснення рідини з тканин різного походження з початковою товщиною 1 см для досягнення їх мінімальної товщини перед подачею енергії на електроди. Виявлено, що мінімальною товщиною у серцевого м'яза було 4,8 мм, в аорти – 6,2 мм, у кишки – 6,8 мм, у печінки – 9 мм, у селезінки – 20 мм при максимальному тиску електродів 11 кгс/см² (рис. 2.11).

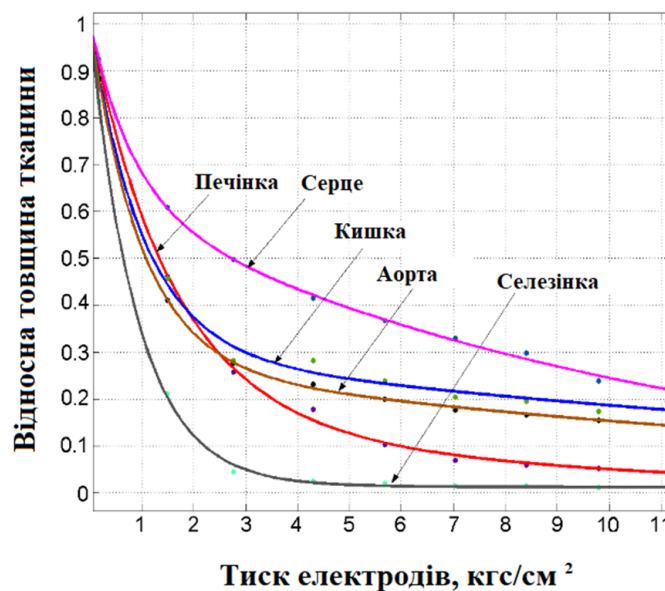


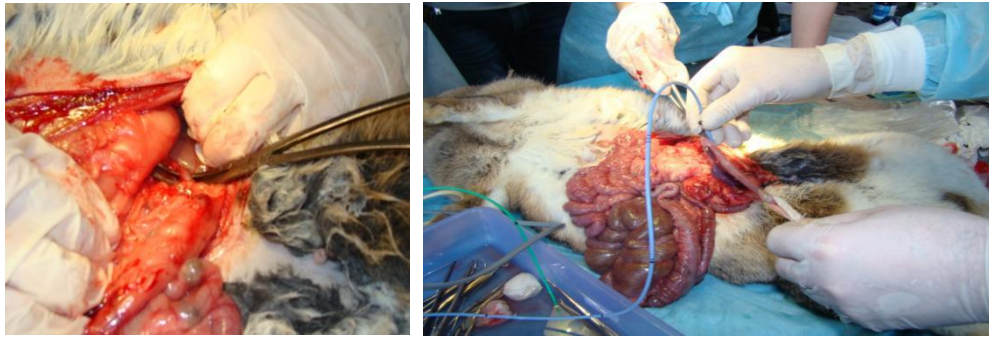
Рис. 2.11. Залежність необхідного зусилля для стиснення браншами електрохірургічних інструментів різних тканин для зменшення їхньої товщини

Другим завданням було вивчити електричну модель тканини між електродами з такими спрощувальними припущеннями:

- тканину розглядали як суспензію діелектричних частинок (білки) в електропровідному рідкому середовищі (вода з електролітами);
- розподіл діелектричних частинок рівномірний в об'ємі тканини між електродами;

- електричне поле між електродами однорідне і не виходить за межі електродів.

Матеріали для досліджень – 20 комплексів у складі перфорантних, поверхневих вен людських нижніх кінцівок, вивчених безпосередньо після венектомії, вени 5 живих кролів породи Шиншила *in situ* (рис. 2.12).



a

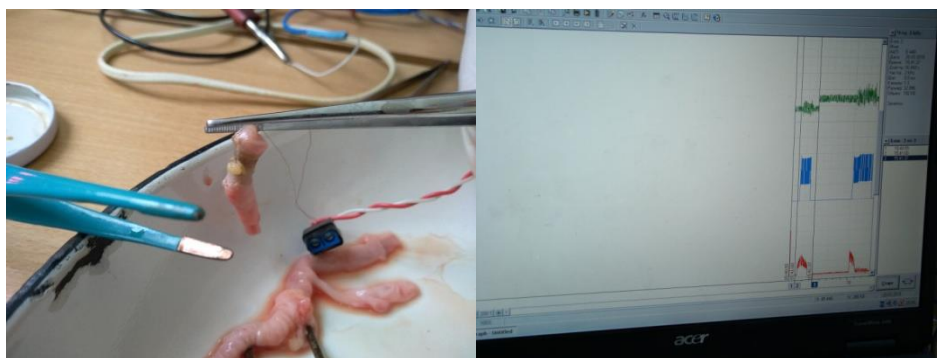
б

Рис. 2.12. Експеримент з вимірювання температури в місцях зварного шва за допомогою термопари *in vivo* в експериментальних тварин: *a* – експеримент з нижньою порожнистою веною; *б* — процес запису вимірюваних параметрів та їх фіксація у воротній вені

Вивчали:

1. Температуру в зоні дії електроду: всередині вени (на інтимі), на зовнішній стінці вени (адвентиції), прилеглих до вени тканинах у радіусі до 1 см.
2. Опір електричному струму в динаміці.
3. Параметри електричного струму в динаміці.
4. Морфологію задіяних в експерименті тканин.

Температурні режими вимірювали за допомогою термопари (рис. 2.13).



a

б

Рис. 2.13. Експеримент з вимірювання температури в місцях зварного шва за допомогою термопар *in vitro* всередині вени, що зварюється браншами пінцета (*a*); процес запису вимірюваних параметрів (*б*)

При нагріванні живої тканини зварювачем-джерелом температура коливалась від 4 до 146 °С. Середня робоча температура під час процесу зварювання становила 88,4 °С.

За тих самих умов, але при розташуванні термопар точно між електродами та при подачі термопар безпосередньо на вхід модуля Е14-440, термін досягнення температури кипіння фізіологічного розчину зменшився до 0,28 с. Фільтрацію перешкод здійснювали за допомогою функцій шумового фільтра і фільтра LowPass FIR із частотою зрізу 20 Гц.

2.3. Морфологічна оцінка тканинних змін у венах нижніх кінцівок при різних режимах високочастотного електрозварювання

Проведено вивчення міцності з'єднання тканин у зоні утворення зварного шва. Для морфологічного дослідження відбирали препарати, отримані в результаті електрозварювального впливу на живі тканини в експерименті. Матеріал досліджували макроскопічно, а потім вирізали фрагменти тканини із зони електрозварювального впливу і перифокально. Матеріал фіксували в 10% нейтральному формаліні. Препарати зневоднювали в спиртах висхідної

концентрації і заливали в парафінові блоки, з яких готували зрізи товщиною 4-5 мкм. Отримані препарати фарбували гематоксиліном і еозином та за Ван Гізоном. Компоненти сполучної тканини виявляли фарбуванням за Массоном, кислі глікозаміноглікани – фарбуванням толуїдиновим синім. Гістологічні препарати вивчали з використанням мікроскопа "Olympus BX 51", цифрової камери "Olympus C 5050 Z" і програмного забезпечення "Olympus DP-Soft" (Японія).

Доведено, що міцність шва залежить від ступеня гомогенізації тканин, що утворюють його субстанцію. Основним компонентом субстанції електрозварного шва, який надає йому міцності, є колагенові волокна. Установлено, що від лінії накладання електродів до периферичних відділів стінки судини формуються три зони морфологічних змін:

- зона коагуляційного некрозу з втратою клітинної і тканинної структурної організації та формуванням щільного електрозварного шва. Ця зона розташована між поверхнями електродів;

- зона коагуляційного некрозу зі збереженням характерної клітинної і тканинної структурної організації. Ця зона безпосередньо прилягає до електродів та поширюється на 1-2 мм до периферії;

- зона парціального коагуляційного некрозу та дистрофічних змін зі збереженням ознак життєдіяльності окремих клітинних і тканинних структур. Ця зона поширюється дистальніше від попередньої зони на глибину до 0,5 см (рис. 2.14).

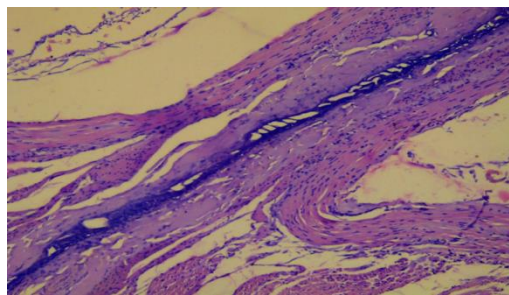


Рис. 2.14. Морфологічна структура зварного шва вени між браншами пінцета

У першій зоні в результаті комбінованої дії високочастотного змінного струму, гіпертермії і механічного стиснення відбувається утворення зварного шва. Останній складається з гомогенізованої речовини, утвореної коагульованими і з'єднаними між собою тканинними та клітинними білками. Спостерігається дегідратація субстрату зварного шва.

Друга зона зазнає впливу як електричного поля, так і термічного фактора. У цих ділянках розвивається коагуляційний некроз міозитів зі збереженням характерної тканинної будови. Спостерігається значний інтерстиціальний набряк.

У третій зоні спостерігаються дистрофічні зміни міоцитів та інтерстиціальний набряк. Кровоносні судини розширюються, стають повнокровними. Перифокально виявляють дрібні вогнища коагуляційного некрозу міозитів, що пов'язано, імовірно, з тим, що судини і периваскулярний простір є провідниками струму та ділянками, де проходять пара і гаряча рідина від місця зварювання.

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

У напрямку від поверхні електродів углиб спостерігалися зона гомогенізації адвентиції і зона коагуляції гладеньком'язових волокон. Основним компонентом зварного шва є колагенові волокна, значна частина яких розташована в адвентиції. Тому в цих зонах відбувається утворення міцної гомогенної субстанції зварного шва зі щільною консистенцією. Структурні зміни

гладеньком'язових волокон, розташованих переважно в медії, характеризуються розвитком коагуляційного некрозу. Ядра і контури клітин зберігаються, що свідчить про меншу міцність електрозварного шва в цих зонах. Між жмутками коагуляційно змінених гладеньком'язових волокон є дрібні щілини, що зумовлено пароутворенням, які зменшують міцність шва.

2.4. Доклінічна оцінка розробленого хірургічного інструментарію для ендовазальної електрокоагуляції периферичних вен нижніх кінцівок

Проведено дослідження можливості ендоваскулярного зварювання вен при ПТХНК людини. На підставі проведених експериментів створено ендоваскулярний аблятор у декількох модифікаціях для оперативного лікування варикозно змінених вен.

Процес опрацювання параметрів та форми інструментів нашої конструкції був поетапним. Наші попередні дослідження показали, що електрокоагуляція та електрозварювання судин є перспективним напрямом в хірургії, але до впровадження в клінічну практику необхідно було провести серію експериментів на біоімітаторах та лабораторних тваринах і вдосконалити технології електрозварювання. Для цього розроблений нами інструментарій випробували на стендах і вивчали необхідні для клінічного застосування фізичні параметри. Оскільки планували використовувати лише ендовазальну дію запропонованих електродів-інструментів, важливо було визначити необхідну відстань між електродами в місцях термічного впливу на вену (рис. 2.15).

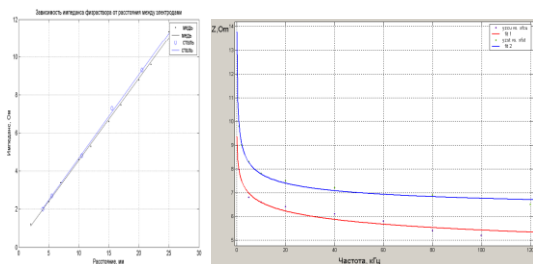


Рис. 2.15. Залежність імпедансу від відстані між електродами та величини напруги

Важливо також було вивчити температурні параметри всередині, у стінках вени і тканинах за межами судини та залежність модуля Юнга від напруги (рис. 2.16 і 2.17).

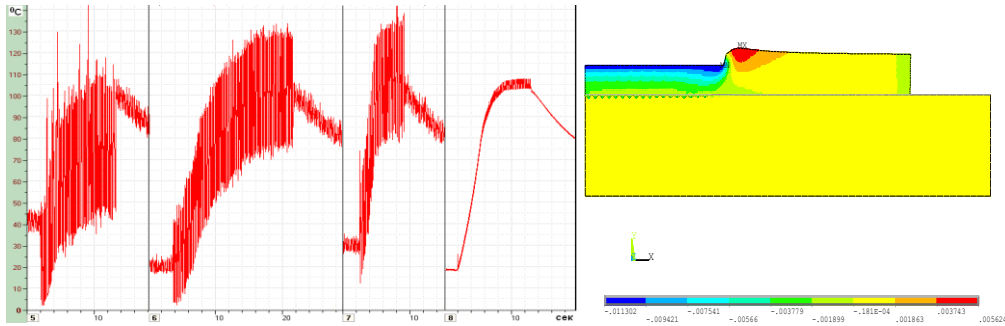


Рис. 2.16. Ступінь нагрівання венозних біоімітаторів. Запис температури за наявності усіх апаратних фільтрів нижніх частот

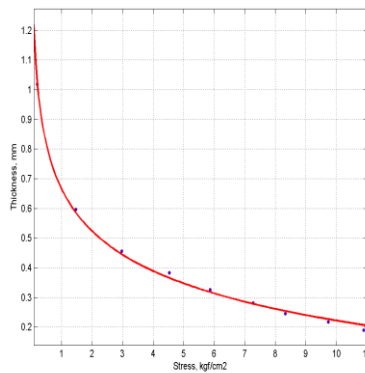


Рис. 2.17. Залежність модуля Юнга від напруги

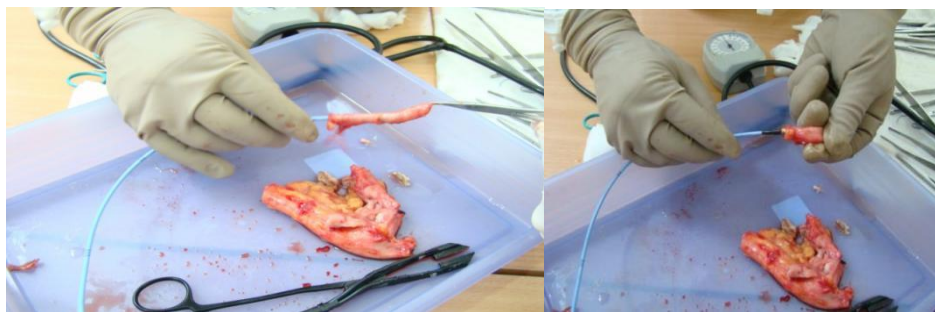
Таким чином було розроблено та доопрацьовано в експерименті спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при її варикозній хворобі, який можна застосовувати при лікуванні хворих з недостатнім венозним кровообігом деформованих підшкірних вен нижніх кінцівок при одночасному ураженні глибоких. Для цього використовують зонд оригінальної конструкції, що містить електродний пристрій біполярної конфігурації для подачі високочастотного току на електроди, розташовані на його кінці. У

співробітництві з ТОВ «Алеф» для експериментальних досліджень були створені різні види електрохірургічних інструментів. Одним із перших був аблятор з оливою на кінці електрода (рис. 2.18). Спосіб був розроблений в процесі експериментів на окремих видалених великих підшкірних венах. Зокрема були вивчені характер та оптимальні параметри впливу високочастотного току на венозну стінку. Знижена травматичність, простота, ефективність та безпечність виконання запропонованої методики створюють можливість для широкого впровадження корисної моделі в клінічну практику.



Рис. 2.18. Вигляд пристрою для ендовазальної термічної абляції підшкірних вен

Випробування електрокоагуляційних інструментів спершу проводили *in vitro* (рис. 2.19 і 2.20).



а

б

Рис. 2.19. Випробування електрокоагуляційних інструментів: *а* – оцінка технічних можливостей пристрою; *б* – оцінка міцності шва за допомогою манометрії



Рис. 2.20. Вимірювання температури всередині та ззовні вени за допомогою термопар *in vitro*

Наступним завданням було вивчити можливості застосування електрокоагуляції в експерименті ендовенозної пункційної абляції перфорантних вен. Для цього було створено інструмент монополяра (рис. 2.21).

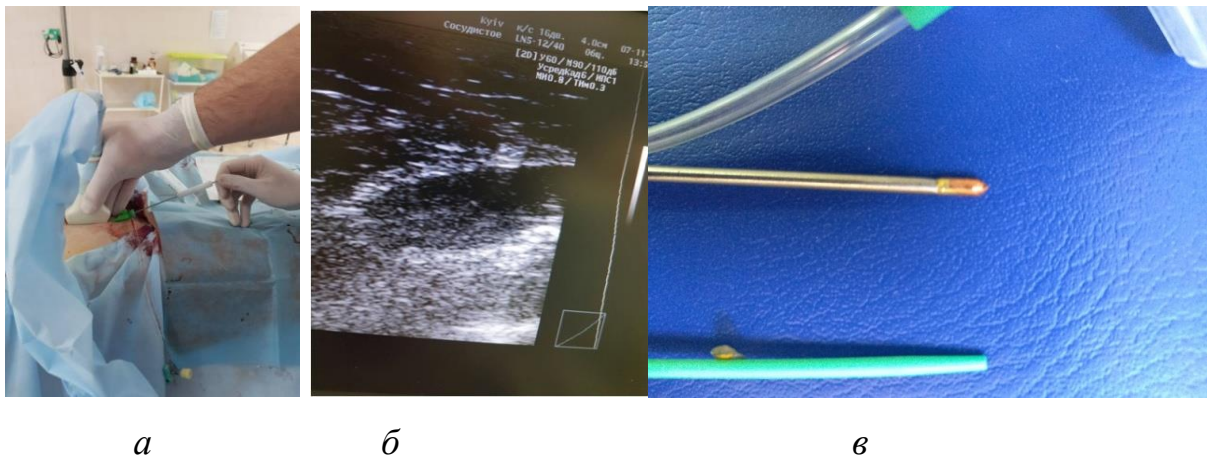


Рис. 2.21. Електрокоагуляція просвіту перфорантної вени за допомогою монополяра під ультразвуковим контролем: *а* – процедура пункції та зварювання просвіту перфорантної вени; *б* – ультразвуковий контроль пункції та процедури; *в* – зовнішній вигляд розробленого пристрою з інтродюсером

Пристрій апробовано на щойно видалених венах (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Випробування електрокоагуляційного інструмента *in vivo* (на щойно видаленій вені)

Морфологічна оцінка височастотного електрозварювання вен зсередини зондом

Макроскопічно: фрагмент стінки вени довжиною 1,7 см, діаметром 0,6 см, на розрізі товщина стінки судини від 0,1 до 0,2 см, має світло-сірий колір.

У ділянці зварювання виявлено зону коагуляції судини. Товщина і структурна організація на рівні зварювання змінені. Так, в інтактній вені чітко реєстрували основні оболонки судини (інтиму, м'язову оболонку, адвентицію), у ділянці зварювання структурні елементи стінки судини були дезорганізовані, структурно порушені всі шари стінки після механічного впливу (рис. 2.23).

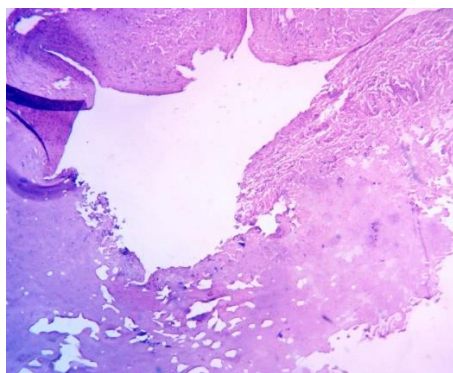


Рис. 2.23. На всій площі препарату спостерігається коагуляційний некроз з боку поверхні судини, який вогнищево поширюється на всю товщу стінки судини з пошкодженням ендотелію. Забарвлення гематоксиліном та еозином.

2.5. Доклінічна оцінка розробленого хірургічного інструментарію для ендоскопічного дистанційного високочастотного електрозварювання перфорантних вен нижніх кінцівок

Важливим завданням першого етапу нашої роботи було створення робочого креслення і патентування пристрою для ендоскопічної дисекції перфорантних вен із використанням технології високочастотного електрозварювання живих тканин. Найближчим до винаходу є комплексний пристрій для монополярної електрокоагуляції з розсіювачем медикаментозних засобів, яким ми раніше користувалися (UA 87606). Недоліками пристрою є можливість проведення лише монополярної електрокоагуляції перфорантних вену субфасціальному просторі гомілки з високим ризиком опіку навколишніх тканин через високу температуру в місцях коагуляції (≥ 600 °C), кровотечі внаслідок розриву судин через неконтрольованість процесу коагуляції, погіршення візуалізації операційного поля через задимлення тощо.

Проведено експериментальні дослідження на трупних тканинах експериментальних тварин і людини з вивченням особливостей перебігу фізичних та біологічних процесів під впливом високочастотного електрозварювання біполярним і монополярним інструментом.

Дані манометричних досліджень свідчили, що міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і становить 800 мм рт. ст. (тиск венозної крові в просвіті в нормі – 120 мм рт. ст.). Крім того, доведено, що електрозварний шов є настільки щільним, що за тиску до 455 мм рт. ст. не пропускає повітря.

Було розроблено, випробувано та доклінічно оцінено хірургічний інструментарій для ендоскопічного дистанційного високочастотного електрозварювання перфорантних вен нижніх кінцівок.

Винахід може бути використаний у судинній хірургії при лікуванні найтяжчої форми хронічної венозної недостатності – виразкової у хворих на ПТХНК шляхом ендоскопічної дисекції перфорантних вен із використанням технології височастотного електрозварювання живих тканин.

Затискач для ендоскопічного дистанційного субфасціального електрозварювання перфорантних вен (рис. 2.24) є рухомою частиною пристрою, яку вводять під час процедури дисекції у відповідний порт тубуса (рис. 2.25). Проксимальним кінцем з'єднується з апаратом для височастотного електрозварювання живих тканин (3). Дистальний кінець виконано у вигляді двох рухомих ділянок електродів (1), які приводяться в рух механізмом кремальєри (2).

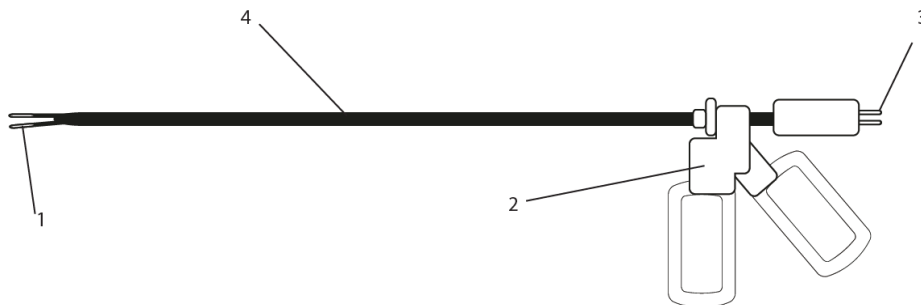


Рис. 2.24. Рухомий затискач для ендоскопічного дистанційного субфасціального електрозварювання перфорантних вен:

- 1 – контактні ділянки електродів електрозварювання;
- 2 – кремальєра;
- 3 – електроди підключення до апарата електрозварювання;
- 4 – два ізольовані проводи-електроди

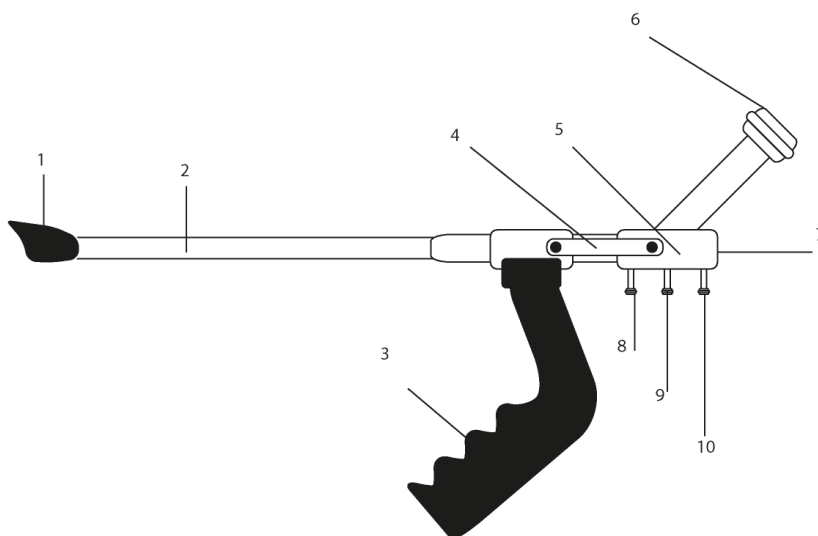


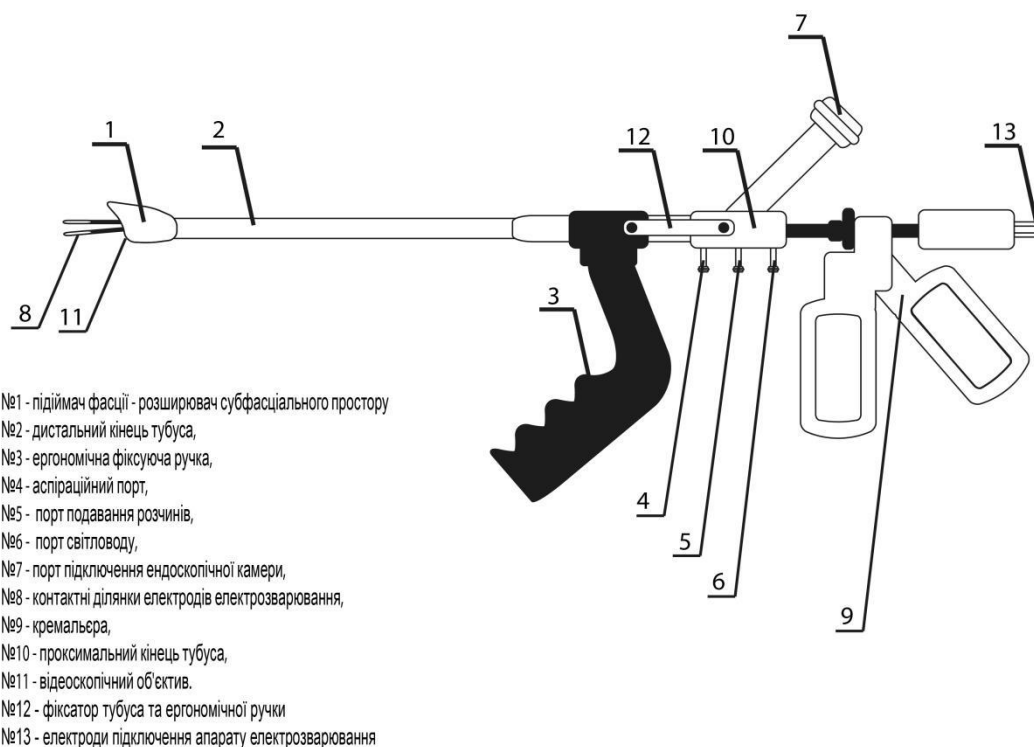
Рис. 2.25. Подовжений тубус:

- 1 – підіймач фасції субфасціального простору;
- 2 – дистальний кінець тубуса;
- 3 – ергономічна ручка, що фіксує;
- 4 – фіксатор тубуса з електрозварювальним затискачем;
- 5 – проксимальний кінець тубуса;
- 6 – порт підключення ендоскопічної камери;
- 7 – порт електрозварювального затискача;
- 8 – порт подавання розчинів;
- 9 – аспіраційний порт;
- 10 – порт світловоду

Наявність ергономічної ручки тубуса, що фіксує, дає змогу одній особі одночасно проводити відеоскопію, переміщення електрозварювального затискача та виконувати оперативні маніпуляції. Розміщення на дистальному краї тубуса підіймача фасції субфасціального простору конусоподібної розширеної форми сприяє проходженню приладу в субфасціальному просторі, збільшує площу візуалізації перфорантних вен, дає змогу компактно розмістити

відеоскопічний об'єктив, що дає змогу відмовитись від відеоасистента. Наявність каналу для світловоду значно полегшує візуалізацію тканин.

Зібраний ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної ендоскопічної субфасціальної дисекції перфорантних вен наведено на рис 2.26.



a



б



в

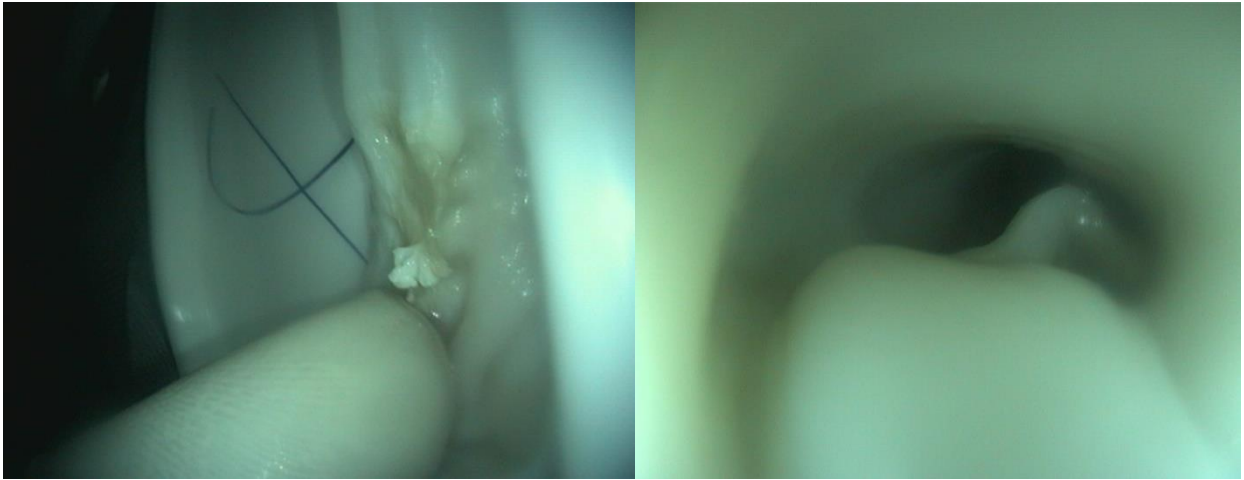
Рис. 2.26. Розроблені та впроваджені в клінічну практику хірургічні інструменти для виконання флебологічних операцій: а – схема пристрою для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен гомілки; б – робочий елемент пристрою; в – фото в операційній

Розроблений ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної ендоскопічної субфасціальної дисекції перфорантних вен був апробований в експерименті на венах тваринного походження, використаних до 2 год після забою тварин і збережених у розчині кустадіол (рис. 2.27).



a

б



а

б

Рис. 2.27. Результати зварювання судин в автоматичному режимі: *а* – процес зварювання перфорантної вени спеціально розробленим ендоскопічним електрохірургічним зажимом; *б* – остаточний вигляд звареної перфорантної вени; *в* – зварена перфорантна вена (вигляд крізь ендоскоп у субфасціальному просторі); *г* – вигляд зварного шва вени зсередини крізь ендоскоп

В експерименті доопрацьовано розроблений інструментарій і проведено його адаптацію до лапароскопічної стійки та ендоскопічної Full HD камери, яка складається з блока управління відеокамерою, світлодіодного джерела світла та блока документування (LED-джерела світла потужністю 700,00 лк) (рис. 2.28).

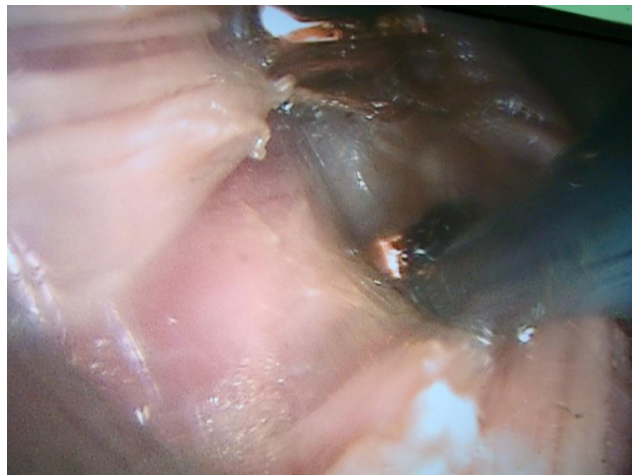


Рис. 2.28. Експериментальна візуалізація електрозварювання перфорантної вени в субфасціальному просторі гомілки з вимірюванням температури, опору, електропровідності та оцінкою задимлення й карбонізації

2.6. Доклінічна оцінка розробленого лазерного пристрою нового покоління для місцевого лікування венозних трофічних виразок

Завдяки грантовій підтримці Національного фонду досліджень України розроблено програмне забезпечення та нормативно-методичну документацію, виготовлено складові виробу «Інноваційна лазерна терапевтична установка “Фотонікс-21”». Тестування установки та розробку нормативно-методичної документації проведено відповідно до вимог ДСТУ 3973-2000 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення» в два етапи:

етап 1 – виготовлення складових частин виробу «Інноваційна лазерна терапевтична установка “Фотонікс-21”», розробка програмного забезпечення;

етап 2 – тестування установки, розробка нормативно-методичної документації.

Розроблено та протестовано програмне забезпечення, проведено адаптацію програмного забезпечення системи відповідно до закону України про українську мову, моделі управління лазерним променем сканера, тестування режиму автоматичного переміщення лазерного променя. Розроблено також нормативно-методичну документацію щодо використання установки. Виготовлено зразок виробу «Інноваційна лазерна терапевтична установка “Фотонікс-21”» у складі: канал сканування лазерним променем СКАНЕР, конструктив, канал надвенного опромінення крові НЛЮК, канал магнітолазерної терапії ІЧ-МЛ, канал комплексного лазерного опромінення КОМПЛЕКС (рис. 2.29 і 2.30).

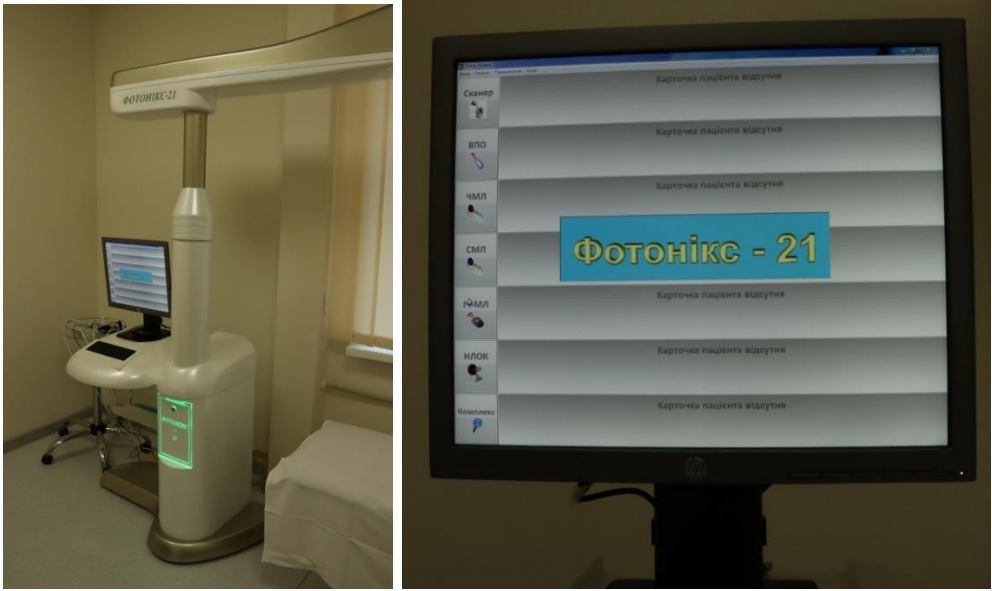


Рис. 2.29. Загальний вигляд апарата і дисплея «Інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21»»

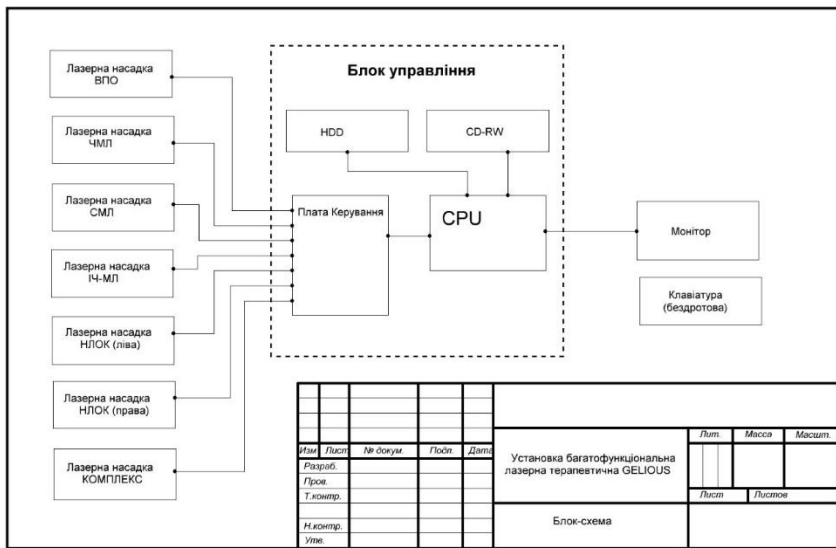


Рис. 2.30. Блок-схема «Інноваційної лазерної терапевтичної установки «Фотонікс-21»»

Застосовували короткохвильове інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі 0,76–1,50 мкм. Випромінювання хвиль такої довжини слабо поглинається поверхневими шарами шкіри та проникає в тіло людини найглибше. Близько 30% такого інфрачервоного випромінювання здатне досягти підшкірного жирового шару і глибше розташованих тканин (рис. 2.31).

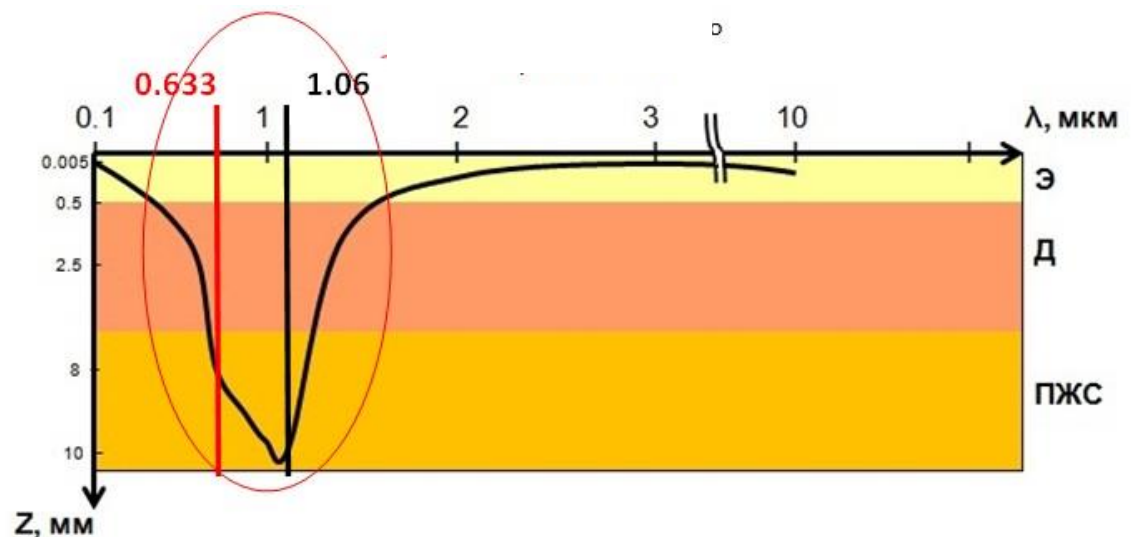


Рис. 2.31. Глибина проникнення випромінювання по спектральному діапазону

При дослідженнях виявлено, що на початку впливу лазерного випромінювання відбувається запуск і наростання інтенсивності терапевтичних процесів (фаза адаптації), потім – уповільнення терапевтичного ефекту (фаза зниження фізіологічних реакцій), далі можливі деструктивні процеси (фаза пригнічення фізіологічних реакцій). Наприклад, ланцюг реакцій при опроміненні інфрачервоним випромінюванням: почуття тепла – печіння – опік. Саме тому важливим є визначення тривалості процедури. За даними експериментів, вона може тривати від 10 с до 10 хв.

Магнітолазеротерапія – це вплив оптичного потоку червоного (0,63–0,67 мкм), інфрачервоного (0,81–0,95 мкм) і синього діапазону спектру на певні зони або тканини людини джерелом, розташованим у постійному або імпульсному

магнітному полі. Ефект від випромінювання світлового потоку посилюється в магнітному полі терапевтичних інтенсивностей (20–25 мТл) за рахунок збільшення поглинання інфрачервоного випромінювання при колінеарному розташуванні молекулярних диполів, які виникають в магнітному полі. Знаючи частоту оптичного випромінювання (величина обернено пропорційна довжині хвилі випромінювання) і змінюючи силу магнітного поля, можна досягти рівності резонансної частоти електронного парамагнітного резонансу й оптичного випромінювання, що спричиняє різке збільшення ступеня поглинання опромінюваної тканини, а отже, збільшення фотоструму та ефективності процедури.

Установка інноваційна лазерна терапевтична «Фотонікс-21» призначена для лікування пацієнтів із використанням лазерного та оптичного випромінювання в червоному, інфрачервоному та синьому діапазоні спектра, а також додаткової стимуляції низькочастотним магнітним полем. Умови застосування – за температури навколишнього повітря від +10 до +35 °С, відносної вологості 80%, атмосферному тиску від 630 до 800 мм рт. ст.

Технічні характеристики

1. Параметри лазерного випромінювання:

максимальна потужність лазерного сканувального променя червоного діапазону спектра – (100 ± 18) мВт, інфрачервоного діапазону спектра – (200 ± 20) мВт, лазерного випромінювача червоного діапазону спектра – (50 ± 10) мВт, лазерного випромінювача для надвенозного опромінення крові червоного діапазону спектра – (25 ± 5) мВт.

2. Параметри оптичного випромінювання:

максимальна потужність оптичного потоку насадки червоного діапазону спектра – (50 ± 10) мВт, насадки інфрачервоного діапазону спектра – (90 ± 18) мВт, насадки синього діапазону спектра – (40 ± 8) мВт.

3. Параметри магнітного поля:

максимальне значення магнітної індукції на поверхні насадок – (30 ± 5) мТл.

Постійне магнітне поле в лазерному випромінювачі для надвентного опромінення крові – (310 ± 30) мТл.

4. Параметри модульованого випромінювання:

частота модуляції оптичного потоку та магнітної індукції на поверхні насадок – у діапазоні від 0 до 10 Гц із дискретністю 0,1 Гц, у діапазоні від 10 до 99 Гц із дискретністю 1 Гц.

5. Характеристики сканувального променя (сканера):

діапазон кутів відхилення променя – не менше $\pm 45^\circ$ щодо вертикалі в площині, перпендикулярній осі сканера, і не менш $\pm 20^\circ$ – у площині осі сканера. Кількість фігур сканування – 8. Перелік фігур сканування: сканувальна лінія (двох взаємоперпендикулярних напрямків – поздовжня і поперечна), пляма, кільце, що пульсує, сітка густа, сітка рідка, еліпс, що обертається, вісімка. Регулювання розміру фігури сканування та її положення в межах діапазону кутів сканування.

Тривалість процедури встановлюють у діапазоні від 3 с до 60 хв із дискретністю 1 с. Допустиме відхилення тривалості процедури від встановленого значення ± 1 с. Забезпечено звуковий супровід закінчення процедури. Установка працює від мережі змінного струму з напругою (220 ± 22) В і частотою 50 Гц. Споживана потужність – не більше 300 Вт.

Створення клінічних рекомендацій щодо застосування лазерних технологій у лікуванні трофічних порушень м'яких тканин, спричинених бойовими травмами та захворюваннями магістральних судин, дасть змогу практикуючим лікарям терапевтичного профілю використовувати запропоновані технології.

Висновки до розділу

1. Електричне зварювання м'яких біологічних тканин виконують за механічної напруги на електродах на порядок більшої, ніж при коагуляції.
2. Існує оптимальний тиск на електродах, при якому забезпечується максимальна міцність зварного з'єднання.
3. При стисненні зварювальними електродами м'яких біологічних тканин відбувається їхня значна деформація (залежно від виду тканини в 4,5–10 разів) за тиску 11 кгс/см².
4. Зменшення товщини тканини між електродами відбувається переважно за рахунок витіснення води, обсяг якої зменшується в 10–30 разів.
5. Обсяг білкових речовин у стисненій тканині зменшується в 1,4–10,0 разів.
6. Вмісту води в стисненій тканині зменшується в 2–6 разів, а питомий опір збільшується в 3–15 разів порівняно з нестисненою тканиною.
7. Оскільки літературні дані щодо значення імпедансу біологічних тканин, отримані для нестиснених тканин, вони не придатні для використання в розрахунках і комп'ютерному моделюванні процесів зварювання м'яких біологічних тканин.
8. Зміна параметрів визначається питомим опором і товщиною тканини. Зі збільшенням тиску загальний опір, з одного боку, збільшується зі зростанням питомої величини опору внаслідок зневоднення, з другого – знижується через зменшення товщини тканини. У результаті зі збільшенням тиску опір спочатку знижується, а потім стабілізується або дещо зростає.

9. Дисперсія імпедансу найсильніше виражена для нестиснених тканин у діапазоні частот 0,3–3,0 кГц. Для частот 3–300 кГц дисперсія імпедансу досліджених тканин майже не залежить від прикладеної механічної напруги.
10. Дисперсія імпедансу м'яких біологічних тканин зумовлена не лише клітинними мембранами, а й іншими компонентами рідинної системи, зокрема електролітами.
11. «Напівзакриту» або закриту (пункційну) електрокоагуляційну абляцію вен гомілки можна використовувати як малоінвазивний метод ліквідації рефлюксів у басейнах малої та великої підшкірних вен або перфорантів.
12. Розроблений ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для субфасціальної дисекції перфорантних вен дає змогу чітко візуалізувати та надійно коагулювати перфорантні вени в субфасціальному просторі нижніх кінцівок, поліпшує результати хірургічного лікування хворих, зменшує необхідне ресурсне забезпечення оперативного втручання. Процес зварювання на окремому сегменті відбувається при температурі 55–88 °С упродовж 1-2 с, глибина поширення теплового впливу не перевищує 1 мм.
14. Удосконалений електрокоагулятор високочастотний зварювальний має мікропроцесор програмування, який підключений до системи керування і здійснює передачу запрограмованих параметрів при зварюванні живих тканин.
15. Джерело живлення призначене для виробництва високочастотної енергії, регульованої за заданою програмою і в часі за допомогою органів індикації та управління, розташованих на передній панелі джерела.
16. Упровадження в клінічну практику технології лазерної обробки ран м'яких тканин дасть змогу практичним лікарям ефективніше лікувати хворих із дефектами м'яких тканин бойового і небойового характеру.

Основні наукові результати розділу опубліковано в таких працях:

5. Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., & Дорошенко С.В. (2018). Перший досвід експериментального застосування електрозварювального пристрою для одномоментного безшовного з'єднання порожнистих структур. *Хірургія України*, 4(1), 137–138.
6. Карпенко К.К., Гичка С.Г., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., Пархоменко М.В., & Дорошенко С.В. (2018). Запровадження в клінічну практику ендоскопічної субфасціальної диссекції перфорантних вен із застосуванням технології високочастотного електрозварювання в хірургії посттромботичної хвороби нижніх кінцівок. *«Зварювання Та Термічна Обробка Живих Тканин. Теорія, Практика. Перспективи». Матеріали XIII Науково-Практичної Конференції 30 Листопада-1 Грудня 2018 р. Київ*, 1(1), 40–42.
7. Музиченко П.Ф., Черняк В.А., Ланкін Ю.М., Гибало Р.В., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., & Нагалюк Ю.В. (2021). *Застосування електрозварювання судин в експерименті та клінічній практиці: Методичні рекомендації* (Музиченко П.Ф. & Черняк В.А., Eds.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет».
8. Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2022). Досвід розробки і впровадження іноваційних пристроїв та лікарських засобів в хірургії магістральних судин. *Матеріали ІХ Всеукраїнської Науково-Практичної Конференції Студентів, Аспірантів Та Молодих Вчених «Об'єднані Наукою»: Перспективи Міждисциплінарних Досліджень*, 122–127.
9. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). 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.*, 167–177.

10. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Можливості та перспективи застосування технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії* (Черняк В.А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет».
11. Dubenko D.Ye., Gumenchuk O.Yu., Melnyk M.A., Karpenko K.K., & Levon M.M. (2019). Experimental single-step electric welded connection of vessels. *20th EVF Annual Meeting from 27 to 29 June 2019. Zurich, Switzerland, Book of Abstracts*, 42–42.

Авторські свідоцтва на винаходи, патенти:

1. Черняк В. А., Мішалов В.Г., Дорошенко С.В., Карпенко К.К., Пархоменко М.В., Хворостяна Т.Т., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., & Музиченко П.Ф. (2019). *Патент на корисну модель “Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок”* (№132663. 11.03. 2019. Бюлетень №5).
2. Черняк В. А., Хворостяна Т.Т., Дорошенко С.В., Пархоменко М.В., Музиченко П.Ф., Гуменчук О.Ю., Шевченко О.О., & Карпенко К.К. (2018). *Патент на корисну модель “Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі”* (№126617. 25.06. 2018. Бюлетень №12.).
3. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2018). *Патент на корисну модель “Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен”* (№128352. 10.09. 2018. Бюлетень №17).
4. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є.,

- Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019а). *Патент на корисну модель “Двополюсний циліндричний аблятор”* (№132851. 11.03. 2019. Бюлетень №5.).
5. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019с). *Патент на корисну модель “Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом”* (№132852. 11.03. 2019. Бюлетень №5.).
6. Черняк Віктор Анатолійович, Карпенко Костянтин Костянтинович, Гибало Ростислав Віталійович, Музиченко Петро Федорович, & Дубенко Дмитро Євгенович. (2021). *Патент на корисну модель “Ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен”* (№ 147536 19.05.21.).
7. Чухраєв Микола Вікторович, Малюта Володимир Ігорович, Шморгун Андрій Олександрович, Забулонов Юрій Леонідович, Невструєв Володимир Петрович, Черняк Віктор Анатолійович, & Карпенко Костянтин Костянтинович. (2021). *Патент на корисну модель “Пристрій для ультратонкової індукційної лазеротерапії”* (№147062. від 07.04.2021, Бюлетень № 14).

РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Дизайн дослідження, клінічна характеристика хворих

Проаналізовано результати обстеження та лікування 225 пацієнтів із ПТХНК різного генезу в період з 2004 до 2023 рр. на базі НВМКЦ «ГВКГ» та Олександрівської клінічної лікарні м. Києва (ОКЛ). Проведене нерандомізоване контрольоване ретроспективне (на базі ОКЛ м. Києва) та проспективне контрольоване когортне дослідження (на базі НВМКЦ «ГВКГ» та ОКЛ).

Критерії включення:

пацієнти віком від 18 років включно, обох статей, встановлений діагноз посттромботичної хвороби однієї або обох нижніх кінцівок, у яких відсутня / або присутня активна чи загоєна венозна трофічна виразка нижніх кінцівок (виразка в нижній частині гомілки або гомілковостопного суглоба венозного генезу). Пацієнти, що відповідають клінічним класам С2-С6, згідно класифікації варикозного розширення вен нижніх кінцівок CEAP (Clinical, Etiological, Anatomical and Pathophysiological), пацієнти, що відповідають 1-3 класу тяжкості ПТХНК за шкалою Villalta.

Критерії виключення:

вік до 18 років, відсутність належним чином верифікованого діагнозу ПТХНК, пацієнти, що відповідають групам С0-С1, згідно класифікації варикозного розширення вен CEAP, хворі які мають трофічні виразки змішаної або не венозної етіології: артеріальної, васкуліт. Вагітні, та жінки, які планують вагітність протягом 1 року. Пацієнти, які відмовились / перервали з будь яких причин від амбулаторного чи стаціонарного лікування з приводу ПТФС у вказаних клінічних базах. Пацієнти у яких присутні супутні або фонові захворюваннями:

остеомієліт, злоякісні новоутворення, ВІЛ/СНІД, опіки, системні аутоімунні захворювання, васкуліти, серповидна клітина анемія, гангрена, стадія ниркової

недостатності, яка потребує діалізу, пацієнти які отримують гіпербаричну оксигенацію, психічно недієздатні особи, пацієнти з алкогольною або наркотичною залежністю.

Було відібрано 167 осіб, яких розподілили відповідно до типу проведеного лікування на дві групи – основну (малоінвазивні методики, n=105) та контрольну («відкриті» хірургічні втручання, n=62).

Окрему групу утворили 58 пацієнтів, які отримали бойову травму нижніх кінцівок у зоні проведення Антитерористичної операції/ Операції Об'єднаних сил і в яких розвинулася посттромботична хвороба.

Клінічний стан пацієнтів із ПТХНК за шкалою Villalta (табл. А.1.1) становив від 5 до 15 балів, за класифікацією СЕАР, яка враховує клінічні вияви (clinic – С), етіологію (etiology – Е), анатомічну локалізацію (anatomy – А) і патогенез (pathogenesis – Р) захворювання, – 2–6-й клінічний клас.

Середній вік пацієнтів основної групи становив (51±3) року, осіб жіночої статі було 60 (57,1 %), чоловічої – 45 (42,9 %). Середній вік пацієнтів контрольної групи – (53±4) року, осіб жіночої статі було 35 (57,5 %), чоловічої – 27 (43,6 %). За віком та співвідношенням статей основна та контрольна групи не відрізнялися ($p_{\alpha}(t, df=165)=0,51$ та $p_{\alpha}(\chi^2, df=1)=0,91$). Середній вік пацієнтів групи з бойовою травмою становив (34±3) року, жінок у цій групі не було.

Усім пацієнтам провели обстеження для визначення їхнього стану. В основній групі супутні захворювання виявлені у 80 (76,2±8,2)% пацієнтів, у контрольній – у 39 (62,95±12,3)%. У групі з бойовою травмою бойові травми іншої локації виявлено в 26 (44,8±13,1)% осіб. У більшості пацієнтів у кожній групі зареєстрували одну супутню патологію, статистично значуще рідше – дві ($p_{\alpha}(t, df)<0,05$) (табл. 3.1, рис. А.1.1).

Таблиця 3.1

Розподіл пацієнтів у досліджуваних групах за кількістю супутніх
захворювань

Група	Супутня патологія						P _α	
	Одне захворювання		Два захворювання		m%t	Усього		
	m	%	m	%		n		%
Основна	69	86,3	11	13,8	7,7	80	100,0	0,001
Контрольна	26	66,7	13	33,3	15,3	39	100,0	0,004
Бойова травма	18	69,2	8	30,8	18,6	26	100,0	0,008

В основній групі виявлено 91 випадок супутньої патології, у контрольній – 52 (табл. 3.2, рис. А.1.2, А.1.3). Обидві групи за розподілом супутньої патології статистично значущо не відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,99$), тобто були однорідними. В обох групах статистично значущо ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$) переважали ішемічна хвороба серця та артеріальна гіпертензія (див. рис. А.1.2, А.1.3).

Таблиця 3.2

Розподіл супутньої патології в основній та контрольній групах

Захворювання	Основна група (n=91)			Контрольна група (n=52)			P _α
	m	%	m%t	m	%	m%t	
Ішемічна хвороба серця	32	35,2	9,9	19	36,5	13,4	0,82
Артеріальна гіпертензія	32	35,2	9,9	17	32,7	13,1	0,76
Ожиріння	10	11,0	6,5	6	11,5	8,9	0,93
Хронічне обструктивне захворювання легень	8	8,8	5,9	4	7,7	7,1	0,82
Хронічна хвороба нирок	5	5,5	4,7	3	5,8	5,5	0,94

Цукровий діабет	4	4,4	4,0	3	5,8	5,5	0,71
Усього	91	100,0		52	100,0		

Пацієнти з цукровим діабетом та ожирінням були віднесені до групи ризику, оскільки така коморбідність може впливати на результати лікування.

У групі з бойовою травмою виявлено 34 випадки супутньої патології. Розподіл супутньої патології відрізняється від такого в основній та контрольній групі (табл. 3.3, рис. А.1.4). Більше половини супутньої патології припадало на бойову травму іншої локалізації. Ішемічна хвороба серця посідала друге місце за поширенням, артеріальна гіпертензія та хронічне обструктивне захворювання легень – третє.

Таблиця 3.3

Розподіл супутньої патології в групі з бойовою травмою

Захворювання	Бойова травма		
	m	%	m%t
Ішемічна хвороба серця	5	14,7	12,4
Артеріальна гіпертензія	4	11,8	10,2
Ожиріння	2	5,9	4,2
Хронічне обструктивне захворювання легень	4	11,8	10,2
Цукровий діабет	1	2,9	2,1
Бойова травма	18	52,9	17,4
Усього	34	100,0	0

У дослідженні використовували класифікацію хронічних захворювань вен CEAP: C2 (венозна ектазія), C3 (набряк), C4 (дерматосклероз), C5 (загоєна

трофічна виразка), С6 (активна трофічна виразка). Результати аналізу пацієнтів основної та контрольної груп за цією класифікацією наведені в таблиці 3.4 і на рис. А.1.5 та А.1.6).

Таблиця 3.4

Розподіл пацієнтів за класифікацією СЕАР

СЕАР	Основна група			Контрольна група			p _α
	m	%	m%t	m	%	m%t	
С2	15	14,3	6,8	6	9,7	7,5	0,39
С3	17	16,2	7,1	11	17,7	9,7	0,80
С4	22	21,0	7,9	14	22,6	10,6	0,80
С5	16	15,2	7,0	7	11,3	8,0	0,48
С6	35	33,3	9,1	24	38,7	12,4	0,48
Усього	105	100,0		62	100,0		

Розподіл обох груп за класифікацією СЕАР статистично значущо не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,82$). При попарному порівнянні часток градацій цієї шкали в контрольній та основній групах статистично значущої різниці не встановлено ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$). У кожній групі статистично значущо переважала частка осіб із градацією С6 ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$). Решта градацій статистично значущо не відрізнялися (див. рис. А.1.5 та А.1.6).

Розподіл пацієнтів за градаціями шкали СЕАР у групі з бойовою травмою наведений у табл. 3.5 та на рис. А.1.7. Як і в основній та контрольній групах статистично значущо переважала частка осіб із градацією С6 ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$)

Таблиця 3.5

Розподіл пацієнтів за класифікацією СЕАР групи з бойовою травмою

СЕАР	Бойова травма		
	m	%	m%t
C2	7	12,1	8,6
C3	9	15,5	7,2
C4	5	8,6	5,6
C5	12	20,7	8,0
C6	25	43,1	9,8
Усього	58	100,0	

Статистично значущих відмінностей за рештою градацій не виявлено ($p_{\alpha}(t,df) > 0,05$) (див. рис А.1.7).

Оцінювали вплив болю на повсякденну діяльність пацієнтів із ПТХНК за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ), в якій береться до уваги лише больовий компонент (рис. А.1.8). Результати аналізу больового синдрому в основній та контрольній групах наведені в табл. 3.6 та на рис. А.1.9, А.1.10.

Таблиця 3.6

Розподіл пацієнтів за інтенсивністю болю

Оцінка за ВАШ	Основна група			Контрольна група			p_{α}
	m	%	m%t	m	%	m%t	
1–3	53	50,5	9,7	36	58,1	12,5	0,34
4–6	40	38,1	9,4	18	29,0	11,5	0,23
7–10	12	11,4	6,2	8	12,9	8,5	0,77

Усього	105	100,0		62	100,0		
--------	-----	-------	--	----	-------	--	--

У цілому розподіл двох груп за інтенсивністю больового синдрому за ВАШ статистично значущо не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,49$). При попарному порівнянні часток градацій даної шкали в контрольній та основній групах статистично значущої різниці не встановлено ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$) (див. табл. 3.6). В обох групах статистично значущо переважала частка пацієнтів зі слабким болем ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$) (див. рис. А.1.9, А.1.10). Найменше було пацієнтів із сильним болем (7–10).

Дані щодо інтенсивності больового синдрому в групі бойової травми наведено в табл. 3.7 та рис. А.1.11. Статистично значущої різниці між частками пацієнтів з градаціями 1–3 та 4–6 не встановлено ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$). Переважала група осіб із градацією 7–10 ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$)

Таблиця 3.7

Розподіл пацієнтів за інтенсивністю болю в групі бойової травми

Оцінка за ВАШ	Бойова травма		
	m	%	m%t
1-3	25	43,1	13,0
4-6	27	46,6	13,1
7-10	6	10,3	8,0
Усього	58	100,0	

Перед початком лікування пацієнтів усіх груп обстежено на наявність трофічних виразок (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Розподіл пацієнтів за наявністю трофічної виразки в досліджуваних групах

Група	Є трофічна виразка			Обсяг групи	P _α *
	m	%	m%t		
Основна	35	33,3	9,1	105	0,48
Контрольна	24	38,7	12,4	62	0,84
Бойова травма	25	43,1	13,0	58	0,42
Усього	84	37,3	6,4	225	

* Рівень статистичної значущості різниці часток у досліджуваній групі та загальній вибірці.

Частки пацієнтів із трофічною виразкою в досліджуваних групах були схожі та статистично значущо не відрізнялися від такої в загальній вибірці.

Виділяли такі фази перебігу: передвиразковий стан, фазу ексудації, фазу проліферації, фазу епітелізації та рубцювання. Визначали також клінічні особливості дистрофічних змін як самої виразки, так і тканин за її межами: атрофію, порушення шкірної чутливості навколо виразки, наявність крайового склерозу, межі склерозу навколо виразки тощо. Виділяли такі ускладнення виразок: ускладнені паратравматичною екземою, целюлітом, піодермією; ускладнені мікозом стопи і гомілки; ускладнені бешихою; ускладнені індурацією шкіри і підшкірно-жирової клітковини гомілки; ускладнені тромбофлебітом, що рецидивує; ускладнені вторинною лімфедемою; ускладнені періоститом; ускладнені артрозом гомілково-ступневого суглоба та малігнізацією.

Для описання виразки використовували класифікацію Fiessinger (1993), в якій виразкові дефекти поділяють залежно від розміру на малі – до 10 см², середні – від 11 до 26 см², великі – від 27 до 50 см², обширні – >50 см².

Зазвичай, у виразок розміром понад 27 см² утворювалася оmozолілість країв, а грануляції в ділянці дна заміщувалися сполучною тканиною.

Дані щодо розмірів трофічних виразок наведено в табл 3.9, на рис. А.1.12 та А.1.13. Відповідно до вимог критерію Стьюдента до часток при оцінюванні їхніх довірчих інтервалів (ДІ) ми поєднали градації від 27 до 50 см² та >50 см² в одну – ≥ 27 см², оскільки пацієнтів із виразкою площею >50 см² в основній групі було двоє, а в контрольній – один.

Таблиця 3.9

Розподіл пацієнтів основної та контрольної груп за розміром виразкового дефекту

Показник	Основна група			Контрольна група			p _α
	m	%	m%t	m	%	m%t	
<10 см ²	21	60,0	16,8	15	62,5	20,4	0,84
10–26 см ²	8	22,9	14,4	6	25,0	18,3	0,85
≥ 27 см ²	6	17,1	12,9	3	12,5	11,0	0,63
Усього	35	100,0		24	100,0		

У цілому розподіли двох груп за величиною виразкових дефектів статистично значущо не відрізнялися (p_α(χ², df)=0,89). При попарному порівнянні часток градацій шкали В.Я. Васюткова в контрольній та основній групах статистично значущої різниці не встановлено (p_α(t,df)>0,05) (див. табл. 3.9). В обох групах статистично значуще переважала частка пацієнтів із малими дефектами

($p_{\alpha}(t,df) \leq 0,05$) (див. рис. А.1.12, А.1.13). Частки пацієнтів з рештою градацій статистично значущо не відрізнялися ($p_{\alpha}(t,df) > 0,05$).

У групі бойової травми виразкових дефектів розміром $\geq 27 \text{ см}^2$ не було (табл. 3.10 та рис. А.1.14).

Таблиця 3.10

Розподіл пацієнтів за розміром виразкового дефекту в групі бойової травми

Показник	Бойова травма		
	m	%	m%t
<10 см ²	21	60,0	16,8
10–26 см ²	4	11,4	9,9
Усього	25	71,4	

У цій групі статистично значущо переважала частка пацієнтів із малими дефектами.

Дані щодо середнього об'єму венозних трофічних виразок нижніх кінцівок у хворих, визначеного до активного лікування, наведено на рис. А.1.15.

Для оцінки набряку нижніх кінцівок вимірювали обвід кінцівки в певних точках та визначали ступінь виразності набряку (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Обвід та ступінь набряку нижніх кінцівок у досліджуваних групах

Показник	Ступінь набряку			
	немає	легкий	середній	тяжкий

Основна група, n=105	Кількість пацієнтів, n	21	36	33	15
	Обвід стегна, см	51,65±1,20	64,24±1,20	66,70±0,98	70,30±0,98
	Обвід гомілки посередині, см	34,65±1,02	40,32±1,10	42,10±0,85	46,0±1,2
	Обвід гомілки дистально, см	24,34±0,54	28,08±1,05	32,81±1,10	36,80±0,88
Контрольна група, n=62	Кількість пацієнтів, n	12	22	19	9
	Обвід стегна, см	52,63±1,30	63,74±1,20	66,33±0,65	72,22±0,68
	Обвід гомілки посередині, см	36,5±1,3	39,80±1,09	42,70±0,87	47,55±0,54
	Обвід гомілки дистально, см	24,50±0,87	28,82±0,70	33,2±0,9	36,74±0,45
Група з бойовою травмою, n = 58	Кількість пацієнтів, n	12	19	18	9
	Обвід стегна, см	52,61±1,30	63,2±1,1	67,30±0,93	70,80±0,75
	Обвід гомілки посередині, см	33,45±1,05	39,37±1,05	41,80±0,76	45,2±1,5
	Обвід гомілки дистально, см	25,01±0,55	29,07±1,04	33,20±1,05	37,30±0,78

В основній групі набряку кінцівки не було у 21 (25,0±9,4)% пацієнта, у контрольній – у 12 (24,0±12,1)% ($p_{\alpha}(t,df) \leq 0,05$). Дані щодо ступеня набряку

кінцівок в основній та контрольній групах наведено в табл. 3.12 і на рис. А.1.16, А.1.17.

Таблиця 3.12

Розподіл пацієнтів основної та контрольної груп за ступенем набряку кінцівок

Ступінь набряку	Основна група			Контрольна група			P _α
	m	%	m%t	m	%	m%t	
Легкий	36	42,9	10,7	22	44,0	14,1	0,91
Середній	33	39,3	10,6	19	38,0	13,8	0,88
Тяжкий	15	17,9	8,3	9	18,0	10,9	0,99
Усього	84	100,0	0,0	50	100,0		

У цілому розподіл обох груп за ступенем набряку кінцівок статистично значущо не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,99$). При попарному порівнянні часток ступеня набряку в контрольній та основній групах статистично значущої різниці не встановлено ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$) (див. табл. 3.12). В обох групах практично однакові частки припадали на пацієнтів із легким та середнім ступенем набряку ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$), які статистично значущо переважали порівняно з пацієнтами із тяжким ступенем ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$) (див. рис. А.1.16, А.1.17).

У групі бойової травми набряку нижніх кінцівок, уражених ПТХ, не було в 12 (20,7±10,7)% пацієнтів (табл. 3.13 та рис. А.1.18).

Таблиця 3.13

Розподіл пацієнтів групи з бойовою травмою за ступенем набряку кінцівок

Ступінь набряку	Бойова травма		
	m	%	m%t
Легкий	19	41,3	14,6
Середній	18	39,1	14,5
Тяжкий	9	19,6	11,8
Усього	46	100,0	0,0

Розподіл у цій групі майже не відрізнявся від такого в основній та контрольній групах: практично однакові частки припадали на пацієнтів із легким та середнім ступенем набряку ($p_{\alpha}(t,df) > 0,05$), які статистично значущо переважали порівняно з пацієнтами із тяжким ступенем ($p_{\alpha}(t,df) \leq 0,05$) (див. рис. А.1.18).

Дані щодо клінічних ознак та симптоматики перебігу ПТХНК наведено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Розподіл пацієнтів досліджуваних груп за симптоматикою, клінічними ознаками та ступенем тяжкості перебігу захворювання

Основна група, n = 105					
Симптом	Ступінь тяжкості				Усього
	немає	легкий	середній	тяжкий	
Біль	21	32	40	12	105
Судоми	40	26	26	13	105
Тяжкість	0	58	34	13	105
Парестезія	41	29	23	12	105

Продовження Таблиця 3.14					
Свербіж	17	38	33	17	105
Клінічна ознака					
Набряк гомілки	21	36	33	15	105
Індурація шкіри	23	21	34	27	105
Гіперпігментація	7	21	38	39	105
Почервоніння	42	28	14	21	105
Венозна ектазія	32	10	30	33	105
Біль при стисканні литки	7	17	57	24	105
Венозна виразка	Відсутня		Наявна		
	67		38		105
Контрольна група, n=72					
Біль	12	19	24	7	62
Судоми	24	15	16	7	62
Тяжкість	0	35	20	7	62
Парестезія	24	17	14	7	62
Свербіж	21	24	12	5	62
Клінічна ознака					
Набряк гомілки	12	22	19	9	62
Індурація шкіри	14	12	20	16	62
Гіперпігментація	4	12	23	23	62
Почервоніння	24	17	9	12	62
Венозна ектазія	19	6	18	19	62

Продовження Таблиця 3.14					
Біль при стисканні литки	4	10	34	14	62
Венозна виразка	Відсутня		Наявна		
	39		23		62
Група бойової травми, n = 58					
Біль	12	17	22	7	58
Судоми	23	14	14	7	58
Тяжкість	0	32	19	7	58
Парестезія	23	16	13	6	58
Свербіж	20	23	11	4	58
Клінічна ознака					
Набряк гомілки	12	19	18	9	58
Індурація шкіри	13	11	19	15	58
Гіперпігментація	4	11	21	22	58
Почервоніння	23	15	8	11	57
Венозна ектазія	18	6	16	18	58
Біль при стисканні литки	4	9	32	13	58
Венозна виразка	Відсутня		Наявна		
	37		21		58

Тяжкість перебігу ПТХНК оцінювали за шкалою Villalta: 5–9 балів – легкий ступінь тяжкості, 10–14 балів – помірний ступінь тяжкості, ≥ 15 балів – тяжкий ступінь. Кожний симптом та клінічну ознаку оцінювали так: немає – 0 балів,

легкий ступінь – 1 бал, середній – 2 бали, тяжкий – 3 бали. За наявності венозної виразки та оцінці <15 балів нараховували 15 балів.

Результати оцінювання пацієнтів досліджуваних груп за шкалою Villalta наведено в табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Розподіл пацієнтів досліджуваних груп за шкалою Villalta

Група	Ступінь тяжкості									Усього	
	легкий			помірний			тяжкий				
	m	%	m%t	m	%	m%t	m	%	m%t	n	%
Основна	6	5,7	3,5	20	19,0	7,6	79	75,2	8,4	105	100,0
Контрольна	3	4,8	4,0	12	19,4	10,0	47	75,8	10,9	62	100,0
Бойової травми	0	0		13	22,4	11,0	45	77,6	11,0	58	100,0

У цілому розподіли всіх груп за ступенем тяжкості ПТХНК статистично значущо не відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,97$). При попарному порівнянні часток ступеня тяжкості в контрольній та основній групах статистично значущої різниці не встановлено ($p_{\alpha}(t,df)>0,05$). В усіх групах статистично значущо ($p_{\alpha}(t,df)\leq 0,05$) переважала частка пацієнтів із тяжким ступенем ПТХНК. У групі з бойовою травмою пацієнтів із легким ступенем не було (рис. А.1.19–А.1.21).

В основній групі відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування на периферичній венозній системі й трофічній виразці 105 хворим було виконано 122 операції (табл. 3.16 та рис. А.1.22).

Таблиця 3.16

Розподіл пацієнтів основної групи за видами оперативних втручань

Код операції	Операція	n	%	m%t
A	ЕВЛК підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	24	19,7	7,1
B	SEPS електрозварюванням живих тканин	23	18,9	7,0
C	Склероабляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	20	16,4	6,6
D	РЧА підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	17	13,9	6,2
E	Пластика трофічних виразок як додаткова операція	17	13,9	6,2
F	SEPS електрокоагуляційно	11	9,0	5,1
G	Електрокоагуляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	10	8,2	4,9
	Усього	122	100,0	

Статистично значущо менші частки припадали на операції типу F та G ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$). Частки решти операцій статистично значущо не відрізнялися.

На другому етапі лікування, за недостатнього ефекту від першого етапу, в основній групі відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування на

магістральній венозній системі виконано 10 операцій: реконструктивні операції на глибоких венах, шунтувальну операцію при оклюзії клубового сегмента, ангіопластику та стентування.

У контрольній групі на першому етапі на периферичній венозній системі та виразках загалом було виконано 73 операцій, іноді – в одну хірургічну сесію (табл. 3.17, рис. А.1.23).

Таблиця 3.17

Розподіл пацієнтів контрольної групи за видами оперативних втручань

Код операції	Вид оперативного втручання	n	%	m%t
Н	Флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів	14	19,2	9,2
І	Перев'язка перфорантних вен із відкритих доступів	8	11,0	7,3
J	Флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів і одночасна перев'язка перфорантних вен	11	15,1	8,3
К	Флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці, одночасна перев'язка перфорантних вен зі відкритих доступів і дерматоластика	28	38,4	11,3
Л	Дерматоластика	12	16,4	8,6
	Усього	73	100	

У цій групі проведено статистично значущо найбільше операцій флектомії підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$). Частота решти оперативних втручань була майже однаковою.

На другому етапі лікування, за недостатнього ефекту від першого етапу, у контрольній групі було виконано відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування на магістральній венозній системі операції 32 хворим (табл. 3.18, рис. А.1.24).

Таблиця 3.18

Розподіл пацієнтів контрольної групи за видами оперативних втручань
на другому етапі лікування

Код операції	Вид оперативного втручання	m
М	Операція Хюсні	11
Н	Транспозиційна операція при реканалізації магістральних вен у нову позицію	7
О	Шунтувальна операція при оклюзії клубового сегмента	6
Р	Реконструктивна операція протезування з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен	4
Q	Ендофлектомія	3
R	Операція за Боровковим	1
	Усього	21

Переважала частка операції Хюсні, частота інших оперативних втручань статистично значущо не відрізнялася (див. рис. А.1.24).

У групі з бойовою травмою нижніх кінцівок за вказаний період часу відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування на периферичній венозній системі й трофічній виразці 58 хворим виконано 65 операцій (табл. 3.19 та рис. А.1.25).

Таблиця 3.19

Розподіл пацієнтів групи з бойовою травмою за видами оперативних втручань

Код операції	Операція	m	%	m%t
С	Склероабляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	11	16,9	9,3
В	SEPS електрозварюванням живих тканин	10	15,4	8,9
D	РЧА підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	10	15,4	8,9
G	Електрокоагуляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	10	15,4	8,9
A	ЕВЛК підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів	10	15,4	8,9
F	SEPS електрокоагуляційно	7	10,8	7,7
G	Пластика трофічних виразок як додаткова операція	7	10,8	7,7
	Усього	65	100,0	

За видами оперативних втручань (ті самі, що і в основній групі) розподіл був рівномірним.

На другому етапі лікування, за недостатнього ефекту від першого етапу, виконано відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування на магістральній венозній системі додатково операції 9 пацієнтам (табл. 3.20).

Для оцінювання ефективності першого етапу лікування ПТХНК нами запропоновано коефіцієнт повторності ($K_{повт.}$) лікування, який розраховували за формулою

$$K_{повт.} = \frac{n_{повт.}}{n_{перв.}} \cdot 100\% ,$$

де $n_{перв.}$ – кількість оперативних втручань на першому етапі лікування; $n_{повт.}$ – кількість повторних оперативних втручань на другому етапі лікування.

Таблиця 3.20

Розподіл пацієнтів групи з бойовою травмою за видами оперативних втручань на другому етапі лікування

Операція	m
Ангіопластика і стентування на глибоких венах	1
Транспозиційні операції при реканалізації магістральних вен у нову позицію	2
Шунтувальні операції при оклюзії клубового сегмента	2
Реконструктивні операції з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен	4

Коефіцієнти повторності для досліджуваних груп наведені на рис. А.1.26. Методика лікування ПТХНК у контрольній групі мала набагато більший коефіцієнт повторності оперативних втручань, ніж в інших групах.

3.2. Анатомо-гемодинамічна класифікація постромботичної хвороби нижніх кінцівок

За даними ДУ «Український державний НДІ медико-соціальних проблем інвалідності МОЗ України» за 2017 р. ПТХНК посідає одне з провідних місць у структурі причин непрацездатності. Група інвалідності була встановлена 3758 хворим із хронічними захворюваннями вен нижніх кінцівок (з ПТХНК – 79,4%), з них інвалідів працездатного віку – 3648 (97,1%) осіб, вперше визнано інвалідами 740 пацієнтів. У структурі первинної інвалідності частка інвалідності внаслідок хвороб периферійних судин становить 30,8%.

Практично займаючись цією проблемою, ми виявили недоліки існуючих класифікацій ПТХНК і, проаналізувавши власний досвід, запропонували нові доповнення до них. На нашу думку, ці зміни дадуть змогу модернізувати підходи до хірургічної тактики та вдосконалити вибір методу лікування. Для детальнішої інформації щодо клінічних ознак і стану глибокої венозної системи додатково до клінічної класифікації G.H. Pratt (1964) створили та використовували анатомо-гемодинамічну класифікацію ПТХНК. Клінічні форми ПТХНК: набряково-больова, варикозна, виразкова, змішана. Дані щодо форм ПТХНК в основній та контрольній групах наведені в табл. 3.21 та на рис. А.2.1, А.2.2.

Таблиця 3.21

Розподіл хворих основної та контрольної груп за клінічними формами ПТХНК

Клінічна форма	Основна група			Контрольна група			P _α
	m	%	m%t	m	%	m%t	

Варикозна	30	28,6	8,7	16	25,8	11,1	0,70
Виразкова	10	9,5	5,7	9	14,5	8,9	0,33
Набряково-больова	40	38,1	9,4	20	32,3	11,9	0,45
Змішана	25	23,8	8,2	17	27,4	11,3	0,61
Усього	105	100,0		62	100,0		

Розподіл пацієнтів обох групи за клінічними формами ПТХНК у цілому статистично значущо не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,67$). Попарне порівняння часток клінічних форм виявило, що вони також статистично значущо не відрізнялися (див. табл. 3.21). В обох групах виразкова форма траплялася статистично значущо рідко, частота решти форм була приблизно однаковою з незначним переважанням набряково-больової форми (див. рис. А.2.1, А.2.2).

У групі бойової травми найчастіше траплялася набряково-больова форма, виразкова форма траплялася статистично значущо рідше, а варикозна та змішана – з однаковою частотою (див. табл. 3.22, рис. А.2.3).

Таблиця 3.22

Розподіл хворих групи з бойовою травмою за
клінічними формами ПТХНК

Клінічна форма	Бойова травма		
	m	%	m%t
Варикозна	15	25,9	11,5
Виразкова	10	17,2	9,9
Набряково-больова	18	31,0	12,2
Змішана	15	25,9	11,5
Усього	58	100,0	

У змішаній клінічній формі нами виділено дві форми – варикозно-виразкову та набряково-виразкову. Таке доповнення існуючої класифікації можна пояснити

відмінностями у виборі схеми лікування пацієнтів зі змішаною формою хвороби, адже наявність виразкового компонента виділяє пацієнтів із тяжчим перебігом ПТХНК із загального поняття «змішана форма» (табл. 3.23).

Таблиця 3.23

Розподіл хворих зі змішаною клінічною формою ПТХНК

Групи	Варикозно-виразкова			Набряково-виразкова			Усього		p_{α}
	m	%	m%t	m	%	m%t	n	%	
Основна	9	36,0	19,8	16	64,0	19,8	25	100,0	0,05
Контрольна	7	41,2	25,3	10	58,8	25,3	17	100,0	0,31
Бойової травми	6	40,0	27,1	9	60,0	27,1	15	100,0	0,26

В усіх групах переважала набряково-виразкова форма (статистично значущо – лише в основній групі). Частки варикозно-виразкової та набряково-виразкової форм в усіх групах були практично однаковими (рис. А.2.4, А.2.5).

За анатомічною локалізацією обструктивних змін виділяли такі типи уражень: локальний (у межах судини однієї анатомічної назви, але довжиною <6 см), ізольований (охоплює всю довжину судини однієї анатомічної назви), сегментарний (у межах одного анатомічного сегмента), останній класифікували на порожнисто-клубовий, клубово-стегновий, стегново-підколінний, підколінно-гомільковий, дифузний (у межах двох анатомічних сегментів, які можуть як межувати, так і ні), тотальний (уражені всі сегменти, зазвичай вони є двобічними). Результати спостережень наведено в табл. 3.24 та на рис. А.2.6–А.2.8.

Таблиця 3.24

Розподіл за анатомічною локалізацією обструктивних змін у досліджуваних
групах

Група		Анатомічна локалізація								Усього	
		локальний	ізолюваний	дифузний	тотальний	сегментарний	iliocaval	iliofemoral	femoral, popliteal		femoropopliteal
Основна	m	9	18	25	6	47	17	13	5	12	152
	%	5,9	11,8	16,4	3,9	30,9	11,2	8,6	3,3	7,9	100,0
	m%t	1,9	2,6	3,0	1,6	3,7	2,6	2,3	1,4	2,2	
Контроль	m	4	12	13	6	27	9	8	3	7	89
	%	4,5	13,5	14,6	6,7	30,3	10,1	9,0	3,4	7,9	100,0
	m%t	2,2	3,6	3,7	2,7	4,9	3,2	3,0	1,9	2,9	
Бойова	m	7	9	8	4	30	5	4	12	9	88
	%	8,0	10,2	9,1	4,5	34,1	5,7	4,5	13,6	10,2	100,0
	m%t	2,9	3,2	3,1	2,2	5,1	2,5	2,2	3,7	3,2	

У цілому розподіл за анатомічною локалізацією в трьох групах статистично значущо не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,21$). Як видно з рис. А.2.6–А.2.8, у кожній групі статистично значущо ($p_{\alpha}(t, df)\leq 0,05$) переважала частка сегментарної

локалізації. В основній та контрольній групах зафіксована статистично значущо менша частота локальної, ізольованої та femoral, popliteal локалізацій. Частота решти локалізацій статистично значущо не відрізнялася ($p_{\alpha}(t, df) > 0,05$).

У групі бойової травми найменші частки припадали на тотальну, iliosaval та iliofemoral локалізації ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$).

Висновки до підрозділу

Запропоновані доповнення до класифікацій ПТХНК дали змогу вдосконалити статистичний аналіз, точніше визначати показання і стратегію оперативних втручань, а також оцінювати результати лікування.

Із анатомічної локалізації обструктивних змін відзначено переважання сегментарного ураження ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$).

3.3. Методи дослідження хворих на посттравматичну хворобу нижніх кінцівок. Алгоритм діагностики

Використовували загальноклінічні та спеціальні методи дослідження. Застосовували принцип діагностичного алгоритму від простого до складного. Починали з неінвазивних методів діагностики.

Під час госпіталізації всім пацієнтам виконали клінічні обстеження, зокрема збирали анамнестичні дані (П.І.Б., стать, вік, маса тіла, адреса та контактні телефони, діагноз, початок і тривалість хвороби, проведене раніше лікування, скарги на момент огляду, фізикального обстеження).

При фізикальному огляді пацієнта для стандартизації отриманих даних використовували класифікацію SEAP лише для визначення клінічного класу, а власну вдосконалену класифікацію – для визначення стадії і анатомії ураження. Оцінювання за шкалою Villalta застосовували для визначення тяжкості ПТХНК.

За наявності у хворих на ПТХ уражень обох нижніх кінцівок фіксували поєднання декількох клінічних класів (рис. А.3.1–А.3.3).

Оцінювання тяжкості ПТХНК за шкалою Villalta

Оцінювали п'ять симптомів (біль, судоми, тяжкість, парестезії, свербіж) і шість клінічних ознак (набряк гомілки, ущільнення шкіри, гіперпігментація, почервоніння, венозна ектазія, біль при стисканні литки) за ступенем тяжкості – від «0» (відсутність) до «3» (тяжка форма). За наявності венозної виразки стан класифікували як тяжкий незалежно від наявності або відсутності інших ознак або симптомів. Установлювали діагноз ПТХНК, якщо за шкалою Villalta сума балів становила ≥ 5 або була наявна венозна виразка. Оцінка 5–9 означала легкий ступінь ПТХ, 10–14 – помірний, ≥ 15 – тяжкий (див. табл. А.1.1, рис. А.3.4).

Для оцінки за ВАШ пацієнту видавали примірник шкали (рис. А.1.8).

Протокол інструментального та лабораторного обстеження пацієнтів передбачав застосування таких методів:

- 1) ультразвукової доплерографії (УЗДГ) вен і артерій нижніх кінцівок;
- 2) УЗДГ вен таза;
- 3) мультиспіральної комп'ютерної томографії (МСКТ) з ангіографією з контрастуванням (за показаннями);
- 4) МСКТ флебографії;
- 5) безконтрастної магнітно-резонансної флебографії (за показаннями);
- 6) цифрової субтракційної флебографії нижніх кінцівок (за показаннями);
- 7) електрокардіографії;
- 8) визначення площі та об'єму поверхні трофічної виразки (за наявності);
- 9) визначення обводу нижніх кінцівок та об'єму гомілок;
- 10) вимірювання температури тіла;

11) визначення лабораторних показників (загальний аналіз крові, загальний аналіз сечі, біохімічне дослідження крові, коагулограма, група крові, резус-фактор).

При використанні інструментальних методів діагностики для оцінювання стану вен пацієнтів із ПТХНК:

- визначали такі показників: діаметр (мм), наявність варикозної трансформації (так/ні), наявність рефлюксу крові (так/ні), швидкість кровотоку (мм/с), характер посттромботичних змін (тромбоз, оклюзія, повна реканалізація, часткова реканалізація з відсотком збереженого просвіту);
- виявляли та маркували неспроможні перфоранти (вивчали зони типової їх локалізації, а також підозрілі зони в ділянці трофічних розладів), неспроможність вени визначали лише при картуванні кровотоку та на підставі виявлення ретроградного потоку крові);
- визначали рівень та характеристики конфлюєнсу здухвинних вен у нижній порожнистій вені (НПВ) з акцентом на протяжність оклюзії або стенозу, причину стенозу, шляхи венозного відтоку.

Для оцінки лабораторних показників проводили забір типових лабораторних аналізів перед оперативним втручанням відповідно до наказу МОЗ України № 1 від 04.01.01 р. та наказу МОЗ України № 164 від 05.07.1999 р.

Для контролю антикоагулянтної терапії проводили аналіз коагулограми. Визначення рівня D-димеру в крові виявилось інформативним способом лабораторної діагностики у хворих на ПТХНК, оскільки цей показник має високу негативну діагностичну цінність, тобто заперечує гострий тромбоз.

У пацієнтів із низькою клінічною вірогідністю «свіжого» тромбозу при ПТХНК негативний результат одноразової УЗДГ судин, навіть за наявності

симптоматики, заперечував проксимальний і клінічно значущий дистальний тромбоз. Пацієнти з високою ймовірністю «свіжого» тромбозу при ПТХНК з імовірною локалізацією ураження вен таза або НПВ зазвичай потребували додаткових методів візуалізації (комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія (МРТ), флебографія). Негативний тест на D-димер разом з негативним результатом УЗДГ давав підставу заперечити ТГВ без виконання повторних УЗДГ або флебографії.

Вибір методу інструментальної променевої діагностики здійснювали відповідно до градації інформативності інструментальних досліджень венозної системи Американського радіологічного коледжу (табл. А.3.1).

У доопераційний період усім пацієнтам було виконано УЗДГ та дуплексне сканування вен нижніх кінцівок і таза. У разі виявлення оклюзії або колатерального типу кровотоку в глибоких венах таза пацієнтам виконували мультиспіральну комп'ютерну флебографію з визначенням типу оклюзії, її протяжності, шляхів відтоку. Дуплексне сканування вен нижніх кінцівок проводили для визначення як прохідності глибоких вен та стану їхніх клапанів, так і розташування та функції остіальних клапанів великої та малої підшкірних вен, рефлюксу крові по стовбуру великої та малої підшкірних вен, подвоєння стовбура великої підшкірної вени, наявності неспроможних перфорантних вен.

При виконанні оперативних втручань у хворих основної групи і поранених здійснювали ультразвуковий контроль ендовенозного проведення інструментів. Для моніторингу стану проводили серії ультразвукових досліджень під час обстеження, за одну добу до операції та через 7 діб після неї при втручаннях на нижніх кінцівках. При відновленні кровотоку у венах таза – через 7 діб, 1, 6 та 12 міс після оперативного лікування.

Ультразвукова доплерографія вен нижніх кінцівок і таза

Ультразвукове дослідження вен нижніх кінцівок і тазу в НВМКЦ «ГВКГ» проводили ультразвуковим сканувальним приладом експертного рівня Ultima RA Expert (Radmir, Україна та Samsung EVO, Південна Корея), в ОКЛ м. Києва – ультразвуковим сканувальним приладом експертного рівня Toshiba Appleo (Toshiba, Японія).

Дослідження вен нижніх кінцівок виконували натще у вертикальному положенні хворого. Для дослідження нижньої порожнистої і клубових вен застосовували конвексний або секторний датчик із частотою 3,5 МГц. Основною ознакою тромбозу було виявлення ехопозитивних тромботичних мас у просвіті судини, при цьому ехогенність зростала в міру збільшення «віку» тромбу. Після перенесених тромботичних процесів у глибокій венозній системі стулки клапанів не диференціювалися, зникла властива здоровим венам передавальна артеріальна пульсація.

Особливе значення надавали дослідженню вен у режимі кольорового доплерівського картування (КДК) кровотоку, яке давало змогу диференціювати «свіжі» тромби, ехогенність яких істотно не відрізняється від просвіту вени в В-режимі. При КДК тромботичні маси виглядали як дефекти «контрастування». Пристінковий «свіжий» тромбоз характеризується збереженням просвіту між тромботичними масами і венозною стінкою, що добре видно в режимі КДК.

Якщо ультразвукове дослідження здійснювали лінійним датчиком, а вісь судини проходила майже перпендикулярно поверхні, то використовували функцію нахилу доплерівського променя, що давало змогу нахилити фронт до 15–30° щодо поверхні. При дослідженні артерій основний спектр потрібно розмішувати вище за базову лінію, а при дослідженні вен – нижче. Розрахунок швидкісних характеристик потоків у режимі імпульсної доплерографії був можливий при швидкості потоку не більше ніж 1,0–1,5 м/с. При вивченні венозних судин кінцівок використовували апаратне програмне забезпечення,

вказуючи назву відповідної судини, фіксуючи значення максимальних систолічних і мінімальних діастолічних швидкостей (рис. А.3.5).

Після вимірювань отримували звіт, який містив значення максимальної, мінімальної та середньої швидкості, для всіх оглянутих судин. Протипоказання до проведення УЗДГ відсутні. Цю методику застосували в усіх пацієнтів трьох груп.

Якщо на попередньому етапі обстеження у хворих і поранених виявляли цукровий діабет або були сумніви щодо наявності пульсації артерій, то застосовували доплерівське обстеження артеріальної системи нижніх кінцівок. Починали з визначення доплерівського сигналу на кісточкових артеріях з вимірюванням на них тиску та розрахунком кісточково-плечевого індексу. При цьому застосовували манжету на гомілці та плечі (рис. А.3.6).

При виявленні асиметрії серед показників артеріального кровопостачання кінцівок проводили лазерну доплерівську флоуметрію (рис. А.3.7). Цю методику застосували у 63 (60 %) хворих в основній групі, у 15 (24,19%) у контрольній групі та в 58 (100 %) у групі з бойовою травмою.

Мультиспіральна комп'ютерна флебографія із загальним контрастуванням

У разі виявлення оклюзії або колатерального типу кровотоку в глибоких венах таза пацієнтам виконували мультиспіральну комп'ютерну флебографію.

Пацієнтам з виявленими обструктивними або стенотичними змінами глибоких вен або підозрою на їх зовнішнє стиснення в ділянці таза в НВМКЦ «ГВКГ» проводили мультиспіральну комп'ютерну флебографію із загальним контрастуванням за допомогою 64-зрізового мультиспірального комп'ютерного томографа «Optima» (General Electric, США) з інстальованим пакетом програм для обробки зображень GE Advantage Workstation, яка давала змогу оцінити стан глибоких вен таза, НПВ, визначити тип оклюзії, шляхи відтоку, протяжність

оклюзії/стенозу, наявність колатерального кровообігу. Реконструкцію тривимірного зображення вен проводили за допомогою автоматичних протоколів обробки даних комп'ютерного томографа, доступних для комерційного використання. Також проводили відстрочене двоступеневе двонаправлене сканування для 3D-реконструкції зображення вен. Важливим

моментом вважали вибір оптимального часу для початку сканування залежно від особливостей гемодинаміки пацієнта. За допомогою МСКТ із контрастуванням визначали стан глибоких вен таза, НПВ, діаметр, протяжність оклюзії / стенозу, наявність колатерального кровообігу та шляхи венозного відтоку. Цей метод дає змогу виявити часткову реканалізацію судини або повну облітерацію просвіту вени, що перетворюється на сполучнотканинний тяж. За допомогою МСКТ флебографії виявляли шляхи відтоку крізь колатералі таза, гонадні та люмбальні вени (рис. А.3.8).

Особливо необхідною ця методика була при обстеженні поранених із групи з бойовою травмою. Насамперед визначали розташування травми щодо судин та навколишніх тканин, а також положення снаряда, що ранив (рис. 3.1).



а

б

Рис. 3.1. МСКТ. Візуалізація кулі, що пошкодила поверхневі стегнові вену і артерію: *а* – щодо кістки і м'яких тканин правого стегна; *б* – щодо магістральних судин у хворого на ПТХНК у стадії оклюзії стегново-підколінно-гомількового сегмента

Цю методику застосували у 24 (22,85) хворих в основній групі, у 6 (9,67) у контрольній групі та у 58 (100 %) у групі з бойовою травмою.

Мультиспиральна комп'ютерна флебографія з регіонарним контрастуванням

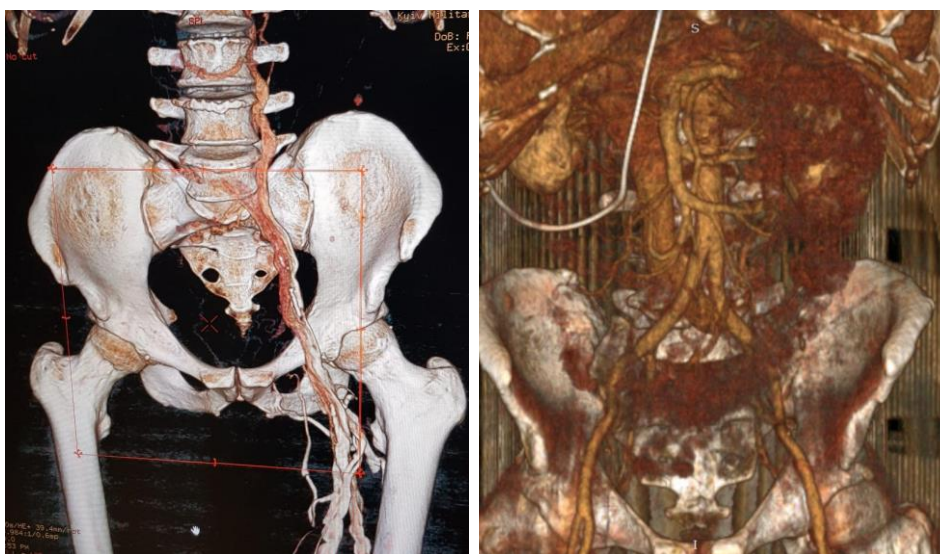
Дослідження проводилося за допомогою 64-зрізового мультиспирального комп'ютерного томографа «Optima» (General Electric, США) з інстальованим пакетом програм для обробки зображень GE Advantage Workstation. За рахунок можливості забезпечення постійної високої внутрішньовенної концентрації йодвмісної речовини під час дослідження якість зображення при 3D-реконструкції значно підвищувалася, поліпшувалася якість візуалізації колатеральних судин та шляхів відтоку при оклюзивних станах і значних стенозах (рис. 3.2).

Протокол МСКТ флебографії

На томографі задають такі параметри: 120 кВ, 280 мА, період обертання трубки – 0,5 с, товщина зрізу – 2-3 мм, pitch – 5,5, час виконання спіралі – 15 с, затримка початку сканування: автозапуск, концентрація йоду – 300–370 мг/мл; об'єм контрастної речовини – 100 мл, швидкість введення – 4 мл/с, алгоритм реконструкції – 1-2 мм, протяжність зони сканування – 450–500 мм, час затримки сканування – 120–180 с; напрямок сканування – до ніг (рис. 3.3).



Рис. 3.2. МСКТ флебографія з прямим контрастуванням. Стено-оклюзивні зміни глибокої вени стегна, оклюзія здухвинного сегмента ліворуч, оклюзія НПВ. Колатеральний відтік крізь варикозно змінені вени передньої черевної стінки



a

б

Рис. 3.3. МСКТ флебографія: *a* – стеноз 95% лівої зовнішньої здухвинної вени та оклюзія правої здухвинної вени, оклюзія НПВ до рівня ниркових артерій, відтік крові по люмбальних колатералях; *б* – посттромботична оклюзія правої загальної та лівої зовнішньої клубових вен

Недоліками методики вважали розмитий рівень конфлюєнса здухвинних вен у НПВ.

Наслідком перенесеного тромбозу була часткова реканалізація судини або повна облітерація просвіту вени, що перетворювалася на сполучнотканинний тяж (рис. А.3.9).

До obturaції венозного просвіту (найчастіше – після рецидивів гострого тромбозу) призводило також формування флеболітів за рахунок петрифікації тромбу у варикозно розширених венах нижніх кінцівок, венах тазового сплетення, широких зв'язок матки, гонадних вен у чоловіків, селезінки, іноді – печінки.

Методику застосували у 12 (11,42%) хворих в основній групі, у 14 (22,58%) у контрольній групі та в 23 (39,65%) у групі з бойовою травмою.

Пряма цифрова субтракційна флебографія

Пряму цифрову субтракційну флебографію (ЦСФ) проводили в НВМКЦ «ГВКГ» з використанням стаціонарної рентген-ангіографічної системи Innova 2100 (General Electric, Франція) та Alphenix Core+ (Canon Medical, Японія) з використанням програмного забезпечення QCA, QVA, DCA, DCA roadmap.

Пряму флебографію не використовували як першочерговий метод вибору інструментальної діагностики, оскільки це болісна та дорога процедура, яка потребує багато часу, дає високу дозу опромінення та може спричинити ускладнення. Дослідження проводили в умовах рентген-операційної з дотриманнями правил асептики. Для виконання дослідження уражену кінцівку бинтували еластичним бинтом вище за коліно. Операційне поле обробляли тричі розчином антисептика, проводили місцеву анестезію і пунктували будь-яку вену стопи досліджуваної кінцівки венозним катетером 21-23G. У разі пункції підколінної вени, під ультразвуковим контролем виконували постановку

інтродюсера діаметром 5 Fr. Інколи міг знадобитися невеликий розріз, щоб забезпечити вільну постановку інтродюсера, не пошкоджуючи навколишні тканини та стінку вени. Вводили катетер і повільно вводили контрастний розчин під флюороскопічним контролем. Ділянку інтересу знімали графічно, щонайменше в двох проєкціях. Ця методика забезпечує якісну деталізацію, особливо при плануванні реконструктивних втручань у пацієнтів із ПТХНК.

Визначеним нами недоліком ЦСФ є складність визначення справжнього діаметра ураженої судини, оскільки візуалізується лише її внутрішній просвіт. Важливою відмінністю між прямою ЦСФ і МСКТ є можливість при ЦСФ візуалізувати внутрішньолюмінальні деталі (рис. А.3.10).

Методику застосували в 14 (13,33%) хворих в основній групі, у 4 (6,45%) у контрольній групі та в 7 (12,06%) у групі з бойовою травмою.

За нашими даними, ЦСФ може спричинити такі ускладнення, як флебіт (4%), пошкодження тканин та формування повторного ТГВ кінцівки (4%). Рідкісним побічним ефектом є алергічна реакція на контраст. Зазвичай це відбувалося протягом 30 хв після введення і потребувало медичної допомоги. У більшості випадків пацієнт відновлював звичайну діяльність через 1–24 год.

Магнітно-резонансна томографія вен

Безконтрастну магнітно-резонансну венографію використовували для оцінки НПВ, вен таза та нижніх кінцівок. У деяких клінічних випадках (оцінка тазових вен) це дослідження було методом вибору. Комплексне обстеження венозної системи може тривати до 1 год.

Якісна магнітно-резонансна венографія дає змогу отримати зображення з мінімальним випромінюванням та контрастуванням (рис. 3.4), але має значні обмеження при обстеженні пацієнтів із бойовою травмою через наявність металевих осколків.

Методику застосували в 5 (4,76%) хворих в основній групі, у 1 (1,61%) у контрольній групі та в 3 (5,17%) у групі з бойовою травмою.



Рис. 3.4. МРТ. Візуалізація субоклюзії загальної стегнової вени зліва з виразним колатеральним кровотоком по поверхневій венозній системі стегна та варикозними змінами поверхневих вен

Визначення площі трофічної виразки

Визначення площі трофічної виразки проводили перед початком лікування, через 1 та 4 тиж, 6 і 12 міс відповідно до розробленого способу (Патент України на корисну модель UA№128624). За допомогою цифрового фотоапарата, обладнаного міліметр-градуйованою виносною рамкою фіксованої довжини, в режимі макрозйомки фотографують уражену частину шкіри (рис. А.3.11). Градуйовану вимірювальну рамку прикріплюють до штативного гнізда фотоапарата, що дає змогу швидко та просто фіксувати патологічні зміни, постійно зберігаючи однакову відстань і прямий кут при фотографуванні дефекту шкіри.

Для отримання зображень вимірювальну частину виносної рамки прикладають до здорових тканин поруч із дефектом шкіри, завдяки цьому значно знижуються ризики травмування або інфікування ранової поверхні чи

патологічно змінених ділянок шкіри (рис. А.3.12). Метод характеризується швидким виконанням: на отримання зображення витрачається 15–20 с, на обробку та обчислення цифрового фотознімку в програмі “ImageJ” – не більше 2 хв (рис. 3.5, рис.А.3.13).



Рис. 3.5. Клінічне застосування розробленого способу визначення площі трофічної виразки на прикладі дефекту шкіри медіальної поверхні правої гомілки: вимірювальна рамка розміщена поруч із патологічною ділянкою та контактує лише зі здоровими тканинами. Площа трофічної виразки окреслена безперервною білою лінією. Вимірювальна рамка дає змогу задати еталонну метрику з градацією 1 мм

Аналіз отриманих зображень виконують за допомогою програми для вивчення медико-біологічних зображень “ImageJ” з відкритим вихідним кодом для аналізу та обробки зображень. Розроблена співробітниками Національного інституту охорони здоров’я (National Institutes of Health, NIH) — агентства Департаменту охорони здоров’я США і поширюється без ліцензійних обмежень як суспільне надбання.

Використання цього способу давало змогу швидко отримати дані щодо площі ураження без контакту з патологічними ділянками шкіри, розрахувати площу дефекту. Спосіб характеризується об'єктивністю. Оцінювали периметр і площу рани, а також розраховували коефіцієнт загоєння рани (співвідношення периметра рани та її площі). У клінічних умовах виконували цифрову планіметричну оцінку конфігурації ранового процесу (динаміка загоєння, зміни розміру та об'єму).

У лікуванні трофічних виразок і ран однією з головних проблем є визначення процесу загоєння шляхом вимірювання об'єму рани, оскільки саме зменшення об'єму рани є найдостовірнішим маркером загоєння. Розроблений нами вдосконалений спосіб дає змогу неінвазивно визначати об'єм рани шляхом фотографування під різними кутами на відстані від 5 до 100 см та обробляти отримані дані за допомогою алгоритму Structure from motion (SFM) із тривимірною реконструкцією рани та подальшим вимірюванням об'єму. Отриману тривимірну модель поверхні рани калібрували за допомогою калібрувальної лінійки, відновлюючи реальні розміри, край рани обводили сплайном, останній конвертувався в поверхню й об'єднувався зі заздалегідь відсегментованою поверхнею рани.

Методику застосували у 28 (26,66%) хворих в основній групі, у 3 (4,83%) у контрольній групі та у 58 (100%) у групі з бойовою травмою.

Висновки до підрозділу

Аналіз даних інструментальних досліджень пацієнтів із ПТХНК виявив, що основною причиною тяжких форм перебігу захворювання є венозна гіпертензія, яка є наслідком циркуляторних венозних розладів у кінцівці через обструкцію прохідності глибоких вен у нереканалізованих сегментах та неспроможність клапанного апарата глибоких вен після тромбозу в ділянках реканалізації, клапанної недостатності перфорантних і меншою мірою підшкірних вен у зв'язку

з перевантаженням основних колатеральних шляхів скомпрометованим венозним відтоком.

3.4. Методи хірургічного лікування. Етапність хірургічних втручань, хірургічна тактика

3.4.1. Хірургічна тактика та етапність хірургічних втручань залежно від стадії, локалізації та поширення посттромботичної хвороби нижніх кінцівок

Використовували власну розробку тактики хірургічного лікування ПТХНК різної локалізації, яка спрямована на патогенетичну ланку хвороби. Основна мета лікування ПТХНК – ліквідація венозної гіпертензії, корекція вторинних порушень венозної гемодинаміки, за наявності трофічних порушень м'яких тканин нижніх кінцівок – загоєння трофічних виразок. Втручання проводили з дотриманням принципів радикальності та мінімальної травматичності. У пацієнтів основної групи та групи з бойовою травмою цьому сприяло впровадження малоінвазивних технологій. Головними завданнями цих втручань були: максимальне збереження функції нижніх кінцівок, швидке зменшення їх набряків і площі трофічних виразок, підвищення якості життя, запобігання ускладненням, що загрожують життю. Для підвищення ефективності втручання і забезпечення радикальності використовували хірургічну тактику комплексних втручань з урахуванням анатомо-гемодинамічної та клінічної форми захворювання.

Абсолютними показаннями до хірургічного лікування ПТХНК були втрата працездатності внаслідок хвороби та наявність трофічної виразки, відносними – перманентний помірний больовий синдром, трофічні виразки, що рецидивують, лімфорей, що персистує, «варикозний симптомокомплекс», психологічний вплив захворювання на якість життя, вплив захворювання на фізичну дієздатність та щоденну активність. Вибір лікувальної тактики проводили індивідуально залежно від клінічної та анатомо-гемодинамічної форми захворювання.

Усім пацієнтам проводили доопераційну підготовку й адекватне знеболювання (місцева тумесцентна анестезія розчином Кляйна при ендовенозній лазерній коагуляції (ЕВЛК) та радіочастотній абляції (РЧА), спінальна анестезія при відкритих оперативних втручаннях, дермопластиці, SEPS електро коагуляцією, SEPS електрозварюванням, при склеротерапії знеболювання не проводили).

За наявності трофічних порушень м'яких тканин нижніх кінцівок (n=82, 36,44%) проводили гістологічну оцінку виразок, залежно від клінічної фази ранового процесу – санацію ран та перев'язки. Для визначення типу бактеріальної флори та чутливості до антибіотиків усім хворим проводили посів з рани.

При поєднаному ураженні підколінних, стегнових і клубових сегментів насамперед намагалися вирішити проблему реканалізації клубових, а потім дистальних стегново-підколінних сегментів.

Усім пацієнтам на доопераційному етапі для визначення значущості обструктивних змін глибокої венозної системи проводили УЗДГ вен нижніх кінцівок і таза, за можливості – МРТ флебографію таза та НПВ, за показаннями – пряму флебографію.

Етапність хірургічних втручань у пацієнтів була такою:

перший етап – ліквідація горизонтального та вертикального рефлюксу венозної крові, переважно на гомілці;

другий етап – хірургічні втручання на глибокій венозній системі у хворих, у яких результатів першого етапу було недостатньо.

Зазвичай орієнтувалися на стан трофічних змін, набряків гомілок і стоп, дані дуплексного сканування глибоких вен щодо ступеня їх реканалізації. Майже в

усіх хворих спостерігали пряму кореляцію між реканалізацією магістральних вен і зменшенням клінічних виявів хвороби. Таким чином, вибір стратегії лікування, а також застосування необхідних методик оперативних втручань визначалися клінічною й анатомо-гемодинамічною формою захворювання і для хворих основної групи та групи з бойовою травмою полягали в наступному:

1. На першому етапі – ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів за допомогою загальновідомих напівзакритих хірургічних методик, ендовазальних лазерних, склерозувальних, клейових методиками, SEPS, РЧА, а також розроблених електрозварювальних та електрокоагуляційних технік. Мета першого етапу лікування – магістралізація венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен.

2. Другий етап – корекція обструктивних змін у глибоких венах після безуспішного першого етапу хірургічного лікування з урахуванням клінічної та анатомо-гемодинамічної форми ПТХНК. Застосовували резекцію, пластику та протезування магістральних вен, переважно їх шунтування (операції Хюснї та Пальма).

3. Пластичні відновні втручання при трофічних виразках (дебридмент, автодерматоластика після досягнення активних грануляцій).

3.4.2. Методи хірургічного лікування у хворих основної групи і групи з бойовою травмою на першому етапі хірургічного лікування

Ендовазальна лазерна коагуляція стовбурів підшкірних вен при вертикальному рефлюксі та перфорантних вен при горизонтальному рефлюксі

В основній групі проводили ЕВЛК стовбурів підшкірних вен, їх великих приток на гомілці та перфорантних вен. Процедуру виконували з проколу підшкірної або перфорантної вени за допомогою портативного вітчизняного

лазерного приладу «Ліка-хірург» (Україна) (рис. А.4.1) з довжиною хвилі 1470 нм та регульованою потужністю 10–15 Вт.

Обов'язковим етапом було проведення тумесцентної анестезії розчином Кляйна та формування гідросепарації тканин – «гідроподушки» навколо вени. Використання помпи (рис. А.4.2) дає змогу робити менше ін'єкцій під час процедури та забезпечує хороший розподіл анестетика навколо судини (рис. А.4.3).

Під час проведення ЕВЛК рівень розташування світловоду контролювали за допомогою ультразвукової навігації, а також візуально, відстежуючи зміщення пілотного променя світловоду (рис. А.4.4). Яскравим прикладом може бути лазерна абляція перфорантних вен навколо виразки під ультразвуковою навігацією (рис. А.4.5).

Методику використали у 24 (22,86%) хворих в основній групі та в 10 (17,24%) у групі з бойовою травмою.

Абляція склерозувальною речовиною стовбурів підшкірних вен при вертикальному рефлюксі та перфорантних вен при горизонтальному рефлюксі

Склероабляцію виконували ближче до дистальних точок витоку та в напрямку від більшого до меншого витоку. Склерозували всі патологічні перфорантні вени гомілки при СЕАР С4-С6, або лише неспроможні вени в при С2-С3.

Як склерозувальний агент використовували полідоканол (лауромакрогол 400) – детергент і місцевий анестетик. Торгова назва «Етоксисклерол», випускається в різних концентраціях – 0,25, 0,5, 1, 2 та 3% амп., по 2 мл. Не перевищуючи дозу до 2 мг/кг маси тіла на добу. Найчастіше використовували 1% концентрацію для вен вен 5-7 мм, при зменшенні діаметру використовували концентрацію 0,5%, пріоритетно проводили пінну склерозацію.

Склерозування вени проводили під ультразвуковим контролем. Якщо судина недоступна для візуального та пальпаторного контролю, використання цієї методики дає змогу запобігти ненавмисному паравенозному або внутрішньоартеріальному введенню склерозанта (рис. А.4.6).

Методику використали у 20 (19,05%) хворих в основній групі та в 11 (18,97%) у групі з бойовою травмою.

Радіочастотна абляція стовбурів підшкірних вен

Після інфільтрації місцевого анестезувального розчину під ультразвуковим контролем, антеградно пунктували цільову вену за Сельдингером. Установлювали інтродюсер 7-6 Fr, крізь який під ультразвуковим контролем просували провідник РЧА VENEFIT до гирла вени, що підлягала абляції. Проводили тумесцентну анестезію розчином Кляйна, інфільтруючи паравазальні тканини. На ультразвуковому контролі має чітко візуалізуватися «ореол» тумесцентного анестетика навколо судини-мішені (рис. А.4.7).

Для проведення РЧА використовували систему Covidien генератор ClosureRFG та ClosureFAST катетер (США). За замовчуванням температура розігрівання кінчика катетера становить 120 °С, стандартна довжина – 7 та 3 см. Максимальна потужність становила 40 Вт для 7 см і 18 Вт для 3 см. Кінець катетера розміщували на 2 см нижче від венозного гирла. Зварювання вени на її протязі проводили посегментно відповідно до довжини кінчика катетера, просуваючи його в каудальному напрямку до місця пункції вени.

Методику використали у 17 (16,19%) хворих в основній групі та в 10 (17,24%) у групі з бойовою травмою.

Електрокоагуляційна абляція стовбурів підшкірних вен при вертикальному рефлюксі та перфорантних вен при горизонтальному рефлюксі за розробленими методиками

Пацієнтам із тяжкою симптоматикою та посттромботичною оклюзією загальної стегнової, клубової і нижньої порожнистої вени виконували комбіновану оперативно-ендоваскулярну (гібридну) процедуру: клас доказовості 2В (рис. А.4.8).

«Напівзакриту» (частково відкриту) або закриту (пункційну) електрокоагуляційну абляцію вен гомілки використовували як малоінвазивний метод ліквідації рефлюксів у басейнах малої та великої підшкірних вен і/або перфорантів у хворих основної групи і групи з бойовою травмою за розробленою методикою (Патент на корисну модель №126617. 25.06.2018. Бюл. №12. Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі).

Усім хворим під контролем УЗДГ проводили маркування вен безпосередньо перед оперативним втручанням, обов'язково при якому повній ліквідації набряку кінцівки.

Процедуру проводили з використанням розроблених і запатентованих електрохірургічних інструментів (Патент на корисну модель №132851. 11.03.2019. Бюл. №5. Двополюсний циліндричний аблятор, Патент на корисну модель №132852. 11.03.2019. Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом. Бюл. №5, Патент на корисну модель №132855. 11.03.2019. Зрошувальний пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен. Бюл. 15 тощо) (рис. А.4.9).

На перших етапах роботи застосовували спеціальний біполярний термічний пристрій з оливоподібним кінчиком, адаптований до джерела живлення електрозварювального пристрою «ЕКВЗ-300» (рис. А.4.10).

Оперативне втручання виконували так. З відкритого хірургічного доступу довжиною до 3 см виділяли ділянку підшкірної або перфорантної вени, яку розсікали по передній стінці розрізом довжиною до 3 мм. У підшкірну вену

антеградно вводили спеціальний ендоблятор (рис. А.4.11), який проводили до упору в найближчий клапан вени. Якщо спроба проштовхнути його крізь клапан не вдавалась, вмикали струм, ендоблятор поступово протягували в проксимальному напрямку, у результаті «зварювався» просвіт вени по всій його довжині. Потім проводили ендоблятор у ретроградному напрямку. Аналогічним чином «зварювали» дистальну частину вени, пошкоджену компенсаторним варикозом.

Використовували зонди з оливою 3 мм, які вводили як в антеградному, так і в ретроградному напрямку. Під впливом ендовенозної електрокоагуляції відбувалася денатурація та дезорганізація колагену венозної стінки без утворення значного коагуляційного струпа. Відбувався спазм вени з потовщенням її стінки та різким звуженням просвіту, виповненим щільним гомогенним тромбом. По закінченні оперативного втручання на 7–10 днів накладали послідовне бинтування еластичним бинтом.

У подальшому були виявлені недоліки цього термічного електрохірургічного інструмента. Оливоподібна робоча частина не давала змогу виконувати процедуру крізь прокол вени з використанням інтродюсора. Була розроблена, апробована в експерименті та успішно впроваджена в клінічну практику модифікована робоча частина у вигляді циліндра різної довжини (рис. А.4.12).

Спосіб монополярної електрокоагуляції застосовували при абляції неспроможних перфорантних вен у зоні виразки венозного генезу. Для цього було створено інший інструмент – монополяр, адаптований до електрозварювального апарата. Його використовували під ультразвуковим контролем. Спосіб є безпечним і простим у виконанні, адже особливості електрокоагуляційного зонда-електрода забезпечували збереження здорових тканин за межами стінки судин (рис. А.4.13).

Методику використали у 10 (9,52%) хворих в основній групі та в 10 (17,24%) у групі з бойовою травмою.

Субфасціальна ендоскопічна дисекція перфорантних вен методом монополярної електрокоагуляції

Застосування дистанційних методів лікування ПТХНК було пріоритетом під час першого етапу лікування хворих основної групи і поранених. Для цього використали загальновідомий пристрій для ендоскопічної монополярної електрокоагуляції компанії «Karl Storz» у 11 (10,48%) хворих основної групи і у 7 (12,07%) у групі з бойовою травмою (рис. А.4.14).

Використання ендоскопічного пристрою монополярної електрокоагуляції для субфасціальної дисекції перфорантних вен дало змогу зменшити тривалість хірургічного втручання порівняно з відкритими операціями. Завдяки введенню циліндроподібного тубуса з відеокамерою відбувається проходження та візуалізація субфасціального простору з можливістю краще візуалізувати необхідні патологічні ділянки та провести їхню коагуляцію або дисекцію, зменшити ресурсоемність обладнання й скоротити кількість медичного персоналу, задіяного в проведенні операції, зменшити тривалість операції та післяопераційного відновлення пацієнта (рис. А.4.15).

Головними недоліками процедури є необхідність робити паузи для евакуації газів задимлення в субфасціальному просторі, висока температура монополярного електрода, карбонізація тканин, ризик опіку шкіри в місці розташування пасивного електрода. Тому нами розроблена нова методика з використанням технології електрозварювання.

Субфасціальна ендоскопічна дисекція перфорантних вен методом електрозварювання

За наявності великих трофічних змін на гомілці у хворих і поранених приймали рішення про застосування дистанційних методів лікування з мінімальним термічним навантаженням на тканини. Першочерговим завданням було розробити комплексний електрозварювальний пристрій, який дає змогу дистанційно під контролем відеокамери проводити високочастотне електрозварювання для абляції перфорантних вен разом з подаванням розчинів на ділянку його впливу. Ця процедура нами названа субфасціальною ендоскопічною електрозварювальною дисекцією перфорантних вен. Такий пристрій було створено та успішно використано в лікуванні за запатентованою методикою (Патент на корисну модель № 147536. Ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен. Дата реєстрації 19.05.21, Патент на корисну модель №132663. 11.03.2019. Бюл. №5 Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок).

Субфасціальну дисекцію перфорантних вен виконували спеціально розробленим нами пристроєм, який давав змогу проводити відеоскопію та електрозварювання неспроможних перфорантних вен крізь один доступ. Однією з особливостей є наявність підіймача фасції-розширювача субфасціального простору (див. рис. 2.26, *a*).

Застосування ендоскопічного електрозварювального комплексного пристрою для субфасціальної дисекції перфорантних вен дає змогу зменшити тривалість хірургічного втручання, краще візуалізувати необхідні патологічні ділянки, зменшити ресурсоємність обладнання та скоротити кількість задіяного медичного персоналу, за рахунок переваг методу електрозварювання зменшити тривалість післяопераційного відновлення пацієнта (рис. 3.6 і 3.7).

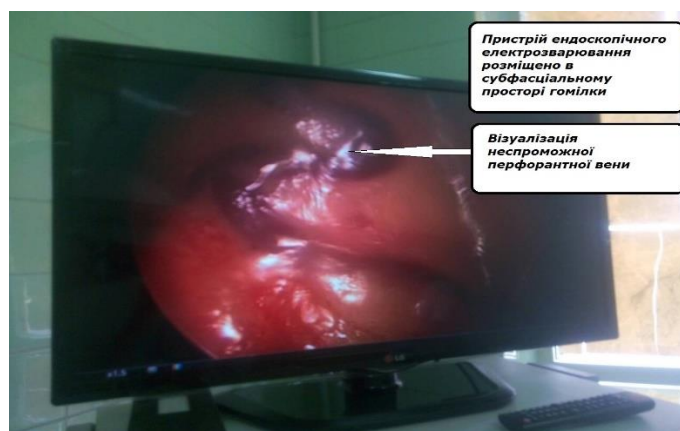


Рис. 3.6. Візуалізація неспроможних перфорантних вен на екрані монітора



Рис. 3.7. Субфасціальна ендоскопічна електрозварювальна дисекція перфорантних вен під контролем монітора. Відсутні карбонізація тканин і задимлення

Особливістю оперативного втручання є малоінвазивність і безпечність (формування герметичного шва стінок судини відбувається за температури до 146 °С із відсутністю ефекту карбонізації та пов'язаних з ним ускладнень).

Методику використали у 23 (21,9%) хворих в основній групі та в 10 (17,24%) у групі з бойовою травмою.

3.4.3. Класичні операції флебектомії та перев'язки перфорантних вен для магістралізації кровотоку нижніх кінцівок (операції Беккока, Кокета, Нарата)

У пацієнтів ретроспективної групи контролю (62 особи) застосовували класичні операції флебектомії та перев'язки перфорантних вен для магістралізації кровотоку нижніх кінцівок – операції Беккока, Кокета, Нарата.

Для проведення флебектомії магістральних поверхневих вен виконували «класичні» оперативні втручання, зокрема операцію Беккока – видалення варикозно зміненої ділянки підшкірної вени переважно на гомілці, при якій перетинають велику або малу підшкірну вену в зоні їх можливого видалення.

Також при проведенні «класичної» флебектомії у хворих контрольної групи використовували техніку операції за Нарату – під час втручання видаляли марковані венозні вузли та притоки поверхневих вен. Втручання виконували як під місцевою анестезією, так і під загальною. Воно полягало в усуненні вен за допомогою спеціалізованого гачка крізь мініатюрні проколи.

Епіфасціальна перев'язка перфорантних вен (операція Кокета)

Методика полягає у виконанні розрізу в ділянці гомілки та перев'язці перфорантних вен. Хірургічні доступи виконували по внутрішній поверхні гомілки від верхньої третини до кісточки в місцях виходу перфорантних вен. Після візуалізації неспроможних вен їх перев'язували над фасцією з невеликих шкірних розрізів довжиною близько 1 см у намічених під час УЗДГ точках (для визначення точної локалізації патологічної вени, її діаметра і стану клапанів), рану ушивали. Епіфасціальну перев'язку перфорантних вен виконували в пацієнтів, які мали від 5 до 14 балів за шкалою тяжкості перебігу ПТХНК та площу трофічної виразки до 26 см². У випадку тяжкого перебігу хвороби (≥ 15 балів за шкалою тяжкості перебігу ПТХНК) і виразних трофічних змін (площа трофічної виразки > 27 см²), а також мультиперфорантного скидання крові застосовували субфасціальну перев'язку недостатніх перфорантів.

У хворих контрольної групи виконали:

1. Флебектомію підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів (14 (22,58%)).
2. Перев'язку перфорантних вен із відкритих доступів (8 (12.90 %)).
3. Флебектомію підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів і одночасну перев'язку перфорантних вен (11 (17,74 %)).
4. Флебектомію підшкірних венозних стовбурів на гомілці з одночасною перев'язкою перфорантних вен із відкритих доступів і дерматопластиком (28 (45,16 %)).
5. Дерматопластику (12 (19,35 %)).

3.4.4. Методи хірургічного лікування у хворих основної і контрольної групи та групи з бойовою травмою на другому етапі лікування

Другий етап лікування ПТХНК – реконструктивно-відновні операції на глибоких венах (НПВ, клубових, стегнових, підколінних) використовували лише за неефективності першого етапу.

Ендофлебектомії – операції з видалення застарілих тромбів із відкритого доступу з венотомією застосовували лише у хворих із ПТХНК в стадії оклюзії стегнових вен з ізольованим характером ураження. Зазвичай приводом для виконання цих операцій було нарощення «свіжого» тромбу на дистальному кінці старого з елементом, що флотує, на його кінці (рис. 3.8). Методику застосували у 3 (4,84%) хворих контрольної групи.

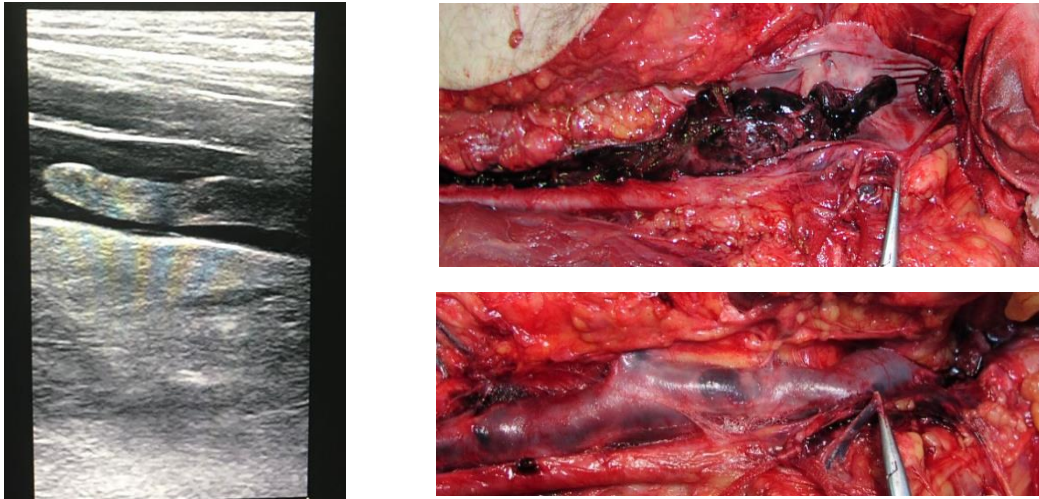


Рис. 3.8. УЗД. Візуалізація та інтраопераційний вигляд свіжого тромбу на дистальному кінці старого тромбу з елементом, що флотує, на його кінці

При шунтувальних операціях при оклюзії клубового сегмента в пацієнтів із тяжкою симптоматикою оклюзії клубової вени можна розглянути хірургічне втручання (феморо-феморальне або феморо-кавальне шунтування).

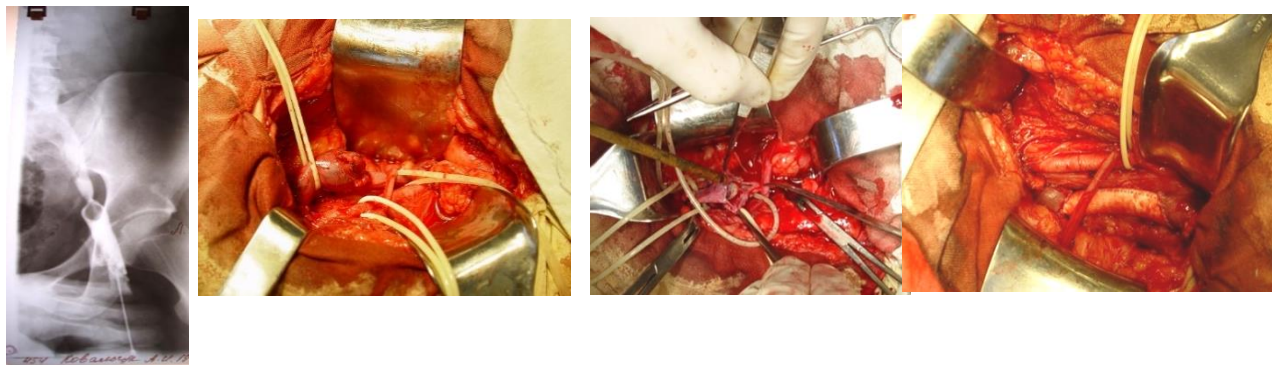
Ми застосовували також спосіб оперативного лікування за Боровковим – магістралізацію природного надлобкового колатерального шляху з відкритих доступів. Цю методику використали в 1 (1,61%) хворого контрольної групи.

Схеми реконструктивних операцій (М. Kunlin, Е. Palma, С. Hardin, Р.П. Аскерханов), які розглядались нами для відновлення прохідності оклюзії клубових вен, наведено на рис. А.4.16. Таку методику використали в 1 (0,95%) хворого в основній групі, у 6 (9,68%) у контрольній групі та в 2 (3,45%) у групі з бойовою травмою.

При виявленні оклюзії стегнових вен проводили операцію Хюснї та транспозиційні операції (рис. А.4.17) при реканалізації магістральних вен у нову позицію: транспозиція малої підшкірної вени у передню великогомілкову та м'язову вени в біфуркацію підколінної, транспозиція поверхневої стегнової вени в глибоку вену стегна з використанням як великої підшкірної вени, так і

синтетичних протезів із політетрафторетилену діаметром 6 мм. Операцію Хюсні використали в 11 (17,74%) хворих у контрольній групі, транспозиційні методики – у 7 (11,29%) хворих у контрольній групі та в 2 (3,45%) у групі з бойовою травмою.

Реконструктивні операції з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен виконували з відкритих позаочеревинних доступів (рис. 3.9, 3.10).



а

б

в

г

Рис. 3.9. Реконструктивні операції при оклюзії клубових вен синтетичними протезами: *а* – флебографічна візуалізація; *б* – інтраопераційна візуалізація ззовні; *в* – інтраопераційна візуалізація зсередини вени; *г* – загальний вигляд судин після реконструкції



Рис. 3.10. Реконструктивні операції при оклюзії НПВ синтетичними протезами. Загальний вигляд судини після реконструкції

Таку методику використали в 2 (1,90%) хворих в основній групі, у 4 (6,45%) у контрольній групі та в 4 (6,90%) у групі з бойовою травмою

Як альтернативу можна розглянути черезшкірну балонну реканалізацію. Ця процедура особливо рекомендована пацієнтам із вродженим синдромом Мейо–Тернера, який зазвичай виявляли зліва (рис. А.4.18). Ангіопластику та стентування уражених вен проводили залежно від гемодинамічної значущості стенозу. Таку методику використали в 7 (6,67%) хворих в основній групі та в 1 (1,74%) у групі з бойовою травмою (рис. 3.11, 3.12, А.4.19–А4.23)

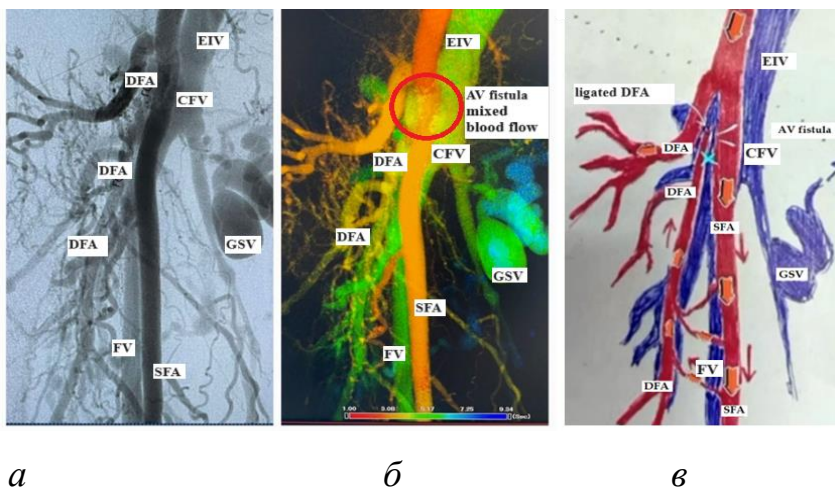


Рис. 3.12. Візуалізація артеріо-венозної фістули

a – пряма ангіографія; *б* – “Pseudo perfusion”; *в* – схематичний рисунок



Рис. 3.13. Зміна набряку нижньої кінцівки на 3-тю добу та через 1 міс після стентування здухвинної вени.

Тактика хірургічного лікування ПТХНК

Перший етап лікування: магістралізація венозного кровотоку

Ліквідація горизонтального рефлюксу

Основна група, група бойової травми	Контрольна група
Ендовазальні лазерні, радіочастотні, склерозувальні та клейові методики, SEPS, розроблені електрозварювальні та електрокоагуляційні техніки	Операції з флебектомії та перев'язки перфорантних вен для магістралізації кровотоку нижніх кінцівок: операції Бебкока, Кокета, Нарата

Ліквідація вертикального рефлюксу

Основна група, група бойової травми	Контрольна група
Ендовазальні лазерні, радіочастотні, склерозувальні та клейові методики, SEPS, розроблені електрозварювальні та електрокоагуляційні техніки	Операції з флебектомії та перев'язки перфорантних вен для магістралізації кровотоку нижніх кінцівок: операції Бебкока, Кокета, Нарата

Оцінка результатів



Консервативна терапія

Другий етап: реконструктивні втручання на глибокій венозній системі

Основна група, група бойової травми	Контрольна група
Балонна ангіопластика, стентування глибоких вен	Ендофлебектомія, шунтувальні операції, операції Пальма, Боровкова, Хюсні

3.5. Місцеве лікування трофічних виразок

Для ефективнішого очищення виразкової поверхні від гнійно-некротичних тканин, особливо в осіб, які отримали вогнепальні поранення магістральних судин, активно використовували ультразвукову кавітацію за допомогою низькочастотного ультразвуку та вакуумну терапію.

Для доставки випромінювання до необхідної зони застосовували черезшкірну лазеротерапію. Для цього була розроблена та виготовлена установка «Інноваційна багатофункціональна лазерна терапевтична “Фотонікс-21”» (Патент на корисну модель №147062 від 07.04.2021. Пристрій для ультратонованої індукційної лазеротерапії. Бюл. № 14), призначена для проведення терапії лазерним сканувальним (ЛС) променем (рис. А.5.1). Застосовували лише низькі щільності потужності лазерного випромінювання (при перерахунку на безперервний режим генерації – від 0,1 до 100,0 мВт/см² і 0,1–4,0 Дж/см²).

Методика лікування. Положення хворого – лежачи на спині. Положення випромінювача – контактне. Методика відпускання процедур – зони впливу (рис. 3.14). Проведення ЛС виконують через нанесення на шкіру гідрокортизону. Проведення МЛТ виконують контактено, одночасно з ЛС. Інредуктор встановлюють на проєкцію патологічного вогнища, паравертебрально на зону іннервації органів, ділянку рефлекторних зон або зону довгастого мозку.



Рис. 3.14. Дія низькоенергетичного лазерного випромінювання

Таку методику використали в 35 (33,33%) хворих в основній групі та у 25 (43,10%) у групі з бойовою травмою.

Застосування розробленого апарату лазерного випромінювання дало змогу в клінічних умовах вдосконалити лікувальний процес і скоротити термін реабілітації пацієнтів як із бойовою травмою, так і з захворюваннями судин венозного генезу.

3.6. Методи оцінки ефективності лікування хворих на ПТХНК

Головними критеріями оцінки ефективності та безпечності хірургічних втручань були:

1. Характер інвазивності.
2. Тривалість операції.
3. Необхідність госпіталізації, тривалість стаціонарного лікування.
4. Тривалість реабілітаційного періоду.
5. Наявність ускладнень, об'єм крововтрати.
6. Динаміка набряку кінцівок.
7. Динаміка інтенсивності больового синдрому.
8. Швидкість загоєння трофічних виразок: виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізація (площа).

Рівень больових відчуттів визначали за адаптованою та валідизованою ВАШ.

У ранньому післяопераційному періоді реєстрували появу таких ускладнень: гематоми в місцях пункцій або відкритого хірургічного доступу, розвиток запальних реакцій, тромбоз rekanалізованих вен, зміна чутливості, особливо при втручаннях на дистальних гомілкових сегментах, зміна об'єму кінцівки. Залежно від типу втручання фіксували гемодинамічні показники, крововтрату, час втручання.

У віддаленому періоді оцінювали венозну прохідність та швидкість кровотоку в глибокій венозній системі, увагу приділяли виявленню можливого тромбоутворення та швидкості загоєння трофічних виразок: виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізацію (площа), а також рецидивами набряків, больового синдрому, порушень трофіки.

Для визначення площі трофічних виразок застосовували розроблену безконтактну цифрову планіметричну оцінку конфігурації ранового процесу (динаміка загоєння, зміни розміру та об'єму): оцінювали периметр і площу рани, розраховували коефіцієнт загоєння рани (співвідношення периметра рани та її площі). Планіметричні коефіцієнти обчислювали з використанням програмного продукту «ImageJ», розробленого National Institutes of Health by an employee of the Federal Government (Bethesda, Maryland, USA), яке поширюють на умовах вільного доступу за посиланням <https://imagej.nih.gov/ij/> за допомогою відповідного пристрою.

З використанням комп'ютерного аналізу розраховані такі 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.

У лікуванні трофічних виразок однією з головних проблем було визначити процес загоєння шляхом вимірювання об'єму рани, оскільки саме зменшення об'єму рани є найдостовірнішим маркером загоєння.

В основу розробки власного вдосконаленого способу була покладена методика, яка дала змогу неінвазивно визначити об'єм рани шляхом фотографування під різними кутами та обробки отриманих даних за допомогою алгоритму SFM з подальшою тривимірною реконструкцією рани та вимірюванням об'єму (див. 3.3).

Виділяли такі градації результатів втручань:

хороші – зменшення клінічного класу за CEAP на ≥ 2 , зменшення клінічного перебігу захворювання на ≥ 10 балів за шкалою Villalta, відсутність або мінімальний вплив болю на повсякденну діяльність за ВАШ, зменшення венозної трофічної виразки на $\geq 50\%$ протягом 6 міс після втручання, збереження первинної прохідності (primary patency) реканалізованої вени або венозного шунта на рівні 80%;

задовільні – зменшення клінічного класу за CEAP на 2, зменшення клінічного перебігу захворювання до 9 балів за шкалою Villalta, мінімальний або помірний вплив болю на повсякденну діяльність за ВАШ, зменшення венозної трофічної виразки до 50% протягом 6 міс після втручання, збереження первинної прохідності реканалізованої вени або венозного шунта на рівні 65%, первинно-асистованої прохідності (primary-assisted patency) – на рівні 90%;

незадовільні – зменшення клінічного класу за CEAP на 1, зменшення клінічного перебігу захворювання до 5 балів за шкалою Villalta, значний вплив болю на повсякденну діяльність за ВАШ, зменшення венозної трофічної виразки до 30% протягом 6 міс після втручання або відсутність ранозагоювального ефекту на трофічну виразку, збереження вторинної прохідності реканалізованої вени або венозного шунта на рівні 30%.

При визначенні частоти ранніх ускладнень втручання (<6 тиж після втручання) враховували: нервові пошкодження, інфікування, вторинну кровотечу, тромбофлебіт, глибокий венозний тромбоз.

При визначенні частоти віддалених ускладнень втручань (≥ 6 міс після втручання) враховували: рецидив варикозного розширення вен (діаметр > 3 мм), рецидив рефлюксу неспроможних перфорантних вен, рецидив трофічної виразки, інфікування, мацерацію, алергічну реакцію при перев'язках.

При визначенні основних результатів (прямі результати) враховували: загоєння венозної виразки (зменшення площі виразки), час до повного заживлення, рецидив венозної виразки, наявність ускладнення, тривалість госпіталізації та післяопераційного періоду, тяжкість перебігу ПТХНК за шкалою Villalta.

При визначенні вторинних результатів (опосередковані результати) оцінювали набряк нижніх кінцівок, тяжкість перебігу ПТХНК за шкалою Villalta, зокрема симптоми (біль, судоми, тяжкість, парестезія, свербіж) і клінічні ознаки (набряк гомілки, індурація шкіри, гіперпігментація, почервоніння, венозна ектазія, біль при стисканні литки, трофічні виразки).

3.7. Етичні аспекти роботи, методи статистичної обробки отриманих результатів.

Етичні вимоги до проведення роботи передбачали інформування пацієнтів щодо мети, клінічних, лабораторних та інструментальних методів дослідження, які будуть використані, можливих ускладнень втручань, їхньої частоти, методів їх усунення, потенційної користі та ризику при використанні розроблених алгоритмів профілактики і лікування, очікуваних результатів та переваг, пов'язаних з участю в дослідженні. Пацієнтам повідомлено, що зазначені підходи до лікування ПТХНК не збільшують ризик виникнення ускладнень. Перевагою участі пацієнтів в дослідженні було поліпшення найближчих і віддалених результатів операцій. Дослідником гарантувалося збереження конфіденційності. Особиста інформація про пацієнта й дані, зібрані під час дослідження, були закодовані. Гарантувалося, що без згоди пацієнта персональні дані та фото не будуть опубліковані в статтях або доповідях, які міститимуть інформацію про результати цього дослідження. Пацієнти мали право дізнатися в лікаря, які дані було зібрано про них і для чого вони потрібні, а також ознайомитися з

інформацією про себе та надати доповнення або виправлення. Участь у цьому дослідженні була безоплатною.

Пацієнти поінформовані, що їхня відмова від участі в дослідженні не вплине на подальше лікування. Після письмової інформованої згоди на участь у дослідженні пацієнта залучали в групу.

Дисертаційна робота має експериментально-клінічний характер відповідно до мети і завдань дослідження. При виконанні дослідження керувалися «Загальними етичними принципами експериментів на тваринах» (Україна, 2001), наказом МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р., законом України № 3447-IV від 21.02.2006 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження», дотримувалися основних положень «Правил проведення робіт із використанням експериментальних тварин» (1977), GCP (1996), Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, яких використовують в експериментах та інших наукових цілях від 18.03.1986 р., Директиви ЄС № 609 від 24.11.1986 р., наказу МОЗ України № 373 від 22.07. 2005 р., наказу МОЗ України № 95 від 16.02.2009 р., наказу МОЗ України № 944 від 14.12.2009 р., Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (04.04.1997), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення медичних наукових досліджень за участю людини (1964–2000).

Протокол дослідження схвалено етичною комісією Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (протокол № 183 від 26.03.2024).

Методи статистичної обробки отриманих результатів

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням статистичного пакета IBM SPSS Statistics 22.

У цьому дослідженні вимірювали параметричні та непараметричні кількісні дані (об'єм кінцівок, об'єм зони епітелізації, оцінка за шкалою Villalta, вік пацієнтів тощо), номінальні (супутня захворюваність, коморбідність, види

оперативних утручань тощо), порядкові (ступінь складності хворих за шкалою Villalta, ступінь трофічної виразки, ступінь болю тощо), бінарні (стать хворих, етапність лікування тощо). Пілотні вимірювання ступеня складності хворих за шкалою Villalta виявили такі дані: для контрольної групи – 15(5), для основної – 13(4). Розраховано мінімально необхідну чисельність кожної з груп за формулою
$$n \geq \frac{t_{0,05}^2 \cdot (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\Delta \bar{X})^2} = 40.$$

Кількісні параметричні дані описували 95% ДІ, непараметричні – медіанами та міжквартильними інтервалами при обов'язковому зазначенні чисельності групи, номінальні та бінарні дані – розподілами в абсолютних та відносних (%) частотах та 95% ДІ часток. За потреби використовували поправку ф-Фішера.

Оцінювання впливовості фактора на кількісну параметричну ознаку в парних порівняннях проводили за t-критерієм Стюдента для пов'язаних та непов'язаних вибірок із розрахунком $\rho_\alpha(t, df)$ або порівнянням ДІ середніх вибірових. Вплив фактора вважали статистично стійким, або вибірки різними за умови $\rho_\alpha(t, df) \leq 0,05$, або за умови незбігу ДІ середніх вибірових. При аналізі впливовості фактора на кількісну непараметричну ознаку використовували критерій Манна–Уїтні (для непов'язаних вибірок) та критерії Вілкоксона і Z-знаків (для пов'язаних вибірок), порівняння ДІ середніх вибірових. Для оцінки достовірності різниці між вибірками номінальних даних використовували критерій χ^2 -Пірсона. Вплив фактора вважали статистично стійким або вибірки різними за умови $\rho_\alpha \leq 0,05$.

Для одночасного порівняння більше ніж двох пов'язаних вибірок кількісних даних використовували дисперсійний аналіз (ANOVA) за Фрідменом.

Клінічний ефект запропонованого методу лікування хворих на ПТХНК оцінювали за часткою хворих, в яких у динаміці лікування відбулося поліпшення рівня складності за шкалою Villalta через певні інтервали часу. Для визначення

залежності швидкості епітелізації виразки від її площі використовували кореляційний аналіз за Спірменом.

Нульову гіпотезу рівності змінних відкидали при $p < 0,05$.

Висновки до розділу

Аналіз клінічних даних пацієнтів дав змогу виділити такі закономірності:

1. Усі пацієнти з ПТХНК, залучені в основну, контрольну групи та групу з бойовою травмою, мали прямі показання до проведення хірургічного лікування та тяжкий тип перебігу захворювання.
2. Обструктивні зміни венозної системи при ПТХНК характеризуються виразнішими трофічними порушеннями нижніх кінцівок при наявній венозній гіпертензії в стадії оклюзії магістрального венозного русла порівняно з його реканалізацією.
3. Трофічна виразка на початку лікування спостерігалася у 82 (36,44%) осіб з тяжкими виявами в групі бойової травми.
4. Бойова травма інших локалізацій у 8,0% хворих значно погіршувала як стан ураженої ПТХНК кінцівки, так і загальний стан пораненого.
5. Больовий компонент хвороби мав значний вплив на повсякденну діяльність пацієнтів, що зумовлювало високу частоту їх непрацездатності.
6. Для визначення поширення та стану обструктивних змін глибокої венозної системи спочатку проводили УЗДГ вен нижніх кінцівок і таза, МРТ флебографію таза та НПВ, за показаннями – пряму флебографію.
7. Запропоновані доповнення до класифікацій ПТХНК дали змогу нам визначати показання й стратегію оперативних втручань, а також оцінювати результати лікування. Класифікаційні блоки ПТХНК у нашому дослідженні є такими: клінічний, стадійний, видовий і анатомічний.
8. Лікувальну тактику визначали індивідуально залежно від клінічної і анатомо-гемодинамічної форми захворювання.

9. На першому етапі хірургічного лікування усували горизонтальний рефлюкс венозної крові, за потреби – вертикальний, переважно на гомілці. Другим етапом проводили хірургічні втручання на глибокій венозній системі у хворих, яким результатів першого етапу було недостатньо.
10. Оперативні втручання при ПТХНК у хворих основної групи і поранених виконували малоінвазивно з ультразвуковою навігацією, переважно за допомогою розроблених нами пристроїв та способів, що дало змогу спростити маніпуляції, чітко візуалізувати і визначати уражені анатомічні структури, зменшити травматичність операцій та здебільшого проводити їх амбулаторно.
11. При поєднаному ураженні підколінних, стегнових і клубових сегментів насамперед вирішували проблему в клубових, а потім – у дистальних сегментах.
12. На відміну від групи контролю в пацієнтів основної групи та поранених другий етап хірургічного лікування на магістральних венах виконували значно рідше.

Основні наукові результати розділу опубліковані в таких працях:

1. Cherniak, V. A., Rogovskiy, V. M., Nahaliuk, Yu. v., Dybkaliuk, S. v., Gybalo, R. v., & Karpenko, K. K. (2021). TREATMENT OF COMBAT FIRE INJURIES CONSEQUENCES OF THE LOWER LIMBS' MAJOR VESSELS FOR THE PERIOD OF ATO AND JFO IN 2014-2019. *World of Medicine and Biology*, 17(76), 153. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2021-2-76-153-158>
2. Chernyak V., Batsak B., & Karpenko K. (2022). Prevention and treatment of recurrent trombosis after reconstruction of major vessels. *Thrombosis Research. Volume 213. Supplement 1, S1(1)*, 33–33.
3. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Dubenko D.Ye., & Muzichenko P.F. (2020). Usage of high-frequency electric welding in vascular surgery. *Матеріали ІХ*

Міжнародної Конференції «Медицина Фізика – Сучасний Стан, Проблеми, Шляхи Розвитку. Новітні Технології» (Київ, 23-25 Вересня, 2020 Рік), 220–223.

4. Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., & Дорошенко С.В. (2018). Перший досвід експериментального застосування електрозварювального пристрою для одномоментного безшовного з'єднання порожнистих структур. . *Хірургія України, 4(1), 137–138.*
5. Дубенко Д.Є., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2019). Інструмент для одномоментного з'єднання судин методом електрозварювання живих тканин: історія, проблеми. Розробки, перспективи. *«Зварювання Та Термічна Обробка Живих Тканин. Теорія, Практика. Перспективи».* *Матеріали XIV Науково-Практичної Конференції 29 Листопада 2019 р. Київ, 13–18.*
6. Карпенко К.К., Гичка С.Г., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., Пархоменко М.В., & Дорошенко С.В. (2018). Запровадження в клінічну практику ендоскопічної субфасціальної диссекції перфорантних вен із застосуванням технології високочастотного електрозварювання в хірургії посттромботичної хвороби нижніх кінцівок. *«Зварювання Та Термічна Обробка Живих Тканин. Теорія, Практика. Перспективи».* *Матеріали XIII Науково-Практичної Конференції 30 Листопада-1 Грудня 2018 р.. Київ, 1(1), 40–42.*
7. Мішалов В.Г., & Карпенко К.К. (2018, September 28). Іліокавальна реконструкція стентами у пацієнтів з посттромботичною обструкцією венозного відтоку (результати першого моноцентрового дослідження. *Матеріали XXIV з'їзду Хірургів України 26-28 Вересня, м. Київ. 2018. , 402–403.*
8. Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Сіваш Ю.Ю., Щепетов М.В., & Карпенко К.К. (2020). Результати лікування поранень магістральних

судин у ході операції об'єднаних сил на Сході України за період із 2014 по I квартал 2019 року. *Матеріали Конгресу «Сухаревські Читання», 26-27 Березня 2020 Року, Ужгород.*, 130–139.

9. Черняк В. А., Мішалов В.Г., Дорошенко С.В., Карпенко К.К., Пархоменко М.В., Хворостяна Т.Т., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., & Музиченко П.Ф. (2019). *Патент на корисну модель “Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок”* (№132663. 11.03. 2019. Бюлетень №5).
10. Черняк В. А., Хворостяна Т.Т., Дорошенко С.В., Пархоменко М.В., Музиченко П.Ф., Гуменчук О.Ю., Шевченко О.О., & Карпенко К.К. (2018). *Патент на корисну модель “Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі”* (№126617. 25.06. 2018. Бюлетень №12.).
11. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019а). *Патент на корисну модель “Зрошувальний пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен”* (№132855. 11.03. 2019. Бюлетень №5.).
12. Черняк В. А., Шевченко О.О., Дорошенко С.В., Хворостяна Т.Т., Пархоменко М.В., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., & Зіневич Я.В. (2019b). *Патент на корисну модель “Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом”* (№132852. 11.03. 2019. Бюлетень №5.).
13. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). *Магнітно-лазерна техніка в комплексному лікуванні захворювань судин, трофічних виразок і ран. X Міжнародна Інтернет-Конференція «Медицина*

Фізика – Сучасний Стан, Проблеми, Шляхи Розвитку. Новітні Технології» м. Київ. 22-24 Вересня 2021 Року., 167–177.

14. Черняк В.А., Ляховський В.І., Рябушко Р.М., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Комплексне лікування венозних трофічних виразок нижніх кінцівок* (Черняк В. А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ “Київський університет.”
15. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., & Карпенко К.К. (2021). *Можливості та перспективи застосування технології високочастотного електрозварювання живих тканин у хірургії* (Черняк В.А., Ed.; 1st ed., Vol. 1). ВПЦ «Київський університет».
16. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Мандзюк Т.І., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). *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. , 182–188.*
17. Черняк Віктор Анатолійович, Карпенко Костянтин Костянтинович, Гибало Ростислав Віталійович, Музиченко Петро Федорович, & Дубенко Дмитро Євгенович. (2021). *Патент на корисну модель “Ендоскопічний електрозварювальний комплексний пристрій для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен”* (№ 147536 19.05.21.).
18. Чухраєв М.В., Малюта В.І., Шморгун А.О., Забулонов Ю.Л., Невструєв В.П., Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2021). *Патент на корисну модель “Пристрій для ультратонової індукційної лазеротерапії”* (№147062. від 07.04.2021, Бюлетень № 14).

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ОБ'ЄКТИВНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ХВОРИХ ІЗ ПОСТТРОМБОТИЧНОЮ ХВОРОБОЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК

4.1. Клінічний огляд пацієнта та інструментальна діагностика венозної системи

Оскільки ПТХНК є хронічним захворюванням, яке часто має тенденцію до динаміки або у бік підсилення симптомів, або в бік їх зникнення, рекомендується обрати вичікувальну тактику щодо діагностики ПТХНК протягом принаймні 3 міс. Упродовж цього часу має зникнути початковий біль і набряк, пов'язаний із гострим ТГВ. Діагностику ПТХНК слід провести після того, як мине гостра фаза хвороби (до 6 міс).

4.1.1. Амбулаторне обстеження

Під час розпитування пацієнта з ПТХНК з'ясовували тривалість існування попередньої варикозної хвороби, наявність епізодів трофічних виразок в анамнезі, тривалість набряків, болю у стані спокою і трофічних змін кінцівки, зміни їхньої інтенсивності, поширеності, справжню локалізацію больового синдрому. Можливе одночасне поєднання двох-трьох венозних симптомів в одного пацієнта (табл. Б.1.1–Б.1.3).

4.1.2. Фіскальне обстеження пацієнтів

При фізикальному дослідженні вимірювали обвід стегна на 5 см нижче від пахової складки та обвід гомілок на 10 см вище від кісточок гомілки та посередині гомілки – від кісточок до колінного суглоба.

Дані щодо набряку нижніх кінцівок у досліджуваних групах наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Ступінь виразності набряку

Ступінь виразності набряку	Основна група (n=105)	Контрольна група (n=62)	Група з бойовою травмою (n=58)	Рівень статистичної значущості (p)
Без набряку	21	12	12	>0,05
Легкий	36	22	19	>0,05
Середній	33	19	18	>0,05
Тяжкий	15	9	9	>0,05

У хворих із надлишковою масою тіла (n=15, 12,82% від кількості хворих зі стадією С5-С6) переважали декомпенсовані форми ПТХНК (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Антропометричні показники хворих з надмірною масою тіла (n=15)

Показник	Основна група, n=8	Контрольна група, n=6	Бойова травма, n=1
Індекс маси тіла, кг/м ²	32,6±1,2	33,1±1,3	35,0
Обвід стегна, см	67,7±3,1	68,2±3,2	64,5
Обвід гомілки посередині,	47,5±1,4	48,1±1,2	45,0
Обвід гомілки в нижній третині, см	35,5±1,2	36,1±1,1	35,0

4.1.3. Інструментальне підтвердження наявності ПТХНК

Для підтвердження того, що симптоматика спричинена венозною недостатністю, доповнювали клінічну характеристику ураження глибоких вен інструментальними даними. Для цього застосовували:

- 1) дуплексне сканування глибоких вен нижніх кінцівок;
- 2) МРТ із контрастуванням;
- 3) МСКТ із контрастуванням магістральних вен;
- 4) пряму цифрову субтракційну флебографію.

4.1.4. Ультразвукове дослідження макрогемодинаміки ураженої кінцівки

Для підтвердження діагнозу після госпіталізації до стаціонару пацієнтам проводили УЗДГ вен нижніх кінцівок і таза (табл. Б.1.4).

Зіставляли дані УЗДГ, клінічні й анамнестичні.

За класами СЕАР статистично значущої різниці між групами не виявлено ($p>0,05$). Отримані дані наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Розподіл хворих відповідно до класифікації СЕАР

СЕАР	Основна група (n=105)	Контрольна група (n=62)	Бойова травма (n=58)
С2 (венозна ектазія)	15	6	7
С3 (набряк)	17	11	9
С4 (дерматосклероз)	22	14	5
С5 (загосна трофічна виразка)	16	7	12
С6 (активна трофічна виразка)	35	24	25

Дані УЗДГ нижніх кінцівок і таза при встановленні остаточного діагнозу ПТХНК не завжди збігалися з даними клінічного обстеження, тому для

верифікації діагнозу ПТХНК обов'язково слід проводити ультразвукове дослідження вен нижніх кінцівок і таза. Дані УЗДГ вен нижніх кінцівок та тазу основної та контрольної груп дослідження надані в таблиці Б.1.4., статистичної різниці між групами не виявлено ($p > 0.05$).

4.1.5. Рентгенологічні дослідження макрогемодинаміки ураженої кінцівки

Після проведення УЗДГ, неінвазивних МСКТ та МРТ флебографії, а також прямих ЦСФ визначали характер обструктивних змін венозної системи та проводили кількісний аналіз оклюзійно-стенотичних уражень (табл. 4.4, 4.5).

Таблиця 4.4

Характер обструктивних змін та оклюзійно-стенотичних уражень венозної системи у хворих на ПТХНК основної та контрольної груп

Стадія захворювання	Основна група, n=105		Контрольна група, n=62		Достовірність різниці	
	n	%	n	%	χ^2	p
Оклюдія	16	15,24	9	14,52	0,02	0,9
Реканалізація	2	1,90	2	3,23	0,29	0,59
Часткова реканалізація:	87	82,86	51	82,26	0,01	0,92
стеноз 5-25%	17	19,54	8	15,69	0,32	0,57
стеноз 26-50%	31	35,63	19	37,25	0,04	0,85
стеноз 51-70%	37	42,53	23	45,10	0,09	0,77
стеноз 71-95%	2	2,30	1	1,96	0,02	0,9

Таблиця 4.5

Характер обструктивних змін та оклюзійно-стенотичних уражень венозної системи у хворих на ПТХНК групи з бойовою травмою (n=58)

Стадія захворювання	n	%
---------------------	---	---

Оклюдія	9	15,52
Реканалізація	1	1,72
Часткова реканалізація:	48	82,76
стеноз 5-25%	7	14,58
стеноз 26-50%	17	35,42
стеноз 51-70%	22	45,83
стеноз 71-95%	2	4,17

4.1.6. Моделювання трофічної виразки. Площа та об'єм трофічних виразок

Найефективнішим виявився метод тривимірної реконструкції венозної ТВ, який передбачає фотографування ТВ під різними кутами на відстані від 5 до 100 см (2 знімки та більше) з неінвазивним збором даних за допомогою алгоритму SFM і тривимірною реконструкцією рани. Отриману реконструкцію опрацьовують за допомогою стандартного програмного забезпечення для тривимірного моделювання з подальшим визначенням геометричних параметрів, зокрема площі та об'єму рани (рис. 4.1).

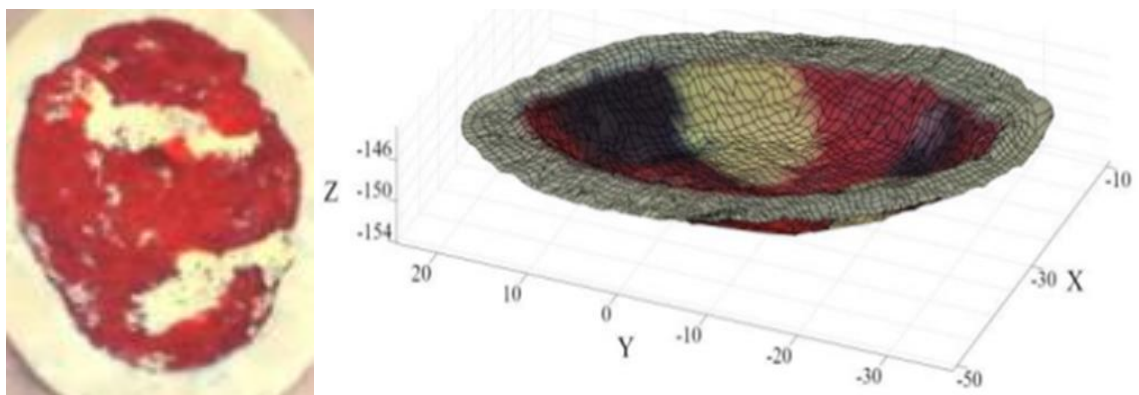


Рис. 4.1. Тривимірна реконструкція венозної трофічної виразки запропонованим способом

Динаміку епітелізації та виповнення ТВ оцінювали з розрахунком середньої швидкості загоєння виразок (см^2) на добу та середньої швидкості їх виповнення (см^3) на добу.

4.2. Лабораторні дослідження у хворих на ПТХНК

Проведений аналіз загальноклінічних показників крові виявив очікуване збільшення кількості лейкоцитів в основній групі у 37 (35,2±9,2)% хворих та із зсувом лейкоцитарної формули вліво у 34 (32,4±9,1)%, у контрольній групі – відповідно в 23 (37,1±12,3)% і 20 (32,3±11,9)% осіб ($p>0,05$).

У пацієнтів із ТВ нижніх кінцівок зафіксували більше збільшення кількості лейкоцитів ($>15 \cdot 10^9/\text{л}$). Такі зміни були особливо характерними для пацієнтів із ТВ у гнійно-некротичній фазі. Лейкоцитоз $> 15 \cdot 10^9/\text{л}$ відзначено у 23 осіб (10,2±4,0)% (у 14 (13,3±6,6)% в основній групі та 9 (14,5±8,9)% – у контрольній групі). У 22 пацієнтів (9,8±3,9)% зафіксували прискорення ШОЕ >20 мм/год (у 11 (10,5±5,9) в основній групі та 11 (17,7±9,7) – у контрольній групі).

Виявлено збільшення кількості фібриногену $>5,0$ г/л у 69 (65,7±9,2)% осіб із основної групи, у 40 (64,5±12,2)% із контрольної групи, та 35 (60,3±12,9)% із групи бойової травми ($p>0,05$).

Середній вміст С-реактивного білка в пацієнтів основної групи становив (7,45±2,2) мг/л, у хворих контрольної групи – (7,54±1,89) мг/л, у пацієнтів групи з бойовою травмою – (6,44±1,8) мг/л. У 25 (23,8±8,2)% пацієнтів основної групи, що мали виразкову або змішану (варикозно-виразкова, набряково-виразкова) клінічну форму, цей показник перевищував 10 мг/л. Аналогічні зміни відзначено у 22 (35,5±12,2) % пацієнтів контрольної групи.

Середній рівень білка в крові (г/л) становив в основній групі (67,65±6,25), у контрольній групі – (67,72±7,38), у групі бойової травми – (67,62±3,96).

Висновок до підрозділу

На підставі отриманих нами даних можна припустити, що особливістю клінічного перебігу ПТХНК з наявністю венозної гіпертензії та венозного стазу,

трофічних змін шкірних покривів, ТВ великого та гігантського розміру є вияви виразного ендотоксикозу, зокрема гіпопротеїнемія, підвищений рівень лейкоцитозу, більш виразні у хворих з виразковою або змішаною (варикозно-виразкова, набряково-виразкова) клінічною формою ПТХНК, особливо за наявності ТВ у фазі гнійно-некротичних змін.

4.3. Особливості місцевого лікування трофічних виразок у хворих на ПТХНК

Лікування ТВ проводили в супроводі лазерної доплерівської флоуметрії на всіх етапах лікування (рис. Б.3.1).

Алгоритм місцевого лікування:

- корекція регіонарної мікроциркуляції (магнітолазерна терапія, зокрема в комбінації з місцевим застосуванням медикаментозних засобів і Призначенням венотоніків, непрямими антикоагулянтами, новими оральними антикоагулянтами, пентоксифіліном, еластичною компресією тощо);
- лікування ранової інфекції (дебридмент ТВ відповідно до стадії виразкового процесу, вакуум-терапія, гігієнічні заходи);
- пришвидшення регенеративних процесів: активності грануляцій і епітелізації за рахунок медичних пов'язок із секретом мезенхімальних стовбурових клітин;
- різні варіанти закриття ТВ (тимчасове – штучною або алошкірою, кінцеве – автодермопластика, фібробласти тощо).

Корекція регіонарної мікроциркуляції

У місцевому лікуванні ТВ корекції регіонарної мікроциркуляції досягали переважно завдяки використанню магнітолазерної технології (МЛТ). У хворих основної групи застосовували пристрій «Gelios Ultra E-Light». МЛТ – це вплив оптичного потоку червоного, інфрачервоного і синього діапазону спектру на

певні зони або тканини людини джерелом, розташованим у постійному або імпульсному магнітному полі. Ми використовували розроблену «Інноваційну лазерну терапевтичну установку “Фотонікс-21”» у хворих основної групи і групи з бойовою травмою. Для лікувальної дії на поверхнево розташовані вогнища застосовували сканування лазером в червоній частині спектра випромінювання в безперервному режимі генерації (рис. Б.3.2, Б.3.3). У хворих із великою поверхнею періульцеральних трофічних змін використовували двокомпонентну МЛТ (рис. Б.3.4). Метод МЛТ виявився досить ефективним у лікуванні ТВ у поєднанні з патологічною пігментацією шкіри (рис. Б.3.5). Важливим було лікування екзематозних змін шкіри по периферії ТВ. Лікування за допомогою МЛТ ТВ у хворих після вогнепальних поранень гомілок майже не відрізнялося від такого у пацієнтів основної групи (рис. Б.3.6). Лікування гігантських ТВ створювало значні складності, було економічно затратним і тривалим. Зменшити ці проблеми також допомагало використання МЛТ (рис. Б.3.7).

Лікування ранової інфекції передбачало дебридмент ТВ, вакуум-терапію, гігієнічні заходи. Процес лікування починали з дебридменту, тобто звільнення виразки від змертвілих тканин та її очищення від нашарувань фібрину (рис. Б.3.8). Вакуум-терапію застосовували як один із основних компонентів лікування ранової інфекції (рис. Б.3.9).

Пришвидшення регенеративних процесів було можливим після переходу виразки у фазу репарації, що характеризувалося очищенням ранової поверхні, появою грануляцій, зменшенням перифокального запалення та ексудації. Основним завданням лікування ТВ у цій фазі репаративного процесу є стимуляція росту й дозрівання сполучної тканини. Збільшували активність грануляцій і епітелізації за рахунок медичних пов'язок із секретом мезенхімальних стовбурових клітин (рис. Б.3.10).

Варіанти закриття ТВ: використання колагену із підслизового шару тонкого кишечника свині та гідрогелеві пов'язки типу Allevyn. Використовували декілька варіантів закриття ТВ: тимчасове – штучною шкірою або алошкірою, кінцеве – автодермопластика, фібробласти тощо) (рис. Б.3.11, Б.3.12).

Висновки до підрозділу

1. Місцеве лікування трофічних виразок слід розглядати в парадигмі комплексного лікування пацієнта, спрямованого на багатовекторне застосування терапії.
2. Упровадження в клінічну практику низькоенергетичного лазерного випромінювання дає змогу прискорити процеси репарації (Патент на корисну модель № 147062 від 07.04.2021, Бюл. 14. Пристрій для ультратонові індукційної лазеротерапії).
3. Фотодинамічний вплив лазерного опромінення та ультразвукову кавітацію як інструментальні методи при місцевому лікуванні трофічних виразок слід застосовувати для ефективною деконтамінації та дебридменту ранової поверхні.
4. Місцеве застосування біологічних тканин і антисептиків при терапії трофічних виразок можна розглядати як безумовний вибір при їх лікуванні.

Основні наукові результати розділу опубліковані в таких працях:

1. Kazmirchuk, A., Yarmoliuk, Y., Lurin, I., Gybalo, R., Burianov, O., Derkach, S., & Karpenko, K. (2022). Ukraine's Experience with Management of Combat Casualties Using NATO's Four-Tier "Changing as Needed" Healthcare System. *World Journal of Surgery*, 46(12), 2858–2862. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06718-3>
2. Карпенко Костянтин Костянтинович, Заруцький Ярослав Леонідович, Асланян Сергій Арменакович, Король Сергій Олександрович, Фомін Олександр Олександрович, Вовк Михайло Сергійович, Гончарук Віктор

Степанович, Мусенко Олег Якович, & Гангал Ігор Іванович. (2018).

Патент на корисну модель “Спосіб вимірювання площі дефектів шкіри при їх діагностиці та в динаміці лікування” (№128624 25.09.2018, Бюл.№ 18).

3. Лазоришинець В.В., Цимбалюк В.І., Хоменко І.П., Лурін І.А, Усенко О.Ю., Бойко В.В., Сіромаха С.О., Роговський В.М., Гангал І.І., Береговий О.А., Коваль Б.М., Бондаревський А.О., Родіонов О.С., Ремень І.І., Карпенко К.К., Тхоревський О.В., & Дубенко Д.Є. (2019). *Бойова травма серця, грудної аорти та магістральних судин кінцівок* (Лазоришинець В.В., Ed.; Vol. 1). ТНМУ.
4. Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Сіваш Ю.Ю., Щепетов М.В., & Карпенко К.К. (2020). Результати лікування поранень магістральних судин у ході операції об’єднаних сил на Сході України за період із 2014 по І квартал 2019 року. *Матеріали Конгресу «Сухаревські Читання», 26-27 Березня 2020 Року, Ужгород.*, 130–139.
5. Черняк В.А., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Цема Є.В., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). 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.*, 167–177.

РОЗДІЛ 5 РЕЗУЛЬТАТИ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ ВІДКРИТИМИ ТА МАЛОІНВАЗИВНИМИ СПОСОБАМИ У ХВОРИХ НА ПОСТТРОМБОТИЧНУ ХВОРОБУ НИЖНІХ КІНЦІВОК

5.1. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп після першого етапу лікування (через 1 міс після втручання)

Оцінювали загальну кількість ускладнень, об'єм крововтрати, тривалість операції, необхідність госпіталізації, тривалість госпітального періоду, тяжкість ПТХНК за шкалою Villalta, динаміку больового синдрому, набряків кінцівок, загоєння трофічних виразок (виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізація (площа)). Етапи контролю – через 5, 14 та 30 днів після проведення втручання на поверхневих венах гомілки і перфорантах.

5.1.1. Ускладнення

Після проведення оперативного лікування в пацієнтів всіх груп зафіксували такі ускладнення: болючий тяж по ходу судини, екхімози по ходу вени, щільний інфільтрат, лімфорей, опіки шкіри, підшкірні гематоми, порушення шкірної чутливості, тромбофлебіт. Дані про виявлені післяопераційні ускладнення наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Розподіл пацієнтів досліджуваних груп за післяопераційними ускладненнями

Ускладнення	Основна група (n=105)			Контрольна група (n=62)			Бойова травма (n=58)
	m	%	m%t	m	%	m%t	
Болючий тяж	5	26,3	21,2	4	14,3	13,6	2
Екхімози по ходу вени	0	0,0		7	25,0	16,8	0
Інфільтрат	6	31,6	22,4	5	17,9	14,9	3

Підшкірні гематоми				4	14,3	13,6	0
Порушення шкірної чутливості	4	21,1	19,6	5	17,9	14,9	2
Інші	4	21,1	19,6	3	12,0	[2,2;28,2]	0
Усього	19	100,0		25	101,3		7

У табл. 5.1 до розділу «Інші» віднесено ускладнення, зафіксовані в поодиноких випадках: у контрольній групі – лімфорейя, опіки шкіри та тромбофлебіт, в основній групі, окрім зазначеного, один випадок підшкірних гематом. Для групи з бойовою травмою через малий об'єм вибірки результати наведено в абсолютних частотах.

Установлено, що в пацієнтів контрольної групи статистично значуще частіше ($p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$) виникали післяопераційні ускладнення різного ступеня виразності. В інших групах частки післяопераційних ускладнень статистично значущо не відрізнялися ($p_{\alpha}(t, df) = 0,31$) (рис. 5.1).

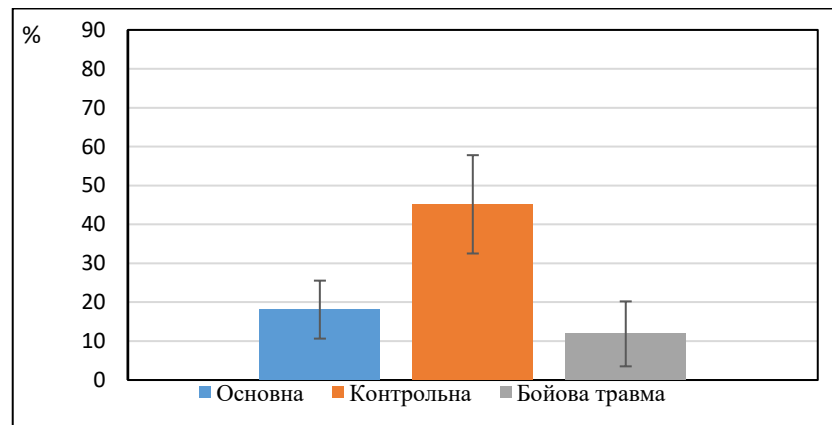


Рис. 5.1. Загальна частота післяопераційних ускладнень у досліджуваних групах

Різниця за частотою виникнення ускладнень між основною групою при використанні малоінвазивних методик і розроблених нами пристроїв та способів для ліквідації горизонтального рефлюксу при ПТХНК та групою контролю становила $(27,1 \pm 14,2)\%$.

В основній групі та групі бойової травми статистично рівномірно траплялися болючий тяж по ходу судини, інфільтрат і порушення шкірної чутливості (див. табл. 5.1). Такий розподіл ускладнень в обох групах зумовлений локальною дією та впливом абляційних методик на стінку вени й паравазальні тканини. Наявність зазначених ускладнень можна пояснити надмірним впливом енергетичного випромінювання у випадку використання ЕВЛК або фізіологічним процесом запалення й тромбоутворення при застосуванні абляційних склерозувальних методик. Порушення чутливості в усіх пацієнтів мало мінущий характер, що зумовлено зменшенням рівня запалення та набряку паравазальних тканин. Патофізіологічний характер запалення та його зменшення підтверджено за допомогою УЗДГ судин нижніх кінцівок у ранній післяопераційний період.

Аналіз отриманих даних виявив, що найчастіші ускладнення в контрольній групі виникли внаслідок недотримання правил у перший тиждень після оперативного втручання: надмірна активність, самовільне зняття або неправильне використання еластичної компресії. Опіки шкіри можна розцінити як ятрогенні ушкодження при коагуляції патологічно змінених тканин унаслідок їхнього великого набряку та виразної венозної гіпертензії. Лімфорею, яку спостерігали в пацієнтів зі значними ТВ і надмірною масою тіла, вважали наслідком травми лімфатичних судин та вузлів.

Крововтрата

Під час дослідження на першому етапі в пацієнтів трьох груп випадків крововтрати, яка б потребувала корекції, не зафіксовано.

5.1.2. Необхідність у госпіталізації

Відповідно до методу хірургічного лікування пацієнтів із ПТХНК обирали метод надання медичної допомоги: стаціонарне лікування чи проведення хірургічного втручання в умовах амбулаторії.

Показання до планової госпіталізації визначали згідно з наказами МОЗ №967/58 від 28.08.2017 р. та №586 від 28.02.2020 р. Амбулаторно в день звернення проводили операції, які не потребували загального наркозу й тривалої доопераційної підготовки хворого. Також амбулаторними вважали пацієнтів, госпіталізованих у НВМКЦ «ГВКГ» на одну добу (стаціонар однієї доби) відповідно до наказу начальника НВМКГ «ГВКГ» №38 від 16.02.2012 р.

Амбулаторно було проліковано 35 (33,3±9,1)% хворих з основної групи, 6 (9,7±7,5)% із контрольної групи та 16 (27,6±11,8)% із групи бойової травми. Із загальної кількості проведених оперативних втручань в амбулаторному порядку пацієнтам основної групи виконали (61,4±12,9)%, особам контрольної групи – (10,5±8,1)%, пацієнтам групи з бойовою травмою – (28,1±11,9)%. Отримані дані свідчать, що в основній групі при використанні малоінвазивних методик порівняно із контрольною групою частка оперативного лікування в амбулаторних умовах була на (23,6±13,6)% більшою ($p_{\alpha}(t, df)=0,0008$), тобто можливість проведення операцій в амбулаторних умовах збільшується у 3,4 разу [1,5–7,7].

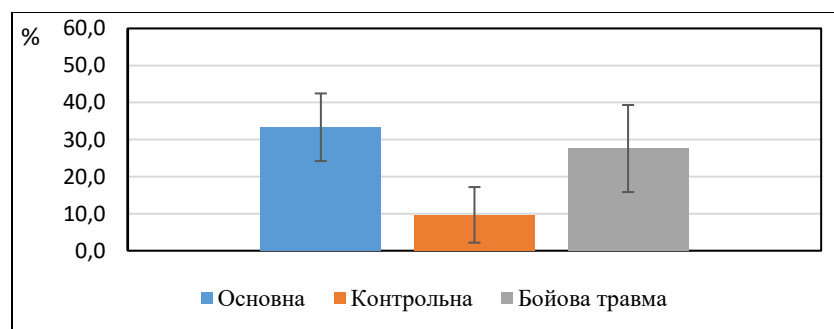


Рис. 5.2. Співвідношення оперативних втручань, проведених в умовах амбулаторії, у досліджуваних групах

5.1.3. Тривалість операції

Середня тривалість проведення оперативного втручання в основній групі становила (57 ± 6) хв, у контрольній групі – (77 ± 12) хв, що свідчило про скорочення часу на оперативне лікування на (20 ± 13) хв в основній групі ($p_{\alpha}(t, df)=0,004$). Середня тривалість операції в групі бойової травми становила (58 ± 6) хв.

5.1.4. Тривалість стаціонарного лікування

Стаціонарно на першому етапі було проліковано 168 пацієнтів: у контрольній групі – 56 $(90,3 \pm 7,5)\%$, в основній – 70 $(66,7 \pm 9,1)\%$, у групі бойової травми – 43 $(74,1 \pm 11,5)\%$. Середній термін лікування становив відповідно $(3,6 \pm 0,5)$, $(7,6 \pm 0,6)$ і $(4,1 \pm 0,5)$ ліжко/дня.

Для оцінки ефективності запропонованих методик порівняли терміни стаціонарного лікування в досліджуваних групах при ліквідації горизонтального та вертикального рефлюксу. Методики з дермопластиком враховували, якщо їх виконували одночасно з операцією на венах. Результати наведені в табл. 5.2 і 5.3.

Таблиця 5.2

Термін стаціонарного лікування при ліквідації горизонтального рефлюксу в досліджуваних групах залежно від анатомічної локалізації

Анатомічна локалізація	Термін стаціонарного лікування, ліжко/день			$p_{\alpha}(t, df)^*$	Ліжко/дні основна/ контроль
	Основна група (n=105)	Контрольна група (n=62)	Група бойової травми (n=58)		
Поверхневі магістральні вени	$1,8 \pm 0,4$	$8,6 \pm 2,5$	$2,1 \pm 0,5$	$<0,001$	$4,9 \pm 0,2$

Поверхневі магістральні перфорантні вени	та	2,3±0,2	9,2±2,1	2,3±0,2	<0,001	4,0±0,2
Перфорантні вени		4,1±1,3	8,2±1,5	4,1±1,3	<0,001	2,1±0,2
Середнє		2,7±1,3	8,7±1,2	2,8±0,5	<0,001	3,2 ±0,2

Примітка. * Результат попарного порівняння показників основної та контрольної груп.

Таблиця 5.3

Термін стаціонарного лікування при ліквідації горизонтального рефлюксу в досліджуваних групах залежно від обраної методики

Група	Методика	Загальна тривалість стаціонарного лікування, ліжко/день
Основна (n=105)	ЕВЛК	2,3±0,5
	РЧА	2,1±0,7
	ЕЗЖТ	2,3±0,7
	СКЛЕРО*	1,0 (амбулаторно)
	Електрокоагуляція	6,5±1,8
	Середній термін	3,3±0,3
Контрольна (n=62)	Флебектомія поверхневих магістральних вен	8,61±1,1
	Перев'язка перфорантних вен	6,8±1,8
	Флебектомія з одночасною перев'язкою перфорантних вен	8,16±1,6
	Флебектомія з автодермопластиком	7,0±1,7
	Середній термін	7,7±0,4
Бойова травма (n=58)	ЕВЛК	2,8±0,8
	РЧА	2,6±0,8
	ЕЗЖТ	3,6±0,9
	СКЛЕРО*	1,0 (амбулаторно)
	ЕК	5,7±1,4

	Середній термін	3,7±0,3
--	-----------------	---------

Примітки.

* Методику не залучали в розрахунок середнього терміну стаціонарного лікування.

Установлено, що при використанні малоінвазивних методик для ліквідації горизонтального рефлюксу при лікуванні ПТХНК середній термін стаціонарного лікування в основній групі в (3,2±0,2) разу був статистично значущо коротшим, ніж у контрольній групі (див. табл. 5.3). Найбільше відрізнялися терміни при лікуванні поверхневих магістральних вен на гомілці – в (4,9±0,2) разу (див. табл. 5.2). Термін стаціонарного лікування в основній групі при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен та перфорантних вен був у (4,0±0,2) разу коротшим, ніж у контрольній групі, а при ліквідації лише горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах – в (2,1±0,2) разу ($p\alpha(t, df) < 0,001$).

5.1.5. Оцінка тяжкості перебігу посттромботичної хвороби нижніх кінцівок на тлі проведеного оперативного лікування. Показники у найближчий та віддалений період

Тяжкість перебігу ПТХНК оцінювали за шкалою Villalta.

Результати оцінювання пацієнтів досліджуваних груп до початку лікування за шкалою Villalta наведені в табл. 3.15, а також рис. (5.3-5.5)

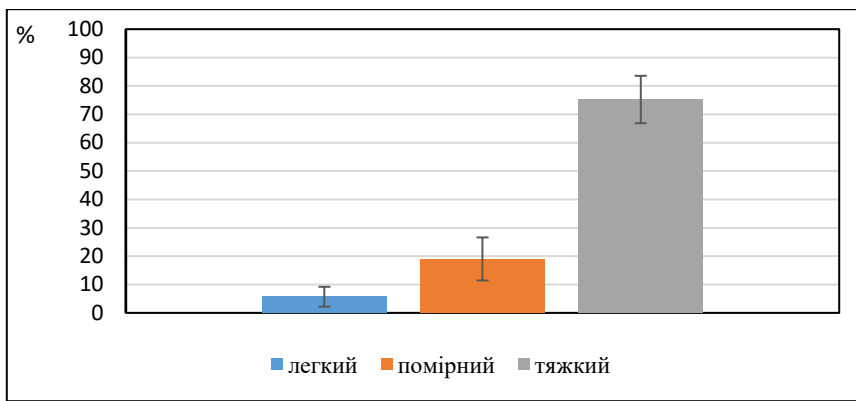


Рис. 5.3. Розподіл пацієнтів за шкалою Villalta в основній групі до початку лікування

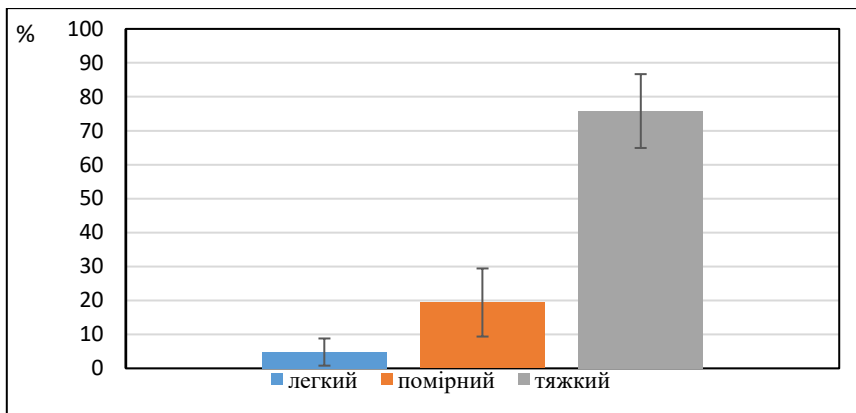


Рис. 5.4. Розподіл пацієнтів за шкалою Villalta в контрольній групі до початку лікування

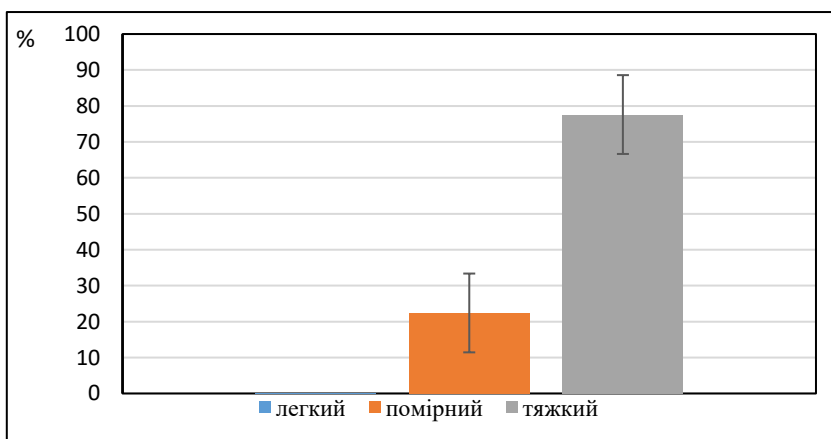


Рис. 5.5. Розподіл пацієнтів за шкалою Villalta в групі бойової травми до початку лікування

Оцінку ефективності реабілітаційного періоду після першого етапу лікування проводили шляхом визначення тяжкості перебігу хвороби за шкалою Villalta через 1 місяць (табл. 5.5) та 1 рік після операції.

Таблиця 5.5

Динаміка стану хворих основної та контрольної груп за шкалою Villalta через 1 місяць після операції

Група	Оцінка за шкалою Villalta	До лікування	Через 1 місяць	$p_{\alpha}(t,df)^*$
Основна (n=105)	Середній бал	20±1	13±1	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Тяжкий	Помірний	
Контрольна (n=62)	Середній бал	20±2	15±1	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Тяжкий	Тяжкий	
$p_{\alpha}(t,df)^{**}$		>0,05	≤0,05	

Примітки:

* - результат попарного порівняння в межах відповідної групи;

** - результат попарного порівняння основної та контрольної груп.

В обох групах через 1 місяць статистично значущо зменшився ступінь тяжкості ПТХНК, але в основній групі це відбувалося статистично значущо швидше. В основній групі в середньому ступінь тяжкості став помірним, а в контрольній групі залишився тяжким.

Ефективність лікування хворих на ПТХНК ми оцінювали за часткою хворих, в яких відбулося поліпшення за відповідний термін реабілітації. Поліпшенням

вважали перехід із важкого рівня за шкалою Villalta до помірного, з помірного до легкого і з важкого до легкого. При цьому враховували, що в частини пацієнтів стан міг не змінитися. Випадків переходу від легшого стану до важкого протягом дослідження не було (табл. 5.6). Розрахунок проводили за методикою для пов'язаних вибірок.

Таблиця 5.6

Динаміка поліпшення стану хворих на ПТХНК за шкалою Villalta через 1 місяць після першого етапу лікування

Група	Ступінь тяжкості до лікування	Ступінь тяжкості через 1 місяць		
		Тяжкий	Помірний	Разом
Основна (n=105)	Тяжкий	45	34	79
	Помірний	0	14	14
	Усього	45	48	93
Контрольна (n=62)	Тяжкий	37	10	47
	Помірний	0	9	9
	Усього	37	19	56
		Помірний	Легкий	Разом
Основна (n=105)	Помірний	0	6	6
	Легкий	0	6	6
	Усього	0	12	12
Контрольна (n=62)	Помірний	0	3	3
	Легкий	0	3	3
	Усього	0	6	6

В основній групі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від важкого до помірного була вдвічі більшою, ніж у контрольній групі (табл. 5.7). Частки хворих із поліпшенням від помірного рівня до легкого майже однакові. В обох групах частка зміни стану від помірного до легкого статистично значуще більша, ніж частка зміни від важкого до помірного. Зміни рівня тяжкості з важкого на легкий не зафіксували в обох групах.

Таблиця 5.7

Ефективність лікування хворих на ПТХНК через 1 місяць після першого етапу лікування

Група	Терапевтична ефективність (зміна рівня тяжкості)				$p_{\alpha}(t,df)$
	Важкий–Помірний		Помірний–Легкий		
	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	
Основна (n=105)	36,6	5,0	50,0	14,4	$\leq 0,05$
Контрольна (n=62)	17,9	5,1	50,0	20,4	$\leq 0,05$
$p_{\alpha}(t,df)$	$\leq 0,05$		$\leq 0,05$		

У цілому розподіл порівнюваних груп через 1 місяць (табл. 5.8) за ступенем тяжкості ПТХНК не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,1$). При попарному порівнянні часток ступеня тяжкості в основній групі статистично значуще більшою була частка хворих з помірним ступенем і меншою частка хворих з важким ступенем порівняно із контрольною групою. В основній групі були майже однаковими частки хворих з помірним і важким ступенем, які були більшими за частку легкого ступеня. У контрольній групі статистично значуще більшою була частка хворих із важким ступенем. Отже, розподіл хворих за ступенем тяжкості за

шкалою Villalta підтверджує попередні результати щодо ефективності методів лікування основної групи порівняно із контрольною в короткотерміновій перспективі.

Таблиця 5.8

Розподіл пацієнтів досліджуваних груп за шкалою Villalta через 1 місяць після першого етапу лікування

Група	Ступінь тяжкості									Усього	
	легкий			помірний			тяжкий				
	m	%	m%t	m	%	m%t	m	%	m%t	n	%
Основна	12	11,4	6,2	48	45,7	9,6	45	42,9	9,6	105	100,0
Контрольна	6	9,7	7,5	19	30,6	11,7	237	59,7	12,5	62	100,0
$p_{\alpha}(t,df)$	0,73			0,05			0,04				

При визначенні віддалених наслідків лікування ПТХНК в основній та контрольній групах урахували, що частині хворих при недостатньому ефекті від першого етапу лікування в певні терміни відповідно до етіопатогенетичного принципу лікування було виконано ще одне оперативне втручання. Тому кожену групу розділили на дві підгрупи: одноетапного лікування та лікування в два етапи. В основній групі одне оперативне втручання провели 95 (90,5±5,5)% хворим, два – 10 (9,5±5,6)%, у контрольній – відповідно 32 (51,6±18,5)% та 30 (48,4±18,5)%.

Результати динамічного дослідження через один рік в підгрупах хворих, яким було проведено одне оперативне втручання, наведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.9

Динаміка стану хворих на ПТХНК за шкалою Villalta через один рік після першого етапу одноетапного лікування

Група	Оцінка за шкалою Villalta	До лікування	Через 1 рік	$p_{\alpha}(t,df)^*$
Основна (n=95)	Середній бал	18±1	9±1	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Тяжкий	Легкий	
Контрольна (n=30)	Середній бал	21±3	12±2	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Тяжкий	Помірний	
$p_{\alpha}(t,df)^{**}$		>0,05	≤0,05	

Через 1 рік в обох підгрупах статистично значуще зменшився ступінь тяжкості ПТХНК (див. табл. 5.9), але в основній групі це відбувалося статистично значуще швидше. В основній групі середній рівень тяжкості став легким, а в контрольній групі – помірним.

Оцінювання ефективності лікування проводили в кожній підгрупі окремо. Погіршення стану впродовж року не спостерігали (табл. 5.10, 5.11).

Таблиця 5.10

Динаміка поліпшення стану хворих на ПТХНК за шкалою Villalta через 1 рік після першого етапу лікування

Група	Рівень до лікування	Рівень тяжкості через 1 рік		
		Тяжкий	Помірний	Разом
Основна (n=95)	Тяжкий	10	36	46
	Помірний	0	2	2

	Усього	10	38	48
Контрольна (n=30)	Тяжкий	12	10	22
	Помірний	0	2	2
	Усього	12	12	24
		Помірний	Легкий	Разом
Основна (n=95)	Помірний	0	18	18
	Легкий	0	6	6
	Усього	0	24	24
Контрольна (n=30)	Помірний	0	4	4
	Легкий	0	2	2
	Усього	0	6	6
		Тяжкий	Легкий	Разом
Основна (n=105)	Тяжкий	0	23	23
	Легкий	0	0	0
	Усього	0	23	23

Як видно з табл. 5.10, в основній групі через рік після першого етапу лікування поліпшення стану від важкого до легкого зафіксували у 23 (24,2±8,7)% хворих.

Таблиця 5.11

Ефективність лікування хворих на ПТХНК через один рік після першого етапу одноетапного лікування

Група	Терапевтична ефективність (зміна рівня тяжкості)
-------	--

	Тяжкий– Помірний		Помірний– Легкий		Тяжкий– легкий	
	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$
Основна (n=95)	75,0	12,6	75,0	18,3	100,0	-
Контрольна (n=62)	41,7	20,8	66,7	19,2	0	-
$p_{\alpha}(t,df)$	$\leq 0,05$		$> 0,05$			

В основній групі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від тяжкого до помірною, в 1,8 разу більше, ніж у контрольній (див. 5.11). Частка хворих із поліпшенням від помірною рівня до легкого, незважаючи на відсутність статистичної стійкості, також була значно більшою в основній групі.

Дані табл. 5.12 підтверджують перевагу методу лікування основної групи порівняно з контрольною. У цілому розподіл хворих порівнюваних підгруп за ступеням тяжкості через 1 рік після одноетапного лікування відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,0004$). В основній групі порівняно із контрольною статистично значущо більшою була частка хворих з легким ступенем і меншою частка хворих з тяжким ступенем. Частка хворих помірною ступеня була однаковою.

Таблиця 5.12

Розподіл пацієнтів за шкалою Villalta через рік після першого етапу
одноетапного лікування

Група	Ступінь тяжкості									Усього	
	легкий			помірний			тяжкий				
	m	%	$m\%t$	m	%	$m\%t$	m	%	$m\%t$	n	%
Основна	47	50,0	10,2	38	40,0	10,0	10	11,0	6,0	95	100,0

Контрольна	6	20,0	14,9	12	40,0	18,3	12	40,0	18,0	30	100,0
$p_{\alpha}(t,df)$	0,005			>0,05			0,003				

5.2. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп після другого етапу лікування (реконструктивні втручання)

5.2.1. Результати хірургічних втручань у хворих трьох груп на другому етапі лікування (через 1 місяць після втручання)

Оцінювали: загальну кількість ускладнень, крововтрату, тривалість операції, тривалість стаціонарного лікування, тяжкість ПТХНК за шкалою Villalta, динаміку больового синдрому, набряків кінцівок, загоєння трофічних виразок (виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізація (площа)). Етапи контролю – через 5 і 14 днів та 1 місяць після втручання на глибоких венах нижніх кінцівок і таза.

5.2.2. Ускладнення

Дані щодо загальної кількості післяопераційних ускладнень у досліджуваних групах наведені в табл. 5.13.

Таблиця 5.13

Кількість післяопераційних ускладнень у досліджуваних групах

Група	Кількість операцій	Кількість ускладнень
Основна	10	2
Контрольна	32	4
Бойової травми	9	1

Після проведення оперативного лікування зафіксовані такі ускладнення: в основній групі – поодинокі випадки підшкірних гематом і тромбозу, в контрольній групі – поодинокі випадки кровотечі, тромбозу, лімфореї та порушення шкірної чутливості, в групі бойової травми – один випадок підшкірної гематоми.

В основній групі формування підшкірної гематоми після втручання відбулося внаслідок особливостей оперативного втручання – під час пункції глибокої вени при тривалому перебуванні інтродюсера можливе підтікання крові в паравазальний простір, оскільки для венозного доступу використовують інструменти переважно 10-12 Fr. Патолофізіологічний характер гематоми підтверджено за допомогою УЗДГ судин нижніх кінцівок у ранній післяопераційний період. Тромбоз після проведення реканалізації оклюзії зовнішньої здухвинної вени зафіксовано в 1 пацієнта (14,29%, або 50% від загальної кількості ускладнень у групі). Тромбоз реканалізованого сегмента зафіксували на сьому добу після втручання. У пацієнта було діагностовано локальну оклюзію зовнішньої здухвинної вени. Ускладнення виникло внаслідок пролабування стінки вени після флебопластики без стентування.

Ускладнення в групі бойової травми було прогнозованим, оскільки під рентгенконтролем та ультразвуковим контролем було пунктовано глибоку стегнову вену на рівні нижньої третини стегна. Гемостаз виконано стисною асептичною пов'язкою, але досягнення достатнього рівня компресії, враховуючи м'язовий масив стегна, спричинило б ішемічні та трофічні розлади. Перебіг ускладнення відбувався без інфікування гематоми, протягом двох тижнів відбувся повний лізис гематоми.

Крововтрата

На другому етапі зафіксований один випадок кровотечі у хворого з контрольної групи після стегново-стегнового надлобкового перехресного

венозного алошунтування. На третю добу післяопераційного періоду спостерігали просочення пов'язки геморагічним вмістом. Під час ревізії рани виявлено неспроможність судинного шва. Шов герметизований. Об'єм крововтрати становив до 200 мл і не вплинув на загальний стан пацієнта.

5.2.3. Тривалість операції

Середня тривалість оперативного втручання в основній групі становила (81 ± 13) хв, у контрольній групі – (123 ± 14) хв, що свідчило про скорочення необхідного часу на оперативне лікування на 42 хв у хворих основної групи ($p_{\alpha}(t, df) = 0,00004$). Середня тривалість операції в групі бойової травми становила (93 ± 12) хв.

5.2.4. Тривалість стаціонарного лікування

Стаціонарно на другому етапі проліковано 51 пацієнта (в основній групі – 10 $(19,6 \pm 11,2)\%$), у контрольній групі – 32 $(62,7 \pm 13,6)\%$, у групі бойової травми – 9 $(17,6 \pm 10,7)\%$.

Порівняли результати лікування залежно від обраної методики (табл. 5.14)

Таблиця 5.14

Тривалість стаціонарного лікування залежно від методики ліквідації горизонтального рефлюксу при ПТХНК

Група	Методика	n	Тривалість, ліжко/день	
			Me	ΔQ
Основна (n = 10)	Балонна ангіопластика та стентування	7	2	0
	Реконструктивні та шунтувальні операції при оклюзії клубового сегмента	2	10	
	Шунтування клубового сегмента	1	14	

Контрольна (n=32)	Інтимтромбектомія (ендофлебектомії)	3	9	0,5
	Шунтувальні операції при оклюзії клубового сегмента	6	7	3
	Транспозиційні операції при реканалізації магістральних вен у нову позицію	7	10	0
	Операція за Боровковим	1	7	
	Операція Хюсні	11	10	0
	Реконструктивні операції протезування з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен	4	8,5	3
Бойова травма (n=9)	Ангіопластика та стентування на глибоких венах	1	5	
	Транспозиційні операції при реканалізації магістральних вен у нову позицію	2	8,5	1,5
	Шунтувальні операції при оклюзії клубового сегмента	2	10	
	Реконструктивні операції з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен	10	9,5	0,5

При використанні малоінвазивних методик (балонна ангіопластика та стентування) порівняно з відкритими хірургічними утручаннями потрібний менший термін перебування у стаціонарі: порівняно з інтимтромбектомією – на 7 днів ($p_{\alpha}=0,02$ за критерієм Манна–Уїтні), порівняно з шунтувальними операціями – на 8 діб ($p_{\alpha}=0,03$ за критерієм Манна–Уїтні).

5.2.5. Оцінка тяжкості перебігу посттромботичної хвороби нижніх кінцівок на другому етапі хірургічного лікування. Показники у найближчий та віддалений період

Двоетапне лікування пройшли 10 хворих з основної групи і 32 з контрольної. Результати через один рік наведено в табл. 5.15.

Таблиця 5.15

Динаміка стану хворих на ПТХНК за шкалою Villalta через рік після другого етапу лікування

Група	Оцінка за шкалою Villalta	До 2-го етапу лікування	Через 1 міс	Через 1 рік	p_{α}^*
Основна (n=10)	Середній бал	15±1	6±3	4±1	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Тяжкий	Легкий	Легкий	
Контроль (n=32)	Середній бал	11±1	9±1	6±1	≤0,05
	Ступінь тяжкості	Помірний	Помірний	Легкий	
$p_{\alpha}(t,df)$		≤0,05	≤0,05	≤0,05	

* - оцінка за критерієм Фрідмена.

На другий етап лікування згідно з етіопатогенетичним принципом лікування з основної групи відібрали хворих із тяжчим станом, ніж із контрольної групи (див. рис. 5.15), але в основній підгрупі поліпшення стану відбувалося статистично значущо швидке, ніж у контрольній.

Результати дослідження стану хворих за шкалою Villalta через один рік після другого етапу лікування наведені в табл. 5.16 та 5.17.

Таблиця 5.16

Динаміка поліпшення стану хворих на ПТХНК за шкалою Villalta через рік після другого етапу лікування

Група	Рівень тяжкості	Рівень тяжкості через 1 міс	Рівень тяжкості через 1 рік

	до лікування	Тяжкий	Помірний	Разом	Тяжкий	Помірний	Разом
Основна (n=10)	Тяжкий	1	1	2	0	0	0
	Помірний	0	0	0	0	0	0
	Усього	1	1	2	0	0	0
Контрольна (n=32)	Тяжкий	6	4	10	0	3	3
	Помірний	0	7	7	0	0	0
	Усього	6	11	17	0	0	3
		Помірний	Легкий	Разом	Помірний	Легкий	Разом
Основна (n=10)	Помірний	0	2	2	0	2	2
	Легкий	0	0	0	0	0	0
	Усього	0	2	2	0	2	2
Контрольна (n=32)	Помірний	0	9	9	0	16	16
	Легкий	0	6	6	0	6	6
	Усього	0	15	15	0	22	22
		Тяжкий	Легкий	Разом	Тяжкий	Легкий	Разом
Основна (n=10)	Тяжкий	0	6	6	0	8	8
	Легкий	0	0	0	0	0	0
	Усього	0	6	6	0	8	8
Контрольна (n=32)	Тяжкий	0	0	0	0	7	7
	Легкий	0	0	0	0	0	0
	Усього	0	0	0	0	7	7

Терапевтична ефективність лікування хворих на ПТХНК через рік після другого етапу лікування в порівнюваних підгрупах

Група	Терапевтична ефективність					
	Через 1 міс					
	Тяжкий– Помірний		Помірний– Легкий		Тяжкий– легкий	
	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$	$\Delta p\%$	$m_{\Delta p}\%$
Основна (n=10)	50	-	100	-	100	-
Контрольна (n=32)	28,6	12,1	50	11,8	0	-
	Через 1 рік					
Основна (n=10)	-	-	100	-	100	-
Контрольна (n=32)	100	-	72,7	9,5	100	-

Як видно з табл. 5.17, терапевтична ефективність методу лікування основної підгрупи майже вдвічі більша.

Через один рік в основній групі стан усіх хворих, у яких перед другим етапом лікування був тяжкий та помірний рівень, змінився до легкого ступеня тяжкості. У контрольній групі терапевтична ефективність була не 100 %, оскільки у частини хворих був легкий рівень до 2-го етапу, а в основній підгрупі таких пацієнтів не було, тобто можна стверджувати, що терапевтична ефективність методів лікування основної групи вище, ніж у контрольній групі.

Дані щодо оцінки стану пацієнтів за шкалою Villalta наведено в табл. 5.18.

Розподіл пацієнтів за шкалою Villalta через рік після другого етапу лікування

Група	Ступінь тяжкості									Усього	
	Через 1 місяць										
	Легкий			Помірний			Тяжкий				
	m	%	m%t	m	%	m%t	m	%	m%t	n	%
Основна	8	-	-	2	-	-	0	-	-	10	100
Контрольна	6	18,8	14,1	16	50,0	18,0	10	31,2	17,0	32	100
Через 1 рік											
Основна	9	-	-	1	-	-	0	-	-	10	100
Контрольна	29	90,6	[77,7;98,3]	3	9,4	[1,7;22,3]	0	-	-	32	100
$p_{\alpha}(t,df)^*$	0,0002			0,007			0,00001				

Примітка. * Оцінювання різниці між частками в контрольній групі через 1 місяць та 1 рік після другого етапу лікування.

За розподілом складності стану хворих основна та контрольна групи через 1 місяць після другого етапу лікування відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2,df)=0,001$), а через рік були однаковими ($p_{\alpha}(\chi^2,df)=0,95$). В основній групі розподіли через місяць та рік після другого етапу майже не змінилися: стан одного хворого поліпшився від помірного ступеня до легкого. Отже, запропонована методика двоетапного лікування дає змогу значно скоротити тривалість реабілітації хворих на ПТХНК. У контрольній групі розподіл стану хворих статистично значущо змінився через рік після другого етапу порівняно з розподілом через 1 місяць: статистично значущо збільшилася частка хворих з легким ступенем і зменшилася частка хворих з помірним ступенем. Хворих із тяжким ступенем не було.

У цілому розподіл за ступенем тяжкості в усіх досліджуваних групах через 1 рік не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,16$) (табл. 5.19).

Таблиця 5.19

Розподіл пацієнтів досліджуваних груп за ступенем тяжкості за шкалою Villalta через 1 рік після другого етапу лікування

Група	Ступінь тяжкості									Усього	
	легкий (5-9 балів)			помірний (10-14 балів)			тяжкий (≥15 балів)				
	m	%	m%t	m	%	m%t	m	%	m%t	n	%
Основна	57	54,5	9,6	38	36,2	9,3	10	9,5	5,7	105	100
Контрольна	35	56,5	12,6	15	24,2	10,9	12	19,4	10	62	100
Бойової травми	35	60,3	12,9	13	22,4	11	10	17,2	9,9	58	100
$p_{\alpha}(t, df)^*$	0,81			0,11			0,07				

Примітка. * Результат попарного порівняння часток за ступенем складності пацієнтів основної та контрольної груп.

5.3. Швидкість загоєння трофічних виразок: виповнення їх грануляціями (об'єм) та епітелізація (площа)

Додатково використовували методику визначення швидкості епітелізації ТВ за змінами її об'єму на 5-ту, 15-ту добу та через 1 міс після першого етапу лікування (табл. 5.20–5.22).

До першого етапу оперативних утручань ТВ була у 35 пацієнтів основної групи, 24 контрольної групи та 25 групи бойової травми.

Таблиця 5.20

Динаміка швидкості епіталізації трофічних виразок <math><10\text{ см}^2</math> після першого етапу лікування

Група	Швидкість епітелізації, $\text{см}^3/\text{доба}$				Приріст швидкості епітелізації, % ^{**}
	5-та доба	15-та доба	30-та доба	p_{α}^*	
Основна (n=21)	0,48±0,01	0,62±0,03	0,65±0,01	0,0002	35,4
Контрольна (n=15)	0,48±0,01	0,49±0,01	0,50±0,01	0,0004	4,2
Бойової травми (n=21)	0,48±0,02	0	0		

Примітки.

* Статистичну значущість визначали за критерієм Фрідмена.

**Приріст швидкості епітелізації на 30-ту добу порівняно із 5-ю розраховували за формулою $(ШЕ_5 - ШЕ_{30}) : ШЕ_5 \cdot 100$, де $ШЕ_5$ – швидкість епітелізації на 5-ту добу, $ШЕ_{30}$ – швидкість епітелізації на 30-ту добу.

Таблиця 5.21

Динаміка швидкості епіталізації трофічних виразок 11–26 см^2 після першого етапу лікування

Група	Швидкість епітелізації, $\text{см}^3/\text{доба}$						p_{α}^*	Приріст швидкості епітелізації, % ^{**}
	5-та доба		15-та доба		30-та доба			
	Me	ΔQ	Me	ΔQ	Me	ΔQ		
Основна (n=8)	0,49	0,03	0,79	0,03	0,83	0,03	0,002	69,2
Контрольна (n=6)	0,50	0,02	0,57	0,02	0,65	0,02	0,004	29,4
Бойової травми (n=5)	0,46	0,003	0,53	0,008	0	0	0,004	

Примітки.

* Статистичну значущість визначали за критерієм Фрідмена.

**Приріст швидкості епітелізації на 30-ту добу порівняно із 5-ю розраховували за формулою $(ШЕ_5 - ШЕ_{30}) : ШЕ_5 \cdot 100$, де $ШЕ_5$ – швидкість епітелізації на 5-ту добу, $ШЕ_{30}$ – швидкість епітелізації на 30-ту добу.

Таблиця 5.22

Динаміка швидкості епітелізації трофічних виразок $>26 \text{ см}^2$ після першого етапу лікування

Група	Швидкість епітелізації, $\text{см}^3/\text{доба}$						p_{α}^*	Приріст швидкості епітелізації, %**
	5-та доба		15-та доба		30-та доба			
	Me	ΔQ	Me	ΔQ	Me	ΔQ		
Основна (n=6)	0,64	0,01	0,79	0,03	1,14	0,04	0,01	76,4
Контрольна (n=3)	0,66	0,01	0,81	0,05	0,90	0,04	0,05	36,4
Бойової травми (n=1)	0,57		0		0			

Примітки.

* Статистичну значущість визначали за критерієм Фрідмена.

**Приріст швидкості епітелізації на 30-ту добу порівняно із 5-ю розраховували за формулою $(ШЕ_5 - ШЕ_{30}) : ШЕ_5 \cdot 100$, де $ШЕ_5$ – швидкість епітелізації на 5-ту добу, $ШЕ_{30}$ – швидкість епітелізації на 30-ту добу.

При використанні методики дослідження з вимірюванням об'єму ТВ виявлено статистично значуще збільшення швидкості епітелізації ТВ упродовж 30 діб після першого етапу лікування ($p_{\alpha}(Fr) \leq 0,05$). Також зафіксували значне більшу швидкість епітелізації в основній групі порівняно із контрольною (див. табл. 5.20–5.22).

В основній та контрольній групах виявлено статистично значущу ($p_{\alpha} < 0,0001$) сильну прямо пропорційну залежність швидкості епітелізації від первинних розмірів виразки (в основній групі – $r_s = 0,80$, у контрольній – $r_s = 0,82$)

за рахунок появи грануляцій на всій площі ураження шкіри, що можна пояснити використанням малоінвазивних хірургічних методик та дією лазерного випромінювання на всю площу ТВ.

Водночас відзначено, що застосування фотодинамічного впливу лазерного опромінення та ультразвукової кавітації як інструментальних методів при місцевому лікуванні ТВ сприяло ефективній деконтамінації та дебридменту ранової поверхні, що дало змогу швидше розпочати проведення хірургічних втручань.

Установлено, що після проведення 2-3 сеансів лазерного опромінення тканини ТВ для її очищення раніше з'являлися нові грануляції у виразці. У середньому через $(3,4 \pm 0,1)$ доби відзначено зменшення виразності гіперемії та набряку періульцерозних тканин, а також зниження інтенсивності ексудації. Зменшення локального запального процесу сприяло переходу ранового процесу в II стадію. Середня тривалість очищення тканин ТВ у хворих основної групи становила $(5,1 \pm 0,5)$ доби, у пацієнтів контрольної групи – $(7,1 \pm 0,6)$ доби, $p=0,013$.

На другий етап лікування з основної групи було відібрано 10 пацієнтів, у 7 з них ТВ була ≤ 100 мм² після першого етапу, в 1 – 110–260 мм², а у 2 з'явилася через певний час після першого етапу. У групі контролю другий етап лікування було призначено 32 пацієнтам, з них у 10 $(31,3 \pm 16,7)\%$ була ТВ. У 5 $(15,6 \pm 13,1)$ пацієнтів після першого етапу лікування залишилась виразка ≤ 100 мм², в 1 – 110–260 мм². У 4 $(12,5 \pm 11,9)\%$ хворих виразка з'явилася знову після першого етапу. У групі бойової травми ТВ виникла в 1 пацієнта. Дані щодо швидкості загоєння трофічних виразок (виповнення їх грануляціями (об'єм)) упродовж першого місяця після операції другого етапу лікування наведені в табл. 5.23. Оскільки пацієнтів із ТВ 110–260 мм² було всього по одному, ми їх в окрему підгрупу не виділяли.

Динаміка швидкості епітелізації трофічних виразок у хворих досліджуваних груп після другого етапу лікування

Група	Швидкість епітелізації, см ³ /доба			
	5-та доба	15-та доба	30-та доба	p _α *
Основна (n=10)	1,05±0,13	1,03±0,03	1,02±0,01	0,59
Контрольна (n=10)	0,66±0,03	0,66±0,03	0,67±0,03	0,64
Бойової травми (n=1)	0,9	1,0	0,9	
p _α (t,df)	<0,001	<0,001	<0,001	

Примітка. * Статистичну значущість визначали за критерієм Фрідмена.

Як видно з табл. 5.23, в основній та контрольній групах швидкість епітелізації зберігалася постійною впродовж місяця після другого етапу лікування, але в основній групі вона була статистично значуще більшою, ніж у контрольній.

Висновки до розділу

На основі вивчення оціночних критеріїв проведено порівняльний аналіз різних способів і технологій ліквідації горизонтального, та вертикального рефлюксу і глибокої венозної обструкції при лікуванні ПТХНК та доведено переваги малоінвазивних методик, зокрема розроблених нами.

При використанні малоінвазивних методик із застосуванням розроблених нами пристроїв та способів для ліквідації горизонтального рефлюксу при ПТХНК статистично значуще рідше (27,1±14,2)% (p_α(t, df)≤0,05) порівняно з пацієнтами контрольної групи виникли післяопераційні ускладнення різного ступеня виразності. В інших групах частки післяопераційних ускладнень статистично значущо не відрізнялися (p_α(t, df)=0,31).

Отримані дані свідчать, що в основній групі при використанні малоінвазивних методик порівняно із контрольною групою частка оперативного лікування в амбулаторних умовах на $(23,6 \pm 13,6)\%$ більше ($p_{\alpha}(t, df)=0,0008$), тобто можливість проведення операцій в амбулаторних умовах збільшується у 3,4 разу.

Середня тривалість оперативного втручання в основній групі становила (57 ± 6) хв, у контрольній групі – (77 ± 12) хв, що свідчило про скорочення часу на оперативне лікування на (20 ± 13) хв в основній групі ($p_{\alpha}(t, df)=0,004$). Середня тривалість операції в групі бойової травми становила (58 ± 6) хв.

Середній термін стаціонарного лікування в основній групі в $(3,2 \pm 0,2)$ разу був статистично значущо коротшим, ніж у контрольній групі. Найбільше відрізнялися терміни при лікуванні поверхневих магістральних вен на гомілці – в $(4,9 \pm 0,2)$ разу. Термін стаціонарного лікування в основній групі при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних і перфорантних вен у $(4,0 \pm 0,2)$ разу коротший, а при ліквідації лише горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах – в $(2,1 \pm 0,2)$ разу ($p_{\alpha}(t, df) < 0,001$ при попарному порівнянні основної та контрольної груп).

У цілому розподіли порівнюваних груп за ступенем тяжкості ПТХНК через 1 міс не відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,1$). При попарному порівнянні часток ступеня тяжкості в основній групі була статистично значущо більшою частка хворих із помірним ступенем і менша частка хворих із тяжким ступенем порівняно із контрольною групою. В основній групі майже однакові частки хворих з помірним і тяжким ступенем, які більші за частку хворих із легким ступенем. У контрольній групі була статистично значущо більша частка хворих із тяжким ступенем. Отже, розподіл хворих за ступенем тяжкості за шкалою Villalta підтверджує дані щодо більшої ефективності методів лікування основної групи порівняно із контрольною в короткотерміновій перспективі.

В основній групі через рік після першого етапу лікування спостерігали поліпшення стану від важкого до легкого в 23 ($24,2 \pm 8,7$)% хворих. Частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від важкого до помірного, перевищувала таку в 1,8 разу в контрольній групі. Частка хворих із поліпшенням від помірного рівня до легкого, незважаючи на відсутність статистичної стійкості, також була значно більшою в основній групі. Отримані дані підтверджують перевагу методів лікування основної групи порівняно з контрольною. У цілому розподіли хворих за ступеням тяжкості через рік після одноетапного лікування статистично значущо відрізняються $p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,0004$.

На другому етапі лікування середня тривалість оперативного втручання в основній групі становила (81 ± 13) хв, у контрольній групі – (123 ± 14) хв, що свідчило про скорочення необхідного часу на оперативне лікування на 42 хв у хворих основної групи ($p_{\alpha}(t, df)=0,00004$). Середня тривалість операції в групі бойової травми становила (93 ± 12) хв.

При порівнянні термінів стаціонарного лікування у пацієнтів основної та контрольної груп встановлено, що при використанні малоінвазивних методик (балонна ангіопластика та стентування) порівняно з відкритими хірургічними втручаннями потрібний менший термін перебування у стаціонарі: порівняно з інтимтромбектомією – на 7 днів ($p_{\alpha}=0,02$ за критерієм Манна–Уїтні), порівняно із шунтувальними операціями – на 8 діб ($p_{\alpha}=0,03$ за критерієм Манна–Уїтні).

Терапевтична ефективність методу лікування основної групи майже вдвічі більша. Через один рік в основній групі стан усіх хворих, у яких перед другим етапом лікування був важкий та помірний ступінь тяжкості, змінився до легкого ступеня. Розподіл за тяжкістю стану у хворих основної та контрольної груп через місяць після другого етапу лікування відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,001$), а через рік став однаковим ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,95$). В основній групі розподіл за тяжкістю стану через 1 міс та 1 рік після другого етапу майже не змінився: стан одного хворого

поліпшився від помірного ступеня до легкого. Отже, запропонована методика двоетапного лікування дає змогу значно скоротити період реабілітації хворих на ПТХНК.

В основній та контрольній групах виявлено статистично значущу ($p_{\alpha} < 0,0001$) сильну прямо пропорційну залежність швидкості епітелізації від первинних розмірів виразки (в основній групі – $r_s = 0,80$, у контрольній – $r_s = 0,82$) за рахунок появи грануляцій на всій площі ураження шкіри, що можна пояснити використанням малоінвазивних хірургічних методик та дією лазерного випромінювання на всю площу ТВ.

Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила ($5,1 \pm 0,5$) доби, у пацієнтів контрольної групи – ($7,1 \pm 0,6$) доби, $p = 0,013$).

Основні наукові результати розділу опубліковані в таких працях:

1. Cherniak, V. A., Rogovskiy, V. M., Nahaliuk, Yu. v., Dybkaliuk, S. v., Gybalo, R. v., & Karpenko, K. K. (2021). TREATMENT OF COMBAT FIRE INJURIES CONSEQUENCES OF THE LOWER LIMBS' MAJOR VESSELS FOR THE PERIOD OF ATO AND JFO IN 2014-2019. *World of Medicine and Biology*, 17(76), 153. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2021-2-76-153-158>
2. Chernyak V., Batsak B., & Karpenko K. (2022). Prevention and treatment of recurrent trombosis after reconstruction of major vessels. *Thrombosis Research. Volume 213. Supplement 1, S1(1)*, 33–33.
3. Kazmirchuk, A., Yarmoliuk, Y., Lurin, I., Gybalo, R., Burianov, O., Derkach, S., & Karpenko, K. (2022). Ukraine's Experience with Management of Combat Casualties Using NATO's Four-Tier "Changing as Needed" Healthcare System. *World Journal of Surgery*, 46(12), 2858–2862. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06718-3>

4. Susak Y. M., & Karpenko K. K. (2023). Endovascular treatment of post-thrombotic syndrome of the lower extremities caused by combat trauma. Clinical case. *General Surgery*, 3–4, 61–67. <https://doi.org/10.30978/GS-2023-3-61>
5. Черняк В.А., Музиченко П.Ф., Карпенко К.К., Дубенко Д.Є., Нагалюк Ю.В., Зоргач В.Ю., Мандзюк Т.І., Гибало Р.В., & Карпенко Л.В. (2021). 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.* , 182–188.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Хоча патогенез ПТХНК є складним і тісно пов'язаний із ТГВ, провідну роль відіграє венозна гіпертензія (гідростатичний тиск крові між правим передсердям і стопою). ПТХНК виявляють у 5–7 % працездатного населення розвинених країн. На частку хворих на післятромботичну хворобу припадає 28 % від загальної кількості пацієнтів з різними видами венозної патології. ПТХНК є найпоширенішим тривалим ускладненням ТГВ, що виникає в нижній кінцівці [4-6,10,14,21].

Незважаючи на досягнення первинної та вторинної профілактики, ТГВ щорічно вражає 1–3 особи із 1000 у загальній популяції [4,5]. У більшості випадків ПТХНК розвивається від декількох місяців до декількох років після симптоматичного ТГВ [6-11]. Оперативне втручання на венозній системі у хворих на ПТХНК є складним етапом у комплексному лікуванні трофічних виразок. Сучасні оперативні втручання передбачають максимальний косметичний ефект і повний радикалізм щодо причин виникнення хронічної венозної недостатності у хворих на ПТХНК, відрізняються за способами, методиками та інструментарієм [64–66]. Одним із методів сучасного хірургічного лікування ПТХНК є використання технології електрозварювання живих тканин, але є небагато публікацій, в яких наведені експериментальні криві зміни температури кровоносних судин під час нагрівання височастотним електричним струмом [81,82,85,87] із досить великим коливанням показників – від 20 до 120 °С.

Метою дослідження було поліпшити результати лікування хворих на ПТХНК шляхом оптимального вибору способів і обсягів хірургічних втручань на основі анатомо-гемодинамічних типів захворювання та застосування малоінвазивних технологій, зокрема з використанням розробленого хірургічного інструментарію.

Задачі дослідження:

1. В експерименті вивчити можливість застосування високочастотної електрозварки та електрокоагуляції в хірургії ПТХНК.
2. На підставі даних експериментів розробити і впровадити в клінічну практику хірургічний інструментарій та способи його застосування.
3. Вивчити особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначити анатомо-гемодинамічні типи захворювання.
4. Удосконалити алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК.
5. Удосконалити існуючі методи лікування ПТХНК.
6. Вивчити безпосередні та віддалені результати хірургічного лікування ПТХНК і переваги запропонованих малоінвазивних методів.

Роботу виконано на клінічній базі кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця у період з 2018 до 2024 рр. Клінічним матеріалом були результати спостережень за 225 хворими із ПТХНК, які перебували на стаціонарному лікуванні у цьому відділенні з 2004 до 2024 рр. Для виконання експериментальних досліджень використано матеріально-технічну базу, обладнання та устаткування експериментальної операційної кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії та віварію Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, університетської клініки Київського Національного університету імені Тараса Шевченка та Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України, обладнання Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона.

Головними завданнями із залученням експериментальних баз були створення робочих креслень нових електрохірургічних інструментів для малоінвазивної хірургії ПТХНК, їхніх 3D-моделей і монтажних схем із джерелом живлення, прототипів електрохірургічних інструментів, багатофункціонального магніто-лазерного комплексу та генератора для іспитів, апробація в експерименті цих пристроїв для впровадження в медичну практику. На доклінічному етапі в експерименті були вивчені фізичні параметри під час виконання різних варіантів процесу електрозварювання вен, що експериментально довело безпечність і доцільність застосування електрокоагуляційної та високочастотної електрозварювальної технологій при ПТХНК як на етапі ліквідації горизонтального та вертикального рефлюксу, так і на етапі реконструктивних хірургічних втручань на глибокій венозній системі. Різницю між коагуляцією і зварюванням вивчали під час експерименту, оцінювали на серіях прикладів перекриття судин і введення електродів в їхній просвіт з визначенням параметрів температур, сили тиску, опору електричному струму та гістологічним аналізом в динаміці.

Установлено, що високочастотним електрозварюванням живих тканин можна назвати лише процес, який передбачає стиснення судини ззовні, а всі інші методики віднесено до електрокоагуляції або радіочастотної абляції. Також доведено, що суттєвою перевагою високочастотної електрозварки перед діатермокоагуляцією є ефект міцного злипання стінок вени за умов низької температури (до 110 °С) без тромбоутворення і карбонізації тканин. Для застосування в клінічній практиці запропоновано принципово нову методику термічної хірургічної абляції перфорантних вен із використанням створеного інструментарію, що ґрунтується на технології високочастотного електрозварювання живих тканин.

Важливе завдання експерименту – вивчити міцність з’єднання тканин у зоні утворення електрозварного шва вени. Для цього були розроблені прототипи інструментів та способи електрозварювання судин, на які отримано патенти України. З їх допомогою проведена експериментальна оцінка високочастотного електрозварного з’єднання магістральних і периферичних вен різного діаметра за типом кінець у кінець на біоімітаторах – венах свині. Для визначення міцності електрозварного судинного шва використано спосіб подвійної механічної перевірки: методом манометрії після нагнітання рідини в судину під тиском і за показниками з розривної машини з гістологічним вивченням зразків тканин. Доведено, що електрозварний шов вени витримує тиск рідини до 650 мм рт. ст., а при порівнянні різних видів швів на міцність першим починає пропускати воду традиційний монофіламентний шов. Гістологічно після зварювання вени за типом кінець у кінець виявляли ділянки коагуляції з потовщенням стінки судини, дезорганізацією структурних елементів та появою міцного гомогенного безклітинного матриксу в з’єднаних стінках судин.

У пацієнтів із багаторівневими венозними оклюзіями, особливо після бойових вогнепальних ушкоджень, які потребують етапних хірургічних втручань і мають значні площі трофічних змін, реєструють високий рівень ускладнень (10–20%). Для пришвидшення загоєння трофічних виразок проведено вивчення дії низькоінтенсивних лазерів із використанням найсучасніших лазерних систем і мікропроцесорних технік. Створено інноваційну багатофункціональну лазерну терапевтичну установку «Фотонікс-21», призначену для проведення терапії лазерним сканувальним променем, і розроблено спосіб комплексного лікування ран та трофічних виразок із доклінічною апробацією виготовленого магніто-лазерного пристрою. Методом лазерної доплерівської флоуметрії доведено поліпшення мікроциркуляції в уражених тканинах після зазначеної терапії на 7–17% із статистично значущим пришвидшенням загоєння ран.

В основі роботи лежить аналіз результатів обстеження та лікування пацієнтів із ПТХНК різного генезу. Було відібрано 167 осіб, яких розподілили за типом проведеного лікування на дві групи: основну (n=105) – малоінвазивні методики і контрольну (n=62) – «відкриті» хірургічні втручання. Окрім того, у дослідження було залучено 58 пацієнтів, які отримали бойову травму нижніх кінцівок у зоні проведення АТО/ООС, що спричинило розвиток посттромботичної хвороби. Клінічний стан пацієнтів із ПТХНК за шкалою Villalta – від 5 до 15 балів, клінічний клас за класифікацією CEAP – 2–6. Середній вік пацієнтів основної групи становив (51±3) року. Серед них було 60 (57,1)% жінок та 45 (42,9)% чоловіків. Середній вік пацієнтів контрольної групи – (53±4) року. Серед них було 35 (57,5)% жінок і 27 (43,6)% чоловіків. За віком і співвідношенням статей групи були порівнянні ($p_{\alpha}(t, df=165)=0,51$ та $p_{\alpha}(\chi^2, df=1)=0,91$ відповідно). Середній вік пацієнтів групи з бойовою травмою становив (34±3) року. Жінок у цій групі не було.

Основною метою лікування ПТХНК була ліквідація венозної гіпертензії, магістралізація венозного відтоку, корекція вторинних порушень венозної гемодинаміки, зменшення набряків, больових відчуттів, а також загоєння трофічних виразок. Для підвищення ефективності втручання та забезпечення радикальності використовували хірургічну методику для комплексного лікування з урахуванням анатомо-гемодинамічної та клінічної форми захворювання за вдосконаленою класифікацією ПТХНК.

Хірургічні втручання проведено в два етапи. Перший етап передбачав ліквідацію горизонтального і за потреби вертикального венозного рефлюксу, переважно на гомілці. Другий етап – хірургічні втручання на глибокій венозній системі у хворих, у яких результатів першого етапу було недостатньо. Мета першого етапу лікування – досягти магістралізації венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Зазвичай орієнтувалися на стан трофічних

змін, набряки гомілок і стоп, дані дуплексного сканування глибоких вен щодо ступеня їх реканалізації, а також на об'єктивну необхідність виконання другого етапу лікування. У хворих основної групи і групи з бойовою травмою першим етапом проводили ліквідацію горизонтального і вертикального рефлюксів за допомогою загальновідомих малоінвазивних хірургічних, ендовазальних лазерних, радіочастотних, склерозувальних і клейових методик, субфасціальної ендоскопічної перфорантної хірургії (Subfascial Endoscopic Perforants Surgery (SEPS)), а також розроблених електрозварювальних та електрокоагуляційних технік. Корекцію обструктивних змін у глибоких венах у випадку неефективного першого етапу хірургічного лікування виконували з урахуванням клінічної та анатомо-гемодинамічної форми ПТХНК за допомогою малоінвазивної технології – ендоваскулярної процедури ангіопластики та стентування або резекції, пластики та протезування магістральних вен, переважно – їх шунтування (операції Хюсні, Пальма).

На основі вивчення критеріїв оцінки проведено порівняльний аналіз різних способів і технологій ліквідації горизонтального та вертикального рефлюксу, ліквідації глибокої венозної обструкції при лікуванні ПТХНК. Доведено переваги малоінвазивних методик, зокрема розроблених нами. Вивчали ускладнення, рівень больових відчуттів, тривалість госпіталізації та післяопераційного періоду, швидкість загоєння трофічних виразок шляхом вимірювання їхньої площі й об'єму, зміни в системах кровопостачання та крововідведення з ушкоджених нижніх кінцівок за допомогою ультразвукових досліджень, лазерної доплерівської флоуметрії, видів безконтрастної та контрастної ангіографії, відповідних шкал. Майже в усіх хворих спостерігали зв'язок між реканалізацією магістральних вен і зменшенням клінічних виявів хвороби. Оцінка результатів лікування ПТХНК показала, що використання розроблених методів сприяло зменшенню травматичності втручань, скороченню тривалості операції та

післяопераційного періоду, значному зменшенню кількості ускладнень на відміну від традиційних методик відкритого типу.

При використанні малоінвазивних методик із застосуванням розроблених нами пристроїв та способів для ліквідації горизонтального рефлюксу при ПТХНК післяопераційні ускладнення різного ступеня виразності виникали статистично значуще рідше, ніж у пацієнтів контрольної групи ($(27,1 \pm 14,2)\%$, $p_{\alpha}(t, df) \leq 0,05$). За частотою післяопераційних ускладнень групи статистично не відрізнялися ($p_{\alpha}(t, df) = 0,31$).

Отримані дані свідчать про те, що в основній групі порівняно із контрольною оперативне лікування в амбулаторних умовах проводили на $(23,6 \pm 13,6)\%$ частіше ($p_{\alpha}(t, df) = 0,0008$), тобто можливість виконання операцій в амбулаторних умовах при використанні малоінвазивних методик збільшується в 3,4 разу.

Середня тривалість оперативного втручання в основній групі становила (57 ± 6) хв, у контрольній групі – (77 ± 12) хв ($p_{\alpha}(t, df) = 0,004$), у групі бойової травми – (58 ± 6) хв.

Середній термін стаціонарного лікування в основній групі в 3,2 разу був статистично значущо коротшим, ніж у контрольній групі. Найбільшу різницю зафіксовано при лікуванні поверхневих магістральних вен на гомілці – в 4,9 разу. Термін стаціонарного лікування в основній групі при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних і перфорантних вен у 4,0 рази був меншим в основній групі, а при ліквідації лише горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах – у 2,1 разу ($p_{\alpha}(t, df) < 0,001$) при попарному порівнянні показників основної та контрольної груп).

У цілому розподіл порівнюваних груп через 1 міс за ступенем тяжкості ПТХНК не відрізнявся ($p_{\alpha}(\chi^2, df) = 0,1$). В основній групі порівняно із контрольною

статистично значуще більша частка хворих мала помірний ступінь і менша частка – тяжкий. В основній групі частки хворих з помірним і тяжким ступенем були майже однакові, переважали пацієнти з легким ступенем. У контрольній групі зафіксовано статистично значущо більшу частку хворих із тяжким ступенем, тобто розподіл хворих за рівнем складності за шкалою Villalta підтверджує попередні результати про більшу ефективність методів лікування в основній групі порівняно із контрольною в короткотерміновій перспективі.

В основній групі через рік після першого етапу лікування зареєстрували поліпшення стану від важкого до легкого в 23 ($24,2 \pm 8,7$)% хворих. У цій групі частка хворих, в яких рівень тяжкості змінився від важкого до помірного, була в 1,8 разу більшою, ніж у контрольній. Частка хворих із поліпшенням від помірного рівня до легкого, незважаючи на відсутність статистичної значущості, також була значно більшою в основній групі. Отримані дані підтверджують перевагу методу лікування основної групи порівняно з контрольною. Через рік після першого етапу досліджувані групи відрізнялися за розподілом хворих за ступенями тяжкості ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,0004$).

На другому етапі лікування середня тривалість оперативного втручання в основній групі становила (81 ± 13) хв, у контрольній групі – (123 ± 14) хв, що свідчило про скорочення необхідного часу на оперативне лікування на 42 хв в основній групі ($p_{\alpha}(t, df)=0,00004$). Середній час операції в групі бойової травми становив (93 ± 12) хв.

Вивчення терміну стаціонарного лікування виявило, що при використанні малоінвазивних методик (балонна ангіопластика та стентування) на відміну від відкритих хірургічних втручань він менший: порівняно з інтимтромбектомією – на 7 днів ($p_{\alpha}=0,02$ за критерієм Манна–Уїтні), порівняно із шунтувальними операціями – на 8 діб ($p_{\alpha}=0,03$ за критерієм Манна–Уїтні).

Ефективність методів лікування основної групи майже вдвічі більша. Через 1 рік в основній групі тяжкий і помірний ступінь ПТХНК змінився на легкий. Якщо за розподілом за ступенем тяжкості стану основна та контрольна група через 1 місяць після другого етапу лікування відрізнялися ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,001$), то через 1 рік були порівнянними ($p_{\alpha}(\chi^2, df)=0,95$). В основній групі розподіл за ступенем тяжкості стану через 1 місяць та 1 рік майже не змінився: лише стан одного хворого поліпшився від помірного ступеня до легкого. Отже, запропонована методика двоетапного лікування дає змогу значно скоротити тривалість реабілітації хворих на ПТХНК.

В основній та контрольній групах виявлено статистично значущу ($p_{\alpha}<0,0001$) прямо пропорційну сильну залежність швидкості загоєння від вихідних розмірів виразки (в основній групі – $r_s=0,80$, у контрольній – $r_s=0,82$) за рахунок появи грануляцій на всій площі ураження шкіри, що можна пояснити використанням малоінвазивних хірургічних методик та дією лазерного випромінювання на всю площу ТВ.

Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила $(5,1\pm 0,5)$ доби, у пацієнтів контрольної групи – $(7,1\pm 0,6)$ доби, $p=0,013$).

Отримані дані дали змогу розробити практичні рекомендації щодо діагностики та лікування хворих на ПТХНК, що сприятиме поліпшенню результатів лікування за рахунок малоінвазивного усунення основної патогенетичної причини виникнення захворювання – наявності патологічних вертикальних та горизонтальних венозних рефлюксів, обструкцій глибоких вен та інноваційного посилення реабілітаційних заходів.

Отримано такі результати.

За даними експерименту визначено, що середня робоча температура під час процесу зварювання становила 88,4 °С, міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і становить 800 мм рт. ст., електрозварний шов за тиску до 455 мм рт. ст. зберігає повну герметичність.

На підставі даних експериментів розроблено і впроваджено в клінічну практику НВМКЦ «ГВКГ» з 2021 р. новий хірургічний інструментарій та способи його застосування при ПТХНК, зокрема технологію лазерної обробки ран м'яких тканин.

З урахуванням особливостей порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК і визначених анатомо-гемодинамічних типів захворювання вдосконалено класифікацію ПТХНК, що дає змогу об'єктивно оцінити зміни венозного відтоку та є підґрунтям для адекватного вибору методу лікування.

Розроблено алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксу для магістралізації венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Другий етап лікування – корекція обструктивних змін у глибоких венах за неефективності першого етапу та проведення відновних втручань на ТВ (лазерна терапія, дебридмент, автодерматопластика після досягнення активних грануляцій).

При використанні малоінвазивних методик можливість проведення операцій амбулаторно збільшується в 3,4 разу, скорочується тривалість оперативного лікування на (20 ± 13) хв, термін стаціонарного лікування – в $(3,2 \pm 0,2)$ разу, при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен та перфорантних вен – у $(4,0 \pm 0,2)$ разу, при ліквідації лише горизонтального рефлюксу при неспроможних перфорантних венах – в $(2,1 \pm 0,2)$ разу.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ

1. В експерименті визначено, що середня робоча температура під час процесу зварювання становила $88,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і становить 800 мм рт. ст. , електрозварний шов за тиску до 455 мм рт. ст. зберігає повну герметичність.

2. На підставі отриманих даних розроблено і впроваджено в клінічну практику (у НВМКЦ «ГВКГ» з 2021 року) новий хірургічний інструментарій та способи його застосування при ПТХНК, а також технологію лазерної обробки ран м'яких тканин.

3. Вивчено особливості порушень регіонарної венозної гемодинаміки у хворих на ПТХНК та визначено анатомо-гемодинамічні типи захворювання. Грунтуючись на цих результатах, удосконалено класифікацію ПТХНК, що дає змогу об'єктивно оцінити зміни венозного відтоку та обрати відповідний метод лікування.

4. Розроблено алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів з метою магістралізація венозного кровотоку стовбурових сегментів глибоких вен. Другий етап лікування – корекція обструктивних змін у глибоких венах у разі малоефективного першого етапу. Відновні втручання на трофічній виразці (лазерна терапія, дебридмент, автодерматоластика після досягнення активних грануляцій).

5. При використанні малоінвазивних методик можливість проведення операцій амбулаторно збільшується в $3,4$ разу, скорочується тривалість оперативного лікування на (20 ± 13) хв, термін стаціонарного лікування – в $(3,2\pm 0,2)$ разу, при комбінованому лікуванні поверхневих магістральних вен і перфорантних вен – у $(4,0\pm 0,2)$ разу, при ліквідації лише горизонтального рефлюксу за неспроможних перфорантних вен – у $(2,1\pm 0,2)$ разу.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення наукової проблеми – комплексне лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок, використовуючи мініінвазивні технології.

1. В експерименті вивчено можливість застосування височастотної електрозварки і електрокоагуляції в хірургії ПТХНК та визначено, що середня робоча температура під час процесу зварювання склала 88,4°C. Міцність електрозварного шва цілком задовольняє вимоги щодо хірургії вен і складає 800 мм.рт.ст. Крім того, було доведено, що електрозварний шов за тиску до 455 мм.рт.ст. зберігає повну герметичність
2. На основі отриманих даних експериментів розроблено і впроваджено в клінічну практику хірургічний інструментарій та способи його застосування: Патент на корисну модель №128352. 10.09. 2018. Бюлетень №17. Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен, Патент на корисну модель UA 128624 U, Спосіб вимірювання площі дефектів шкіри при їх діагностиці та в динаміці лікування. 25.09.2018, Бюл.№ 18., Патент на корисну модель №132851. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Двополюсний циліндричний аблятор, Патент на корисну модель №132852. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен із світловим елементом, Патент на корисну модель №132855. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Зрошувальний пристрій для дистанційної електрозварювальної абляції вен.
3. В результаті вивчення особливостей порушень регіонарної венозної гемодинаміки та анатомо-гемодинамічні типів ПТХНК встановлено: основною причиною важких форм перебігу захворювання є обструкція прохідності глибоких вен у нереканалізованих сегментах: порожнисто-

клубовому, клубово-стегновому, стегново-підколінному, підколінно-гомільковому, в межах двох анатомічних сегментів окремо, або межуючи між собою.

4. Алгоритми діагностики та хірургічної тактики у хворих на ПТХНК: перший етап – встановлення та ліквідація горизонтального і вертикального рефлюксів, з одночасними відновними втручаннями на трофічних виразках (МЛТ, дебрідмент, аутодерматопластика після досягнення активних грануляцій). Другий етап - корекція обструктивних змін в глибоких венах з урахуванням клінічної та анатоמו-гемодинамічної форми ПТХНК.
5. Удосконалено існуючі та розроблено нові мініінвазивні методи лікування посттромботичної хвороби нижніх кінцівок: Патент на корисну модель №126617. 25.06. 2018. Бюлетень №12. Спосіб безшовної облітерації великої підшкірної вени при варикозній хворобі, Патент на корисну модель №132663. 11.03. 2019. Бюлетень №5. Спосіб ендоскопічного субфасціального електрозварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності нижніх кінцівок. Впроваджено зазначені розробки в клінічну практику НВМКЦ «ГВКГ» (акти впровадження) з січня 2021 року.
6. Безпосередні результати хірургічного лікування ПТХНК та переваги використаних мініінвазивних методів: можливість проведення операцій амбулаторно збільшується у 3,4 рази, скорочується час на оперативне лікування на (20 ± 13) хв., термін стаціонарного лікування зменшується в $(3,2 \pm 0,2)$ рази. На другому етапі час проведення втручання в основній групі менше, на 42 хвилини ($p_{\alpha}(t, df) = 0,00004$). Термін стаціонарного лікування до 8 діб менше ($p_{\alpha} = 0,03$). Розподіл порівнюваних груп через один місяць за ступенем тяжкості ПТХ не розрізняються ($p_{\alpha}(\chi^2, df) = 0,1$).

Віддалені результати: в основній підгрупі частка хворих, у яких рівень тяжкості змінився від важкого до помірного в 1,8 рази більше, ніж в

контрольній. Розподіли складності стану хворих через місяць після другого етапу лікування розрізнялися ($p(\chi^2, df)=0,001$), а через рік стали однаковими ($p(\chi^2, df)=0,95$). Середня тривалість очищення тканин трофічної виразки у хворих основної групи становила $(5,1 \pm 0,5)$ діб, а у пацієнтів контрольної групи – $(7,1 \pm 0,6)$ діб ($p=0,013$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Makedonov, I., Kahn, S. R., & Galanaud, J. P. (2020). Prevention and Management of the Post-Thrombotic Syndrome. *Journal of clinical medicine*, 9(4), 923. <https://doi.org/10.3390/jcm9040923>
2. Karathanos, C., Nana, P., Spanos, K., Kouvelos, G., Brotis, A., Matsagas, M., & Giannoukas, A. (2021). Efficacy of rivaroxaban in prevention of post-thrombotic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(6), 1568–1576.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.04.016>
3. Li, R., Yuan, M., Cheng, J., Yu, S., Wei, W., Fu, W., Prandoni, P., & Chen, Y. (2020). Risk of post-thrombotic syndrome after deep vein thrombosis treated with rivaroxaban versus vitamin-K antagonists: A systematic review and meta-analysis. *Thrombosis research*, 196, 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2020.09.014>
4. Visonà, A., Quere, I., Mazzolai, L., Amitrano, M., Lugli, M., Madaric, J., Prandoni, P., & European Society of Vascular Medicine (ESVM) (2021). Post-thrombotic syndrome. *VASA. Zeitschrift für Gefasskrankheiten*, 50(5), 331–340. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000946>
5. Cucuruz, B., Kopp, R., Pfister, K., Noppeney, J., Tripal, K., Korff, T., Zeman, F., Koller, M., & Noppeney, T. (2020). Risk and protective factors for post-thrombotic syndrome after deep venous thrombosis. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 8(3), 390–395. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2019.10.012>
6. De Maeseneer, M. G., Kakkos, S. K., Aherne, T., Baekgaard, N., Black, S., Blomgren, L., Giannoukas, A., Gohel, M., de Graaf, R., Hamel-Desnos, C., Jawien, A., Jaworucka-Kaczorowska, A., Lattimer, C. R., Mosti, G., Noppeney, T., van Rijn, M. J., Stansby, G., Esvs Guidelines Committee, Kolh, P., Bastos

- Goncalves, F., ... Vuylsteke, M. E. (2022). Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2022 Clinical Practice Guidelines on the Management of Chronic Venous Disease of the Lower Limbs. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*, 63(2), 184–267.
<https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.12.024>
7. Engeseth, M., Enden, T., Sandset, P. M., & Wik, H. S. (2021). Predictors of long-term post-thrombotic syndrome following high proximal deep vein thrombosis: a cross-sectional study. *Thrombosis journal*, 19(1), 3.
<https://doi.org/10.1186/s12959-020-00253-8>
 8. Prandoni, P., Ageno, W., Ciammaichella, M., Mumoli, N., Zanatta, N., Imberti, D., Visonà, A., Bucherini, E., Di Nisio, M., Noventa, F., & DOAC-PTS Investigators (2020). The risk of post-thrombotic syndrome in patients with proximal deep vein thrombosis treated with the direct oral anticoagulants. *Internal and emergency medicine*, 15(3), 447–452.
<https://doi.org/10.1007/s11739-019-02215-z>
 9. Cosmi, B., Stanek, A., Kozak, M., Wennberg, P. W., Kolluri, R., Righini, M., Poredos, P., Lichtenberg, M., Catalano, M., De Marchi, S., Farkas, K., Gresele, P., Klein-Wegel, P., Lessiani, G., Marschang, P., Pecsvarady, Z., Prior, M., Puskas, A., & Szuba, A. (2022). The Post-thrombotic Syndrome-Prevention and Treatment: VAS-European Independent Foundation in Angiology/Vascular Medicine Position Paper. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 762443.
<https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.762443>
 10. Karathanos, C., Nana, P., Spanos, K., Kouvelos, G., Brotis, A., Matsagas, M., & Giannoukas, A. (2021). Efficacy of rivaroxaban in prevention of post-thrombotic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(6), 1568–1576.e1.
<https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.04.016>

11. Bittar, L. F., Silva, L. Q. D., Orsi, F. L. A., Zapponi, K. C. S., Mazetto, B. M., Paula, E. V., Montalvão, S. A. L., & Annichino-Bizzacchi, J. M. (2020). Increased inflammation and endothelial markers in patients with late severe post-thrombotic syndrome. *PloS one*, 15(1), e0227150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227150>
12. Audu, C. O., Gordon, A. E., Obi, A. T., Wakefield, T. W., & Henke, P. K. (2020). Inflammatory biomarkers in deep venous thrombosis organization, resolution, and post-thrombotic syndrome. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 8(2), 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2019.09.008>
13. de Kleijn, R. J. C. M. F., Schropp, L., van Hattum, E. S., Ünlu, Ç., Middeldorp, S., Nijkeuter, M., Westerink, J., Petri, B. J., & de Borst, G. J. (2022). Post-thrombotic syndrome after upper extremity deep vein thrombosis: An international Delphi consensus study. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH*, 20(8), 1880–1886. <https://doi.org/10.1111/jth.15767>
14. Harbsmeier, A. N., Altintas, I., Iversen, K., Andersen, O., & Nehlin, J. O. (2023). Biomarkers and the post-thrombotic syndrome: A systematic review of biomarkers associated with the occurrence of the post-thrombotic syndrome after lower extremity deep venous thrombosis. *Phlebology*, 38(9), 577–598. <https://doi.org/10.1177/02683555231186681>
15. Espitia, O., Raimbeau, A., Planquette, B., Katsahian, S., Sanchez, O., Espinasse, B., Bénichou, A., & Murriss, J. (2024). A systematic review and meta-analysis of the incidence of post-thrombotic syndrome, recurrent thromboembolism, and bleeding after upper extremity vein thrombosis. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 12(1), 101688. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2023.09.002>
16. Turner, B. R. H., Thapar, A., Jasionowska, S., Javed, A., Machin, M., Lawton, R., Gwozdz, A. M., & Davies, A. H. (2023). Systematic Review and Meta-Analysis of the Pooled Rate of Post-Thrombotic Syndrome After Isolated Distal

- Deep Venous Thrombosis. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*, 65(2), 291–297. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2022.10.018>
17. Wang, J., Smeath, E., Lim, H. Y., Nandurkar, H., Kok, H. K., & Ho, P. (2023). Current challenges in the prevention and management of post-thrombotic syndrome-towards improved prevention. *International journal of hematology*, 118(5), 547–567. <https://doi.org/10.1007/s12185-023-03651-6>
18. Jasionowska, S., Turner, B. R. H., Machin, M., Onida, S., Gwozdz, A. M., Shalhoub, J., & Davies, A. H. (2022). Systematic review of exercise therapy in the management of post-thrombotic syndrome. *Phlebology*, 37(10), 695–700. <https://doi.org/10.1177/02683555221129738>
19. Gwozdz, A. M., Black, S. A., Hunt, B. J., & Lim, C. S. (2020). Post-thrombotic syndrome: Preventative and risk reduction strategies following deep vein thrombosis. *Vasc. Endovascular Rev*, 3, e15.
20. Yanamandra, U., Boddu, R., Pramanik, S., Mishra, K., Kapoor, R., Ahuja, A., Chatterjee, T., & Das, S. (2020). Prevalence and Clinical Characteristics of Post-Thrombotic Syndrome in High-Altitude-Induced Deep Vein Thrombosis: Experience of a Single Tertiary Care Center from Real-World Settings. *High altitude medicine & biology*, 21(4), 319–326. <https://doi.org/10.1089/ham.2020.005>
21. Aksoy, A., Colak, S., Yagiz, B., Coskun, B. N., Omma, A., Yildiz, Y., Sari, A., Atas, N., Ilgin, C., Karadag, Ö., Erden, A., Dalkilic, E., Bolca, N., Ergelen, R., Onur, M. R., Direskeneli, H., & Alibaz-Oner, F. (2021). Predictors for the risk and severity of post-thrombotic syndrome in vascular Behçet's disease. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(6), 1451–1459. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.02.007>

22. Iding, A. F. J., & Ten Cate-Hoek, A. J. (2022). How to optimize the prevention of post-thrombotic syndrome: recent advances. *Polish archives of internal medicine*, 132(7-8), 16288. <https://doi.org/10.20452/pamw.16288>
23. Prandoni, P. (2022). New perspectives for prevention of the post-thrombotic syndrome. *Bleeding, Thrombosis, and Vascular Biology*, 1(1).
24. Silva, J. C., Constâncio, V., Lima, P., Nunes, C., Silva, E., Anacleto, G., & Fonseca, M. (2022). Determinants of Quality of Life in Patients with Post-Thrombotic Syndrome. *Annals of vascular surgery*, 85, 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2022.03.002>
25. Machin, M., Salim, S., Tan, M., Onida, S., Davies, A. H., & Shalhoub, J. (2021). Surgical and non-surgical approaches in the management of lower limb post-thrombotic syndrome. *Expert review of cardiovascular therapy*, 19(3), 191–200. <https://doi.org/10.1080/14779072.2021.1876563>
26. Tsiamita, O., & White, K. (2023). Post-thrombotic syndrome and chronic thromboembolic pulmonary hypertension: diagnosis and management. *British journal of hospital medicine (London, England : 2005)*, 84(8), 1–10. <https://doi.org/10.12968/hmed.2023.0114>
27. Kahn S. R. (2016). The post-thrombotic syndrome. *Hematology. American Society of Hematology. Education Program*, 2016(1), 413–418. <https://doi.org/10.1182/asheducation-2016.1.413>
28. Iding, A. F. J., Limpens, T. M. P., Ten Cate, H., & Ten Cate-Hoek, A. J. (2024). Chronic inflammatory diseases increase the risk of post-thrombotic syndrome: A prospective cohort study. *European journal of internal medicine*, 120, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2023.10.014>
29. Spiezia, L., Campello, E., Simion, C., Poretto, A., Dalla Valle, F., & Simioni, P. (2022). Risk Factors for Post-Thrombotic Syndrome in Patients With a First Proximal Deep Venous Thrombosis Treated With Direct Oral

<https://doi.org/10.1177/000331972111070889>

30. Ning, J., Ma, W., Fish, J., Trihn, F., & Lurie, F. (2020). Biases of Villalta scale in classifying post-thrombotic syndrome in patients with pre-existing chronic venous disease. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 8(6), 1025–1030. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2020.01.018>
31. Urbanek, T., & Labropoulos, N. (2021). Can we predict and prevent the postthrombotic syndrome?. *VASA. Zeitschrift fur Gefasskrankheiten*, 50(1), 11–21. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000932>
32. Yang, W. T., Xiong, Y., Wang, S. X., Ren, H. L., Gong, C., Jin, Z. Y., Wen, J. H., Zhang, W. D., Tao, X. M., & Li, C. M. (2024). A randomized controlled trial of standard vs customized graduated elastic compression stockings in patients with chronic venous disease. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 12(2), 101678. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2023.08.017>
33. Nielsen, J. D., Hermann, T. S., & Fredskilde, P. C. A. (2023). Graduated elastic compression stockings in the prevention of post-thrombotic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Phlebology*, 2683555231225268. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/02683555231225268>
34. Bradbury, C., Fletcher, K., Sun, Y., Heneghan, C., Gardiner, C., Roalfe, A., Hardy, P., McCahon, D., Heritage, G., Shackelford, H., Hobbs, F. R., & Fitzmaurice, D. (2020). A randomised controlled trial of extended anticoagulation treatment versus standard treatment for the prevention of recurrent venous thromboembolism (VTE) and post-thrombotic syndrome in patients being treated for a first episode of unprovoked VTE (the ExACT study). *British journal of haematology*, 188(6), 962–975. <https://doi.org/10.1111/bjh.16275>
35. Machin, M., Salim, S., Tan, M., Onida, S., Davies, A. H., & Shalhoub, J. (2021). Surgical and non-surgical approaches in the management of lower limb post-

- thrombotic syndrome. *Expert review of cardiovascular therapy*, 19(3), 191–200.
<https://doi.org/10.1080/14779072.2021.1876563>
36. van Rijn, M. J. E., & Kakkos, S. K. (2023). Early Thrombus Removal in Iliofemoral Deep Vein Thrombosis to Prevent Post-thrombotic Syndrome. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*, 65(2), 169–170.
<https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2022.11.012>
37. Chan, S. M., Lee, A., Roy, B., & Chaar, C. I. O. (2021). Diagnostic and Technical Challenges in the Care of a Complex Patient With Post-Thrombotic Syndrome. *Vascular and endovascular surgery*, 55(5), 515–518.
<https://doi.org/10.1177/1538574421995020>
38. Yang, X., Zhang, X., Yin, M., Wang, R., Lu, X., & Ye, K. (2022). Elastic compression stockings to prevent post-thrombotic syndrome in proximal deep venous thrombosis patients without thrombus removal. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 10(2), 293–299.
<https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.06.023>
39. Debus, E. S., & Grundmann, R. T. (2024). Deep Vein Thrombosis of the Lower Limb and Post-Thrombotic Syndrome. In *Evidence-based Therapy in Vascular Surgery* (pp. 405-425). Cham: Springer International Publishing.
40. Lee, A., Gu, C. S., Vedantham, S., Kearon, C., Blostein, M., & Kahn, S. R. (2021). Performance of two clinical scales to assess quality of life in patients with post-thrombotic syndrome. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(5), 1257–1265.e2.
<https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.01.017>
41. Abeyrathna, S. P., Kulathilake, C., & Wijesiriwardena, I. (2022). Prevalence and Associated Factors of Post-Thrombotic Syndrome in Patients With Deep Vein Thrombosis. *Journal of Current Surgery*, 12(2), 38-44.

42. Schneider, P. A., Krievins, D. K., Halena, G., Schmidt, A., Lyden, S., Lee, V., Hu, M., & Adelman, M. (2021). Venous outcomes at 1 year after using the femoral vein as a conduit for passage of percutaneous femoropopliteal bypass. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(5), 1266–1272.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2020.12.080>
43. Krievins, D. K., Halena, G., Scheinert, D., Savlovskis, J., Szopiński, P., Krämer, A., Ouriel, K., Nair, K., Holden, A., & Schmidt, A. (2020). One-year results from the DETOUR I trial of the PQ Bypass DETOUR System for percutaneous femoropopliteal bypass. *Journal of vascular surgery*, 72(5), 1648–1658.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.02.043>
44. Nierlich, P., Enzmann, F. K., Metzger, P., Dabernig, W., Aspalter, M., Akhavan, F., Hitzl, W., & Hölzenbein, T. (2020). Alternative Venous Conduits for Below Knee Bypass in the Absence of Ipsilateral Great Saphenous Vein. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*, 60(3), 403–409. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.06.016>
45. Goldhaber, S. Z., Magnuson, E. A., Chinnakondepalli, K. M., Cohen, D. J., & Vedantham, S. (2021). Catheter-directed thrombolysis for deep vein thrombosis: 2021 update. *Vascular Medicine*, 26(6), 662-669.
46. Ferreira, A. M., Oliveira-Pinto, J., Duarte-Gamas, L., Coelho, A., & Mansilha, A. (2021). Mid-term patency of iliac venous stenting for post-thrombotic syndrome. *International angiology : a journal of the International Union of Angiology*, 40(3), 196–205. <https://doi.org/10.23736/S0392-9590.21.04659-9>
47. Guillen, K., Thony, F., Del Giudice, C., Goyault, G., David, A., Douane, F., Le Bras, Y., Monnin-Bares, V., Heautot, J. F., Rousseau, H., Martinelli, T., Thouveny, F., Barral, P. A., Le Pennec, V., Chabrot, P., Rogopoulos, A., Aho-Glélé, L. S., Sapoval, M., Rodière, M., Chevallier, O., ... French Society of Cardiovascular Imaging (SFICV) (2023). Patient-Reported Outcomes of

- Endovascular Treatment of Post-Thrombotic Syndrome: Ancillary Study of a French Cohort. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(14), 2357. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13142357>
48. David, A., Thony, F., Del Giudice, C., Goyault, G., Loffroy, R., Guillen, K., Le Bras, Y., Marcelin, C., Monnin-Bares, V., Heautot, J. F., Lablee, A., Marek, P., Rousseau, H., Martinelli, T., Thouveny, F., Barral, P. A., Le Pennec, V., Chabrot, P., Rogopoulos, A., Guillien, A., ... Société Française d'Imagerie Cardiovasculaire Diagnostique et Interventionnelle (2022). Short- and Mid-Term Outcomes of Endovascular Stenting for the Treatment of Post-Thrombotic Syndrome due to Iliofemoral and Caval Occlusive Disease: A Multi-Centric Study from the French Society of Diagnostic and Interventional Cardiovascular Imaging (SFICV). *Cardiovascular and interventional radiology*, 45(2), 162–171. <https://doi.org/10.1007/s00270-021-03038-2>
49. Epstein, D., Bootun, R., Diop, M., Ortega-Ortega, M., Lane, T. R. A., & Davies, A. H. (2022). Cost-effectiveness analysis of current varicose veins treatments. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 10(2), 504–513.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.05.014>
50. Farah, M. H., Nayfeh, T., Urtecho, M., Hasan, B., Amin, M., Sen, I., Wang, Z., Prokop, L. J., Lawrence, P. F., Gloviczki, P., & Murad, M. H. (2022). A systematic review supporting the Society for Vascular Surgery, the American Venous Forum, and the American Vein and Lymphatic Society guidelines on the management of varicose veins. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 10(5), 1155–1171. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2021.08.011>
51. Lim, S. Y., Tan, J. X., D'Cruz, R. T., Syn, N., Chong, T. T., & Tang, T. Y. (2020). Catheter-directed foam sclerotherapy, an alternative to ultrasound-guided foam sclerotherapy for varicose vein treatment: A systematic review and meta-

analysis. *Phlebology*, 35(6), 369–383.

<https://doi.org/10.1177/0268355519898309>

52. Pompilio, G., Monreal, M., Pesavento, R., & Integlia, D. (2022). Meta-analyses of sulodexide and other drugs in prevention and treatment of post-thrombotic syndrome. *European review for medical and pharmacological sciences*, 26(24), 9372–9381. https://doi.org/10.26355/eurev_202212_30688
53. Larkin, T. A., Deen, R., Amirnezami, T., Shvartsbart, A., & Villalba, L. (2024). Pharmacomechanical thrombectomy of iliofemoral deep vein thrombosis is associated with a low incidence of post-thrombotic syndrome and perioperative complications. *ANZ journal of surgery*, 94(3), 438–444. <https://doi.org/10.1111/ans.18795>
54. de Ávila Oliveira, R., Riera, R., Vasconcelos, V., & Baptista-Silva, J. C. (2021). Injection sclerotherapy for varicose veins. *The Cochrane database of systematic reviews*, 12(12), CD001732. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001732.pub3>
55. Amshar, M., Nugraha, R. A., Batubara, E. A. D., Siddiq, T., Indriani, S., & Adiarto, S. (2022). Cyanoacrylate Embolization versus Endovenous Laser Ablation in Treating Saphenous Vein Insufficiency: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of vascular surgery*, 80, 313–324. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.09.041>
56. Bakas, J. M., van Montfrans, C., Moelker, A., Bos, R. R. V. D., Malskat, W. S. J., Verhagen, H. J. M., & van Rijn, M. J. E. (2023). Quality of Life after Venous Stenting for Post-thrombotic Syndrome and the Effect of Inflow Disease. *Vascular and endovascular surgery*, 15385744231225802. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/15385744231225802>
57. Abramowitz, S., Marko, X., Willis, V. C., Mills, C., & Black, S. A. (2024). Association Between 30 Day Villalta Scores and Long Term Post-Thrombotic Syndrome Incidence and Severity Following Acute Deep Vein Thrombosis. *European journal of vascular and endovascular surgery : the*

- official journal of the European Society for Vascular Surgery*, 67(1), 167–168.
<https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2023.09.045>
58. Visonà, A., Quere, I., Mazzolai, L., Amitrano, M., Lugli, M., Madaric, J., & Prandoni, P. (2021). Post-thrombotic syndrome—a position paper from European Society of Vascular Medicine. *Vasa*, 1, 10.
59. Mangwani, J., Roberts, V., Shannak, O., Divall, P., Srinivasan, A., & Dias, J. (2023). Epidemiology and Diagnosis of Post-Thrombotic Syndrome: Qualitative Synthesis with a Systematic Review. *Journal of clinical medicine*, 12(18), 5896.
<https://doi.org/10.3390/jcm12185896>
60. Guo, X., Xu, H., Zhang, J., Hao, B., & Yang, T. (2023). A systematic review and meta-analysis of risk prediction models for post-thrombotic syndrome in patients with deep vein thrombosis. *Heliyon*, 9(11), e22226.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22226>
61. Rodrigues, L. D. S., Bertanha, M., El Dib, R., & Moura, R. (2021). Association between deep vein thrombosis and stent patency in symptomatic iliac vein compression syndrome: Systematic review and meta-analysis. *Journal of vascular surgery. Venous and lymphatic disorders*, 9(1), 275–284.
<https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2020.08.022>
62. Amshar, M., Nugraha, R. A., Batubara, E. A. D., Siddiq, T., Indriani, S., & Adiarto, S. (2022). Cyanoacrylate Embolization versus Endovenous Laser Ablation in Treating Saphenous Vein Insufficiency: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of vascular surgery*, 80, 313–324.
<https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.09.041>
63. Müller, L., & Alm, J. (2020). Feasibility and technique of endovenous laser ablation (EVLA) of recurrent varicose veins deriving from the sapheno-femoral junction—A case series of 35 consecutive procedures. *PloS one*, 15(7), e0235656.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235656>

- 64.Han, Y., Tian, Y., Gao, L., Tang, J., Fan, P., Cong, L., Dong, J., & Yang, L. (2022). Clinical outcomes of different endovenous procedures among patients with varicose veins and iliac vein compression: A retrospective cohort study. *International journal of surgery (London, England)*, *101*, 106641. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2022.106641>
- 65.Nwafor, I. A. (2022). Complications of Varicose Veins of the Lower Extremity: Systematic Review and Metanalysis. *EC Cardiology*, *9*, 31-37.
- 66.Farmache, A. (2020). Description and results of a new technique for the treatment of the superficial and/or perforating venous insufficiency of the lower limbs. *Journal of Phlebology & Lymphology*, *13*(2).
- 67.Jain, S. K., Jain, M. K., & Saxena, R. K. (2022). Evaluation of stab avulsion versus subfascial endoscopic perforator surgery in the management of chronic venous insufficiency resulting from incompetent leg perforators in primary varicose veins. *Veins & Lymphatics*, *11*(2).
- 68.Wang, C. M., Zhao, S. L., Feng, Q. C., Gai, S., & Li, X. (2021). One-year outcomes of radiofrequency ablation of incompetent perforator veins using the radiofrequency stylet device: Cohort study from East Asia. *Phlebology*, *36*(4), 268–274. <https://doi.org/10.1177/0268355520973488>
- 69.Keshav Murthy, M. R., Gupta, N., Gupta, A. K., Ansari, A. M., Kardam, D., Naskar, D., & Durga, C. K. (2020). Can Subfascial Endoscopic Perforator Surgery (SEPS) be Standard of Care in Advanced Chronic Venous Insufficiency (CVI)?. *Hellenic Journal of Surgery*, *92*, 46-50.
- 70.Amudhan, M. (2020). *A Comparative Study of Subfascial Endoscopic Perforator Surgery [SEPS] Versus Open Perforator Ligation [OSPL] in the Treatment of Great Saphenous Varicose Veins* (Doctoral dissertation, ESIC Medical College & PGIMS & R, Chennai).

71. Mawblei, P., Gupta, A. K., Ansari, M. A. M., Jayant, S., & Bansal, L. K. (2021). Evaluation of hybrid technique in the management of varicose veins—a single centre experience. *Surgical Chronicles*, 26(2).
72. Teja, B. U., Akhila, B., Mahesh, V., Reddy, R., Bathala, B. T., & Bathala, R. T. (2020). Outcomes of subfascial endoscopic perforator ligation surgery versus open subfascial ligation surgery of incompetent perforator veins in the treatment of varicose veins. *International Surgery Journal*, 7(9), 2843-2847.
73. Cherniak, V. A. (2020). Treatment of trophic ulcers of the lower extremities. *Infusion & Chemotherapy*, (3.2), 312-313.
74. Voloshyn, O., & Suzdalenko, O. (2019). Early versus deferred endovenous superficial venous treatment in patients with varicose trophic ulcers. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 58(6), e843.
75. Koehler, J., Brandl, F. P., & Goepferich, A. M. (2018). Hydrogel wound dressings for bioactive treatment of acute and chronic wounds. *European Polymer Journal*, 100, 1-11.
76. Liang, Y., He, J., & Guo, B. (2021). Functional Hydrogels as Wound Dressing to Enhance Wound Healing. *ACS nano*, 15(8), 12687–12722. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c04206>
77. Schultz, G. S., Sibbald, R. G., Falanga, V., Ayello, E. A., Dowsett, C., Harding, K., Romanelli, M., Stacey, M. C., Teot, L., & Vanscheidt, W. (2003). Wound bed preparation: a systematic approach to wound management. *Wound repair and regeneration : official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society*, 11 Suppl 1, S1–S28. <https://doi.org/10.1046/j.1524-475x.11.s2.1.x>
78. Ivanova, Y. V., Gramatyuk, S. M., Kryvoruchko, I. A., Zarudnyi, O. O., & Miasoiedov, K. V. (2021). Photodynamic therapy in treatment of trophic ulcers in patients, suffering chronic venous insufficiency. *Klinicheskaia khirurgiia*, 88(7-8), 32-38.

79. Nahaliuk, Y., Rogovskiy, V., & Cherniak, V. (2022). The Results of Treatment and Testing of the Developed Method of Complex Treatment of Wounds and Trophic Ulcers Based on the Our Experience of Treatment of Wounded with Military Trauma. *AORTA*, 10, A1-A56.
80. Bitska, I. V., Vasilyuk, S. M., Gudyvok, V. I., Dmytruk, O. M., Osadets, V. S., Kozan, Y. I., & Slyusar, V. T. (2021). ULRASONIC CAVITATION IN TREATMENT OF TROPHIC UICERS. *Art of Medicine*, 15-19.
81. Gatīņa, L., Pigiņka-Vjačeslavova, I., Bērziņa, D., & Zolovs, M. (2022). Tissue-Welding Device: Considerable advantages for spleen surgery based on histological and cardiorespiratory investigation. *Veterinary Medicine International*, 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/9270966>
82. Zhu, C., Li, Y., Xu, J., Liu, H., Xiang, X., Zhao, H., Qiu, J., & Liu, K. (2023). An ex vivo preliminary investigation into the impact of parameters on tissue welding strength in small intestine mucosa-mucosa end-to-end anastomosis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1200239>
83. Lebedev, A. V., & Dubko, A. G. (2020). Use of Electric Welding of Living Tissues in Surgery (review). *Biomedical Engineering*, 54(1), 73–78. <https://doi.org/10.1007/s10527-020-09977-3>
84. Huang, J., Xia, S., Jia, M., Chen, Y., Li, J., Wang, K., & Menemenlis, D. (2023). Experimental study of the effect of temperature on collagen conformational changes in skin tissue welded by femtosecond laser. *Optik*, 288, 171184. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2023.171184>
85. Wang, H., Yang, X., Madeniyeti, N., Qiu, J., Zhu, C., Li, Y., & Liu, K. (2022). Temperature Distribution of Vessel Tissue by High Frequency Electric Welding with Combination Optical Measure and Simulation. *Biosensors*, 12(4), 209. <https://doi.org/10.3390/bios12040209>

- 86.Zabolotny, D., & Kvasha, O. (2023). EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF THE METHOD OF SEAMLESS CONNECTION OF THE DURA MATER USING HIGH-FREQUENCY BIPOLAR ELECTRIC WELDING AND SUBSTANTIATION OF ITS GREATER TIGHTNESS, COMPARED TO THE TRADITIONAL METHOD OF CONNECTION USING SUTURE MATERIAL. *Grail of Science*, 31, 447–458. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.09.2023.72>
- 87.O.B. Kobzar, S.V. Doroshenko, M.V. Parkhomenko, T.T. Khvorostyana, V.I. Prymachenko (2020). EXPERIMENTAL AND MORPHOLOGICAL SUBSTANTIATION OF TUBULAR BIOLOGICAL STRUCTURES OBLITERATION BY MEANS OF HIGH-FREQUENCY ELECTRIC WELDING OF TISSUES. *Svit Medicini Ta Biologii*, 16(71), 188. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2020-1-71-188-191>
- 88.Tyselskyi, V., Poylin, V., & Kebkalo, A. (2020). Biological welding - novel technique in the treatment of esophageal metaplasia. *Polski przeglad chirurgiczny*, 92(5), 1–5. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1176>
- 89.Shlykov, V., Kotovskyi, V., Dubko, A., Višniakov, N., & Šešok, A. (2019). Temperature monitoring for high frequency welding of soft biological tissues: A prospective study. *Technology and Health Care*, 27(6), 643–649. <https://doi.org/10.3233/thc-191613>
- 90.Li, C., & Wang, K. (2021). Effect of welding temperature and protein denaturation on strength of laser biological tissues welding. *Optics & Laser Technology*, 138, 106862.

ДОДАТКИ

Додаток А1

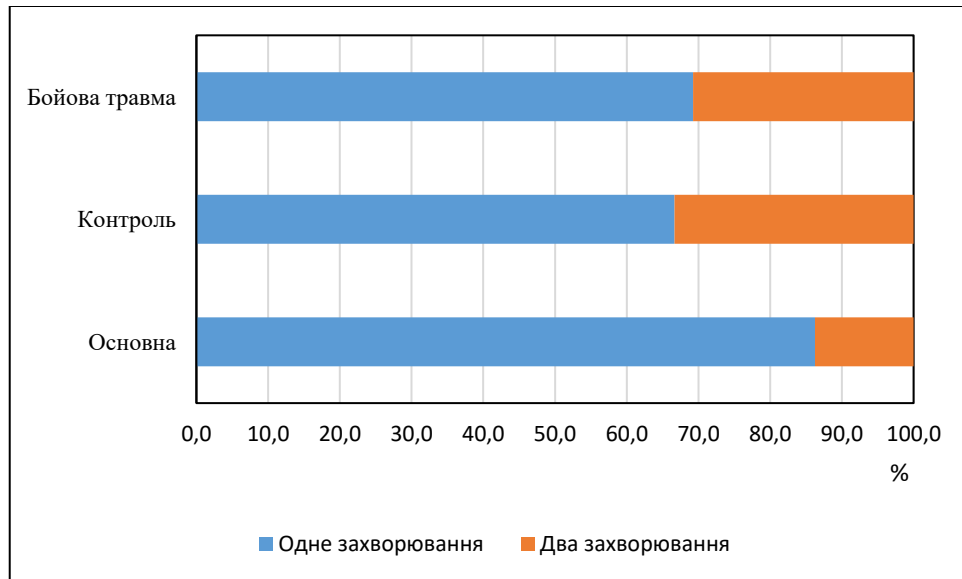


Рис. А.1.1. Розподіл пацієнтів у досліджуваних групах за кількістю супутніх захворювань

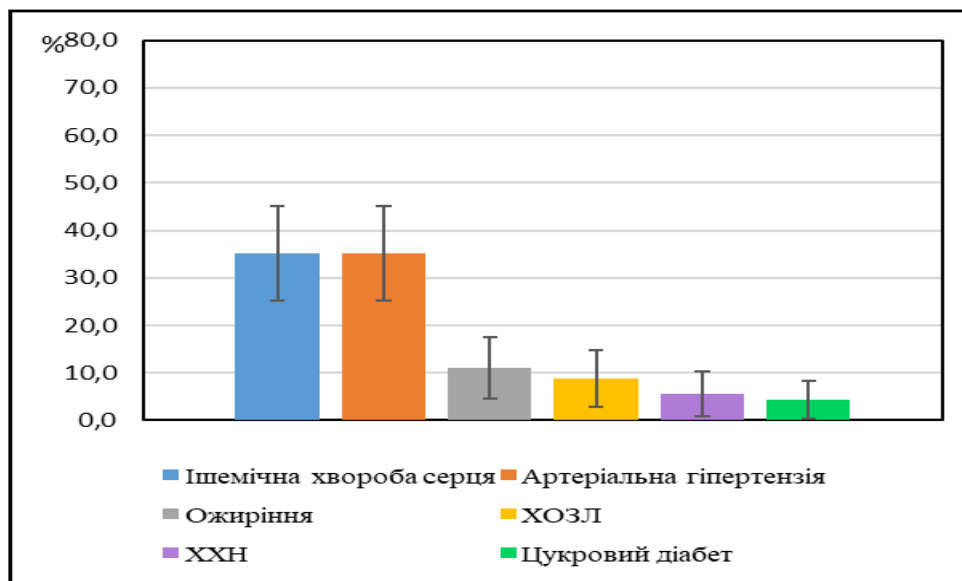


Рис. А.1.2. Розподіл супутньої патології в основній групі

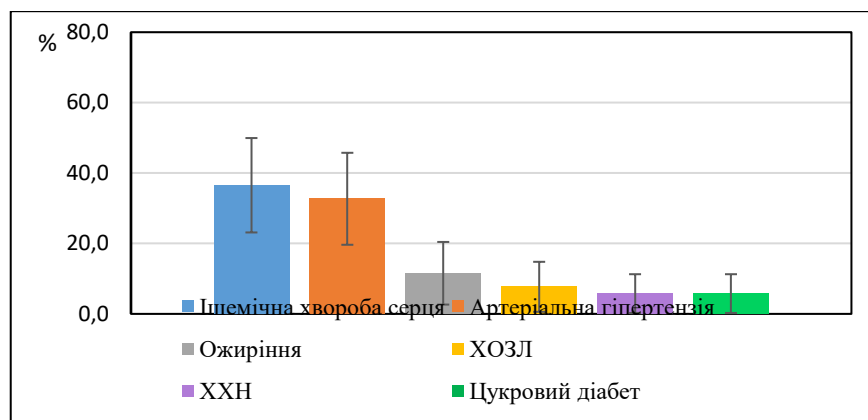


Рис. А.1.3. Розподіл супутньої патології в контрольній групі

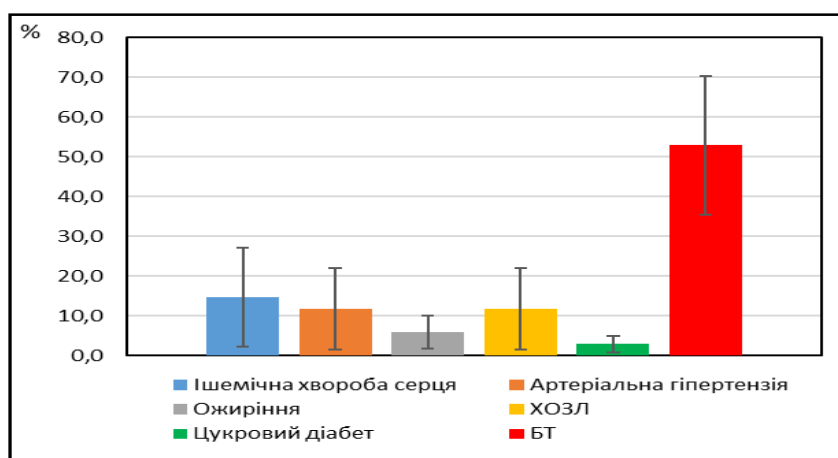


Рис. А.1.4. Розподіл супутньої патології в групі бойової травми

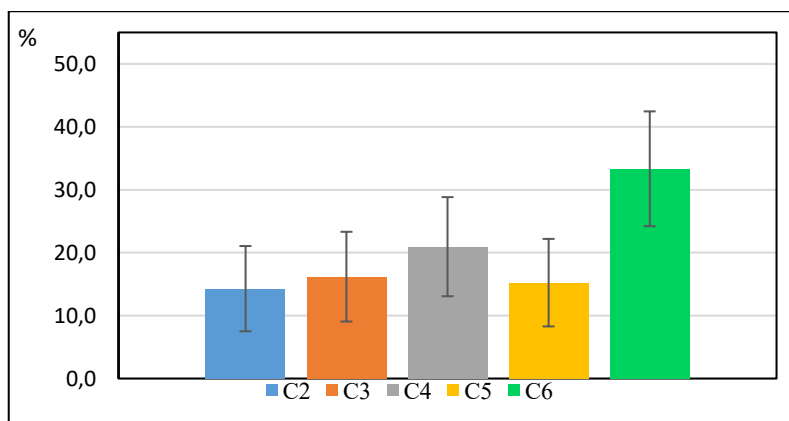


Рис. А.1.5. Розподіл пацієнтів основної групи за класифікацією SEAP

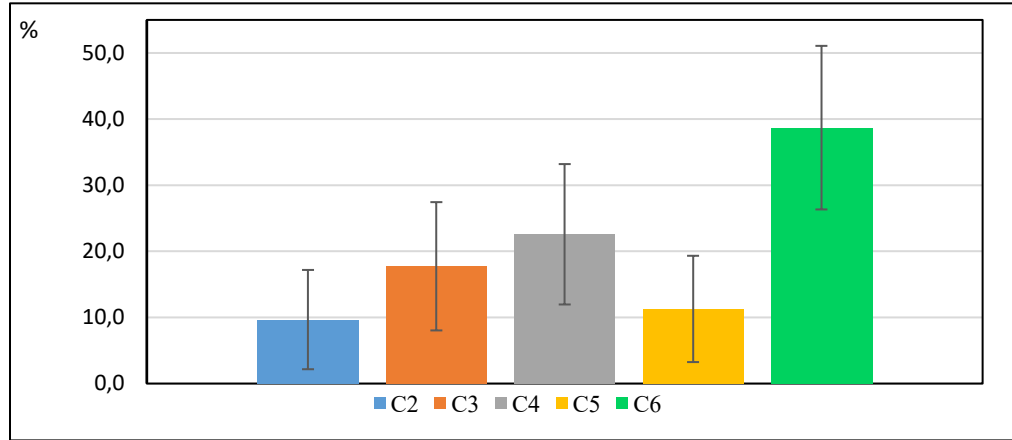


Рис. А.1.6. Розподіл пацієнтів контрольної групи за класифікацією SEAP

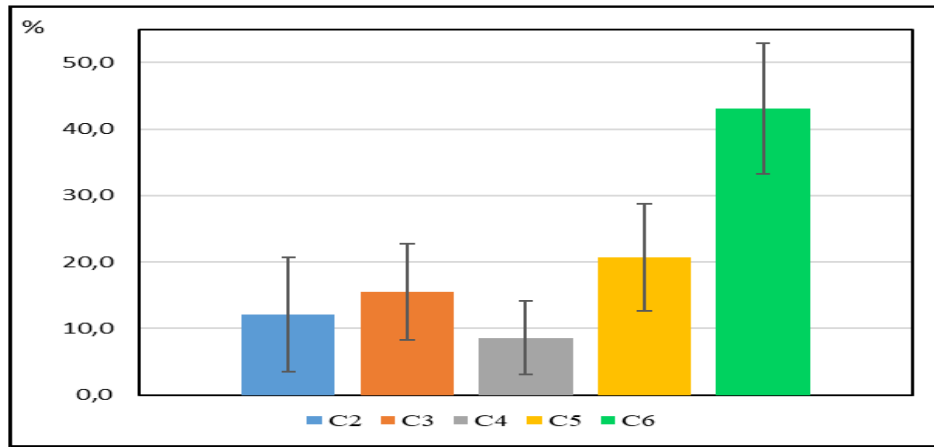


Рис. А.1.7. Розподіл пацієнтів групи бойової травми за класифікацією SEAP



Рис. А.1.8. Візуальна аналогова шкала (ВАШ) оцінювання інтенсивності больового синдрому

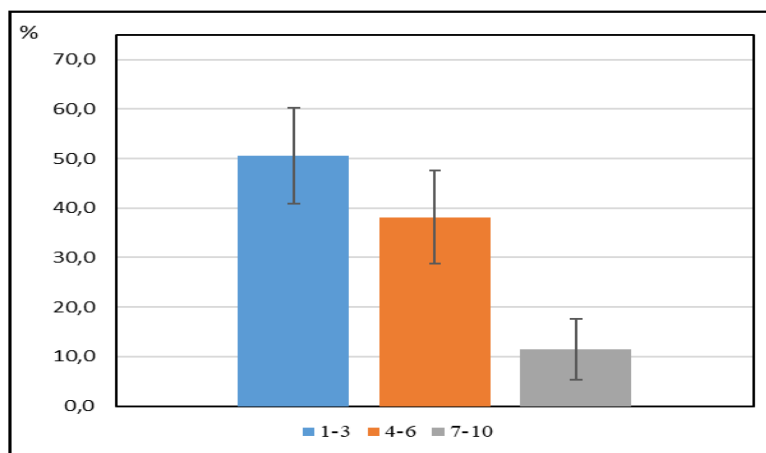


Рис. А.1.9. Розподіл пацієнтів основної групи за інтенсивністю болю за шкалою ВАШ

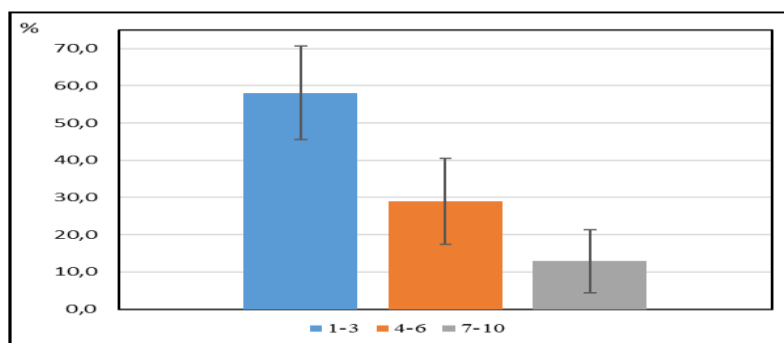


Рис. А.1.10. Розподіл пацієнтів контрольної групи за інтенсивністю болю за шкалою ВАШ

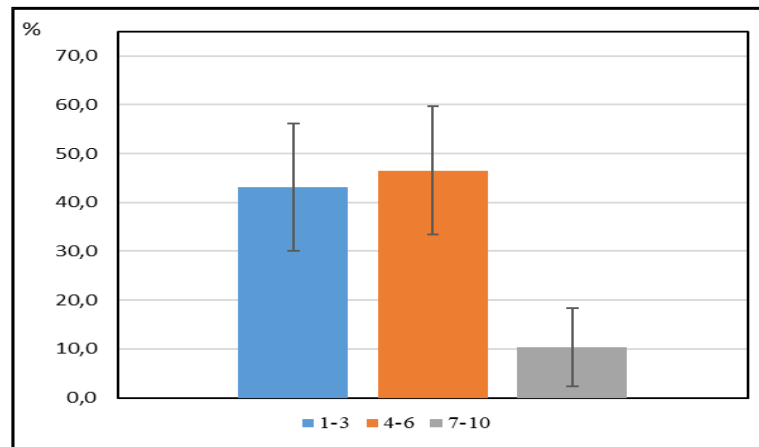


Рис. А.1.11. Розподіл пацієнтів групи бойової травми за інтенсивністю болю за шкалою ВАШ

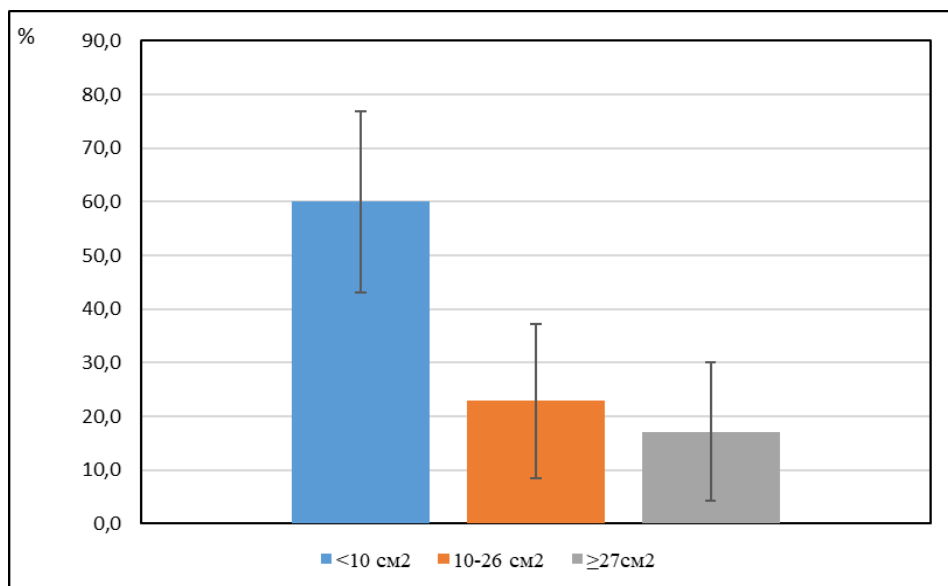


Рис. А.1.12. Розподіл пацієнтів основної групи за градаціями виразкових дефектів

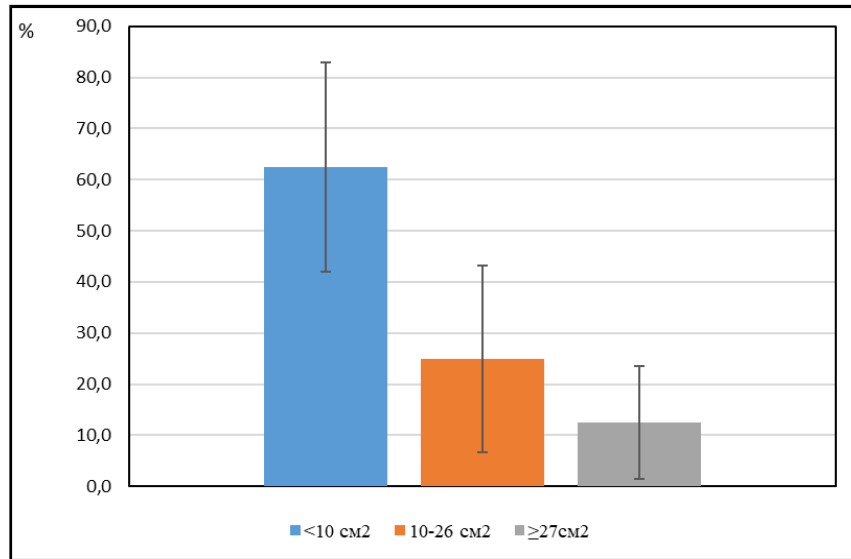


Рис. А.1.13. Розподіл пацієнтів контрольної групи за градаціями виразкових дефектів

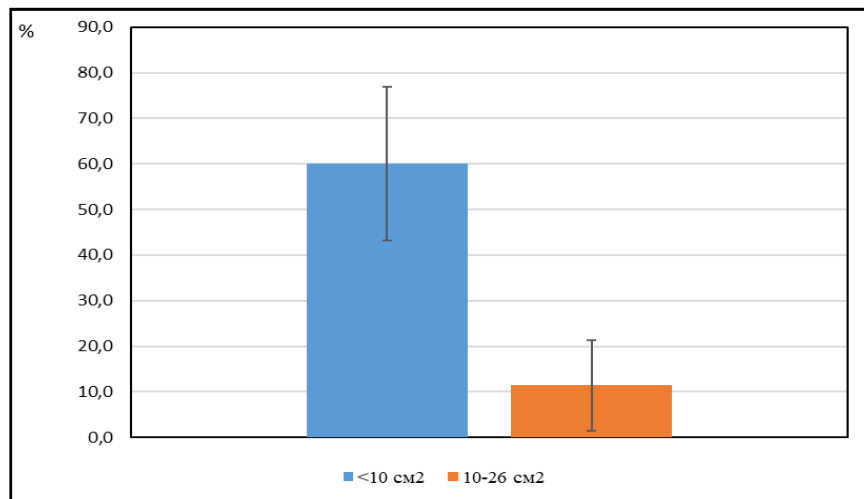


Рис. А.1.14. Розподіл пацієнтів групи бойової травми за градаціями виразкових дефектів

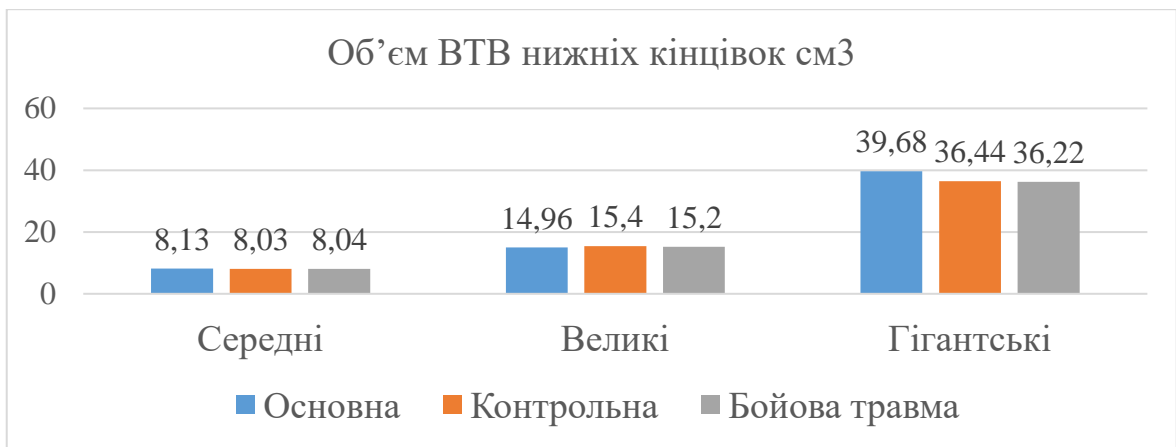


Рис. А.1.15 Середні показники набряку кінцівок(см³), визначені до початку лікування у хворих всіх трьох груп.

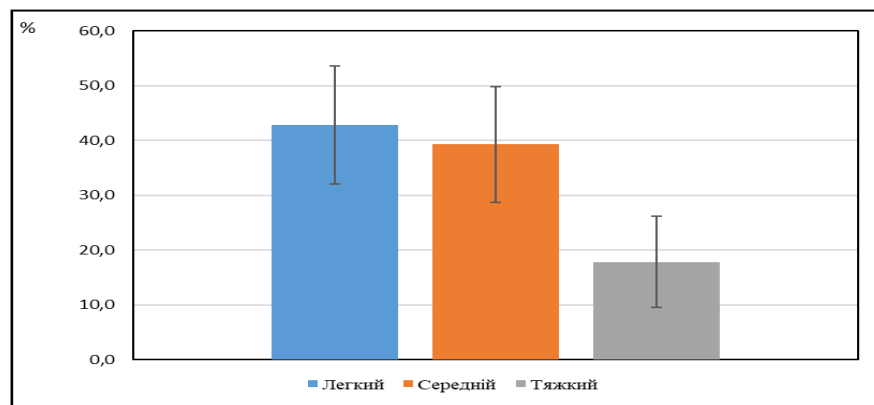


Рис. А.1.15. Розподіл пацієнтів основної групи із набряками кінцівок за їх ступенем

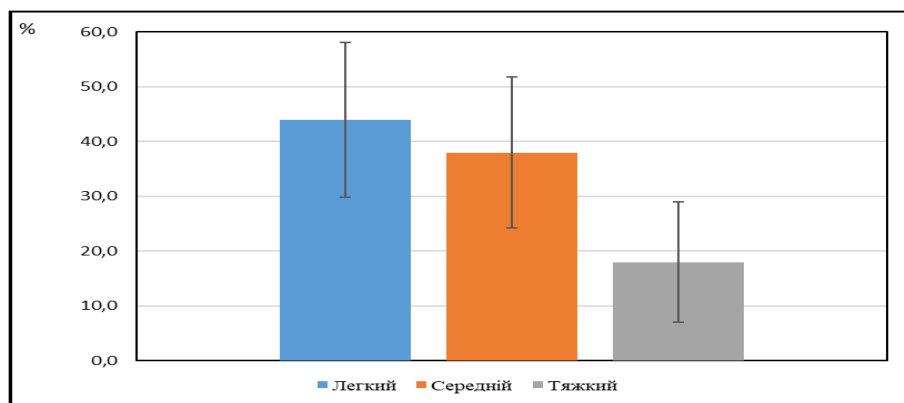


Рис. А.1.17. Розподіл пацієнтів контрольної групи із набряками кінцівок за їх ступенем

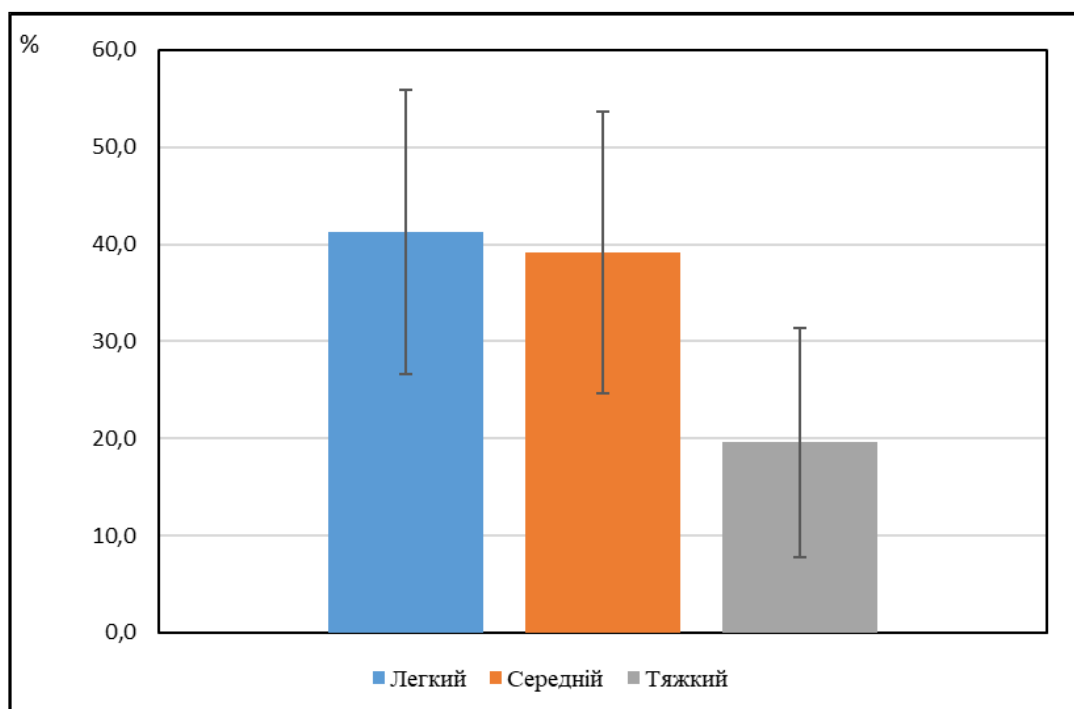


Рис. А.1.18. Розподіл пацієнтів групи бойової травми із набряками кінцівок за їх ступенем

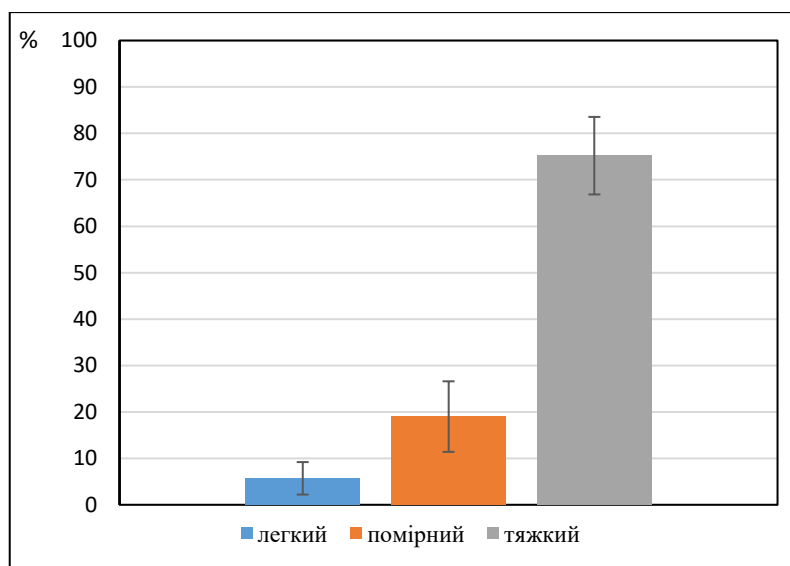


Рис. А.1.19. Розподіл пацієнтів за ступенем тяжкості ПТХНК в основній групі

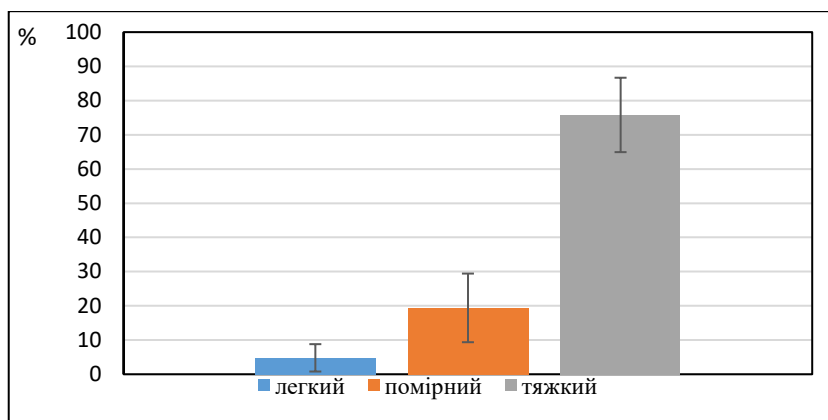


Рис. А.1.20. Розподіл пацієнтів за ступенем тяжкості ПТХ в контрольній групі

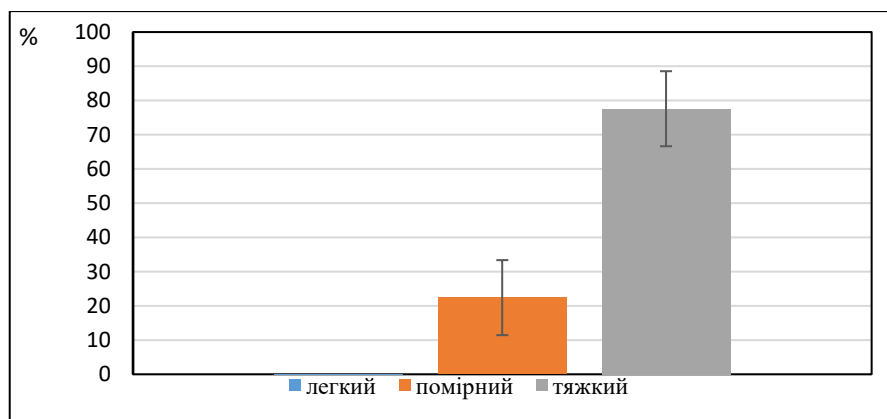


Рис. А.1.21. Розподіл пацієнтів за ступенем тяжкості ПТХ в групі бойової травми

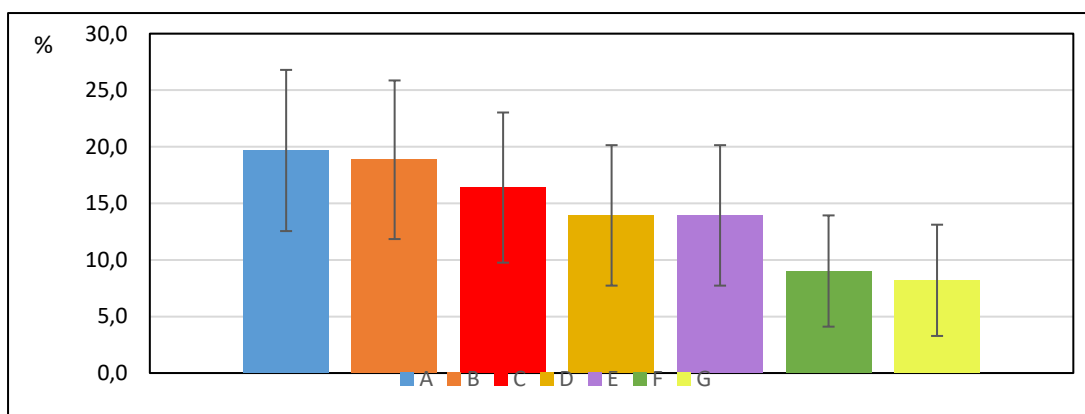


Рис. А.1.22. Розподіл за видами оперативних втручань (n=122) в основній групі:

А ЕВЛК підшкірних венозних стовбурів на гомілці та перфорантів;
 В SEPS електрозварюванням живих тканин; С склероабляція підшкірних
 венозних стовбурів на гомілці та перфорантів; D РЧА підшкірних
 венозних стовбурів на гомілці та перфорантів; Е Пластика трофічних
 виразок як додаткова операція; F SEPS електрокоагуляційно; G
 Електрокоагуляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці та
 перфорантів

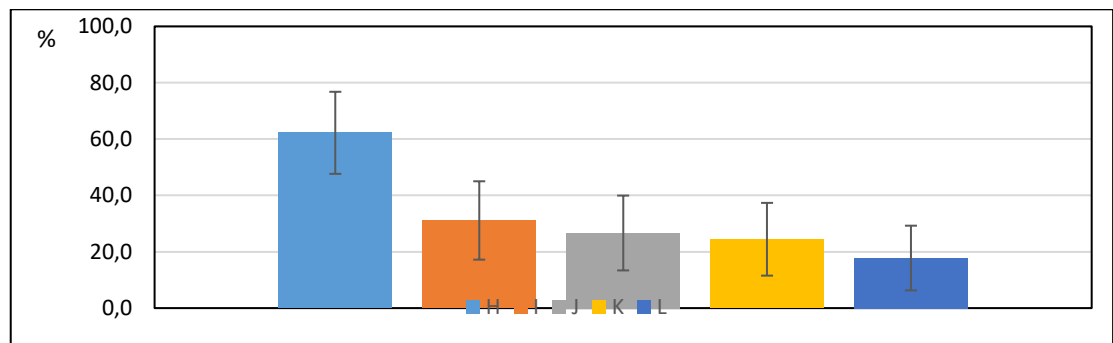


Рис. А.1.23. Розподіл за видами оперативних втручань (n=73) у контрольній групі:

Н - флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів; І - перев'язка перфорантних вен з відкритих доступів; J - флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці з відкритих доступів і одночасна перевязка перфорантних вен; К - флебектомія підшкірних венозних стовбурів на гомілці, одночасна перевязка перфорантних вен з відкритих доступів і одночасна дерматоластика; L – дерматоластика.

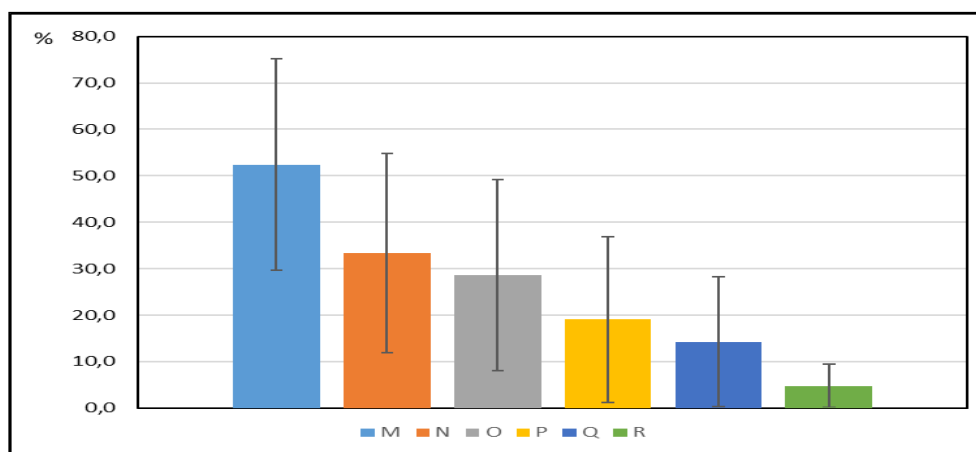


Рис. А.1.24. Розподіл за видами оперативних втручань на другому етапі лікування в контрольній групі (n=21):

М - операція Хюсні; N - транспозиційна операція при реканалізації магістральних вен у нову позицію; O - шунтувальна операція при оклюзії клубового сегмента; P - реконструктивна операція протезування з використанням синтетичних протезів при оклюзії тазових вен; Q – ендофлебектомія; R - операція за Боровковим.

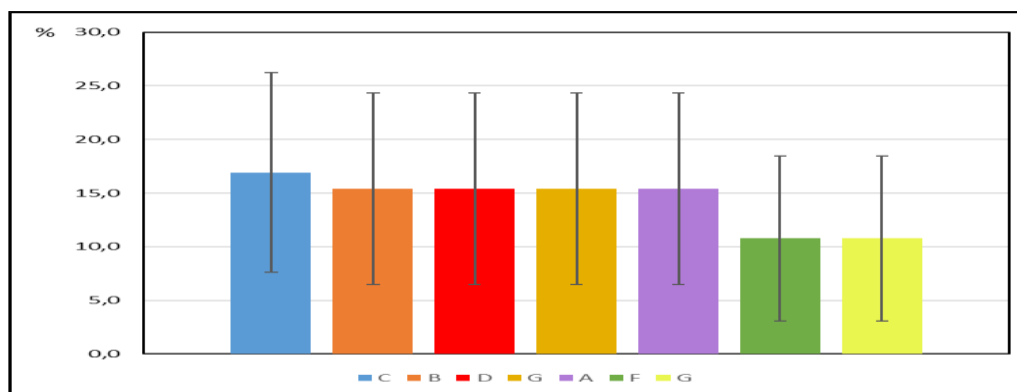


Рис. А.1.25. Розподіл за видами оперативних втручань в групі бойової травми (n=65):

А - ЕВЛК підшкірних венозних стовбурів на гомілці і перфорантів; В - СЕПС електрозварюванням живих тканин; С - склероабляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці і перфорантів; D - РЧА

підшкірних венозних стовбурів на гомілці і перфорантів; Е - Пластика трофічних виразок як додаткова операція; F - СЕПС електрокоагуляційно; G - Електрокоагуляція підшкірних венозних стовбурів на гомілці і перфорантів.

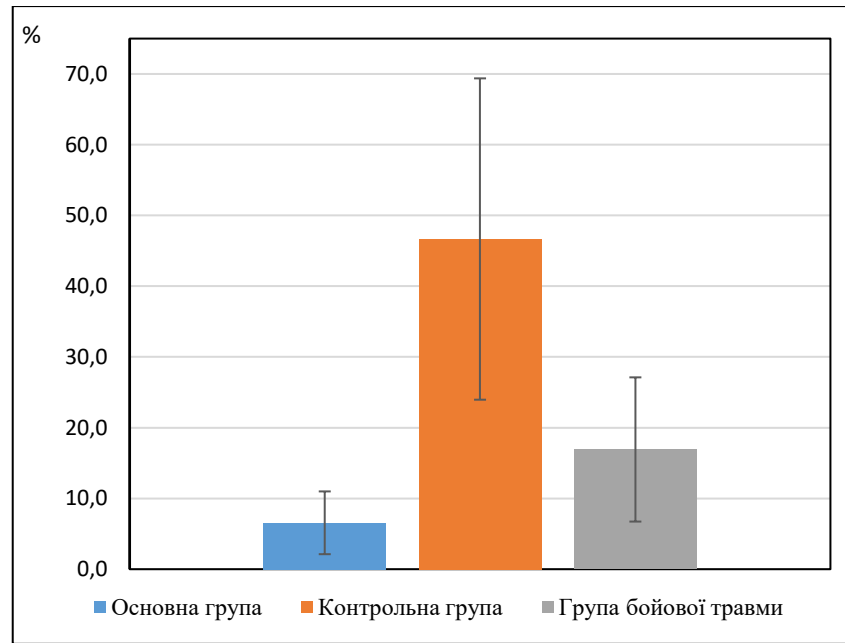


Рис. А.1.26. Коефіцієнти повторності оперативних втручань в досліджуваних групах

Шкала Villalta, бали.

Показник	Ступінь важкості			
	немає	легкий	середній	тяжкий
Симптоми				
Біль	0	1	2	3
Судоми	0	1	2	3
Тяжкість	0	1	2	3
Парестезія	0	1	2	3
Свербіж	0	1	2	3
Клінічні ознаки				
Набряк гомілки	0	1	2	3
Індурація шкіри	0	1	2	3
Гіперпігментація	0	1	2	3
Почервоніння	0	1	2	3
Венозна ектазія	0	1	2	3
Біль при стисканні литки	0	1	2	3
Венозна виразки	Відсутня		Наявна	

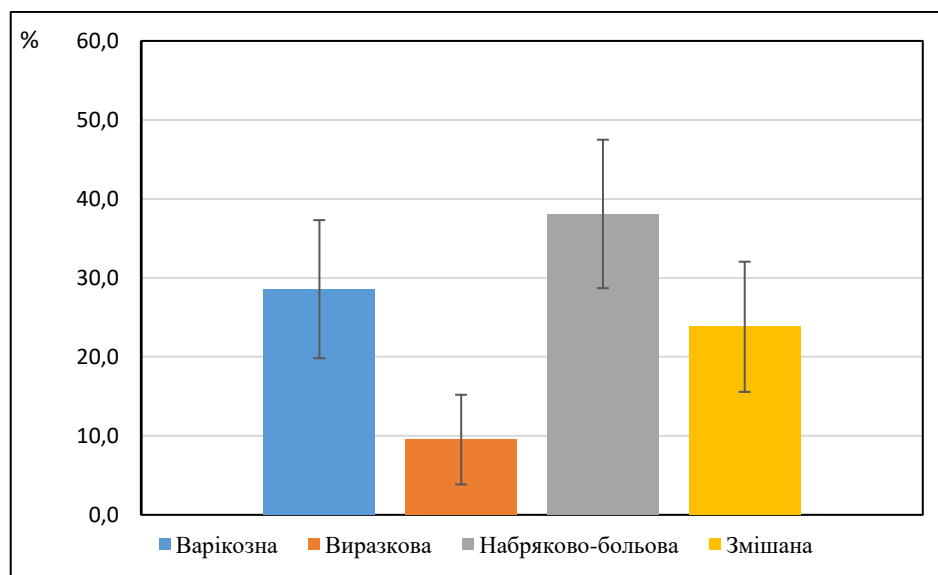


Рис. А.2.1. Розподіл за клінічними формами ПТХНК в основній групі

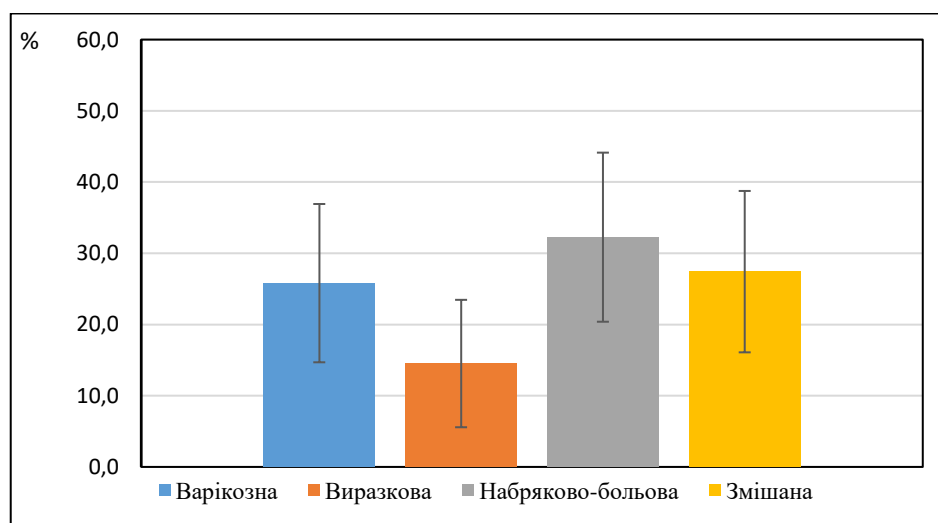


Рис. А.2.2. Розподіл пацієнтів по клінічних формах ПТХ в контрольній групі

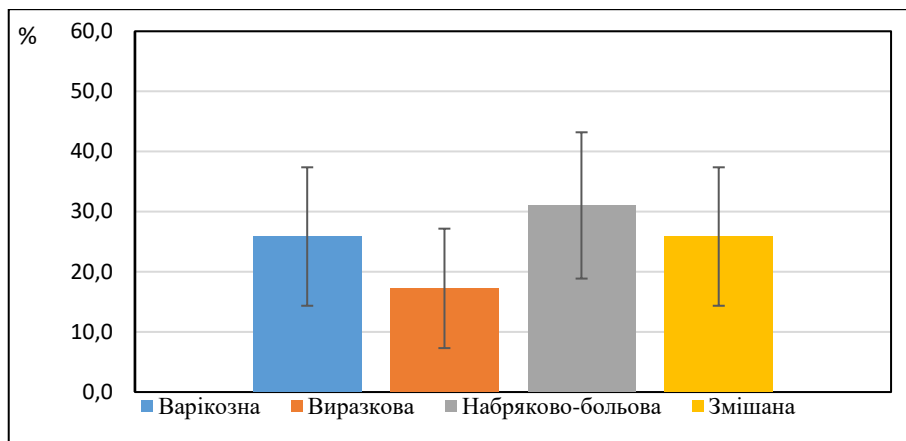


Рис. А.2.3. Розподіл пацієнтів по клінічних формах ПТХ в групі бойової травми

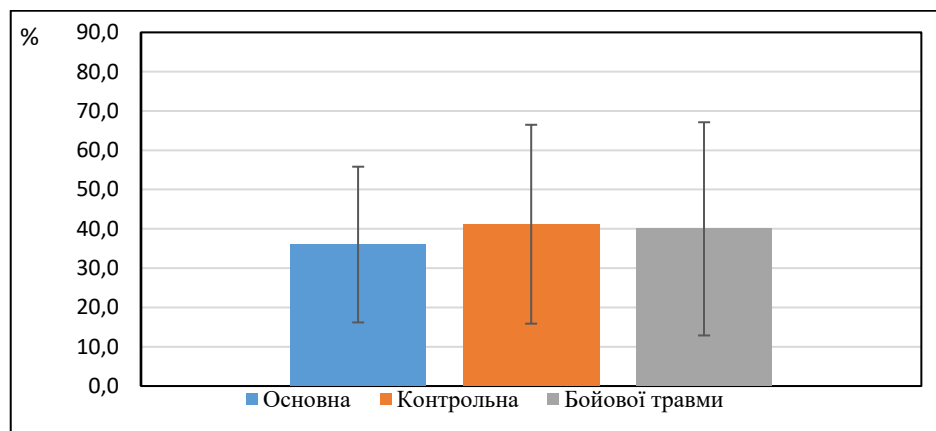


Рис. А.2.4. Частка пацієнтів із варикозно-виразковою формою ПТХНК у досліджуваних груп

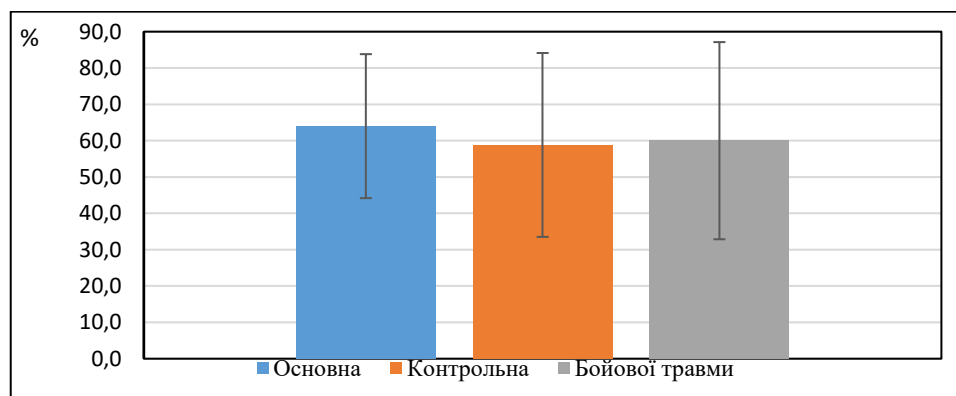


Рис. А.2.5. Частка пацієнтів із набряково-виразковою формою ПТХНК у досліджуваних груп

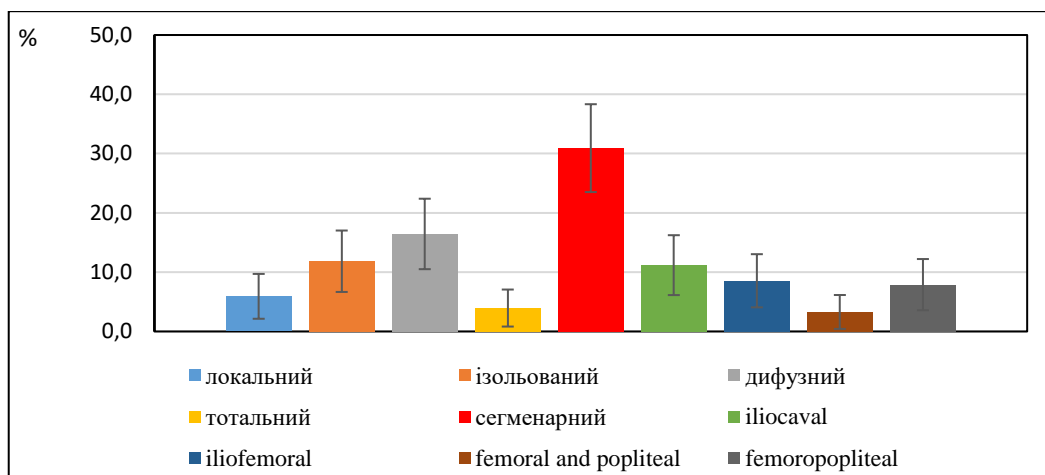


Рис. А.2.6. Розподіл за анатомічною локалізацією обструктивних змін в основній групі

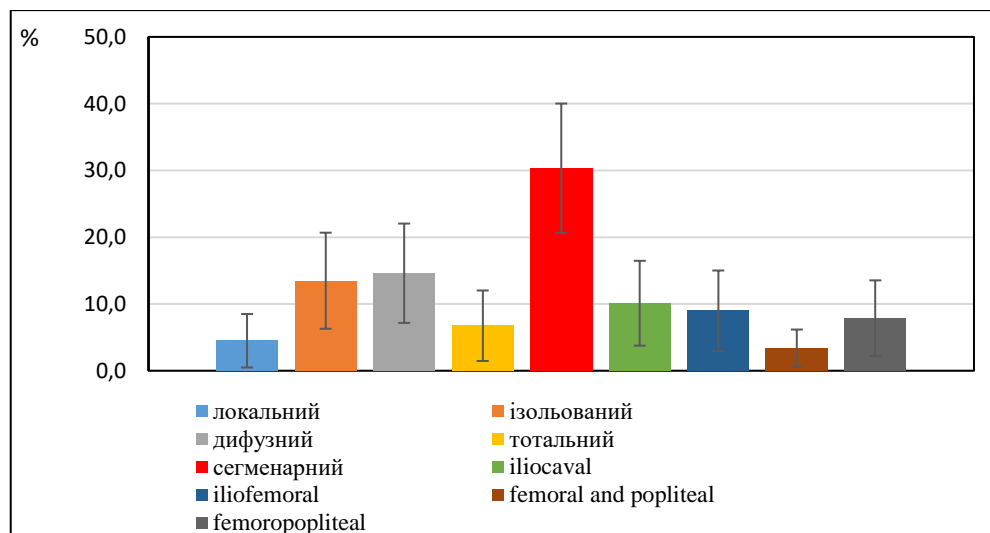


Рис. А.2.7. Розподіл за анатомічною локалізацією обструктивних змін в контрольній групі

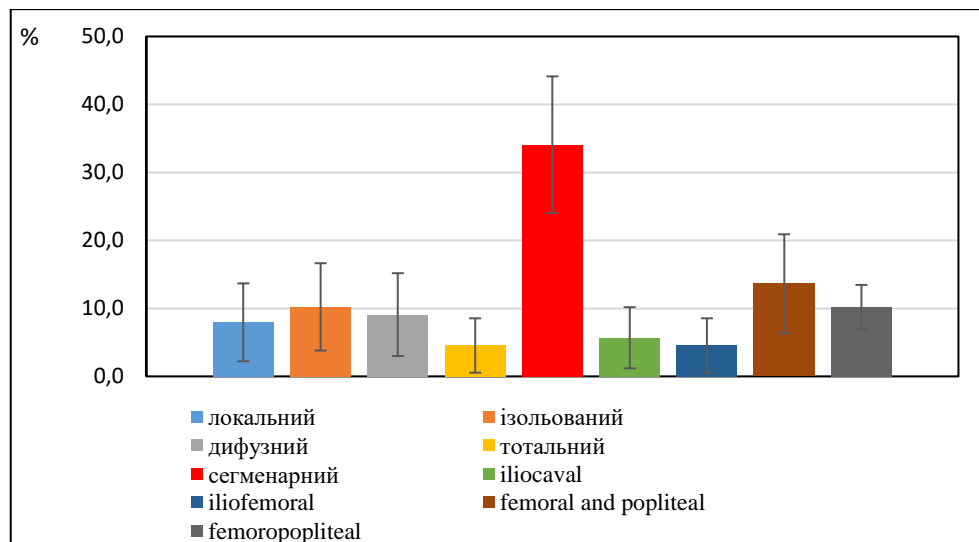


Рис. А.2.8. Розподіл за анатомічною локалізацією обструктивних змін в групі бойової травми

Градація інформативності інструментальних досліджень венозної системи
Американського радіологічного коледжу

Метод дослідження	Бал
УЗДГ з компресією	9
Інвазивна флебографія таза	6
МРТ-флебографія	6
КТ з контрастуванням	6
Інвазивна флебографія судин	5
Пряма КТ флебографія	6
Радіоізотопна флебографія	3
Рентгенографія нижніх кінцівок	2
Ультразвукове дослідження	1



Рис. А.3.1 Клінічна візуалізація різних клінічних класів в однієї пацієнтки з ПТХНК за класифікацією СЕАР: С3 - набряк лівої нижньої кінцівки; С4 - трофічні зміни шкіри і підшкірних тканин, варикозна екзема та загоєна трофічна виразка (С6) правої нижньої кінцівки.



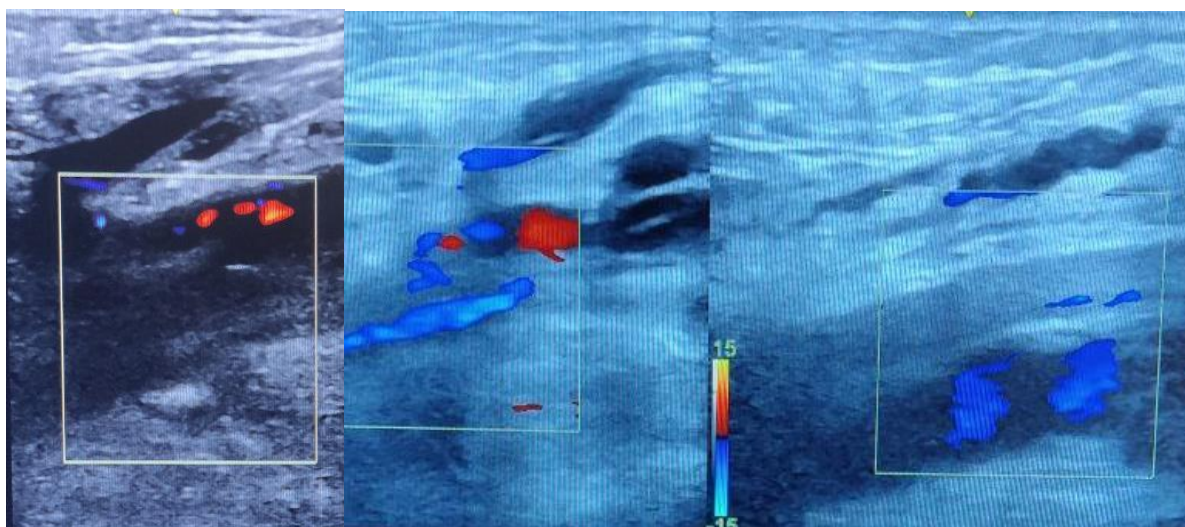
Рис. А 3.2 Клінічна візуалізація СЕАР С5 - загоєна гігантська напівциркулярна трофічна виразка;



Рис. А.3.3 Клінічна візуалізація СЕАР С6 - активні трофічні виразки.

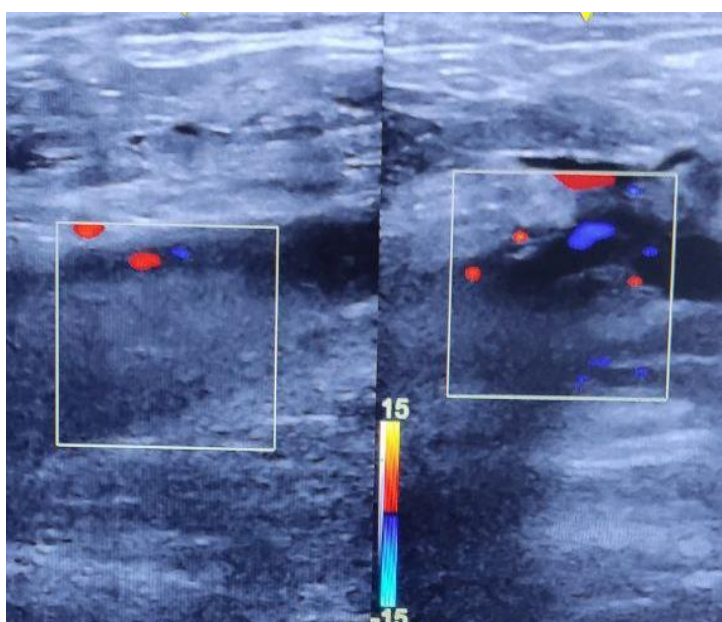


Рис. А.3.4 Розрахована сума балів за шкалою Villalta (36), ступінь перебігу ПТХНК тяжкий.



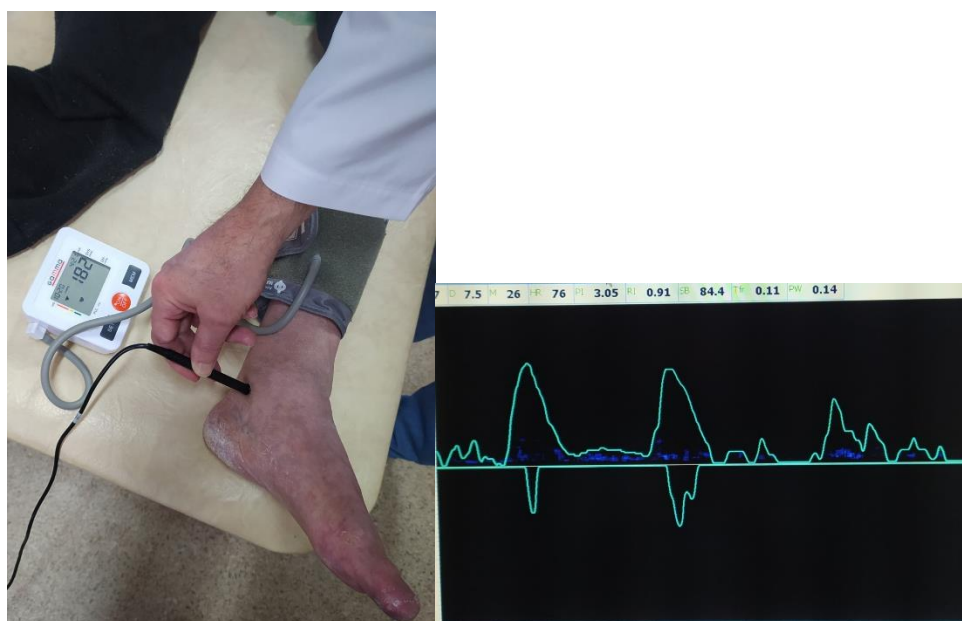
a

б



в

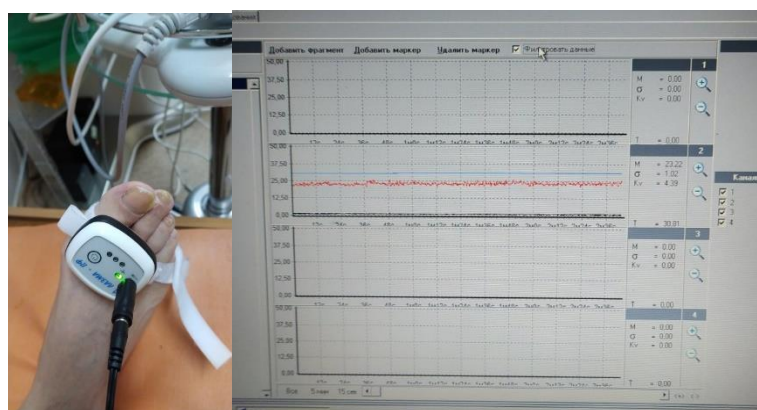
Рис. А 3.5 Ультразвукова візуалізація поверхневої правої стегнової вени (*a*), підколінних вен з обох боків (*б*), загальних стегнових вен з обох боків (*в*) при ПТХ обох нижніх кінцівок в стадії оклюзії, стенозів і часткової реканалізації на різних рівнях судин.



a

б

Рис. А.3.6 Хворий Д.: вимірювання тиску на кісточкових артеріях та розрахунок кісточково-плечевого індексу: *a* – фото процедури на лівій кінцівці, *б* – фото з екрана пристрою моніторингу (АТ права рука 152/73, нога 158/68, ліва рука 142/46, нога 163/77. Коефіцієнт справа - 1.03. Коефіцієнт ліва - 1.14).



a

б

Рис. А.3.7 Хворий Д.: вимірювання перфузійного кровотоку на рівні великого пальця стопи методом ЛДФ: *a* – фото процедури вимірювання на правій кінцівці, *б* – візуалізація показників на екрані.



Рис.А.3.8 МСКТ флебографія з внутрішньовенним контрастуванням. Оклюзія глибокої вени лівої нижньої кінцівки на рівні гирла, оваріоцеле, відтік крові від нижньої кінцівки по лівій яєчниковій, нирковій вені та варикозним колатеральним пубікальним венам

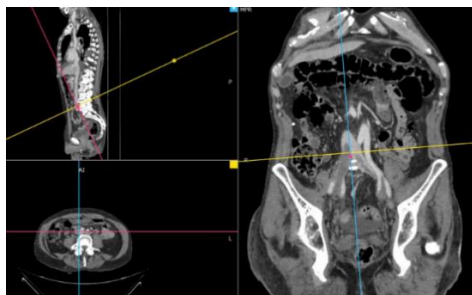


Рис. А.3.9 Субтотальний посттромботичний стеноз лівої загальної клубової вени та гострий венозний тромбоз правої загальної клубової вени у хворого на ПТХНК за даними МСКТ

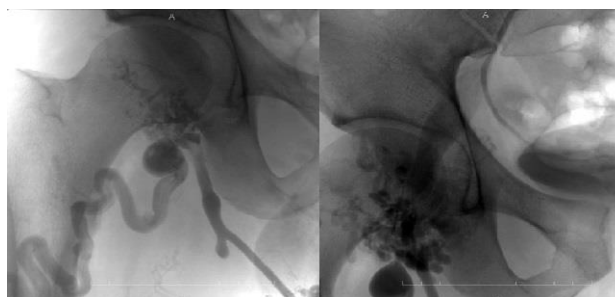


Рис. А.3.10 ЦСФ правої нижньої кінцівки. Посттравматичний стеноз гирла глибокої вени стегна 90%, венозна аневризма та варикозні зміни поверхневої латеральної вени стегна.



Рис. В3.11. Загальний вигляд набору з пристроєм для визначення площі та об'єму трофічних виразок.



Рис. А 3.12 Методика ImageJ-способу: вимірювання площі дефекту шкіри. Міліметр-градуйована рамка дозволяє задати в комп'ютерній програмі еталонну відстань в 1 мм. пристрій розміщений поруч із патологічною ділянкою шкіри і контактує лише зі здоровими тканинами



Рис. А 3.13 Результати обчислень за допомогою програми «ImageJ» окресленого дефекту шкіри надані у вікні “Results” під значенням “Area” та складають 3,97 сантиметри. Результати досліджень можна зберігати та порівнювати в динаміці лікування з новими фотознімками дефекту шкіри



Рис. А 4.1 Апарат «Ліка-хірург» для виконання ЕВЛК.



Рис. А 4.2 Інфільтраційна помпа.



Рис. А 4.3 Пункція вени під ультразвуковим контролем та тумесцентна анестезія паравенозних тканин.



Рис. А 4.4 Ультразвукова навігація та візуалізація пілотного променя на гомілці.

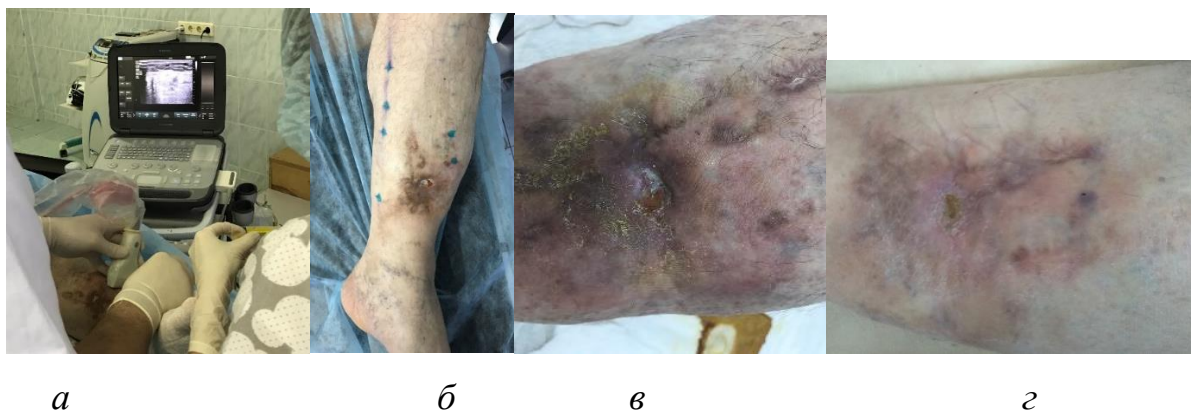


Рис. А 4.5 Лазерна абляція перфорантних вен навколо виразки під ультразвуковою навігацією, де: а – розмітка перфорантів, б – кінцівка підготовлена до операції, в – перша доба після абляції, г – через тиждень після процедури.



Рис. А 4.6 Проведення пінної склеротерапії Етоксисклеролом (метод Тессарі) під ультразвуковим контролем.

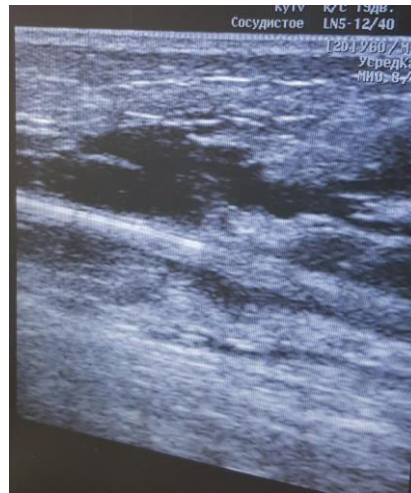


Рис. А 4.7 Гідросепарація паравазальних тканин при РЧА



a

б

Рис. А 4.8 Комбінована (гібридна) технологія, використана в лікуванні хворих на ПТХНК: а - вигляд рентген-операційної; б - процес операції.



a

б

в

Рис. А 4.9 “Напівзакрита”(а) і закрита (пункційна) (б, в) електрокоагуляційна абляція вен гомілки: б – момент введення електрода через інтродьюсер біля кісточки стопи; в – ультразвукова візуалізація процедури абляції.

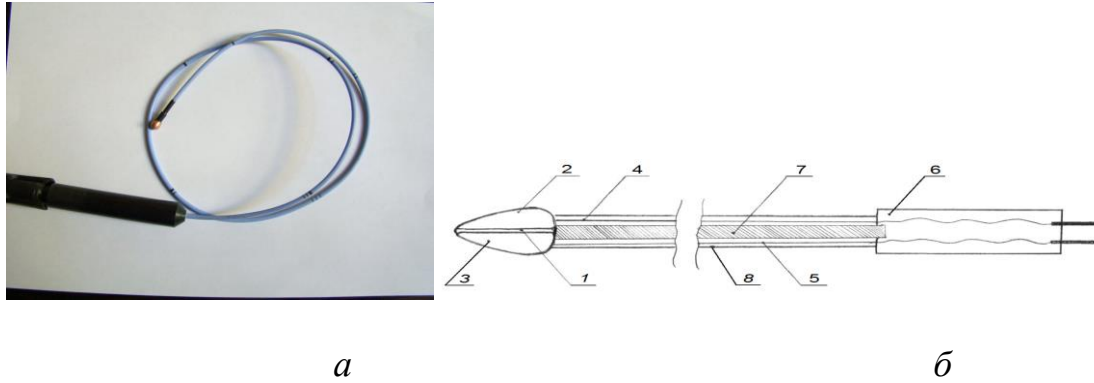


Рис. А 4.10 Зовнішній вигляд (а) та принципова схема (б) пристрою для ендовазальної термічної абляції підшкірних вен з оливоподібною робочою частиною

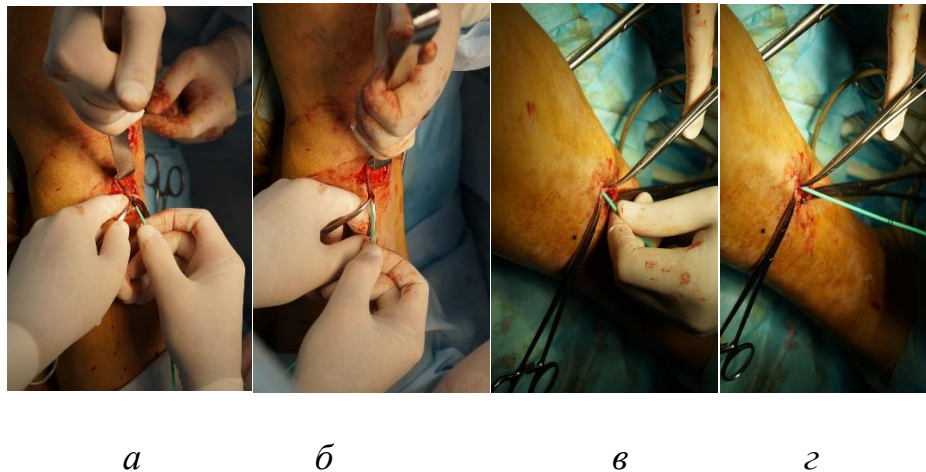


Рис. А 4.11: а) антеградне введення спеціального ендоблятора;
 б) проведення ендоблятора в проксимальному напрямку вени;
 в) проведення ендоблятора в ретроградному напрямку вени;
 г) процедура дистанційного заварювання зміненої підшкірної вени

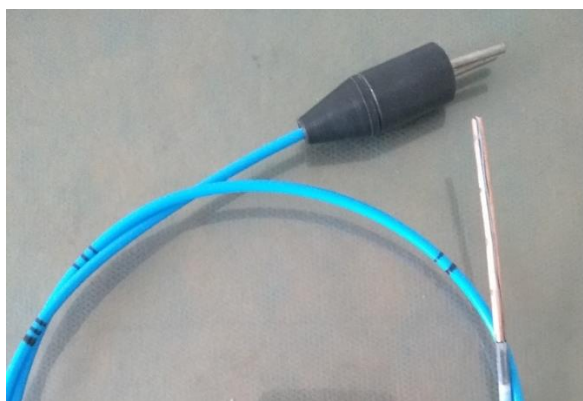


Рис. А 4.12 Зовнішній вид пристрою для ендовазальної термічної абляції підшкірних вен з робочою частиною у вигляді циліндра.

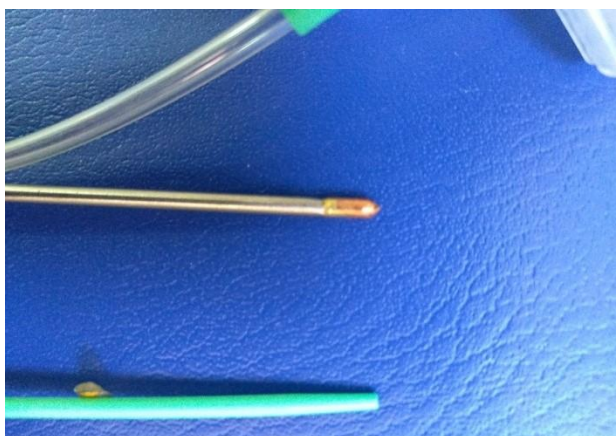


Рис. А 4.13 Елементи пристрою для монополярної пункційної абляції неспроможних перфорантних вен

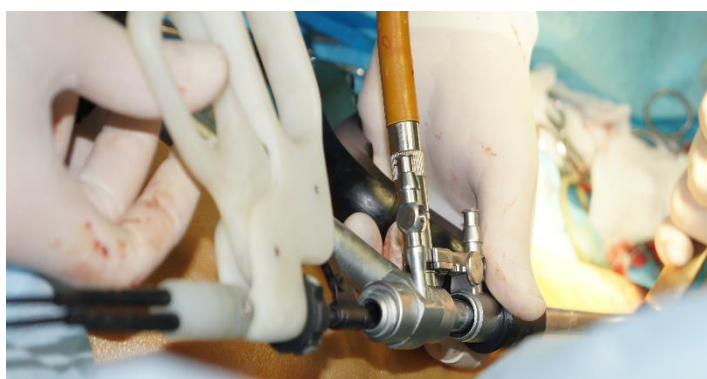


Рис. А 4.14 Робочий вигляд пристрою монополярної електрокоагуляції для субфасціальної дисекції перфорантних вен

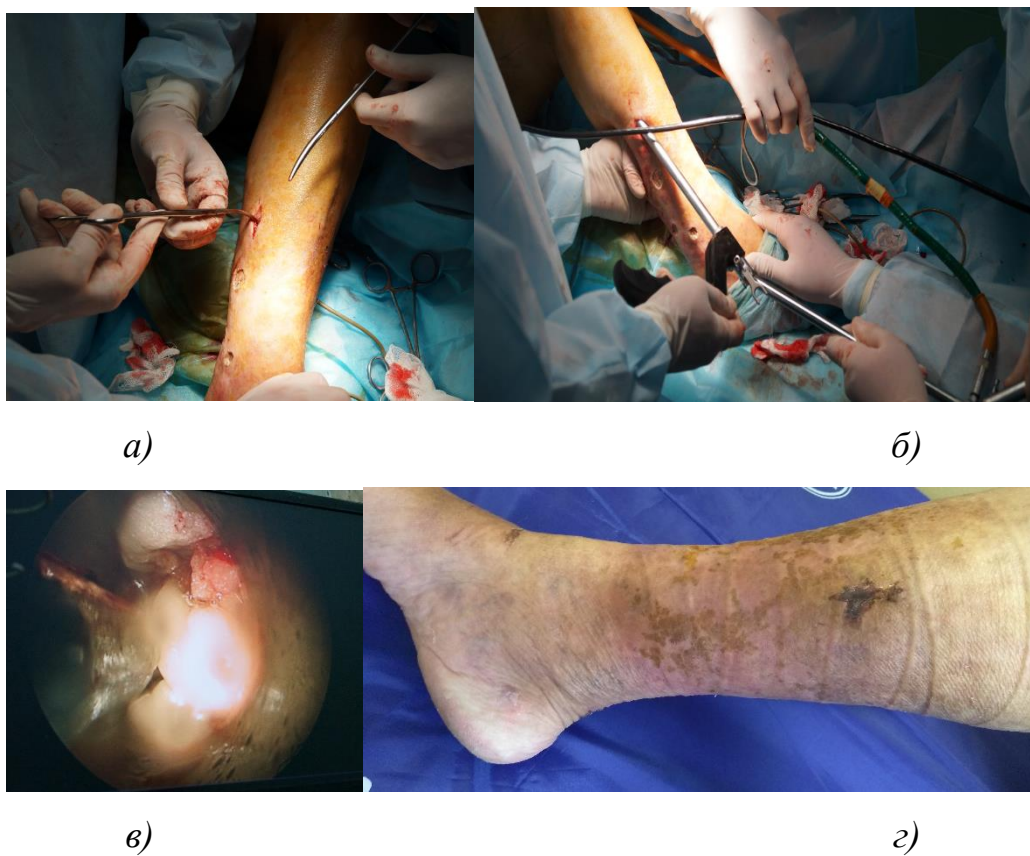


Рис. А 4.15 Етапи лікування пацієнта: а хірургічний доступ по латеральній поверхні гомілки поза межами трофічних змін; б введення робочого інструменту в субфасціальний простір в обох напрямках; в ендоскопічна візуалізація патологічної перфорантної вени та її дисекція; г найближчий результат лікування (трофічні виразки загоїлись)

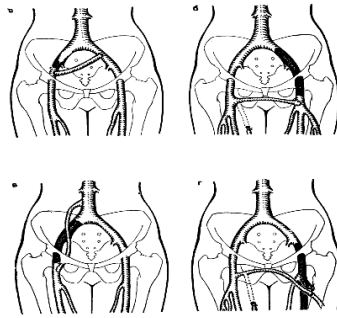
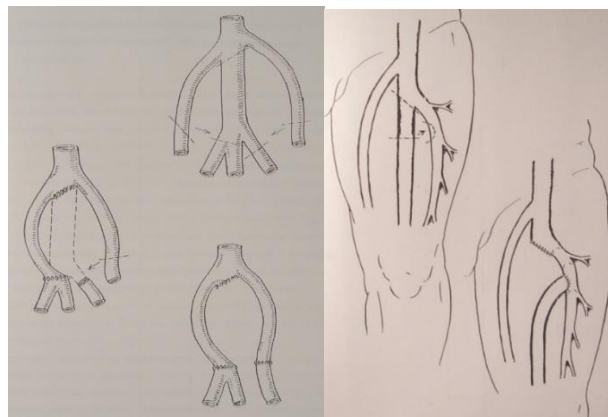


Рис. А.4.16 Схеми реконструктивних операцій при оклюзії клубових вен:
 а- операція за М. Kunlin, б - операція за Е. Palma, в - операція за С. Hardin, г -
 операція за Р.П. Аскерхановим



а)

б)

Рис. А 4.17 Транспозиційні операції при реканалізації магістральних вен:
 а транспозиція малої підшкірної вени в передню великогомілкову
 та м'язової вени в біфуркацію підколінної;
 б транспозиція поверхневої стегнової вени в глибоку вену стегна

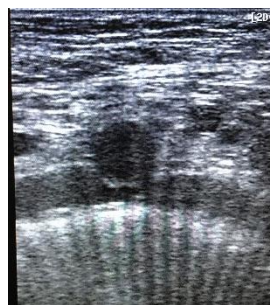


Рис. А 4.18 Ультразвукова візуалізація синдрому Мейо-Тернера



Рис. А 4.19 Пацієнт С., Посттромботична хвороба, виразково-набрякова форма.
СЕАР (С6, S, Eсе, Ad, Po CIV, LIII).

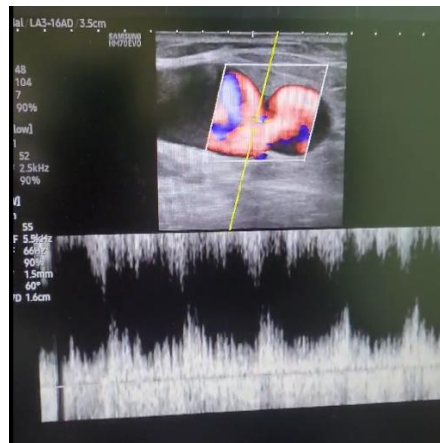


Рис. А 4.20 Ультразвукова візуалізація змішаного кровотоку стегнової
вени та артеріовенозної фістули.

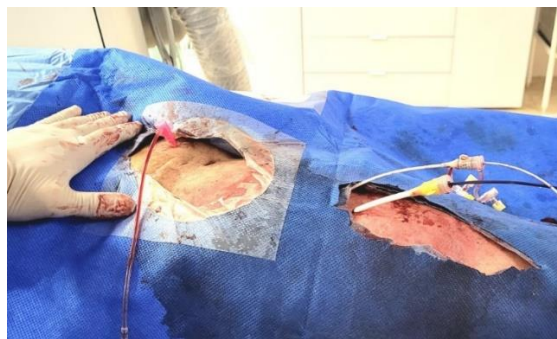


Рис А 4.21 Комбіновані артеріальні 4Fr, 5Fr та 11Fr венозні доступи



a

б

в

Рис А 4.22 Епати втручання у пацієнта С.: процедура балонної оклюзії та спіральної емболізації (а), ділятація критичного звуження (б) і стентування клубової вени (в) (стрілками позначено емболізаційні спіралі та балонну оклюзію АВ фістули).

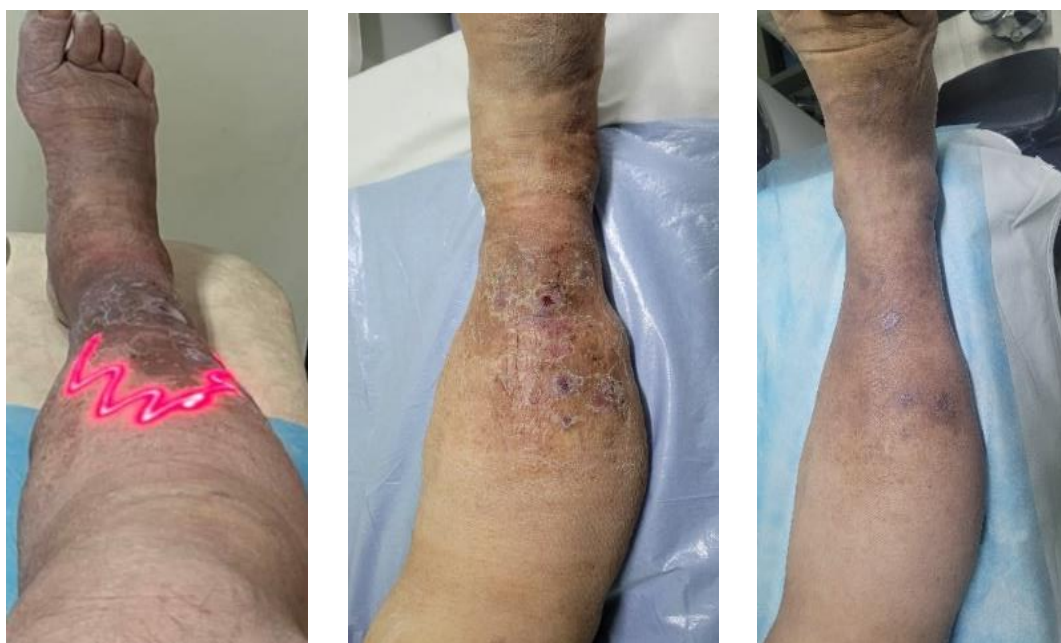


Рис. А 4.23 Епітелізація трофічних виразок у пацієнта С. на тлі проведеної лазерної терапії.



Рис. А.5.1. Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21»

Таблиця Б 1.1 Результати клінічного огляду пацієнтів. Основна група (n 105)

Симптом	Ступінь тяжкості			
	немає	легкий	середній	тяжкий
Біль	0	53	40	12
Судоми	40	26	26	13
Тяжкість	0	58	34	13
Парестезія	41	29	23	12
Свербіж	33	43	22	7
Клінічні ознаки				
Набряк кінцівки	21	36	33	15
Індурація шкіри	22	21	35	27
Гіперпігментація	6	21	38	40
Почервоніння	42	28	14	21
Венозна ектазія	32	10	30	33
Біль при стисканні литки	7	17	57	24

Таблиця Б.1.2 Результати клінічного огляду пацієнтів. Контрольна група (n 62)

Симптоми	Ступінь тяжкостя			
	немає	легкий	середній	тяжкий
Біль	0	36	18	8
Судоми	23	16	16	7
Тяжкість	0	35	20	7
Парестезія	24	17	14	7
Свербіж	20	25	12	5
Клінічні ознаки				
Набряк кінцівки	12	22	19	9
Індурація шкіри	14	12	20	16
Гіперпігментація	5	12	22	23
Почервоніння	25	17	9	12
Венозна ектазія	19	6	18	19
Біль при стисканні литки	4	10	34	14

Таблиця Б 1.3 Результати клінічного огляду пацієнтів. Бойова травма (n 58)

Симптоми	Ступінь тяжкості			
	немає	легкий	середній	тяжкий
Біль	0	25	27	6
Судоми	23	14	14	7
Тяжкість	0	32	19	7
Парестезія	23	16	13	6
Свербіж	20	23	11	4
Клінічні ознаки				
Набряк гомілки	12	19	18	9
Індурація шкіри	13	11	19	15
Гіперпігментація	4	11	21	22
Почервоніння	24	15	8	11
Венозна ектазія	18	6	16	18
Біль при стисканні литки	4	9	32	13

Таблиця Б.1.4 Дані УЗДГ вен нижніх кінцівок та тазу основної та контрольної груп дослідження

УЗДГ симптом	Групи дослідження			
	Основна n 105		Контрольна n 62	
	абс.	%	абс.	%
Недостатність сафено-фemorального клапану	6	5,71	4	6,45
Недостатність сафено-поплітеарного клапану	10	9,52	6	9,68
Поєднана недостатність сафено-фemorального та сафено-поплітеарного клапану	13	12,38	8	12,90
Неспроможність клапанів глибоких вен нижніх кінцівок та тазу	21	20,00	12	19,35
Потовщення стінок глибоких вен нижніх кінцівок та тазу	11	10,48	7	11,29
Стенозуючі зміни глибоких вен нижніх кінцівок та зовнішньої клубової вени	87	82,68	51,00	82,26
Вертикальний рефлюкс	15	14,29	7	11,29
Горизонтальний рефлюкс	13	12,38	7	11,29
Двокомпонентний рефлюкс	77	73,33	48	77,42

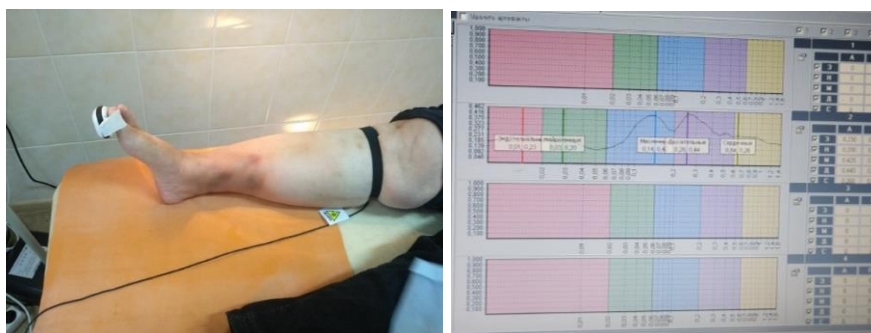


Рис. Б.3.1. Методика лазерної доплерівської флоуметрії у хворій Ш. з визначенням кількісних характеристик мікроциркуляції в тканинах ураженої кінцівки



а

б

Рис. Б.3.2. Трофічна виразка гомілки в типовому місці (а) та її обробка методом МЛТ (б).



а

б

в

Рис. Б.3.3. Лікування ТВ з екземою шкіри (а – вигляд трофічних змін до лікування, б – процес процедури МЛТ, в – результат лікування у вигляді локалізації трофічних змін в межах виразки).



Рис. Б.3.4. Двохкомпонентна МЛТ у хворого Б.



а

б

в

Рис. Б.3.5. Лікування ТВ з патологічною пігментацією шкіри методом МЛТ (а – вигляд трофічних змін до лікування, б – процес процедури МЛТ, в – проміжний результат лікування).



а

б

в

Рис. Б.3.6. Лікування ТВ у хворого після вогнепального поранення з травмою магістральних вен а – вигляд трофічної виразки до лікування, б –процедура МЛТ, в –результат лікування



а

б

в

Рис. Б.3.7. Лікування гігантської ТВ: динаміка зменшення об'єму ТВ та активний процес епітелізації ранової поверхні після її лазерного опромінення (а – вигляд ТВ після її очищення, б –процедура МЛТ, в – вигляд ТВ на етапі часткового її загоєння



а

б

в

Рис. Б.3.8. Дебрідмент трофічних виразок гомілки і стопи у варіанті кюретажу (а – вигляд трофічної виразки до процедури, б – процес процедури кюретажу, в – результат процедури кюретажу).



а

б

Рис. Б.3.9. Вакуум-терапія для очищення ТВ: а – фіксація пристрою на ТВ, б – вигляд пристрою



Рис. 4.3.10. Нанесення на ТВ секретому мезенхімальних стовбурових клітин



a

б

в

Рис. Б.3.11. Лікування ТВ шляхом її тимчасового закриття свинячою шкірою (а – вигляд ТВ до закриття, б – вигляд ТВ після накладання свинячої шкіри, в – результат через 10 діб



a

б

в

Рис. Б.3.12. Лікування ТВ шляхом її кінцевого закриття аутошкірою (а – вигляд трофічної виразки під час операції, б – вигляд ТВ на 1-шу добу після операції, в – вигляд ТВ на 10 добу після операції).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації: Cherniak, V. A., Rogovskiy, V. M., Nahaliuk, Yu. v., Dybkaliuk, S. v., Gybalo, R. v., & Karpenko, K. K. (2021). TREATMENT OF COMBAT FIRE INJURIES CONSEQUENCES OF THE LOWER LIMBS' MAJOR VESSELS FOR THE PERIOD OF ATO AND JFO IN 2014-2019. *World of Medicine and Biology*, 17(76), 153. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2021-2-76-153-158> (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
2. Humeniuk, K. v., Hangal, I. I., & Karpenko, K. K. (2021). Providing of a highly specialized medical care for servicemen of the Armed Forces of Ukraine by roentgen-endovascular interventional methods. *Zaporozhye Medical Journal*, 23(3), 375–380. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2021.3.223139> (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
3. Kazmirchuk, A., Yarmoliuk, Y., Lurin, I., Gybalo, R., Burianov, O., Derkach, S., & Karpenko, K. (2022). Ukraine's Experience with Management of Combat Casualties Using NATO's Four-Tier "Changing as Needed" Healthcare System. *World Journal of Surgery*, 46(12), 2858–2862. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06718-3> (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).

4. 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. (2021). Morphological assessment of vascular anastomoses performed using high frequency electric welding. *Int. J. Morphol.*, 39(4), 1183–1189. (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
5. Susak Y. M., & Karpenko K. K. (2023). Endovascular treatment of post-thrombotic syndrome of the lower extremities caused by combat trauma. Clinical case. *General Surgery*, 3–4, 61–67. <https://doi.org/10.30978/GS-2023-3-61> (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
6. Власенко, О. А., Гангал, І. І., Карпенко, К. К., & Гутверт, Р. В. (2023). Малоінвазивне лікування варікоцеле у військовослужбовців. *Сучасні Аспекти Військової Медицини. Current Aspects of Military Medicine*, 30(2), 40–50. <https://camm-journal.com/index.php/journal/article/view/172/139> (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
7. Дубенко Д.Є., Карпенко К.К., Музиченко П.Ф., & Дорошенко С.В. (2018). Перший досвід експериментального застосування електрозварювального пристрою для одномоментного безшовного з'єднання порожнистих структур. *Хірургія України*, 4(1), 137–138. (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження,

відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).

8. Лазоришинець В.В., Цимбалюк В.І., Хоменко І.П., Лурін І.А, Усенко О.Ю., Бойко В.В., Сіромаха С.О., Роговський В.М., Гангал І.І., Береговий О.А., Коваль Б.М., Бондаревський А.О., Родіонов О.С., Ремень І.І., Карпенко К.К., Тхоревський О.В., & Дубенко Д.Є. (2019). *Бойова травма серця, грудної аорти та магістральних судин кінцівок* (Лазоришинець В.В., Ed.; Vol. 1). ТНМУ. (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання розділу).
9. Черняк В. А., Роговський В. М., Гангал І. І., Гибало Р. В., Карпенко К. К., Забулонов Ю. Л., Музиченко П. Ф., & Ланкін Ю. М. (2022). Застосування гібридних технологій в лікуванні захворювань і травм магістральних судин, ускладнених трофічними змінами нижніх кінцівок. *Klinichna Khirurgiia*, 89(5), 96–98. (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).
10. Черняк В.А., & Карпенко К.К. (2019). Характеристика, механизмы действия и место веноактивных препаратов в лечении хронических заболеваний вен нижних конечностей по данным рекомендаций 2018 года. *Хірургія України*, 1(69), 7–22. (Здобувачем проведено аналіз огляду літератури, набір матеріалу, клініко-інструментальні обстеження, відпрацювання та впровадження лікувальних методик, аналіз і статистичну обробку даних та написання статті).

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові форуми

1. Chernyak V., Batsak B., & Karpenko K. (2022). Prevention and treatment of recurrent trombosis after reconstruction of major vessels. *Thrombosis Research. Volume 213. Supplement 1, S1(1)*, 33–33 16-Травня, м. Тревизо, Італія. 2022. , 402–403. – усна доповідь та публікація тез.
2. Chernyak V.A., Karpenko K.K., Gybalo R.V., & Zabulonov Y.L. (2021). 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)., 58–59. – усна доповідь та публікація тез.
3. Karpenko K.K., Gichka S.G., Dybgaluk S.V., Muzychenko P.F., Golinko V.M., Dubenko D. E., & Udovichenko V.V. (2019). Welding technology in vascular surgery. *20th EVF Annual Meeting from 25 to 27 August 2019. Krakow, Poland, Book of Abstracts*, 52–52. – усна доповідь та публікація тез.
4. Мішалов В.Г., & Карпенко К.К. (2018, September 28). Іліокавальна реконструкція стентами у пацієнтів з посттромботичною обструкцією венозного відтоку (результати першого моноцентрового дослідження. *Матеріали XXIV з'їзду Хірургів України 26-28 Вересня, м. Київ. 2018. , 402–403. – усна доповідь та публікація тез.*
5. Роговський В.М., Нагалюк Ю.В., Сіваш Ю.Ю., Щепетов М.В., & Карпенко К.К. (2020). Результати лікування поранень магістральних судин у ході операції об'єднаних сил на Сході України за період із 2014 по І квартал 2019 року. *Матеріали Конгресу «Сухаревські Читання», 26-27 Березня 2020 Року, Ужгород.*, 130–139. – усна доповідь та публікація тез.

АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ, СЕРТИФІКАТ ПЕРЕМОЖЦЯ ГРАНТОВОГО КОНКУРСУ ІЗ ВИКОНАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК

„ЗАТВЕРДЖУЮ”
Тимчасово виконуючий обов'язки начальника
Національного військово-медичного клінічного
центру „Головний військовий клінічний госпіталь”
полковник медичної служби

Олександр ЛАШИН

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- Спосіб ендоскопічного субфасціального електроварювання неспроможних перфорантних вен при лікуванні хронічної венозної недостатності.
(найменування пропозиції для впровадження)¹
- Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. 0101601, м. Київ, бул. Шевченка, 13. Мішалов В.Г., Черняк В.А., Дорошенко С.В., Карпенко К.К., Пархоменко М.В., Хворостяна Т.Т., Дубенко Д.Є., Гуменчук О.Ю., Музиченко П.Ф.
(установа, що розробила, її поштова адреса, прізвище, ім'я, по батькові авторів)²
- Джерело інформації: Патент України на корисну модель № 132663 (назва, рік видання методичних рекомендацій, інформаційного листа, вихідні дані статті, № а.с. і т.п.)²
- Впроваджено по РПВ р.п. Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь»
(найменування лікувально-профілактичного закладу)²
- Термін впровадження⁴: з січня 2021 року
- Загальна кількість спостережень⁴: 53
- Ефективність впровадження у відповідності з критеріями, викладеними у джерелі інформації (п.3): використання ендоскопічного електроварювального комплексного пристрою для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен дозволило сформувати циркулярний герметичний шов неспроможної перфорантної вени шляхом коагуляції її стінок при температурі до 146 градусів Цельсія.

Показники ²	За даними	
	розроблювачів ²	організації, що впровадила ⁴
1. Формування циркулярного герметичного шва неспроможної перфорантної вени	100 %	100 %

- Зауваження, пропозиції⁴. Зауважень немає, рекомендовано для застосування в клінічній практиці.

_____.2021

Відповідальний за впровадження
(посада, підпис, ім'я, по батькові, прізвище)
Провідний хірург НВМКЦ «ГВКГ»
полковник м/с Ростислав Гибало

¹Заповнюється розробником.
²Заповнюється організацією, яка впровадила розробку.

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Тимчасово виконуючий обов'язки началька
Національного військово-медичного клінічного
центру «Головний військовий клінічний госпіталь»
полковник медичної служби



Олександр ЛАШИН

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Використання ендоскопічного електровварювального комплексного пристрою для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен.
(найменування пропозиції для впровадження)¹

2. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 01001, м. Київ, вул. Володимирська, 60. Черняк В.А., Карпенко К.К., Гибало Р.В., Музиченко П.Ф., Дубенко Д.Є.
(установа, що розробила, її поштова адреса, прізвище, ім'я, по батькові авторів)²

3. Джерело інформації: Заявка на патент України на корисну модель № u202007146 (позитивне рішення)

(назва, рік видання методичних рекомендацій, інформаційного листа, вихідні дані статті, № а.с. і т.п.)²

4. Впроваджено по РПВ р.п. Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь»

(найменування лікувально-профілактичного закладу)²

5. Термін впровадження⁴: з січня 2021 року

6. Загальна кількість спостережень⁴: 42

7. Ефективність впровадження у відповідності з критеріями, викладеними у джерелі інформації (п.3): використання ендоскопічного електровварювального комплексного пристрою для дистанційної субфасціальної дисекції перфорантних вен дозволило зменшити тривалість хірургічного втручання, візуалізувати необхідні патологічні ділянки та провести їх коагуляцію або дисекцію, пришвидшити час післяопераційного відновлення пацієнта.

Показники ⁵	За даними	
	розроблювачів ²	організації, що впровадила ⁴
1. зменшення тривалості хірургічного втручання	100 %	86,4 %
2. візуалізація патологічних ділянок та їх коагуляція або дисекція	100 %	100 %
3. зменшення часу післяопераційного відновлення пацієнта	95 %	87,6 %

8. Зауваження, пропозиції⁴. Зауважень немає, рекомендовано для застосування в клінічній практиці.

_____.2021

Відповідальний за впровадження
(посада, підпис, ім'я, по батькові, прізвище)
Начальник клініки судинної хірургії
полковник м/с Володимир Роговський

¹Заповнюється розробником.

²Заповнюється організацією, яка впровадила розробку.

**КОНКУРС
«НАУКА ДЛЯ БЕЗПЕКИ ЛЮДИНИ
ТА СУСПІЛЬСТВА»**



СЕРТИФІКАТ № 01/74

Цей сертифікат засвідчує, що проєкт

2020.01/0308

Застосування вітчизняних лазерних та електрозварювальних технологій у лікуванні ран та трофічних порушень м'яких тканин, спричинених бойовими травмами та захворюваннями магістральних судин

Науковий керівник: ЧЕРНЯК ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ

Установа: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

є переможцем конкурсу із виконання наукових досліджень і розробок
«Наука для безпеки людини та суспільства» у 2020 році

ЛЕОНІД ЯЦЕНКО
Голова Фонду

ОЛЬГА ПОЛОЦЬКА
Виконавча директорка Фонду