

Міністерство охорони здоров'я України
Національний медичний університет імені О.О.Богомольця

*Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису*

СУББОТІН ВІТАЛІЙ ЮРІЙОВИЧ

УДК 617.58-005.4:616.379-008.64:616.147.3]-089

ДИСЕРТАЦІЯ

**ХІРУРГІЧНЕ ЛІКУВАННЯ ХРОНІЧНОЇ ІШЕМІЇ НИЖНІХ
КІНЦІВОК У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ З УРАЖЕННЯМ
АРТЕРІЙ ГОМІЛКОВОГО СЕГМЕНТУ**

222 – Медицина

22 – Охорона здоров'я

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ В.Ю. Субботін

(Підпис)

Науковий керівник: Діденко Сергій Миколайович,
доктор медичних наук

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Субботін В.Ю. Хірургічне лікування хронічної ішемії нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет з ураженням артерій гомілкового сегменту. -
Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» - за спеціальністю 222 «Медицина». – Національний медичний університет імені О.О.Богомольця та КЛ «Феофанія» Державного управління справами, Київ, 2025.

Облітеруючий атеросклероз в розвинутих країнах світу перебуває на перших місцях інвалідизації та смертності пацієнтів. В структурі серцево-судинних захворювань атеросклеротичні враження артерій нижніх кінцівок ідуть другими після серцево-судинних захворювань. Досить часто при відсутності адекватного лікування спостерігається критична ішемія нижньої кінцівки.

Метою сучасного лікування атеросклеротичного та діабетичного ураження артерій являється збереження опорної функції кінцівки та уникнення ампутації. Це показало необхідність розвитку нових методів як діагностики, так і хірургічної тактики в нових сучасних умовах. Великою проблемою також залишається визначення периферійного артеріального спротиву, від чого, не в останню чергу, залежить результат реваскуляризуючого втручання.

У 2011 році Міжнародна робоча група з діабетичної стопи (IWGDF) з діагностики та лікування захворювань периферичних артерій у хворих на цукровий діабет (ЦД) з виразково-некротичним ураженням (ВНУ) стопи запропонувала наступні рекомендації: «мета реваскуляризації у даної категорії пацієнтів полягає у відновленні прямого пульсуючого кровотоку як мінімум в одну артерію стопи, переважно в ту, яка живить анатомічну зону виразки, остаточному загоєнні виразкового дефекту та відновленні опорної функції нижньої кінцівки».

На жаль, в сучасній літературі досі остаточно не висвітлено питання про інформативність даних інтраопераційної та післяопераційної дебітометрії,

черезшкірне визначення парціального тиску кисню ($TcPO_2$) в тканинах стопи та цінність ангіосомної концепції в прийнятті рішень про тактику лікування хворих на ЦД та хронічну ішемію нижньої кінцівки (ХІНК), яка зумовлена стенотично-оклюзійним ураженням (СОУ) артерій гомілкового сегменту за наявності ВНУ або гнійно-некротичного ураження (ГНУ) стопи. Варто також враховувати, що лікування ран стопи після некректомій у хворих на ішемічну форму синдрому діабетичної стопи (ІФСДС) з СОУ артерій гомілково - стопового сегменту після виконаної балонної ангіопластики (БАП) проводять без урахування критеріїв тривалості лікування і часу переходу до більш радикальних методів лікування, або відмови та проведення ампутації. Це призводить до зайвих витрат та додаткового навантаження на персонал та пацієнта.

Враховуючи велику кількість методів дослідження, варіантів лікування та існуючих шляхів вирішення проблеми СОУ артерій гомілкового сегменту, залишається актуальним вибір комплексного підходу до хірургічного лікування хронічної ішемії нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет з ураженням артерій гомілкового сегменту.

Було проведено проспективне, когортне, моноцентрове дослідження, до якого включено результати лікування 137 пацієнтів з ЦД II типу, з ІФСДС на тлі СОУ артерій гомілково - стопового сегменту з КІНК, ВНУ та/або ГНУ стопи, які проходили лікування в Центрі судинної та ендоваскулярної хірургії КЛ «Феофанія» Державного управління справами. Чоловіків було – 86 (62,8%), жінок – 51 (37,2%). Вік пацієнтів становив від 58 до 78 років. Період проведення набору матеріалу охоплює 2014-2024 роки.

Усі пацієнти були повноцінно поінформовані про наявні методи оперативного лікування, особливості післяопераційного періоду та необхідність дотримання рекомендованого режиму. Усі учасники дослідження надали письмову добровільну інформовану згоду на участь у дослідженні.

Усім 137 пацієнтам виконували ендоваскулярні втручання у вигляді БАП артерій гомілкового сегменту, вимірювали дебіт підколінної артерії (ПКА)

перед та після БАП під час хірургічного втручання, виконували первинну некректомію. Встановлено, що за ангіосомною концепцією для поліпшення результатів лікування трофічних ран стоп у пацієнтів із ХІНК потрібно відновити кровотік до зони пошкодженої ангіосоми відповідної артерії – такий варіант відновлення кровотоку ми розглядали як пряму реваскуляризацію (ПР). При неможливості проведення ПР, доцільно виконувати опосередковану реваскуляризацію (ОР) через іншу артеріальну гілку, яка сполучається з ангіосомною артерією. При локалізації ураження стопи в дистальному відділі і неможливості здійснення ПР або навіть ОР, слід розглядати реваскуляризацію через будь - яку наявну з колатеральних гілок, що ми розглядали як колатеральну реваскуляризацію (КР).

Через 3 доби після операції визначали $TcPO_2$ в тканинах стопи, проводили аналіз результатів БАП згідно ангіосомної концепції; виконували етапні некректомії, пластику ран повношаровим переміщеним клаптом за Ессером, пластику штучним полімерним покриттям (алодермопластику) та аутодермопластику (як другий етап після аллодермопластики, так і як окреме втручання), вакуумну терапію та традиційні методики місцевого лікування і консервативної терапії з метою загоєння ран стопи; аналізували якість та терміни загоєння ран стопи.

Вивчені результати вимірювання дебіту ПКА у 137 хворих на ІФСДС та ХІНК з СОУ артерій гомілкового сегменту до та після виконання БАП. Згідно отриманих результатів дебітометрії сформовані відповідні групи пацієнтів: група А – 29 (21,2%) пацієнтів з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази; група Б – 44 (32,1%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій в межах 2 - 4 рази; група В – 64 (46,7%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій більше ніж в 4 рази.

У результаті порівняння ефективності втручань між трьома клінічними групами (А, Б, В) було виявлено статистично значущі відмінності в частоті досягнення ефекту збільшення приросту дебіту в ПКА відповідно кратності

показника ($\chi^2 = 94,75$; $df = 4$; $p < 0,0001$). Найвищу ефективність лікування продемонстровано у групі В, де повний результат було досягнуто у 84,4% пацієнтів. У групі Б цей показник становив 36,4%, а в групі А — відсутній (0%).

Проведено дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи через 3 доби після виконання БАП та первинної некректомії. В групі А показник $T_{sp}O_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 19 (65,5%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 8 (27,6%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 2 (6,9%) пацієнтів. В групі Б показник $T_{sp}O_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 2 (4,6%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 32 (72,7%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 10 (22,7%) пацієнтів. В групі В показник $T_{sp}O_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 1 (1,6%) пацієнта, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 20 (31,2%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 43 (67,2%) пацієнтів. Відповідно в цих 3 групах коефіцієнт достовірності (χ^2) для розподілу показників $T_{sp}O_2$ між групами склав $\chi^2 = 91,60$, $p < 0.0001$. Наведені дані свідчать про те, що відмінності у рівнях $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи між групами А, Б, і В є статистично достовірними.

Знайдена тенденція до покращення показників мікроциркуляції від групи А до групи В.

Проаналізовані результати БАП згідно ангіосомної концепції та проведене порівняння їх між собою. У групі А – ПР – відновлення прохідності гомілкової артерії, яка безпосередньо живить уражену ангіосому, не вдалося виконати жодному хворому; КР - відновлення прохідності гомілкової артерії, яка живить уражену ангіосому через колатеральні гілки – 5 (17,2%) хворих; ОР відновлення прохідності гомілкової артерії, яка живить уражену ангіосому опосередковано – 24 (82,8%) хворих. У групі Б – ПР вдалося виконати у 16 (36,4%) хворих; КР – 22 (50,0%) хворих; ОР – 6 (13,6%) хворих. У групі В – ПР вдалося виконати у 54 (84,4%) хворих; КР – 8 (12,5%) хворих; ОР – 2 (3,1%) хворих. Знайдена тенденція до збільшення відсотку хворих, яким була виконана ПР від групи А до групи В.

У результаті порівняння ефективності втручань між трьома клінічними групами (А, Б, В) було встановлено статистично значущі відмінності у частоті виконання ПР, ОР та КР відповідно до показників покращення насичення тканин киснем. В відмінності результатів при цих видах лікування доведено високу статистичну достовірність ($\chi^2 = 94.75$; $df = 4$; $p < 0.0001$). Зокрема, у групі В значно частіше спостерігався кращий результат (84,4%), що вказує на вищу ефективність застосованого методу порівняно з групами А та Б.

Проаналізований вплив пластичних методів закриття ран стопи на їх загоєння після виконання БАП та первинної некректомії. Найбільш ефективними пластичними методами лікування ран стопи після БАП та первинної некректомії є або загоєння під полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації з вакуумною терапією - 100,0%, або пластика за Ессером (Esser) - 88,9% загоєння ран. Достатньо ефективна тимчасова пластика полімерним покриттям з подальшою пластикою за Реверденом (Reverdin) - загоєння ран у 76,5%, або за Тіршем (Tiersch)- 71,4%. Найменш ефективна методика ізольованої пластики за Реверденом - загоєння ран у 34,5%, або за Тіршем - 40,0%.

Вивчені результати загоєння ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії згідно виділених груп хворих. У групі А з 29 хворих повне загоєння ран стопи через 3 місяці у 1 (3,5%) пацієнта, часткове або відсутність загоєння – 28 (96,5%) пацієнтів. У групі Б з 44 хворих через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 37 (84,1%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 7 (15,9%) пацієнтів. У групі В з 64 хворих через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 63 (98,4%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 1 (1,6%) пацієнт. Результати статистичного аналізу достовірності розбіжностей у загоєнні ран між трьома групами вказує на достовірну різницю між групами щодо частоти повного загоєння ран через 3 місяці після БАП та первинної некректомії в залежності від виду артерії включення за ангіосомною концепцією ($\chi^2 = 96.55$, $df = 2$, $p < 0.001$). Загалом задовільний результат після реваскуляризації та первинної некректомії з подальшим застосування різних

методів лікування ран стопи протягом 3 місяців лікування зі 137 пацієнтів отримано у 101 (73,7%), незадовільний – у 36 (26,3%) ($\chi^2 = 30.84$, $p < 0.001$). Такий розподіл демонструє високу ефективність БАП у більшості пацієнтів в групі В, та може бути використаний для прогнозування клінічної відповіді та подальшого планування лікувальної тактики.

Розроблено методику оцінки перспективи загоєння ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії. В залежності від ступеня збільшення дебіту ПКА після БАП, показників $T_{sp}O_2$, варіанту реваскуляризації згідно ангіосомної концепції всім пацієнтам була нарахована певна кількість балів та співставлена з якістю та термінами загоєння ран у групах. Відповідно до ступеня збільшення дебіту ПКА після БАП артерій гомілкового сегменту пацієнтам групи А нараховували 0 балів, групи Б – 1 бал, групи В – 2 бали; пацієнтам з показником $T_{sp}O_2$ через 3 дні після БАП 0 – 20 мм рт. ст. нараховували 0 балів, 20 – 40 мм рт. ст. – 1 бал, 40 – 60 мм рт. ст. – 2 бали. Якщо мав місце варіант БАП - КР, пацієнтові нараховували – 0 балів; ОР – 1 бал; ПР - 2 бали. Визначення приросту дебіту ПКА, вимірювання $T_{sp}O_2$ та визначення варіанту реваскуляризації (ПР, ОР, КР) дозволяє нарахувати пацієнтам груп А, Б та В відповідну кількість балів, сума яких показує прогноз загоєння ран стопи та терміни застосування інших методів реваскуляризації або виконання ампутації, враховуючи довготривалість і високу собівартість лікування ран стопи за сумнівного результату їх повного загоєння та відновлення опорної функції стопи. Вірогідність загоєння ран стопи: 5-6 балів – висока, 4 бали – помірна, 3 бали – низька, менше 3 балів – відсутня.

Враховуючи середню кількість балів на одного хворого у виділених групах: А – 0,59, Б – 3,41, В – 5,47, а також кореляцію між приростом дебіту ПКА після БАП, відсотком хворих в групах порівняння з високим показником $T_{sp}O_2$, та збільшення відсотка хворих з виконаним варіантом БАП у вигляді ПР від групи А до групи В - вважаємо, що визначення кількісних змін дебіту ПКА після виконання БАП достатньо точно визначає перспективу загоєння ран стопи після некректомії та за відсутності можливості визначення $T_{sp}O_2$ може

бути окремим, достатньо простим критерієм формулювання подальшої тактики: А – перспектив загоєння ран стопи майже немає (1 міс – 0%, 3 міс – 3,5%), показане термінове шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування; Б – перспективи загоєння ран стопи помірні (1 міс – 22,7%, 3 міс – 84,1%), показане лікування ран стопи протягом 3 місяців, при відсутності, як мінімум, часткового загоєння ран стопи - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація; В – перспективи загоєння ран стопи добрі (1 міс – 79,7%, 3 міс – 98,4%), показане лікування ран стопи до повного загоєння та відновлення опорної функції стопи.

Результати однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) показали високий рівень статистичної достовірності відмінностей між середніми значеннями балів у групах А, Б та В ($p < 0.001$, $F = \infty$). Іншими словами, розбіжності між групами не є випадковими і мають високу клінічну значущість. Ці результати підтверджують надійність запропонованої шкали як інструменту для прогнозування загоєння ран стопи.

Під час виконання дисертаційної роботи обґрунтовано застосування як класичних так і нових методів діагностики і лікування хворих з ІФСДС та ВНУ або ГНУ стопи. Впровадження нових методів діагностики та лікування даної категорії хворих дозволило покращити результати лікування цієї складної категорії хворих. Розроблена методика прогнозування результатів лікування ран стопи після первинної некректомії дозволяє з високою вірогідністю визначити перспективні результати лікувального процесу. Запропонований алгоритм подальшого лікування хворих в залежності від приросту дебіту ПКА дозволяє визначати групу пацієнтів, яким доцільно проводити весь комплекс заходів з метою загоєння ран стопи після БАП артерій гомілкового сегменту та первинної некректомії, і групу пацієнтів, яким необхідні додаткові втручання з метою реваскуляризації або потрібно ставити питання про ампутацію кінцівки. Це дозволяє уникнути не обґрунтованого навантаження

на бюджетні та позабюджетні джерела фінансування лікування такої категорії хворих без будь якого зрозумілого прогнозу результату лікування.

Ключові слова: цукровий діабет, синдром діабетичної стопи, гомілкові артерії, критична ішемія нижніх кінцівок, реваскуляризація, мультифокальний атеросклероз, хронічна артеріальна недостатність, цукровий діабет 2 типу, післяопераційна рана, генералізований атеросклероз, мікроциркуляція.

ANNOTATION

Subbotin V.Yu. Surgical treatment of chronic ischemia of the lower extremities in patients with diabetes mellitus with damage to the arteries of the tibial segment. - Qualification scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtainian the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 22 "Health care"- in the specialty 222 "Medicine". – Bogomolets National Medical University and Hospital "Feofania" of the State Administration of Affairs, Kyiv, 2025.

Obliterating atherosclerosis in the developed countries of the world is at the forefront of disability and mortality of patients. In the structure of cardiovascular diseases, atherosclerotic lesions of the arteries of the lower extremities are second only to cardiovascular diseases. Quite often, in the absence of adequate treatment, critical ischemia of the lower limb is observed.

The goal of modern treatment of atherosclerotic and diabetic arterial lesions is to preserve the supporting function of the limb and avoid amputation. This showed the need to develop new methods of both diagnosis and surgical tactics in the new modern conditions. A big problem also remains the determination of peripheral arterial resistance, on which, not least, the result of the revascularizing intervention depends.

In 2011, the International Working Group on Diabetic Foot (IWGDF) on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases in patients with diabetes mellitus (DM) with ulcerative-necrotic lesion (UNL) proposed the following recommendations: "the goal of revascularization in this category of patients is to restore direct pulsating blood flow to at least one artery of the foot, mainly to the one that feeds the anatomical zone of the ulcer, the final healing of the ulcerative defect and the restoration of the supporting function of the lower limbs".

Unfortunately, the modern literature has not yet definitively covered the issue of the informative value of intraoperative and postoperative debilitometry data, the transcutaneous determination of partial pressure of oxygen (TcPO₂) in the tissues of the foot and the value of the angiosomal concept in decision-making on the tactics

of treatment of patients with DM and chronic lower limb ischemia (CLLI), which is caused by stenotic occlusion lesion (SOL) of the arteries of the tibial segment in the presence of UNL or purulent-necrotic lesion (PNL) of the foot. It should also be taken into account that the treatment of foot wounds after necrectomia in patients with ischemic form of diabetic foot syndrome (IFDFS) with SOL of the arteries of the ankle and foot segment after balloon angioplasty (BAP) is carried out without taking into account the criteria for the duration of treatment and the time of transition to more radical methods of treatment, or refusal and amputation. This leads to unnecessary costs and additional burden on the staff and the patient.

Given the large number of research methods, treatment options and existing ways to solve the problem of SOL of the arteries of the tibial segment, it remains relevant to choose an integrated approach to the surgical treatment of chronic ischemia of the lower extremities in patients with diabetes mellitus with damage to the arteries of the tibial segment.

A prospective, cohort, single-center study was conducted, which included the results of treatment of 137 patients with type II DM, IFDFS against the background of SOL of the arteries of the ankle and foot segment with CLLI, UNL and/or PNU of the foot, who were treated at the Center for vascular and endovascular surgery of the Clinical Hospital "Feofania" of the State Department of Affairs. There were 86 men (62.8%), women – 51 (37.2%). The age of patients ranged from 58 to 78 years. The study period covers 2014-2024.

All patients were fully informed about the available methods of surgical treatment, the features of the postoperative period and the need to comply with the recommended regimen. All study participants provided written voluntary and formal consent to participate in the study.

All 137 patients underwent enovascular interventions in the form BAP of the arteries of the tibial segment, measured popliteal artery (PA) flow rate before and after BAP during surgery, and performed primary necrectomy. It has been established that according to the angiosomal concept, in order to improve the results of treatment of trophic wounds of the feet in patients with CLLI, it is necessary to

restore blood flow to the area of the damaged angiosome of the corresponding artery - we considered this option of restoring blood flow as direct revascularization (DR). If it is impossible to carry out this type of intervention, if it is impossible to perform DR, it is advisable to perform indirect revascularization (IR) through another arterial branch that communicates with the angiosomal artery. localization of the lesion of the foot in the distal region and the impossibility of carrying out DR or even IR, revascularization should be considered due to any of the collateral branches, which we have considered as collateral revascularization (CR).

3 days after the operation, $TcPO_2$ was determined in the tissues of the foot, the analysis of the results of BAP was carried out according to the angiosomal concept; staged necrectomy, wound plastic surgery with a full-layer dicotyledonous displaced flap according to Esser, plastic surgery with an artificial polymer coating (allodermoplasty) and autodermoplasty (as the second stage after allodermoplasty, and as a separate intervention), vacuum therapy and traditional methods of local treatment and conservative therapy to heal foot wounds; analyzed the quality and timing of healing of foot wounds.

The results of measuring the flow rate of PA in 137 patients with IFDFS and CCLI with SOL of the arteries of the tibial segment before and after BAP were studied. According to the results of debitometry, the corresponding groups of patients were formed: group A – 29 (21.2%) patients with an increase in PA flow rate after BAP of the tibial arteries by less than 2 times; group B – 44 (32.1%) patients with an increase in PA flow rate after BAP of the tibial arteries within 2 - 4 times; group B – 64 (46.7%) patients with an increase in PA flow rate after BAP of the tibial arteries by more than 4 times.

As a result of comparing the effectiveness of interventions between three clinical groups (A, B, C), statistically significant differences were found in the frequency of achieving the effect of increasing the increase in flow rate in the PA according to the multiplicity of the indicator ($\chi^2 = 94.75$; $df = 4$; $p < 0.0001$). The highest effectiveness of treatment was demonstrated in group C, where the complete

result was achieved in 84.4% of patients. In group B, this indicator was 36.4%, and in group A it was absent (0%).

A study of microcirculation was carried out by percutaneous measurement of the partial pressure of oxygen $TcpO_2$ in the tissues of the foot 3 days after BAP and primary necrectomy. In group A, the $TcpO_2$ index fluctuated between 0 – 20 mm Hg in 19 (65.5%) patients, in the range of 20 – 40 mm Hg in 8 (27.6%) patients, in the range of 40 – 60 mm Hg in 2 (6.9%) patients. In group B, the $TcpO_2$ index fluctuated in the range of 0 – 20 mm Hg in 2 (4.6%) patients, in the range of 20 – 40 mm Hg. In 32 (72.7%) patients, in the range of 40 – 60 mm Hg. In 10 (22.7%) patients. In group C, the $TcpO_2$ index ranged from 0 to 20 mm Hg in 1 (1.6%) patient, from 20 to 40 mm Hg in 20 (31.2%) patients, and from 40 to 60 mm Hg in 43 (67.2%) patients. Accordingly, in these 3 groups, the confidence factor (χ^2) for the distribution of $TcpO_2$ indicators between groups was $\chi^2 = 91.60$, $p < 0.0001$. The given data indicate that the differences in the levels of $TcpO_2$ in the tissues of the foot between groups A, B, and C are statistically significant.

A tendency to improve microcirculation indicators from group A to group C was found.

The results of BAP according to the angiosomal concept were analyzed and compared with each other. In group A – DR – restoration of patency of the tibial artery, which directly feeds the affected angiosome, was not achieved in any patient; IR – restoration of patency of the tibial artery, which feeds the affected angiosome through collateral branches – 5 (17.2%) patients; CR – restoration of patency of the tibial artery, which feeds the affected angiosome indirectly – 24 (82.8%) patients. In group B – DR was achieved in 16 (36.4%) patients; IR – 22 (50.0%) patients; CR – 6 (13.6%) patients. In group C – DR was achieved in 54 (84.4%) patients; IR – 8 (12.5%) patients; CR – 2 (3.1%) patients. A tendency towards an increase in the percentage of patients who underwent DR from group A to group C was found.

As a result of comparing the effectiveness of interventions between the three clinical groups (A, B, C), statistically significant differences were found in the frequency of PR, OR and CR according to the indicators of improved tissue oxygen

saturation. The difference in results with these types of treatment was proven to be highly statistically significant ($\chi^2 = 94.75$; $df = 4$; $p < 0.0001$). In particular, in group C, a better result was observed much more often (84.4%), which indicates a higher effectiveness of the method used compared to groups A and B.

The effect of plastic methods of closing foot wounds on their healing after BAP and primary necrectomy was analyzed. The most effective plastic methods of treating foot wounds after BAP and primary necrectomy are either polymer-coated healing by wound contraction and marginal epithelialization with vacuum therapy - 100.0%, or Esser plastic surgery - 88.9% wound healing. Temporary plastic surgery with a polymer coating followed by plastic surgery according to Reverden is quite effective - wound healing in 76.5%, or according to Tirsch - 71.4%. The least effective technique of isolated plastic surgery according to Reverden is wound healing in 34.5%, or according to Thiersch - 40.0%.

The results of healing of foot wounds after BAP and primary necrectomy were studied according to the selected groups of patients. In group A out of 29 patients, complete healing of foot wounds after 3 months in 1 (3.5%) patients, partial or no healing - 28 (96.5%) patients. In group B of 44 patients after 3 months: complete healing of foot wounds in 37 (84.1%) patients, partial or no healing - 7 (15.9%) patients. In group C of 64 patients after 3 months: complete healing of foot wounds in 63 (98.4%) patients, partial or no healing in 1 (1.6%) patient. The results of the statistical analysis of the reliability of differences in wound healing between the three groups indicate a significant difference between the groups in terms of the frequency of complete wound healing 3 months after BAP and primary necrectomy depending on the type of inclusion artery according to angiosomal concept ($\chi^2 = 96.55$, $df = 2$, $p < 0.001$). In general, a satisfactory result after revascularization and primary necrectomy, followed by the use of various methods of treatment of foot wounds for 3 months of treatment, out of 137 patients, was obtained in 101 (73.7%), unsatisfactory - in 36 (26.3%) ($\chi^2 = 30.84$, $p < 0.001$). This distribution demonstrates the high effectiveness of BAP in most patients in group B, and can be used to predict clinical response and further planning of treatment tactics.

A method for assessing the prospects for healing foot wounds after BAP and primary necrectomy has been developed. Depending on the degree of increase in the PA flow rate after BAP, TcPO₂ indicators, the variant of revascularization according to the angiosomal concept, all patients were awarded a certain number of points and compared with the quality and timing of wound healing in the groups. According to the degree of increase in PA flow rate after BAP of the arteries of the tibial segment, patients of group A were awarded 0 points, group B - 1 point, group C - 2 points; patients with a TcPO₂ indicator 3 days after BAP of 0 - 20 mm Hg were awarded 0 points, 20 - 40 mm Hg - 1 point, 40 - 60 mm Hg - 2 points. If the BAP - CR variant occurred, the patient was awarded 0 points; IR - 1 point; DR - 2 points. Determination of the increase in PA flow rate, measurement of TcPO₂ and determination of the revascularization variant (DR, IR, CR) allows patients of groups A, B and C to be awarded the appropriate number of points, the sum of which shows the prognosis of healing of foot wounds and the timing of the use of other methods of revascularization or amputation, taking into account the duration and high cost of treatment of foot wounds with a dubious result their complete healing and restoration of the supporting function of the foot. Probability of healing of foot wounds: 5-6 points - high, 4 points - moderate, 3 points - low, less than 3 points - absent.

Taking into account the average number of points per patient in the selected groups: A - 0.59, B - 3.41, C - 5.47, as well as the correlation between the increase in the flow rate of PA after BAP, the percentage of patients in the comparison groups with a high TcPO₂ index and the increase in the percentage of patients with the performed variant of BAP in the form of DR from group A to group C, we believe that the determination of quantitative changes in the PA flow rate after BAP performance accurately determines the prospect of healing of foot wounds after necrectomy and in the absence of the possibility determination of TcPO₂ can be a separate, fairly simple criterion for formulating further tactics: A - there are almost no prospects for healing foot wounds (1 month - 0%, 3 months - 3.5%), urgent bypass grafting in the artery of the ankle segment or amputation of the limb at the

optimal level for further prosthetics is indicated; B - the prospects for healing foot wounds are moderate (1 month - 22.7%, 3 months - 84.1%), treatment of foot wounds is indicated for 3 months, in the absence of at least partial healing of foot wounds - bypass surgery in the artery of the ankle segment or amputation; C – the prospects for healing foot wounds are good (1 month – 79.7%, 3 months – 98.4%), treatment of foot wounds until complete healing and restoration of the supporting function of the foot is indicated.

The results of the Univariate Analysis of Variance (ANOVA) showed a high level of statistical validity of the differences between the mean values of the scores in groups A, B and C ($p < 0.001$, $F = \infty$). In other words, the discrepancies between the groups are not random and have high clinical significance. These results confirm the reliability of the proposed scale as a tool for predicting the healing of foot wounds.

During the dissertation, the use of both classical and new methods of diagnosis and treatment of patients with IFDFS and UNL or PNL of the foot was substantiated. The introduction of new methods of diagnosis and treatment of this category of patients made it possible to improve the results of treatment of this complex category of patients. The developed method for predicting the results of treatment of foot wounds after primary necrectomy allows to determine with high probability the promising results of the treatment process. The proposed algorithm for the further treatment of patients, depending on the increase in PA flow rate, makes it possible to determine a group of patients for whom it is advisable to carry out the whole range of measures to heal foot wounds after BAP of the arteries of the tibial segment and primary necrectomy, and a group of patients who need additional interventions for the purpose of revascularization or need to ask questions about amputation of the limb. This avoids an unreasonable burden on budgetary and extra-budgetary sources of financing the treatment of this category of patients without any clear prognosis of the treatment outcome.

Keywords: diabetes mellitus, diabetic foot syndrome, tibial arteries, chronic ischemia of the lower extremities.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові наукові результати дисертації

1. Діденко СМ, Бойко ВВ, Іванова ЮВ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ. Морфологічні дослідження кровоносних судин шкіри та м'язів у хворих з ішемічною формою синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. Україна. 2018;8:33-37. doi: 10.26779/2522-1396.2018.08.33. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел, здійснено відбір пацієнтів, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
2. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шаповалов ДЮ. Діабетична мікроангіопатія у хворих на ішемічну форму синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. Україна. 2018;9:31-34. doi: 10.26779/2522-1396.2018.09.31. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел, здійснено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, статистично проаналізовано результати дослідження, підготовлено до друку);*
3. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Роль інтраопераційної ангіографії в лікуванні гострої непрохідності артерій нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;7:27-31. doi: 10.26779/2522-1396.2019.07.27. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
4. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Капелюшний ВФ, Майструк ВІ. Порівняльна оцінка результатів хірургічного та консервативного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;8:27-30. doi: 10.26779/2522-1396.2019.08.27. *(Дисертант самостійно провів відбір*

пацієнтів, статистичну обробку матеріалу, приймав участь в підготовці статті до друку);

5. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Куцин АМ, Жагдаль АА. Результати хірургічного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки з урахуванням даних інтраопераційної дебітометрії. Клінічна хірургія. Україна. 2020;5-6:36-40. doi: 10.26779/2522-1396.2020.5-6. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, він приймав участь в підготовці статті до друку);*

6. Didenko S, Subbotin V, Ratushniuk A, Prysyzhna N, Khalimovskyi B. [Value of intraoperative debitometry in selecting of surgical treatment tactics for patients with diabetes mellitus with chronic critical ischemia of the lower limb]. SCOPUS. Georgian Med News. 2021 Jul-Aug;(316-317):10-16. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, статистична обробка матеріалу, взято участь в підготовці статті до друку);*

7. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Ivanko OB, Orlych OM. Study of the hemomicrocirculatory channel in patients with diabetes and threatening ischemia of the lower limb. SCOPUS. Georgian Med News. 2023 Apr.; (337):85-88. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, статистична обробка матеріалу, взято участь в підготовці статті до друку).*

8. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Orlych OM, Ratushniuk AV, Liksunov .V. The role of intraoperative angiography in treating acute lower limb artery occlusion. SCOPUS. Pol Merkur Lek, 2024;52(5):541-546. doi: 10.36740/Merkur202405110 *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці статті до друку);*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Колатеральний кровообіг в нижніх кінцівках при оклюзіях стегново-підколінного артеріального сегменту, поєднаних з оклюзією артерій гомілково-стопового сегменту за даними ангіографії. Клінічна флебологія.

2010;1(3):115-7. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

10. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Застосування штучного полімерного покриття в лікуванні ран при синдромі ішемічної діабетичної стопи. V Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» 19-20 квітня 2012, Київ. Клінічна флебологія. 2012;1(5):97-98 *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

11. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шапринський ВВ, Шаповалов ДЮ, Шамрай–Сас АВ. Результати гібридних втручань у хворих на цукровий діабет з стенотично-оклюзійним ураженням артерій нижніх кінцівок. V з'їзд судинних хірургів, флебологів і ангіологів України 19-21 квітня 2017, Київ. Клінічна флебологія. 2017;1(10):168-169. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

12. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Результати хірургічної реваскуляризації при ураженні дистального артеріального русла у хворих на цукровий діабет. Конгрес судинних хірургів, флебологів та ангіологів України (Вінниця, 2023р.);Український журнал клінічної хірургії. 2023;Том 80 №3:16. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

13. Діденко СМ, Лисайчук ЮС, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ, Куцин АМ. Патент на корисну модель № 53721. МПК А61В 5/021. Спосіб визначення ємності артеріального русла підколінно-гомільково-стопового сегмента. Заявл. 26.02.10; Опубл. 11.10.10. Бюл. № 19. 2010. *(Дисертантом проведено патентно-інформаційний пошук та огляд літератури);*

14. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Субботін ВЮ, Дорошенко АМ, Швед ОЄ, Лазаренко ОМ; заявник та патентовласник. Патент № 77542 Україна, МПК: А61В 17/03, А61В 17/00. Спосіб хірургічного лікування ран у хворих на цукровий діабет. №u2012 06241 заявл. 24.05.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. №4. 2013. *(Дисертантом проведено патентно-інформаційний пошук та огляд літератури, оформлено заявку на винахід).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	23
ВСТУП	24
РОЗДІЛ 1. ХІРУРГІЯ СТЕНОТИЧНО-ОКЛЮЗІЙНИХ.....	32
УРАЖЕНЬ АРТЕРІЙ ГОМІЛКОВОГО СЕГМЕНТУ	32
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	32
1.1. Первинні реконструктивні операції при дистальних ураженнях артерій нижніх кінцівок	36
1.2 Віддалені результати первинних реконструктивних операцій на артеріях гомілки.....	45
1.3 Ендоваскулярні методи лікування ішемії та їх результати при ураженні дистального артеріального русла нижніх кінцівок.....	52
1.4 Визначення пропускної здатності дистального судинного русла при операціях на артеріях.....	57
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ.....	635
2.1. Клінічна характеристика хворих	63
2.2. Методи досліджень хворих з оклюзією гомілкового артеріального сегменту	712
2.2.1. Методи дослідження центральної гемодинаміки	712
2.2.2. Методи дослідження периферичної гемодинаміки	72
2.3. Статистична обробка.	82
РОЗДІЛ 3. ЕНДОВАСКУЛЯРНІ ВТРУЧАННЯ ПРИ ХРОНІЧНІЙ ІШЕМІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ З УРАЖЕННЯМ АРТЕРІЙ ГОМІЛКОВОГО СЕГМЕНТУ	834
3.1 Показання до проведення ЕВ і хірургічна тактика у хворих на ЦД та ХІНК з СОУ артерій гомілкового сегменту	834
3.2 Проведення вимірювання дебіту ПКА та виконання ЕВ як методика .	867

3.3 Оптимізація хірургічних доступів до артерій стегново-підколінно-гомілково-стопового сегменту	93
РОЗДІЛ 4. ЛІКУВАННЯ ГНІЙНО-НЕКРОТИЧНИХ УРАЖЕНЬ (ГНУ) ТА ВИРАЗКОВО-НЕКРОТИЧНИХ УРАЖЕНЬ (ВНУ) СТОПИ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ З ХРОНІЧНОЮ ІШЕМІЄЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК	105
4.1 Хірургічне лікування ГНУ та ВНУ у хворих на ЦД з ХІНК	105
4.2 Інші методи лікування ГНУ та ВНУ стопи у хворих з ІФ СДС	13132
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	140
ВИСНОВКИ.....	15455
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	157
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	15960
ДОДАТКИ	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК А. Список публікацій здобувача за темою дисертації.....	190

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БАП - балонна ангіопластика (BAP)

ВНУ - виразково-некротичні ураження (UNL)

ГА - гомілкова артерія (TA)

ГНУ - гнійно-некротичні ураження (PNL)

ЕВ - ендоваскулярне втручання (EI)

ЗВГА - задня велико-гомілкова артерія (ATP)

ІРСТ - індекс регіонарного систолічного тиску (RSPI)

ІФСДС- ішемічна форма синдрому діабетичної стопи (IFDFS)

КР - колатеральна реваскуляризація (CR)

МГА - мало-гомілкова артерія (AP)

ОР - опосередкована реваскуляризація (IR)

ПВГА - передня велико-гомілкова артерія (ATA)

ПКА - підколінної артерії (PA)

ПР - пряма реваскуляризація (DR)

ПСА - поверхнева стегнова артерія (AF)

ПТФЕ – політетрафторетілен (PTFE)

РСТ - регіонарний систолічний тиск (RSP)

СОУ - стенотично-оклюзійне ураження (SOL)

ТАС - тильна артерія стопи (ADP)

ТПС - тібіо-перонеальний стовбур (TTP)

ТсРO₂ - черезшкірне вимірювання парціального тиску кисню (TcPO₂)

УЗДС - ультразвукове дуплексне сканування судин (UDSV)

ХІНК - хронічна ішемія нижньої кінцівки (CLLI)

ЦД - цукровий діабет (DM)

ВСТУП

Актуальність теми. Облітеруючий атеросклероз в розвинутих країнах світу перебуває на перших місцях інвалідизації та смертності пацієнтів. В структурі серцево - судинних захворювань атеросклеротичні ураження артерій нижніх кінцівок ідуть другими після серцево - судинних подій. Досить часто спостерігається наростання явищ ішемії при відсутності адекватного лікування [178].

Сучасні стандарти лікування атеросклеротичного та діабетичного ураження артерій складаються з багатьох факторів, які застосовуються як одночасно, так і по чергово або окремими комплексами. Це як терапевтичні методики - лікувальні препарати, методи лікувальної фізкультури, фізичної терапії та інші, так і суто хірургічні методики [57].

Одним із основних принципів сучасного погляду на якість життя є збереження повноцінного функціонування - тобто збереження опорної функції кінцівки, уникнення ампутації. Тому перехід на нові погляди лікування діабетичного ураження артерій показав необхідність розвитку новітніх методів як діагностики, так і хірургічної тактики в сучасних умовах. Великою проблемою також залишається визначення периферійного артеріального спротиву, від чого, не в останню чергу, залежить результат реваскуляризуючого втручання [11, 12, 57].

При оцінці віддалених результатів необхідно враховувати додаткові фактори, тому що, зазвичай, разом з ЦД пацієнти мають низку супутніх захворювань, якість компенсації яких буде впливати на результати та їх трактування. При виконанні стегново-підколінних шунтувань віддалені результати в цілому виглядають краще, ніж при проведенні дистальної та ультрадистальної реконструкції, або БАП артерій гомілкового сегменту. В більшості спостережень дослідники пов'язують це з периферичним характером ураження судин, високим периферичним супротивом та низькою

ємністю сприймаючого артеріального русла. Ми вважаємо за необхідне оцінювати зміни дебіту ПКА до та після БАП, як показника достатності ємності сприймаючого русла, тому що є пряма залежність отриманих результатів та змін дебіту ПКА. Також необхідно визначати зміни $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи методом черезшкірного вимірюванням та враховувати положення ангіосомної концепції після проведеної ендovasкулярної реваскуляризації у гомілковому артеріальному сегменті [6, 12, 17].

Дуже часто лікування ран стопи після некректомій у хворих на ІФ ССД з ішемією стопи IV ступеня на тлі СОУ артерій гомілкового сегменту після виконаної БАП проводять у відділеннях загальної або гнійної хірургії, не маючи жодних критеріїв щодо тривалості такого лікування та тактики лікування. При відсутності тенденції до загоєння ран стопи, часто має місце тривале безперспективне та затратне лікування. Це призводить до не обґрунтованого навантаження на бюджетні та позабюджетні джерела фінансування при лікуванні такої категорії хворих без будь якого обґрунтованого прогнозу результатів лікування [18].

У 2011 році Міжнародна робоча група з діабетичної стопи (IWGDF) з діагностики та лікування захворювань периферичних артерій у хворих на ЦД з ВНУ стопи запропонувала наступні рекомендації: «мета реваскуляризації у даної категорії пацієнтів полягає у відновленні прямого пульсуючого кровотоку як мінімум в одну артерію стопи, переважно в ту, яка живить анатомічну зону виразки, остаточному загоєнні виразкового дефекту та відновленні опорної функції нижньої кінцівки» [76].

На жаль, в сучасній літературі досі остаточно не висвітлено питання про інформативність даних інтраопераційної та післяопераційної дебітометрії, визначення $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи та цінність ангіосомної концепції в прийнятті рішень про тактику лікування хворих на ЦД та ХІНК, яка зумовлена СОУ артерій гомілкового сегменту за наявності ВНУ або ГНУ стопи. Варто також враховувати, що лікування ран стопи після некректомій у хворих на ІФ СДС з СОУ артерій гомілково - стопового сегменту після виконаної БАП

проводять без урахування критеріїв тривалості лікування і часу переходу до більш радикальних методів лікування, або відмови та проведення ампутації. Це призводить до зайвих витрат та додаткового навантаження на персонал та пацієнта [19, 24].

Враховуючи велику кількість методів дослідження, варіантів лікування та існуючих шляхів вирішення проблеми СОУ артерій гомілкового сегменту, залишається актуальним вибір комплексного підходу до хірургічного лікування хронічної ішемії нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет з ураженням артерій гомілкового сегменту.

З метою покращення результатів хірургічного лікування хворих на ЦД, ускладнений хронічною ішемією нижньої кінцівки, яка зумовлена СОУ артерій гомілкового сегменту, ми запропонували алгоритм діагностично-лікувальної тактики із застосуванням інтраопераційної дебітометрії, дослідження мікроциркуляції методом черезшкірного вимірюванням $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи, використанням ангіосомної концепції та оптимізацією хірургічної тактики втручань на стопі з метою остаточного загоєння ран після первинної некректомії.

Нами проведено аналіз результатів хірургічного лікування 137 хворих на ЦД II типу, з ІФСДС на тлі СОУ артерій гомілково - стопового сегменту з ХІНК та ВНУ або ГНУ стопи, які проходили лікування в Центрі судинної та ендovasкулярної хірургії КЛ «ФЕОФАНІЯ» ДУС протягом 2014 – 2025 рр. Чоловіків було – 86 (62,8%), жінок – 51 (37,2%). Вік пацієнтів становив від 58 до 78 років.

Критеріями включення пацієнтів до дослідження були:

1. Ішемія стопи IV ступеню з наявністю некротичного ураження тканин стопи, яке не виключало збереження опірності кінцівки;
2. СОУ артерій гомілково - стопового сегмента;
3. Прокідність поверхневої стегнової артерії (ПСА), ПКА, наявність ангіосомної артерії (по зоні некротичних змін стопи), або мінімум однієї прохідної артерії стопи.

Критерії виключення були наступні:

1. Наявність гострого коронарного синдрому; інфаркту міокарду, гострого порушення мозкового кровообігу за останні 6 місяців.
2. Прогнозована тривалість життя менше 12 місяців.
3. Розповсюджене ВНУ або ГНУ стопи, що потребувало виконання ампутації.
4. Незгода пацієнтів брати участь у дослідженні.

Кінцевою точкою дослідження вважали загоєння ран стопи.

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

Дисертаційна робота виконана за планом роботи наукового відділу Клінічної лікарні “Феофанія” Державного управління справами і є фрагментом НДР «Розробка нових методів реконструктивних та відновних операцій у хворих з хірургічними захворюваннями та ураженнями внаслідок військових дій» (номер державної реєстрації 0124U001673), що виконується на кафедрі хірургії, анестезіології та інтенсивної терапії Інституту післядипломної освіти Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. Здобувач був співвиконавцем дослідження.

Мета дослідження. Поліпшення результатів хірургічного лікування хворих на ЦД та ХІНК, що зумовлена СОУ артерій гомілкового сегменту шляхом створення алгоритму діагностично-лікувальної тактики із застосуванням інтраопераційної дебітометрії, дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $TspO_2$ в тканинах стопи, використанням ангіосомної концепції та оптимізацією хірургічної тактики втручань на стопі з метою остаточного загоєння ран після первинної некректомії.

Для досягнення поставленої мети було передбачено вирішення таких завдань:

1. Вивчити результати вимірювання дебіту ПКА у 137 хворих на ІФСДС та ХІНК з СОУ артерій гомілкового сегменту до та після виконання БАП та

сформувати відповідні групи пацієнтів для порівняння результатів обстеження та лікування в них;

2. Провести дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи через 3 доби після виконання БАП та первинної некректомії і порівняти їх між собою;

3. Проаналізувати результати БАП згідно ангіосомної концепції та порівняти їх між собою;

4. Вивчити вплив пластичних методів закриття ран стопи на їх загоєння після виконання БАП та первинної некректомії та порівняти їх між собою;

5. Вивчити результати загоєння ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії згідно виділених груп хворих;

6. Розробити методику оцінки перспективи загоєння ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії;

7. Розробити алгоритм подальшого лікування хворих після БАП згідно показнику прирісту дебіту ПКА.

Об'єкт дослідження - ХІНК у хворих на ЦД, яка зумовлена СОУ артерій гомілкового сегменту; ВНУ та ГНУ стопи.

Предмет дослідження - алгоритм діагностично-лікувальної тактики із застосуванням інтраопераційної дебітометрії, дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи, використанням ангіосомної концепції та оптимізацією хірургічної тактики втручань на стопі.

Базою наукового дослідження є КЛ «Феофанія» ДУС, ЗВО Національний медичний університет імені О.О. Богомольця.

Методи дослідження - клінічні, лабораторні, інструментальні та променеві: ультразвукова доплерографія (УЗДГ), визначення регіонарного систолічного тиску (РСТ) та індексу регіонарного систолічного тиску (ІРСТ),

рентгенографія стоп, КТ - ангіографія, ангіографія за Seldinger, вимірювання $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи, статистичний аналіз отриманих результатів.

Наукова новизна.

1. Вперше застосована методика дебітометрії в артеріях підколінно - гомілкового сегменту при СОУ артерій нижніх кінцівок на тлі ХІНК як основний маркер прогнозу ефективності лікування.
2. Вперше виконано закриття дефектів шкіри після некректомії методом алодермопластики як етап загоєння ран після відновлення кровопостачання у хворих на ЦД з ХІНК.
3. Вперше створено алгоритм прогнозування результатів хірургічного лікування хворих на ЦД з ХІНК за результатами дебітометрії артерій сприймаючого русла до та після БАП.
4. Вперше доведено вплив ангіосомної концепції на прогнозування результатів хірургічного лікування хворих на ЦД з ХІНК відповідно до показників $T_{sp}O_2$.
5. Удосконалена методика пластики ран стопи після БАП враховуючи ангіосомну концепцію та можливості застосування сучасних технологій обробки рани (терапія негативним тиском, ультразвукова кавітація, використання поверхневоактивних та пробіотичних речовин тощо).
6. Удосконалена тактика лікування хворих на ЦД з ХІНК з урахуванням розробленого алгоритму з метою уникнення невиправданих втрат часу та засобів за рахунок прогнозування термінів загоєння ран після некректомії.

Практичне значення отриманих результатів

1. Обґрунтовано необхідність комплексної оцінки регіонарної гемодинаміки та стану артеріального русла нижніх кінцівок у хворих на ЦД з ХІНК. Визначено роль та значення кожного з методів дослідження для виявлення особливостей кровообігу в умовах наявної оклюзії.

2. Залежно від рівня та протяжності СОУ, ступеня ішемії та результатів дебітометрії визначені показання та тактика хірургічної корекції кровотоку у хворих на ЦД з ХІНК.
3. Обґрунтовано значущість впливу ангіосомної концепції при прогнозуванні результатів загоєння ран після первинної некректомії.
4. Розроблено та впроваджено в практику показання до повторної реваскуляризації при неефективності першого етапу за результатами інтраопераційної дебітометрії.

Особистий внесок автора. Виконано збір даних, аналіз літературних джерел, розроблено основні теоретичні положення роботи і введено їх до практичних рекомендацій. Самостійно обстежено до, під час та після операції, проліковано та прооперовано 73% пацієнтів; проведено аналіз історій хвороб та інтерв'ю у 27% пацієнтів ретроспективно, проведено активний післяопераційний моніторинг 100% пацієнтів. Написані розділи дисертації, самостійно розроблено методику визначення ефективного виду хірургічного втручання, його впливу на якість життя пацієнтів, терміни загоєння ран кінцівок, ефективність різних операційних методик. Автором проведено аналіз і узагальнення результатів дослідження, прораховано статистичні показники достовірності отриманих даних, сформульовано завдання дослідження, висновки та практичні рекомендації. У більшості публікацій, виконаних у співавторстві, основні ідеї та розробки належать автору.

Апробація результатів дисертації. Тема дисертації затверджена на Вченій раді ПВНЗ КМУ, протокол засідання № 6 від 15 грудня 2022р.

Основні положення та результати дисертаційної роботи викладені в доповідях на:

Конгрес судинних хірургів, флебологів та ангіологів України (Київ, 2010р.);

V Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» (Київ, 2012р.);

V з'їзд судинних хірургів, флебологів і ангіологів України (Київ, 2017р.);

Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Судинні доступи» (Київ, 2021р.);

Конгрес судинних хірургів, флебологів та ангіологів України (Київ, 2022р.);

Конгрес судинних хірургів, флебологів та ангіологів України (Вінниця, 2023р.);

XXV з'їзді хірургів України (Київ, 2025р.).

Публікації за темою дисертації. За темою дисертації опубліковано 14 робіт, 5 із них – у журналах категорії Б, включених за наказом МОН до переліку наукових фахових видань України з медичних наук, 3 з них – у журналах, які реферується міжнародною наукометричною базою «SCOPUS», 4 тез науково-практичних конференцій, оформлено 2 патенти України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, трьох розділів результатів досліджень, аналізу та узагальнення результатів, висновків та списку використаних джерел (212 найменувань, з них кирилицею – 59, латиницею – 153). Роботу викладено на 193 сторінках, проілюстровано 84 рисунками та 15 таблицями.

РОЗДІЛ 1

ХІРУРГІЯ СТЕНОТИЧНО-ОКЛЮЗІЙНИХ УРАЖЕНЬ АРТЕРІЙ ГОМІЛКОВОГО СЕГМЕНТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Атеросклероз є основною причиною інвалідності та летальності в індустріально розвинених країнах світу. Смертність від серцево-судинних захворювань в цих країнах досягає 45% [11]. У загальній структурі серцево-судинних захворювань стенозуючі та оклюзійні ураження артерій нижніх кінцівок займають друге місце після ішемічної хвороби серця. При цьому клінічні прояви атеросклеротичного ураження артерій нижніх кінцівок відмічаються у 0,5-6,9% [36]. Фрамінгемське дослідження хворих на атеросклероз показало, що за рік переміжна кульгавість у чоловіків у віці 45-55 років збільшується на 0,2%, а у віці 55-65 років - на 0,5% [47]. Проведене Единбурзьке дослідження показало, що з 1990 р. у групі віком від 55 до 74 років переміжна кульгавість спостерігалась у 4,5%, а у 8% випадків ураження були безсимптомними [48]. Наростання ішемії кінцівки з переходом до критичної стадії чи розвитку гангрени виявлено у 15 - 20% спостережень [19]. В США та країнах Європи щорічно виявляють до 200-500 на 1 млн. населення

нових випадків критичної ішемії нижніх кінцівок [11]. При цьому реконструктивні втручання проводять тільки у 50% пацієнтів, у 25% проводять консервативне лікування, а 25% пацієнтів взагалі втрачають кінцівки через проведення великих ампутацій. Усунути явища ХІНК через рік вдається лише у 25% хворих, у 20% ХІНК не прогресує, у 30% пацієнтів виконують ампутацію кінцівки, а 25% пацієнтів вмирає [96].

За даними популяційних досліджень, високі ампутації спостерігаються у 120 - 500 випадках на 1 мільйон населення на рік [11]. Співвідношення ампутацій вище/нижче коліна становить 50/50. При цьому після транстібіальних ампутацій первинне формування кукси спостерігається лише у 60% пацієнтів, у 15% формування кукси потребує повторного втручання, а у 15% хворих проводять реампутації вище коліна, при цьому періопераційна летальність відповідає 10%. Через рік після транстібіальних ампутацій померло 30% пацієнтів, у 15% прогресування хвороби призводить до контралатеральної ампутації кінцівки, а ще у 15% проводять реампутацію вище колінного суглоба, і лише у 40% хворих ішемія стабілізується (TASC 2) [45, 50].

Венозне шунтування вперше було виконано в експерименті французьким хірургом Alexis Carrel у 1906 році. За свої революційні відкриття з розробки техніки судинного шва він отримав Нобелівську премію з фізіології та медицини у 1912 році. Проте лише через 40 років у 1948 р. Alexis Carrel вперше виконав стегново-підколінне шунтування [139]. Відтоді почали виконувати інфраінгвінальні шунтування з покращенням результатів лікування. Про дистальні методи реваскуляризації - стегново-тибіальні і педальні шунтування - вперше опубліковано в 1973 р. Artur Auer і Fals Hershey [74]. Однак лише на початок дев'яностих, з накопиченням досвіду, покращення хірургічного інструментарію і візуалізаційних діагностичних методик почали виконуватися дистальні артеріальні реконструкції, які набули більш широкого поширення [115]. В подальшому було відзначено значний

прогрес у лікуванні хронічної ішемії при стено-оклюзійних захворюваннях артерій нижніх кінцівок. Наразі практично у переважної більшості хворих сучасне анестезіологічне забезпечення, корекція супутньої патології в періопераційному періоді і насамперед кардіальної патології та цукрового діабету дозволяють виконувати реконструктивні операції при хронічній ішемії нижніх кінцівок. Еволюційна поява та подальший розвиток ендovasкулярної хірургії відкрили нові можливості у лікуванні ішемічних проявів захворювань артерій нижніх кінцівок. Однак при критичній ішемії у хворих дистальними артеріальними ураженнями, результати лікування лишаються незадовільними [24, 39].

Незважаючи на дотримання більш агресивної хірургічної тактики при стено-оклюзійних ураженнях артерій гомілки з критичною ішемією кінцівки на даний час, досі деякі фахівці висловлюють сумніви в ефективності та економічній доцільності цього методу лікування [12].

Прийнята сьогодні концепція покращення якості життя пацієнта диктує необхідність уникати ампутацій при лікуванні хворих з ХІНК усіма можливими методами [28]. За даними Musial, через 5-и років після дистальної реконструкції дві третини пацієнтів зберегли кінцівку [160]. Протягом 1-го року 68% оперованих хворих зберегли кінцівку, і 54% впродовж 2-х років після операції. Крім цього з 52% хворих, що померли протягом 5-и років після операції, 88% хворих зберегли кінцівку аж до самої смерті. Тож численні дослідження показали перевагу більш агресивних хірургічних способів лікування для збереження кінцівки та покращення якості життя, незважаючи на їх високий ризик та вартість через збільшення тривалості перебування в стаціонарі та високу вартість оперативних втручань з реваскуляризації ішемізованої кінцівки [29, 45].

Враховуючи відносно недовгий термін відновлення після дистальної ампутації, в більшості випадків процес протезування та адаптації до нового стану призводить до значних труднощів. Окрім цього, контрлатеральна нижня кінцівка у більшості хворих також страждає на ознаки ішемії через

генералізований характер процесу. Це затримує процес протезування та реабілітації, потребує хірургічного лікування, оскільки втрата єдиної кінцівки призводить до критичного порушення якості життя [28, 45]. За даними дослідників США, вартість ілео-інгвінальних реконструкцій, включаючи госпіталізацію та можливі повторні втручання у середньому складає 19,000\$, а середня вартість стегново-тибіальних дистальних шунтувань - 29,000\$. Проте собівартість ампутації з протезуванням, реабілітацією та амбулаторним лікуванням становить 45,000\$ і більше. Так, дистальні артеріальні реконструкції теж дороговартісні, але дешевші ніж ампутації для пацієнта, вже не зважаючи на покращення якості життя пацієнтів зі збереженою кінцівкою [29].

Таким чином, основною проблемою в хірургії дистальних реконструкцій є збереження прохідності шунтів в післяопераційному періоді та віддаленій перспективі, та зниження відсотка післяопераційних та первинних ампутацій. Основним завданням при лікуванні хворого з ХІНК є корекція ішемії, збереження функції кінцівки та покращення якості життя. Нажаль, значних змін в покращенні віддалених результатів дистальних артеріальних реконструкцій протягом останнього десятиліття не виявлено, незважаючи на постійне вдосконалення медикаментозної терапії та технік проведених операцій [108]. Дискутабельними залишаються питання вибору оптимального шунта за відсутності відповідності великої підшкірної вени для дистального шунтування, а також доцільності додаткових оперативних втручань (поєднаної ангіопластики артерій гомілки та стопи), здатних збільшити приплив і зменшити периферійний супротив. Невирішеними залишаються питання ефективності ендovasкулярних втручань (ЕВ) при дистальному ураженні артерій нижче колінного суглоба як самостійної процедури без проксимальної реконструктивної операції; не розроблено чітких показань до проведення видів артеріальних втручань при появі стенозів анастомозів шунтів або погіршення шляхів притоку/відтоку.

1.1. Первинні реконструктивні операції при дистальних ураженнях артерій нижніх кінцівок.

Вважається, що основним показанням до дистальних артеріальних реконструкцій є загрозна критична ішемія кінцівки [116]. Також розглядається можливість виконання дистальних реконструкцій у пацієнтів, які ведуть активний спосіб життя, але виражена переміжна кульгавість значно обмежує його життєдіяльність [200]. Відповідно нещодавніх рандомізованих досліджень виявлено, що в деяких випадках перебіг хвороби та наростання явищ ішемії нижніх кінцівок відбувається не прогресивно, і перехід з I до III - IV стадій ішемії за Фонтейном (Rene Fontaine) відбувається швидко, іноді протягом декількох місяців [135]. За даними одного з мультицентрових досліджень у половини хворих на ЦД без симптомів ішемії за 6 місяців перебіг хвороби призвів до ампутації з приводу критичної ішемії [56, 178]. Однак, на даний час у більшості судинних стаціонарів відсоток артеріальних реваскуляризацій з приводу переміжної кульгавості незначний і сягає в середньому 15 - 30%, в більшості випадків операції виконувались вже з приводу ХІНК [18].

Підготовка до проведення дистальних реконструктивних операцій включає ретельну оцінку стану всього артеріального русла ураженої кінцівки, артерій притоку та відтоку та точної анатомічної локалізації ділянки, де є стеноз та оклюзія артерій [109, 110]. Наразі «золотим стандартом» у діагностиці уражень артерій нижніх кінцівок у переважній більшості випадків є ангіографія. Однак з'являються роботи, де автори розглядають можливість отримання необхідної інформації про стан артеріального русла без ангіографії за допомогою комп'ютерної томографії з відповідним контрастуванням для підготовки проведення дистальної реконструкції [92, 93], дуплексного ультразвукового сканування [40]. Принципово важливо всім хворим перед проведенням дистальних реконструкцій при виконанні ангіографії провести ідентифікацію хоча б однієї придатної для формування дистального

анастомозу гомілкової артерії [17]. Виявити адекватну реципієнту артерію не вдається лише у дуже незначній кількості пацієнтів, як правило після попередніх невдалих реваскуляризацій даної кінцівки. Однак, селективна візуалізація дистальних відділів артерій гомілки або стопи в цих випадках, за допомогою ангіографічного дослідження або ультразвукової доплерографії може виявити придатну для шунтування сприймаючу артерію [79, 124, 137]. Проведення ретельного артеріографічного дослідження за даними багатьох авторів дає можливість виконати шунтуючу операцію з хорошими результатами у більшості хворих з дистальними ураженнями при цукровому діабеті [70, 85, 178]. Іноді внаслідок неадекватності контрастування дистальніше оклюзії виявляють хибне закриття сприймаючого русла, тому деякі автори рекомендують виконувати їх ревізію і після цього приймати рішення про проведення реконструктивної операції [18, 180]. Неможливість знайти реципієнтну артерію, що підходить для шунтування, на думку Morgan, зустрічається дуже рідко [159].

Вибір місця проксимального анастомозу, за умови, що в шляхах припливу гемодинамічно значущих стенозів немає, не впливає на прохідність стегново - підколінних (нижче коліна) або гомілкових шунтів, хоча традиційно такою є підколінна або стегова артерія [94]. У випадках, коли довжина аутовенозного шунта обмежена, з початку 80-х років минулого століття прийнято використовувати для місця проксимального анастомозу поверхневу, рідше глибоку стегову артерію. Більш технічно складним для формування шунта є використання підколінної артерії або проксимального сегменту артерій гомілки, останнє найбільш виправдано переважно при тибіальних і стопових шунтуваннях [31]. За даними літератури прохідність коротких і довгих дистальних шунтів зберігається по тривалості приблизно однаково, прогресування стенозування в дистальних анастомозах протікає швидше, ніж у проксимальних, тому перевагу мають все-таки протяжні (довгі) шунти [111]. Оскільки атеросклеротичне стенозування спостерігається переважно у поверхневій стеговій та підколінній артеріях, тому їх

використання як донорських артерій в більшості випадків недоцільно[21].

В якості шунта при дистальних реконструкціях рекомендується використовувати при можливості іпсилатеральну, в інших випадках - велику підшкірну вену, що менш доцільно [166]. У разі відсутності чи її неадекватності допустимо використання також малої підшкірної [206], поверхневої стегнової вени [174], вен верхніх кінцівок (*w. basilica et cephalica*) [204], а також синтетичних алографтів [181]. Іноді в якості шунта можна використовувати сегмент поверхневої стегнової артерії, для чого проводять ендартеректомію з відновленням просвітом [123], кріо-збережену вену [100], променеву артерію [204].

Проведення стегново-гомількових шунтувань показано лише при неможливості проведення стегново-підколінного шунтування, при цьому найбільш доцільним є стегново-тибіоперонеальне або стегново-задньогомількове шунтування, і при неможливості виконують стегново-передньогомількове і стегново-малогомількове. При стегново-дистально-підколінних або гомількових шунтуваннях дистальний анастомоз можна формувати з ділянкою артерії, стенозування якої не перевищує $\frac{1}{2}$ її діаметра, завжди обираючи для цього більш придатні дистальні сегменти артерії. Вибір велико-гомількової артерії як реципієнтної більш доцільний при прохідності просвіту до артерій стопи, хоча описані дані про задовільну прохідність шунтів в ізольований сегмент гомількової артерії [21]. Малогомількову артерію (МГА) використовують як реципієнтну у випадках наявних одної або більше гілок, що прохідні до стопи. При цьому за даними багатьох авторів задньо-гомількові (ЗВГА) або передньо-гомількові (ПВГА) шунти рівнозначні до малогомількового шунтування [159].

Кальциноз або анатомічна відсутність плантарної дуги не є протипоказанням до реконструкції [124, 146], тому основним фактором, що вплине на функціонування шунта, залишається стан шляхів відтоку, і через це прохідність і замкнутість плантарної дуги є надійним предиктором первинної прохідності. Необхідність у шунтуванні в артерії стопи виникає досить часто

[9]. Шунтуючі операції в артерії стопи також часто виконують останнім часом, як і пара- та інфрамаллеоларні шунтування [31]. Дані про гарну альтернативність шунтування в артерії стопи перед ампутаціям зустрічаються все частіше, незважаючи на те, що багато хірургів сумніваються в їх ефективності, іноді з кращими, ніж при більш проксимальних шунтуваннях, показниками первинної прохідності [136].

Реконструкції в артерії нижче колінного суглоба рекомендується використовувати лише аутовену, на відміну від шунтувань в проксимальні відділи підколінної артерії [160]. Проведені рандомізовані дослідження, в яких порівнювали аллопротези та аутовену, підтверджують ці результати [174]. Проведений мета-аналіз п'ятирічних результатів операцій у 1572 хворих, яким виконано стегново-дистально-підколінних і гомілкових шунтуваннях, а також операції з дистальним анастомозом в артерії стопи, підтвердили той факт, що найкращі результати дає аутовена - 68% при первинній п'ятирічній прохідності [168]. Найгірші показники показали політетрафторетілен (ПТФЕ) протези - 12% первинної прохідності за ці 5 років.

Вибір великої підшкірної вени в якості шунта має певні переваги: відсутній імунологічний конфлікт, стійкість до інфікування, спротив тромбоутворенню через збереження функціонуючого ендотелію навіть у несприятливих гемодинамічних умовах в аутовенозних шунтах "in situ". Вона не потребує додаткової обробки - антисептики, консервації. Артеріалізація вени у віддаленому післяопераційному періоді (по різних даних 4 - 12 місяців) призводить до змін, характерних артеріям - атеросклеротична дегенерація аутовенозних трансплантатів у вигляді атеросклеротичних змін, фіброзів інтими, аневризматичних розширень та стенозів [158, 195]. Більшість авторів зміну м'язового шару стінок вени пов'язують з компенсаторною адаптацією у відповідь на збільшення внутрішньо-судинного артеріального тиску [51, 115]. Також є думка, що деваскуляризація та усунення вегетативної іннервації, а також широке руйнування клітин ендотелію трансплантованої аутовени, особливо реверсованої, призводить до певної втрати «життєздатності» і

фіброзуванню, а пригнічення захисних функцій ендотелію призводить до погіршення тромборезистентних якостей [114]. До того реверсована велика підшкірна вена в 15 - 40% випадків виявляється непридатною для шунтування через недостатньо великий діаметр проксимального анастомозу, а також при розсипному типі будови, флебосклерозі, варикозних змінах внаслідок травм, у віці та після перенесеного тромбофлебиту [137]. Таким чином, враховуючи всі вищевказані позитивні та негативні сторони аутовенозних шунтів, досвід реконструкцій інфраінгвінальних судинних ділянок вказує на те, що аутогенна вена є оптимальним вибором серед інших артеріальних шунтів, особливо для дистальних реконструкцій артерій гомілки та стопи.

Високий відсоток непридатності для аутоотрансплантації реверсованої великої підшкірної вени шунтування в артерії гомілки призвів до необхідності обґрунтування можливості застосування вени "in situ" після попереднього руйнування клапанів. Hall вперше теоретично обґрунтував можливість застосування вени "in situ" після попереднього руйнування клапан для шунтування у пацієнтів на ЦД з ураженням артерій нижче колінного суглобу [57]. У США 20 років потому Leather розробив методику операції із застосуванням вени "in situ" з руйнуванням клапанів [170]. В Європі методику впровадив Gruss, проте методику вдало вдосконалювали по багатьох клініках світу [111, 133].

Таким чином на даний час проблема периферичних оклюзій артерій нижче колінного суглоба, особливо з високим ризиком інфікування та порушення мікроциркуляції та невропатії при ЦД, ця методика багатьма авторами розглядається як метод вибору при стегново-дистальних реконструкціях [6, 43, 90, 178].

Основні переваги аутовенозного шунтування in situ:

1. Велика підшкірна вена має більшу придатність (в цілому до 94% випадків), маючи відносно менший розмір дистального анастомозу (3-5мм) [58].

2. Довжина шунта не впливає на перспективу віддаленої прохідності через конічність форми шунта і конгруентність діаметрів вени та артерії у зонах

анастомозування [59].

3. Проведення вальвулотомії практично не травмує ендотелій аутовенозного шунта [170].

4. Збереження зв'язку аутовени з навколишніми тканинами менше травмує клітини ендотелію, які продовжують необхідну секрецію простагліну, якій відсутній у реверсованих аутовенах [169].

5. У шунті *in situ* рівень продукції тромбосану А2 значно менший порівняно з реверсивним шунтом [39].

6. Відповідно зберігається оптимальне співвідношення рівня простагліну до тромбосану А2, що позитивно формує індекс агрегації тромбоцитів [205].

На підставі вищевказаного дистальні реконструкції аутовена *in situ* по відношенню до реверсованої вени дає найкращі віддалені результати при низькому об'ємному кровотоку по шунту при високому периферичному спротиву, характерному для цукрового діабету [91, 178]. Дослідження Nowaczyk A. et all. показало збереження високої трирічної прохідності аутошунтів "*in situ*" до 91%, при середньому рівні об'ємного кровотоку по шунту *in situ* від 60,0 до 90,0 мл/хв [163].

При проведенні шунтувань у дистальну порцію підколінної артерії переконливих даних, що свідчать про кращі результати використання шунта веною "*in situ*" порівняно з реверсованою аутовеною, немає. Проведенням великого мультицентрового, проспективного рандомізованого дослідження, з порівнянням результатів цих двох методик у стегново-підколінної локалізації, не було виявлено статистично значущих відмінностей між показниками первинної та вторинної прохідності, кількості ампутацій та смертності даних когорт хворих [60]. Однак виявлено, що хороший клінічний ефект досягнутий після операції із використанням методики "*in situ*" при малому діаметрі вени (3 мм), так само як при шунтуванні в артеріальне русло з незадовільними шляхами відтоку, що має перевагу перед застосуванням реверсованої вени [208].

Незадовільні віддалені результати також спостерігалися при

використанні довгих реверсованих шунтів з максимальним діаметром аутовени менше 3,5 мм і коротких шунтів діаметром менше 3,0 мм за даними Nooromid [161]. Використання методики "in situ" за наявності вени малого діаметра (3-3,5 мм) більш виправдані, оскільки віддалені результати краще при використанні реверсивної вени аналогічного діаметра [144].

Не рекомендується використовувати аутовену "in situ" для реконструкції вище щілини колінного суглоба. Це пов'язано з незначністю різниці діаметрів проксимального та дистального анастомозу, а також необхідністю формування дистального анастомозу з проксимальною ділянкою підколінної артерії під прямим кутом, що погіршує гемодинаміку в шунті [144]. На відміну від оклюзії стегново-підколінної зони у поєднанні з ураженням сприймаючого русла, характерного для цукрового діабету, шунтування веною "in situ" навпаки більш виправдане. У цих випадках дистальний анастомоз повинен формуватися при можливості з підколінною артерією в 3-й порції або тибіоперонеальним стовбуром, при відсутності їх - з збереженою гомілковою артерією або її прохідним сегментом, які мають широкі гілки та відповідають діаметру відповідного сегменту вени "in situ" [113]. Тому реверсований аутовенозний трансплантат для стегново-дистально-підколінного або гомілкового шунтування він має гірші результати, незважаючи на те, що має ряд незаперечних переваг і вважається «золотим стандартом» [173].

Незадовільні результати при реверсії аутовени, що передбачає формування проксимального анастомозу з дистальним, меншим по діаметру, кінцем аутовени, залежать в більшості випадків від виду використання шунта. Наприклад, використання реверсованої аутовени як короткий шунт є досить успішним. Навпаки, при формуванні досить «довгих» шунтів від загальної стегнової артерії до артерій гомілки чи стопи можуть виникати складності. В цих випадках через малий діаметр великої підшкірної вени в дистальному відділі використовувати її як шунт часто не є можливим, що призводить до необхідності застосовувати комбіновані шунти або проводити секвенціальні шунтування. Однак численні рандомізовані дослідження показали, що

комбіновані шунти та синтетичні протези не дають бажаного результату в таких випадках [49].

При шунтуванні реверсованою веною присутній цілий ряд істотних недоліків. Малий діаметр вени в дистальному відділі вени, який при реверсі стає проксимальним анастомозом і не формує достатній приплив крові. Широкий проксимальний відділ часто деформується при формуванні дистального анастомозу з гомілкової артерією або артерією стопи. Невідповідність форми шунта не забезпечує ефективного ламінарного кровотоку і призводить до зниження загальної швидкості кровотоку [171]. Також при підготовці вени до реверсного шунтування вена ушкоджується через ішемію та переохолодження, що призводить до набряку та пошкодження ендотелію та субендотеліальних структур, яким і приписується розвиток тромботичних ускладнень шунта [172].

Одночасно при заборі вени пошкоджуються судини, що її живлять, а доступи часто призводять до великої травматизації шкіри та підшкірної клітковини. Це призводить до некробіозу внутрішньої оболонки вени, а оскільки інтактний ендотелій бере участь у регуляції цілого ряду важливих фізіологічних процесів - підтримує антиагрегаційну та антикоагуляційну активність крові, а також впливає на фібриноліз тромбів та тонус судин [209]. При пошкодженні ендотелію стимулюється агрегація та адгезія тромбоцитів через оголення колагену та волокна базальної мембрани. Та найгірше, пошкоджений ендотелій активує тромбоутворення виділенням тканинних прокоагулянтів [157]. Збереження аутовени "in situ" при шунтуванні дозволяє уникнути травматичного та термального пошкодження вени, кінцева форма забезпечує адекватність ламінарних шарів току крові, при цьому зберігається життєздатність шунта збереженням харчуючих судин.

Якість функціонування аутовени "in situ" багато в чому залежить від повноцінності вальвулотомії та ретельного перев'язування притоків вени. Руїнування клапанів та лігування гілок вени при шунтуванні веною "in situ" через один безперервний розріз шкіри призводить до ускладнень в

післяопераційної зоні в 5 - 25% випадків [179]. Деякі роботи доцільність ендоскопічного кліпування гілок майбутнього шунту або їх ендоваскулярну оклюзію, що дозволяє скоротити перебування пацієнта в стаціонарі та знизити післяопераційні ускладнення з боку ран до 1 - 4%. При проведенні ендоскопічного кліпування гілок вени середній період перебування в стаціонарі становить $6,2 \pm 1$ день, при ендоваскулярній оклюзії - $1,4 \pm 0,6$ днів, при цьому по даних провідних клінік рання прохідність шунтів не відрізняється від звичайного шунтування "in situ" [25]. Слід зазначити і наявні можливі мінуси шунтування веною "in situ" - більш часто виникає необхідність у повторних втручаннях через неможливість оцінки повноцінності вальвулотомії та проведення закриття сформованих A-V фістул.

Тому досі немає єдиної думки, яка з методик гомілкових артеріальних реконструкцій краще, шунтування веною "in situ" чи реверсоване аутовенозне шунтування, незважаючи на велику кількість публікацій, і для рішення цієї проблеми потрібні подальші клінічні дослідження.

Велика підшкірна вена іпсилатеральної кінцівки не придатна для використання як шунт для дистальних реконструкцій приблизно в 15% випадків при первинних і в 50% - при повторних операціях. У цих випадках насамперед використовуються контралатеральні підшкірні вени, а за відсутності останніх – комбіновані (комполімерні) шунти (вена + синтетичний протез) або вени верхніх кінцівок [49]. Сітчасті протези відомі з 1970-х років, і за відсутності аутовенозного шунта використовуються в дистальних реконструкціях. Обнадійливі результати застосування синтетичних шунтів дозволили розширити показання до їх застосування у хворих з очікуваною тривалістю життя менше трьох років та поширення використанням протезів при дистальних реконструкціях [42, 166]. Проте порівняння результатів застосування синтетичних та аутовенозних шунтів у 485 випадках стегново-дистально-підколінних і 360 стегново-гомілкових шунтуваннях, проведеного в межах великого мультицентрового рандомізованого проспективного дослідження, виявило недоцільність використання сітчастих протезів не

тільки при стегново-гомількових, а й при стегново-дистально-підколінних шунтуваннях [173]. Проте за відсутності аутовени кращою альтернативою первинної великої ампутації є вимушене використання синтетичних експлантів навіть при дистальних шунтуваннях [182].

Для дистальних синтетичних шунтів формування дистального анастомозу з використанням аутовенозної латки або манжети, за повідомленнями багатьох авторів, є варіантом поліпшення прохідності [177]. Проте інші дослідники покращення прохідності при використанні модифікованого дистального анастомозу не побачили [144].

Використання вени пуповини або ксенобіопротеза як альтернативи синтетичним шунтам, за відсутності відповідної аутовени при дистальних реконструкціях, також розглядається, проте жодних даних про їх переваги перед синтетичним протезом поки не опубліковано. Проте, такі експланти значно обмежені в їх застосуванні саме як артеріальних шунтів через часті аневризматичні зміни у віддаленому періоді [175, 198].

В даний час завершені проспективні дослідження використання синтетичного протезу в дистальних шунтуваннях за наявності адекватної аутовени, що показали цю методику як хибну, оскільки статистично показали достовірну кращу прохідність та частоту збереження кінцівки при використанні аутовенозного шунта. Впровадження в лікуванні хворих з стено - оклюзійними ураженнями артерій гомілки та збільшенням числа повторних реконструктивних операцій, переважанням агресивного хірургічного підходу зростає кількість хворих з відсутністю придатної для використання аутовени. У таких хворих непридатною вважається аутовена діаметром менше 3 мм з доцільністю застосування синтетичного протезу [176].

1.2 Віддалені результати первинних реконструктивних операцій на артеріях гомілки.

Дистальними артеріями нижніх кінцівок по даних досліджень

зарубіжної літератури вважаються артерії нижче щілини колінного суглоба: 3 порція підколінної артерії, тibia - перонеальний стовбур, артерії гомілки та стопові артерії. Таким чином статистично дистальними реконструкціями вважаються все артеріальні реконструкції нижче щілини колінного суглоба, не відокремлюючи дистальну порцію підколінної артерії та артерії гомілки та не враховуючи стан шляхів відтоку на гомілці та стопі. Метою ж нашого дослідження є вивчення результатів дослідження та хірургічного лікування стено - оклюзійних уражень саме артерій гомілки та стопи, тому що вони найбільш характерні для діабетичних уражень і ми маємо конкретизувати дані диференційовано по дистально - підколінних та гомілково - стопових реконструкціях [13].

Традиційно вважають основними результатами дистальних реконструкцій, на які спираються в дослідженнях - первинна та вторинна прохідність, рівень та частота збереження кінцівки, періопераційна та віддалена летальність. Додатково для розширеного аналізу результатів дистальних реконструкцій також використовують показники, що характеризують функціональний результат лікування - період життя без ампутації, асистована прохідність, а також якість життя в цілому.

Необхідно враховувати, що при оцінці результатів дистальних реконструкцій інформативність показників напряду залежить від гомогенності матеріалу. Стандарти збору результатів реконструктивних операцій при ішемії нижніх кінцівок були вироблені ще у дев'яності роки, проте постійно переглядаються [184]. Прийнятий в 2005 році консенсус щодо критичної ішемії (Покровський А.В., Фонтейн) затвердив дотримання рекомендацій для більшості досліджень, які мають враховувати, представляючи свої результати.

Результати гомілкових реконструкцій у хворих з переміжною кульгавістю виявились кращими, ніж у хворих з критичною ішемією нижніх кінцівок [39]. У більшості випадків це пов'язано з тим, що такі операції виконуються хворим з критичною ішемією, у яких окрім атеросклеротичного

ураження артерій нижніх кінцівок є генералізований атеросклероз з ураженням аорти, церебрального, коронарного русла, вісцеральних гілок.

Загалом при дистальних реконструкціях періопераційна смертність за різними даними становить від 0% до 18%, але за сучасними повідомленнями найбільш вірогідно досягає 3%. Основними чинниками смертельних випадків були серцево - судинні наслідки, більшу частину яких становить гострий інфаркт міокарда [95].

У цілому наявність ЦД, віку та інших чинників ризику впливають на стан хворих, включених у дослідження, і напряду впливає на виживання. У середньому після дистальних реконструкцій п'ятирічне виживання становить понад 60%, тоді як у хворих більш похилого віку, з ЦД, діабетичної нирковою недостатністю цей показник набагато гірший [18]. Рандомізовані зарубіжні та вітчизняні дослідження суттєвих відмінностей не виявили у віддалених результатах між використанням реверсованої аутовени та вени "in situ" при стегново-підколінних шунтуваннях, але значні відмінності між ними виявили при виконанні дистальних реконструкцій [179].

Незаперечні переваги використання вени "in situ" має при діаметрі менш 3,5 мм дистального кінця аутовенозного шунта, а також при шунтування в артерії гомілки. При чому більш частим розвитком локальних фіброзних стенозів у місцях виконаної раніше вальвулотомії вена "in situ" потребує частіше повторних втручань ніж реверсована, за даними Ueda [199]. За іншими даними у 84,5% асистована прохідність вени "in situ" краща проти 81,8% для реверсованої аутовени [204].

У даними більшості джерел досліджень акцент оцінювання результатів оперативного лікування робиться на локалізації дистального анастомозу (стегново - підколінні шунти вище або нижче за щілину колінного суглоба та тібіоперонеальні артеріальні реконструкції). Оцінка результатів оперативного лікування залежно від стану периферичного артеріального русла, виходячи з якості приймаючого русла артерій гомілки та стопи, приділяють лише в частині робіт. По результатах цих досліджень виявлено, що статистичної різниці

прохідності трансплантатів та термінів збереження кінцівки при використанні вени "in situ" та реверсованої аутовени не виявлено при збереженні двох або всіх артерій гомілки, тобто за наявності збереженого приймаючого русла. При наявній оклюзії всіх артерій гомілки або у пацієнтів з однією прохідною артерією виявлені значні відмінності між цими групами. Тобто при недостатньому дистальному сприймаючому руслі, характерному для діабетичних уражень артерій, прохідність шунтів "in situ" достовірно вища [8].

Методом вибору при ураженнях всіх артерій гомілки і неможливості виконання шунтування в гомілковий сегмент виконують шунтування в ізолюваний сегмент дистальної порції підколінної артерії з перетоком в проксимальну ділянку прохідної гомілкової артерії. Однак основною умовою таких реконструкцій є задовільна прохідність ізолюваного сегмента довжиною більше 7 см наявній та добре розвиненій колатеральній мережі від цього відрізка артерії [176]. У випадках коли прохідний ізолюваний сегмент короткий, з наявними трофічними порушеннями дистальних відділів стопи та її пальців (діабетична стопа), а також при поганому розвитку колатералів більш доцільна первинна реконструкція з стегново - тибіо - перонеальним або стоповим секвенційним шунтуванням, оскільки включення підколінного сегмента в кровоток буде недостатнім [63]. Якщо обмежитись первинним шунтуванням в ізолюваний сегмент підколінної артерії для загоєння трофічних виразок і некрозів діабетичної стопи, як правило в таких випадках пізніше виникає необхідність повторного дистального шунтування [180]. За даними Adams п'ятирічна прохідність і ступень збереження кінцівки після цих операцій цілком прийнятні [62].

Tanasescu (2022р.) включив у дослідження операції тільки при критичних ішеміях без ураження пацієнтів з перемірною кульгавістю, що вплинуло на виявлення найгірших результатів первинної прохідності аутовенозних шунтів через 1, 3 та 5 років (65% загалом за весь період спостереження), синтетичних протезів – через 1, 3 і 5 років відповідно - 38%, 13% і 0% [192].

За даними більшості досліджень, внаслідок значного зниження

періопераційної летальності при дистальних реконструкціях в останні роки, зменшилось і звуження показань до їх проведення. В даний час все частіше з'являються роботи по розширенню показань для гомілкових шунтувань, зокрема їх виконання при вираженій переміжній кульгавості без явищ периферичних некрозів при синдромі стопи діабетика [101, 180]. При цьому результати таких операцій найчастіше кращі, ніж у хворих з гострою ішемією кінцівки [33].

За даними обох досліджень при всіх типах реконструкцій періопераційна летальність близька 0, проте результати лікування хворих з переміжною кульгавістю (ПК) були кращими, ніж хворих з гострою ішемією кінцівки. За даними Теггаа через 5 років частка ампутацій у хворих з ПК становила 3%, а у пацієнтів з гострою ішемією кінцівки вже 25% [194]. Не виявлено значної різниці п'ятирічного рівня виживання хворих з ПК і з гострою ішемією кінцівки, що перенесли стегново-гомілкові реконструкції, якій і склав 54%. У дослідженні Футуйми в 2022р. ампутацію було зроблено лише одному пацієнту через емболію артерій дистального русла [50]. У даному дослідженні результати периферичних реконструкцій (стегново - дистально - підколінних і гомілково - стопових) показали свою перевагу в порівнянні з результатами стегново - проксимально - підколінних реконструкцій, а результати дистальних шунтування пацієнтів з переміжною кульгавістю були кращими, ніж у хворих на ХІНК. По даних цих досліджень підтверджено, що результати дистальні артеріальні реконструкції у хворих з СОУ артерій гомілки і вираженою ПК, дають хороші результати за умови суворого дотримання показань і відбору хворих [33]. Також доведено, що висновок про високий ризик ампутації при агресивному хірургічному підході у хворих з ПК, помилкова і немає під собою підтверджень. Однак необхідно відзначити, що у представлених роботах відбір хворих на реваскуляризуючу операцію був дуже жорстким. У дослідженні Altable в 2021р. дистальні шунтування

виконали лише 2,1% пацієнтів від загальної когорти хворих [70]. Спираючись на дані більшості досліджень, які включали використання в якості шунта великої підшкірної вени, доведено абсолютні переваги цього методу. Показники п'ятирічної первинної прохідності як результати стегново-дистальних реконструкцій (включаючи гомілкові і стопові шунтування при ЦД), становили в середньому 60-70%, вторинної - 70-80%, а рівень збереження кінцівки – 75-85%.

Результати дистальних реконструкцій виконаних альтернативними кондуїтами нижче щілини колінного суглоба значно гірше, а їх інтерпретація більш складна через брак досліджень 1 і 2 рівня. Найкращі показники спостерігаються при використанні малої підшкірної вени і вен верхніх кінцівок, при цьому прохідність цільно - венозних і комбінованих синтетично - венозних шунтів практично не виявлена. Прохідність синтетичних протезів у стегново-гомілковому сегменті значно поступається прохідності венозних аутошунтів [32].

Метарегресійний аналіз випадкових ефектів, опублікованих за 20 років в 43 дослідженнях, де наведені віддалені результати дистально - підколінних і гомілкових реконструкцій з використанням алошунта, показав, що п'ятирічна первинна прохідність складала в середньому 30,5%, вторинна – 39,7%, а кумулятивний рівень збереження кінцівки – 55,7% [32].

Основний чинник, який вказує на ефективність дистальних артеріальних реконструкцій вважається якість життя хворого після операції, на популяційному рівні одним з компонентів якого використовують показник виживання без великої ампутації (major amputation-free survival rate). За даними одного з проспективних досліджень по результатах стегново-гомілкових шунтувань, рівень доживання без великої ампутації через 1, 3 та 7,5 років становив відповідно 74%, 56% та 29% з 4288 спостережень (Crane та співавт. 2021р.) [95].

Досить важкий виклик хірургу виникає у випадках, коли у пацієнта

виявляється оклюзія всіх артерій гомілки і стопи, що не дозволяє виконати сталу шунтуючу операцію. Перші спроби використовувати венозну систему як сприймаюче русло хірурги випробовували ще в XIX столітті шляхом формування артеріо - венозних фістул [111]. Пізніше А. Scheil запропонував використовувати для цього витоки великої підшкірної вени. Розрізняють два типи артеріо - венозного шунтування: артеріалізація глибокого та поверхневого венозного русла. Основним механізмом усунення критичної ішемії після артеріалізації вважається збільшення припливу крові до капілярів, блокування артеріоло-венулярного шунтування крові, що призводить до поліпшення насичення тканин киснем та усуває ішемію. В подальшому артеріалізація венозного колектора стимулює розвиток колатералів у віддаленому періоді [53, 176].

В подальшому впроваджувались методи артеріалізації вен стопи у хворих на облітеруючий тромбангіїт, в 2022 році були опубліковані результати лікування 74 пацієнтів таких пацієнтів з критичною ішемією [185]. По результатах артеріалізації зберегти кінцівку пацієнта та покращити рівень життя вдалось у загальній групі у 83,3% хворих, а у хворих з атеросклерозом у 93,3%. Подальше спостереження показало, що через 5 років число збережених кінцівок становило 79,4% при використанні артеріалізації поверхневої та 93,3% глибокої венозної систем відповідно [91]. За наведеними Sivapragasam (2022р.) даним по результатах проведених 28 операцій позитивні найближчі результати виявлені в 85,7%, а збережених кінцівок через 3 роки спостерігалось у 83% пацієнтів [184]. В той же час дослідженням Matzke при критичній ішемії не було виявлено різниці у показниках рівня збереження кінцівки пацієнтами, що перенесли артеріалізацію вен стопи та групою порівняння, які отримували консервативну терапію. По даних дослідження автори роблять висновок про недоцільність використання артеріалізації вен в лікуванні критичної ішемії нижніх кінцівок, тому що ця операція не впливає на рівень збереження кінцівки [19].

Деякі інші автори також повідомляли про незадовільні результати артеріалізації венозного русла [188]. Серед опублікованих з 2006 році 56 досліджень щодо лікування критичної ішемії нижніх кінцівок методом артеріалізації вен не було жодного рандомізованого контрольованого дослідження. Відповідали критеріям включення до огляду лише 7 досліджень, із загальним числом в 228 спостережень. Через рік спостережень загальний рівень збереження кінцівки становив 71% (95% довірчий інтервал: 64 – 77%), а вторинна прохідність через рік становила 46% (95% довірчий інтервал: 39 – 53%). Таким чином по результатах мета - аналізу автори приходять до висновку, що при неможливості проведення реконструктивної операції, або як альтернатива ампутації артеріалізація може розглядатися при лікуванні критичної ішемії нижніх кінцівок, але зробити впевнені висновки неможливо через брак кількості даних [154]. По результатах наведених даних можна сказати, що нині немає достатніх достовірних даних, які б свідчили про доцільність застосування артеріалізації вен у лікуванні загрозливої критичної ішемії нижніх кінцівок.

1.3 Ендоваскулярні методи лікування ішемії та їх результати при ураженні дистального артеріального русла нижніх кінцівок.

В кінці минулого сторіччя розпочалась та все більше розвивається ендоваскулярна діагностика і корекція оклюзій артерій гомілки та стопи як допоміжної, так і основної методики лікування. Найбільш доцільне використання даний метод використовується у пацієнтів похилого віку, які мають важку супутню патологією, що супроводжується високим ризиком періопераційної летальності.

Ендоваскулярне лікування дистальних уражень артерій нижніх кінцівок на даний час - балонна ангіопластика або стентування артерій гомілки - давно пройшли стадію розробки і все більше входять у широку практику, їх технічна здійсненність і прийнятні клінічні результати ангіопластик артерій гомілки

описують численні дослідники [7]. Проте досі оспорується обґрунтування застосувань цих методів у лікуванні дистальних уражень артерій нижніх кінцівок. Дослідження BASIL навело результати, які показали, що 1 - річне та 3 - річне виживання пацієнтів без ампутації однакове у групах пацієнтів, які перенесли ендovasкулярну та хірургічну реконструкцію [37]. Проте не викликає сумнівів необхідність частішого повторного втручання після ангіопластики, в порівнянні з відкритими реконструкціями [211]. Наразі зараз відсутні великі публікації з цього приводу. Немає жодного масштабного дослідження з високим рівнем доказовості, але все більше виникає інформації про кількість досліджень, проведених окремими дослідниками чи клініками [187]. В більшості випадків дослідження у хворих після ЕВ на артеріях гомілки та на артеріях стегново-підколінного сегмента об'єднують, що призводить до малоінформативності об'єктивного аналізу дослідження.

Перша операція по дилатації артерій гомілки повідомили Dotter і Judkins, які потім вдосконалювали багато дослідників [105]. Але тільки після 1974р., коли Gruntzig і Hopff [78], а Schulte в 2015 році оптимізував [177] описали застосування коаксіального катетера з балоном на кінці, цей метод став застосовуватися в відносно широкій клінічній практиці. У 2022 році надрукована робота Mantripragada, присвяченій віддаленим результатам балонних ангіопластик артерій гомілки і в якій наводилися результати лікування 250 пацієнтів, у 55 з яких була переміжна кульгавість, а у 195 критична ішемія нижніх кінцівок. По результатах операції безпосередній добрий результат був отриманий у 88% випадках [151]. В іншому дослідженні оцінка віддалених результатів за гемодинамічними показниками та клінічною картиною, були задовільними через рік у 59%, ще через рік у 32% і у 20% хворих через 3 роки, виконання стегново-тібіального шунтування надалі знадобилося 14 хворим; тільки в одного пацієнта (з групи з переміжною кульгавістю) ангіопластика принесла стійкий віддалений позитивний результат [7, 9].

Lu Y та інш. в 2023 році опублікували результати досвіду виконання

ангіопластики артерій гомілки у 111 пацієнтів, 47% яких лікувались з приводу переміжної кульгавості, інші - критичної ішемії [147]. Загалом 90% ангіопластик виконано без будь-яких ускладнень. Хороший клінічний ефект досягнутий в 95% випадків, проте у 40% пацієнтів виник рестеноз, який потребував виконання повторної ангіопластики протягом наступних 9 місяців. У 36% випадків рецидив виник у зоні первинного стенозу, у той час як у решті 64% відбувалося наростання стенозів на ділянках артерій, що не зазнали ангіопластики. Також у пацієнтів, які перенесли повторну перкутанну балонну ангіопластику, клінічний та технічний успіх був зареєстрований у 96%.

Ma J у 2021 році надалі опублікувала дані про безпосередні результати в групі порівняння з 312 осіб, серед яких частина з яких була з критичною ішемією нижніх кінцівок, інші з кульгавістю на основі теорії ангіосом [150]. При проведенні ендоваскулярної ангіопластики в 133 випадках, які мають 208 уражень артерій гомілки різної локалізації, задовільний результат було отримано у 98%. Так само у хворих з переміжною кульгавістю безпосередні результати були краще, ніж у пацієнтів з критичною ішемією, а результати пацієнтів, що мали стеноз артерій (98%) краще порівняно з повною оклюзією (86%). При цьому ці результати були отримані тоді, коли якість, характеристики та вибір провідників і балонних катетерів, що використовуються, були значно гіршими, ніж в даний час.

Опубліковане в 2023 році Aghayev та інш. дослідженні були проаналізовані результати дистальної балонної ангіопластики гомілково - стопових артерій у хворих з ХІНК: у 84% пацієнтів зі стенозами та у 61% з оклюзією гомілкових артерій був виявлений безпосередній хороший ангіографічний результат, а через 10 місяців відсоток рестенозів становив 32 і 52% відповідно [63]. Оцінка первинного клінічного результат показала позитивний ефект у 63% оперованих пацієнтів, через 18 місяців первинна прохідність зберіглася у 48%, вторинна 56%, кількісний рівень збережених кінцівок – 80% [9].

Раніше проведені дослідження по результатах виконання 104 транскутанних ЕВ на артеріях гомілки з приводу переміжної кульгавості, в яких використовували ексімерний лазер у 18% випадках, стентування у 25% випадках, загально відсоток ускладнень склав 6% (без урахування летальних випадків, великих ампутацій та інших екстрених хірургічних втручань) [212]. В іншому дослідженні загальна прохідність через 12 місяців складала 66%, асистована кумулятивна первинна прохідність – 82%, а вторинна прохідність – 92%. В жодного хворого за період спостереження не виникла необхідність виконання іншої реконструкції зони ангіопластики або проведення ампутації [37].

Проведений Ahn з 2002 по 2021 рік метарегресійний аналіз випадкових ефектів в 18 дослідженнях, що охопив 1280 хворих, з яких у більшості була критична ішемія, а у 14% переміжна кульгавість, виявив середній успіх ангіопластики в 93% (від 90 до 96%), через 12 місяців рівень збереження кінцівок склав 79% (від 68 до 90%), а через 24 місяці був 74% (від 65 до 83%) [64]. Тобто при порівнянні п'ятирічного рівня збереження кінцівок після дистального аутовенозного шунтування коливання також було в межах 73 - 81% [65].

Покращення результатів ангіопластики артерій гомілки, що виконується з метою збереження кінцівки, можуть відбутись шляхом більш ретельного відбору пацієнтів, проведення спостереження за ними у короткому та більш віддаленому періоді та проведення своєчасних втручань у випадках пізніх ускладнень (виконання асистуючих та/або повторних реваскуляризацій) [142]. Виявлені фактори технічного успіху ангіопластики є наявність не дифузного, а локального ураження; не оклюзії, а стенозу; наявність стенозів за межами гирла артерії чи анастомозів; а також низький периферичний спротив при наявності шляхів кровотоку в стопу хоча б по одній артерії гомілки [147]. ЦД за даними досліджень не завжди є предиктором незадовільного результату ангіопластики [9], проте наявність хронічної ниркової недостатності, за даними мультиваріативного аналізу, у віддаленому періоді частіше погіршує

клінічний перебіг хвороби [40].

При виконанні дистальної ангіопластики ускладнення спостерігаються в 3-11% пацієнтів [143], які представлені наявними гематомами місця пункції артерій, гострий артеріальний тромбоз і гостра ниркова недостатність як результат контраст - індукованої нефропатії. Виявлена періопераційна летальність складала 0,2% і пов'язана, в основному, наявною супутньою патологією, в більшості випадків серцево - судинного походження [22].

Незважаючи на бурхливий розвиток рентген - ендovasкулярного напрямку судинної хірургії при стено - оклюзійних ураженнях артерій гомілки, об'єктивно оцінити отримані результати важко через обмежену кількість проведених досліджень. З'являються також нові методики, такі як розсікаюча ангіопластика, яка полягає в нанесенні поздовжніх розрізів з боку інтими на атеросклеротичну бляшку до рівня медії, що теоретично повинно знизити ризик диссекції та покращує еластичність стінки в області проведення процедури ангіопластики, а також перешкоджає утворенню умов рестенозу [9, 133].

Так само заслуговує на увагу і кріо-пластика (короткотривале заморожування інтими при проведенні ангіопластики до -10°C). В теорії кріопластика забезпечує більш рівномірно контрольоване розширення артерії шляхом зміни структури атеросклеротично-зміненої інтими. Під дією низьких температур зменшується її еластичність і спостерігається апоптоз гладких клітин, що усуває в подальшому можливості формування неоінтими [191]. За різними даними, первинний успіх кріопластики аналогічний результатам ангіопластики. Khatri із співавт. відзначив 70% дев'ятимісячний рівень первинної прохідності за даними УЗДС зони пластики [131]. Проте виявилось, що первинний технічний успіх процедури досить низький - 85%, втім, цей показник шляхом стентування зони кріопластики можна збільшити до 94%. Однак, через високу вартість ця процедура має обмежене застосування [201].

Серед нових методів слід відмітити спрямовану атеректомію [129], непряму ендартеректомію з використанням мініінвазивної та ендovasкулярної

хірургічної техніки [123, 130]; ексимер - лазерну атеректомію (фотоабляцію) [30, 134, 212]; ротаційну атеректомію [27]; ротаційну тромбектомію [118] та брахітерапію у поєднання ангіопластики з опроміненням артеріальної стінки [102].

Ці методики мають непогані перспективи при лікуванні дистальних атеросклеротичних уражень артерій нижніх кінцівок, проте поки що вони не знайшли широкого застосування через недостатність даних про результати їх застосування та високу вартість.

1.4 Визначення пропускної здатності дистального судинного русла при операціях на артеріях.

Основним фактором, що визначає результат реваскуляризаційних операцій на магістральних артеріях, є стан дистального сприймаючого русла та його пропускної здатності. Стенозуючий та облітеруючий процеси в дистальних судинах зумовлюють зменшення їх сприймаючої спроможності. Це призводить до невідповідності пропускної спроможності дистальних судин і об'ємного кровотоку по шунту. І ймовірність тромбозу шунта тим більша, чим більша ця невідповідність, і навпаки, чим більша пропускна здатність русла відповідає пропускній здатності шунту, тим результат кращий [194].

З досвіду невдач реконструктивних операцій досі залишається суто описовим, тобто в літературі відсутня кількісна оцінка як абсолютної величини пропускної спроможності дистального русла, і ступеню відповідності сприймаючого русла [9].

Основними методами оцінки дистального русла залишаються передопераційна ангіографія та доплерографія, які у випадках гострої ішемії у значної кількості хворих не являються інформативними. Автори, аналізуючи відсоток збережених кінцівок на віддаленому періоді в залежності від стану шляхів відтоку, отримали дані про 1-о, 3-х та 5-ти річні рівні збереження

кінцівки [155]. У хворих відповідним співвідношенням притоку - відтоку за шунтом менше ці значення склали 97,8%, 91,3% та 84,8% відповідно. Серед хворих, мали невідповідний результат відтоку, у ці ж терміни показники були 75%, 50% та 46.4% відповідно [17].

Сьогодні є дані про важливість і необхідність проведення інтраопераційних методів оцінки русла [103, 149]. Основним недоліком інтраопераційної ангіографії, як правило, є обмеження єдиним знімком. У більшості випадків отримана ангіограма дозволяє судити про анатомічний стан дистального судинного русла і не може бути основою для розрахунку кількісних показників [199]. Що стосується інтраопераційної електромагнітної та доплерівської флоуметрії, то отримання кількісної інформації можливе при збереженні певної величини кровотоку в досліджуваній судині. При важкій ішемії він настільки знижений у зоні нижче рівня оклюзії, що знаходиться за межами можливостей цих методик [2]. Проте метод інтраопераційного дослідження, як вимірювання тиску в судинному басейні, розташованому нижче за рівень закупорки, зазвичай відображає ступінь розвитку колатерального кровообігу, аніж стан дистального судинного русла [17]. Визначення пропускної спроможності трансплантату згідно відомих методів не дозволяє до вшивання в судину та відновлення кровотоку по ньому визначити цю величину. Таким чином, в даний час хірург під час реконструкції не завжди може отримати інформацію про дистальне русло, його пропускну здатність, а відповідно, не зможе оцінити її кількісно.

Відсутність оптимальної гемодинамічної відповідності між шунтом і дистальним сприймаючим руслом є основною причиною післяопераційних тромбозів, що особливо важливо при операціях на артеріях гомілки та стопи, для яких характерне бідне дистальне судинне русло, особливо у випадках ішемії при порушенні судинного русла у хворих на цукровий діабет.

Для вирішення поставлених питань Володось та співавт. (1988)

запропоновали вимірювання пропускної спроможності дистального судинного русла та трансплантату шляхом введення рідини під тиском 120 мм рт. ст. у дистальне судинне русло та вимірювання її об'ємної прохідності за 1 хвилину за допомогою спеціального приладу, який складається з двох систем - гідравлічної та пневматичної (Рис. 1.4.1). Гідравлічна система складається зі скляних градуйованих циліндрів та магістралі. Пневматична система, призначена для підтримки постійного тиску в порожнинах циліндрів, незважаючи на витік з них рідини, складається з балона зі стисненим повітрям, редуктора, датчика тиску, запобіжного клапана та манометра зі шкалою 20 - 300 мм рт. ст. Гідравлічна та пневматична системи з'єднуються за допомогою конусного роз'єму [202].

Вимірювання проводиться відкритим методом під час втручання: після здійснення доступу до судини і розтину його просвіту нижче рівня закупорки в дистальному напрямку в просвіт судини вводять тонкостінний катетер з діаметром, максимально близьким до внутрішнього діаметра судини, що досліджується. Градуйовані циліндри приладу заповнюють рідиною (фізіологічним розчином), з'єднують гідравлічну систему з пневматичною і встановлюють тиск 120 мм рт. ст. З'єднують катетер із магістраллю гідравлічної системи. Відкривають доступ до магістралі, і рідина під постійним тиском надходить у досліджуваний басейн судинного русла. В момент проходження рідини повз першу мітку шкали циліндра включають секундомір і через 60 с за шкалою циліндра визначають кількість рідини, що пройшла через досліджувану судину - дебіт русла досліджуваної судини. Цей кількісний показник, як і всі параметри витрати, вимірюється в мл/хв. Таким же чином вимірюється пропускна здатність шунта [15, 26, 44].

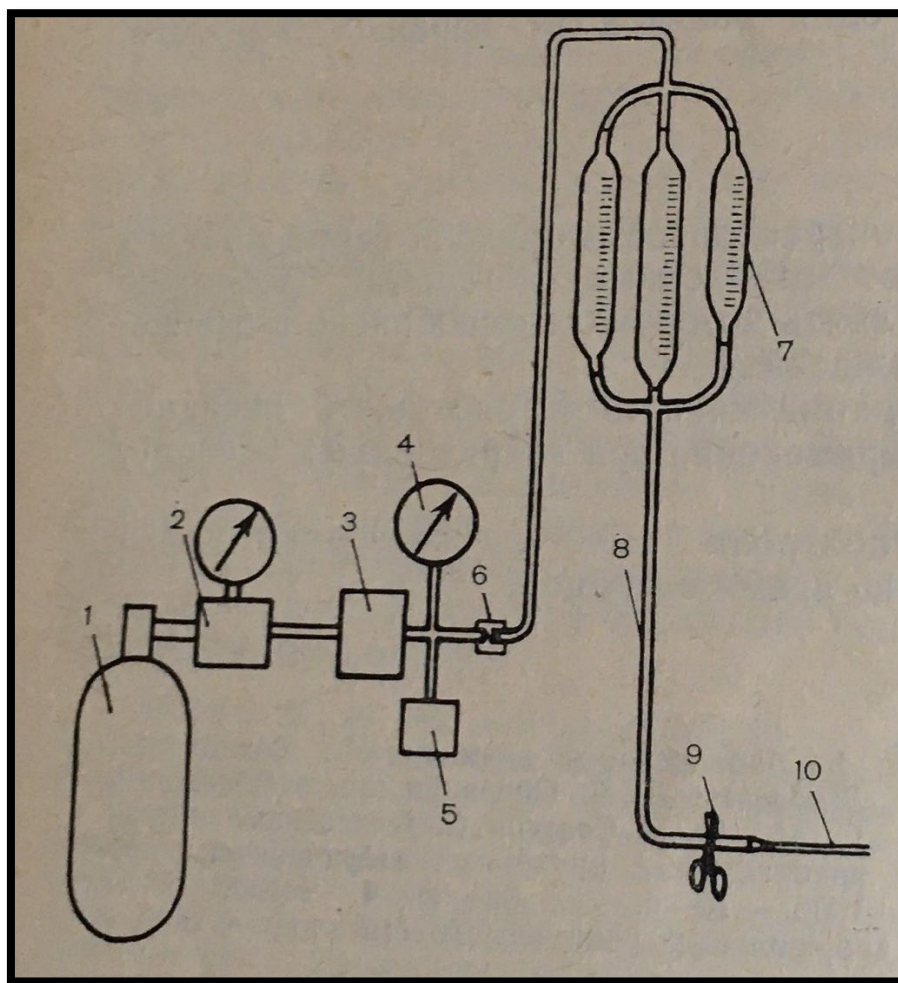


Рис. 1.4.1. Прилад для вимірювання дебіту дистального судинного русла та трансплантату. 1-балон зі стиснутим повітрям; 2-редуктор; 3 - задатчик тиску; 4 - манометр; 5 - запобіжний клапан; 6- конусне роз'ємне з'єднання; 7 - градуювання циліндри; 8 - магістраль; 9 - затискач; 10 - катетер.

Описаний метод вимірювання пропускної спроможності дистального судинного русла та трансплантату застосовано авторами у 85 хворих при виконанні ним 87 реконструктивних операцій на артеріях нижніх кінцівок. Здійснено вимірювання пропускної спроможності дистального судинного русла 135 магістральних артерій нижніх кінцівок та 56 трансплантатів. За даними досліджень наведені величини пропускної здатності в судинних басейнах близькі до об'ємного кровотоку в них, вимірюваному за допомогою

інших методів, зокрема, методом електромагнітної флоуметрії, але мали велику перевагу по кількісній величині [2].

Особливий інтерес представляють дані про пропускну здатність артерій нижньої кінцівки (Таблиця 1.4.1) та залежність результатів стегново-гомількових шунтувань від пропускну здатності артерій гомілки (Таблиця 1.4.2), оскільки в доступній літературі недостатньо відомостей про величину об'ємного кровотоку в цих судинах [15].

Таблиця 1.4.1

Дані інтраопераційної дебітометрії басейнами артеріального русла

Назва артерії	Кількість	Данні дебітометрії,
ЗСА	10	506,5±119,1
ПСА	17	248,5±44,5
ГСА	28	249,5±35,0
ПКА	33	190,9± 13,7
ПВГА	15	74,2±10,1
ЗВГА	18	81,4±9,3
МГА	14	66,4± 11,0

Таблиця 1.4.2

Залежність результатів стегново-гомількових шунтувань від пропускну здатності артерій гомілки

Результат операції - стегново - підколінне шунтування	Кількість випадків	Сумарна пропускну здатність артерій гомілки мл/хв.
Шунт прохідний	n = 11	135,3±16
Шунт трамбований	n = 12	65,3±14,2

Таким чином, за думкою авторів, даний досить простий метод діагностики показав ефективність підбору пацієнтів на підставі кількісного підрахунку сприймаючого русла. До недоліків метода відноситься низька точність вимірювання, яка залежить також від тиску перфузії, яку втримати в межах 120 мм.рт.ст. досить складно, а головне на даний час громіздкого для умов операційної та складного у виробництві апарата, тим більше що автори навели експериментальну модель, а не серійне обладнання [203].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

а. Клінічна характеристика хворих

В основу роботи покладено досвід обстеження та лікування 137 хворих на цукровий діабет 2 типу зі стенотично-оклюзійним ураженням артерій нижніх кінцівок та ішемією IV ступеню, які проходили лікування в Центрі судинної та ендovasкулярної хірургії клінічної лікарні «Феофанія» Державного управління справами з 2014 по 2024 роки. Усім пацієнтам виконували ендovasкулярні втручання у вигляді БАП артерій нижніх кінцівок.

Дослідження затверджено етичною комісією з питань біоетики ПВНЗ «Київський медичний університет», проводилося за письмової добровільної згоди пацієнтів. Усі хворі до проведення першого дослідження надали письмову згоду на участь у дослідженні, відповідно були сформовані інформаційні згоди встановленого порядку.

Критеріями включення пацієнтів до дослідження були:

1. Ішемія стопи IV ступеню з наявністю некротичного ураження тканин стопи, яке не виключало збереження опірності кінцівки;
2. СОУ артерій гомілкового сегменту;
3. Прохідність поверхневої стегнової артерії (ПСА), ПКА, наявність ангіосомної артерії (по зоні некротичних змін стопи), або мінімум однієї прохідної артерії стопи.

Критерії виключення були наступні:

1. Наявність гострого коронарного синдрому; інфаркту міокарду, гострого порушення мозкового кровообігу за останні 6 місяців;
2. Прогнозована тривалість життя менше 12 місяців;
3. Розповсюджене ВНУ або ГНУ стопи, що потребувало виконання ампутації;
4. Незгода пацієнтів брати участь у дослідженні.

Кінцевою точкою дослідження вважали загоєння ран стопи.

Чоловіків було – 86 (62,8%), жінок – 51 (37,2%). Вік пацієнтів становив від 58 до 78 років (Рис. 2.1.1). Для визначення ступеня ішемії користувалися класифікацією R. Fontaine (1954) з хронічної ішемії нижньої кінцівки.

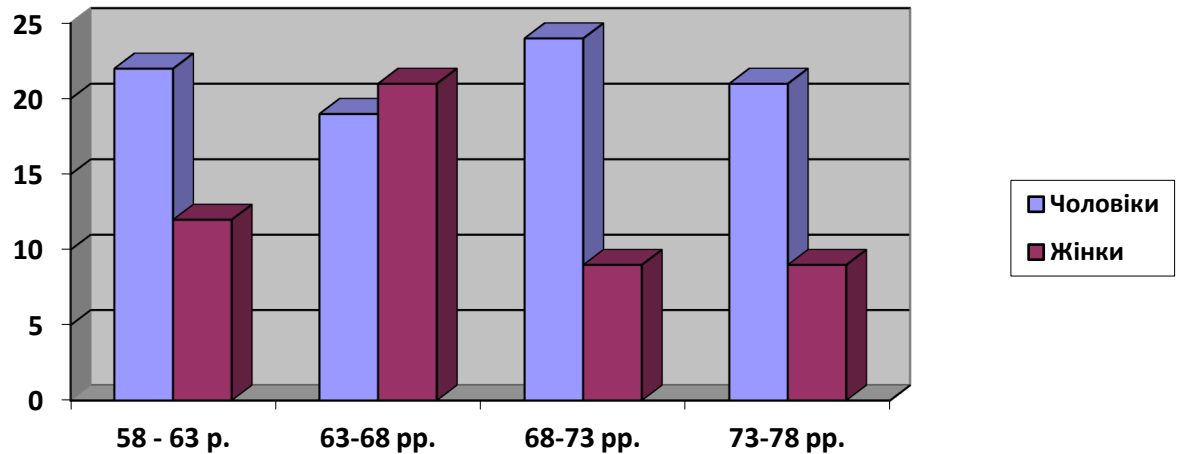


Рис. 2.1.1 Розподіл хворих за віком та статтю.

Враховуючи те, що переважна більшість пацієнтів була похилого віку, всебічне обстеження хворих основної групи вважали за необхідне. Вивчення характеру супутньої патології важливе тому, що наявність соматичних захворювань зумовлює ступінь операційного ризику, обмежує об'єм та тривалість оперативного втручання, дозволяє прогнозувати та корегувати можливі інтра – та післяопераційні ускладнення.

У більшості пацієнтів (82,5%) з атеросклеротичним ураженням артерій нижніх кінцівок і наявністю ЦД зареєстрована артеріальна гіпертензія. У 23,4% пацієнтів мало місце гемодинамічно значуще атеросклеротичне ураження сонних артерій, перенесений інсульт виявлено – у 7,3%. Хронічна обструктивна хвороба легень виявлена у 12,4% хворих. (табл. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1

Розподіл хворих за характером супутньої патології

Супутня патологія	Кількість	
	абс.	%
Гемодинамічно значуще ураження сонних артерій	32	23,4
Ішемічна хвороба серця	84	61,4
Інфаркт міокарду в анамнезі	30	22,9
Гіпертонічна хвороба	113	82,5
Порушення мозкового кровообігу в анамнезі	10	7,3
Хронічна обструктивна хвороба легень	17	12,4

На підставі аналізу клінічних, лабораторних, неінвазивних та інвазивних методів досліджень пацієнтів визначали ступінь порушення магістрального кровотоку, характер колатерального кровообігу та мікроциркуляції і визначали подальшу тактику лікування. Діагностику проводили за розробленим алгоритмом обстеження, який складався з чотирьох етапів:

1. АНАМНЕЗ, КЛІНІЧНЕ ТА ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: тривалість захворювання, наявність переміжної кульгавості, біль в спокої, розповсюдженість некрозів, вивчення лабораторних аналізів та анамнезу супутніх захворювань;
2. НЕІНВАЗИВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: визначення сегментарного тиску на артеріях стоп, УЗД артерій кінцівок та сонних артерій, комп'ютерна томографія з контрастуванням, визначення $T_{sp}O_2$, УЗД серця, рентгенографія стоп та легень;
3. ІНВАЗИВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ: ангіографія за Seldinger, інтраопераційна селективна ангіографія, інтраопераційна дебітометрія ПКА;
4. Формулювання клінічного діагнозу та визначення методу лікування.

Дизайн дослідження.

Усім пацієнтам перед виконанням БА одразу після встановлення інтродюсера в ПСА виконували вимірювання дебіту підколінної артерії. Безпосередній результат лікування оцінювали одразу після виконання БА шляхом контрольного вимірювання дебіту підколінної артерії. Через 3 дні після БА виконували необхідні некректомії на стопі, вимірювали $T_{\text{срO}_2}$, та розраховували суму балів, які нараховували згідно розробленого алгоритму, що дозволяло визначити перспективу загоєння ран стопи після некректомій через 1 та 3 місяці. Кінцевою точкою дослідження вважали загоєння ран стопи після некректомії. Спостереження за оперованими пацієнтами після виписки здійснюється амбулаторно за допомогою розсилки листів, проведення телефонних дзвінків і запрошення хворих на обстеження в стаціонар протягом 3 місяців.

Відповідно до отриманих результатів вимірювання дебіту підколінної артерії одразу після балонної ангіопластики пацієнти були розподілені на 3 групи в залежності від кратності збільшення дебіту підколінної артерії - група А – 29 (21,2%) пацієнтів з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази; група Б – 44 (32,1%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій в межах 2 - 4 рази; група В – 64 (46,7%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій більше ніж в 4 рази.

Через 3 доби після операцій проводили вимірювання $T_{\text{срO}_2}$ в шкірі стопи прооперованої кінцівки і відповідно до результатів кожену групу також розділяли на три підгрупи. В першій підгрупі рівень тиску кисню складав менше 20 мм.рт.ст., в другій 20 - 40 мм.рт.ст., в третій відповідно 40 - 60 мм.рт.ст.

Встановлено, що за ангіосомною концепцією для поліпшення результатів лікування трофічних ран стоп у пацієнтів із ХІНК потрібно відновити кровотік до зони пошкодженої ангіосомою відповідної артерії – такий варіант відновлення кровотоку ми розглядали як пряму реваскуляризацію

(ПР). При неможливості проведення такого виду втручання, якщо неможливо виконання ПР, доцільно виконувати опосередковану реваскуляризацію (ОР) через іншу артеріальну гілку, яка сполучається з ангіосомною артерією. При локалізації ураження стопи в дистальному відділі і неможливості здійснення ПР або навіть ОР, слід розглядати реваскуляризацію через будь - яку наявну з колатеральних гілок, що ми розглядали як колатеральну реваскуляризацію (КР).

Була виконана стратифікація пацієнтів згідно загоєння ран через 1 та 3 місяці в залежності від змін дебіту ПКА після БАП з урахуванням показників $TcPO_2$ та варіанту реваскуляризації згідно ангіосомної концепції (Табл. 2.1.2).

Таблиця 2.1.2

Стратифікація пацієнтів згідно загоєння ран через 1 та 3 місяці в залежності від змін дебіту ПКА після БАП

Дебіт ПКА після БАП	Збільшився менше ніж в 2 рази			Збільшився від 2 до 4 разів			Збільшився більше ніж в 4 рази		
Кількість пацієнтів	29			44			64		
Показник $TcPO_2$	Менше 20 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.	Менше 20 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.	Менше 20 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.	20 - 40 мм.рт.ст.
Кількість пацієнтів	19	8	2	2	36	6	1	20	43
Вид втручання									
КР пацієнтів	24			6			2		
ОР пацієнтів	5			22			8		
ПР пацієнтів	0			16			54		

Загоєння через 1 міс.			
повне	0	10	51
часткове	4	19	9
відсутнє	25	15	4
Загоєння через 3 міс.			
повне	1	22	59
часткове	3	12	4
відсутнє	25	10	1

Результати лікування пацієнта прямо залежали від можливості провести втручання згідно до ангіосомної концепції (Табл. 2.1.3). При проведенні БАП з ПР кількість спостережень безпосереднього загоєння ран без додаткових втручань було найбільшим, в той час, коли виконували ОР, результат був значно гірший, а при виконанні КР вкрай незадовільний. Теж саме стосується показників загоєння ран через 3 місяці - відповідно у групі ПР найкращі результати, в групі ОР не були задовільним, а в групі КР вкрай негативними.

Табл. 2.1.3

Стратифікація пацієнтів згідно загоєння ран через 1 та 3 місяці в залежності втручання згідно до ангіосомної концепції

Вид втручання	Загоєння	Передній відділ стопи (92 пацієнта)		П'ята, кукса стопи (27 пацієнтів)		Комбіноване ураження 2 ангіосом (18 пацієнтів)	
		1 міс.	3 міс.	1 міс.	3 міс.	1 міс.	3 міс.
ПР 70 пацієнтів	повне	35	43	11	14	1	1
	часткове	9	1	3	1	0	0
	відсутнє	8	8	3	3	0	0
ОР 35 пацієнтів	повне	2	3	2	2	3	4
	часткове	7	11	2	1	3	0
	відсутнє	6	1	1	1	9	11
КР 32 пацієнтів	повне	0	0	1	2	0	0
	часткове	6	1	0	0	0	0
	відсутнє	19	24	4	3	2	2

Також з метою оцінки результатів реконструктивних операцій використовували шкалу, що запропонував R. B. Rutherford та співавт. (1997), яку наведено в табл. 2.1.3.

Таблиця 2.1.4

**Шкала оцінки клінічного стану хворого після реконструктивної операції на
артеріях нижньої кінцівки за R. B. Rutherford та співавт. (1997)**

+ 3	Значне покращення: відсутні ознаки ішемії, повне загоєння всіх ушкоджень стопи, нормалізація IPCT (IPCT більше за 0,9)
+ 2	Помірне покращення: відсутні відкриті ушкодження тканин; наявні ознаки ішемії лише при фізичному навантаженні, більшому, ніж до операції; перехід, як мінімум, на одну ступінь вверх по класифікації R. Fontaine; IPCT збільшився більш ніж на 0,1
+ 1	Мінімальне покращення: підвищення IPCT більше, ніж на 0,1 без зміни ступеню ішемії, або клінічне покращення при збільшенні IPCT менше, ніж на 0,1
0	Відсутність змін: збереження ступеню ішемії та змінення IPCT менше, ніж на 0,1
- 1	Незначне погіршення: відсутні зміни ступеню ішемії при зниженні IPCT більше, ніж на 0,1 або клінічне погіршення при зниженні IPCT менше, ніж на 0,1
- 2	Помірне погіршення: зниження на одну ступінь по класифікації R. Fontaine або не прогнозована мала ампутація
- 3	Значне погіршення: клінічне погіршення більше, ніж на одну ступінь по класифікації R. Fontaine або не прогнозована велика ампутація

Добрими результатами операцій вважали за умови відновлення магістрального кровообігу, усунення явищ ішемії, загоєння трофічних виразок, відсутність болю спокою та кульгавість на відстань більше 100 м.

Далі вивчені результати проведеної балонної ангіопластики в гомілково - стоповому сегменті оцінювали в балах в різних групах для вибору оптимального виду тактики для кожної підгрупи. Потім була розроблена хірургічна тактика лікування пацієнтів з атеросклеротичним ураженням артерій нижче колінного суглобу та наявністю сахарного діабету, яка пройшла перевірку в нашій клініці.

2.2. Методи досліджень хворих з оклюзією гомілкового артеріального сегменту

Методи дослідження центральної гемодинаміки

При облітеруючому атеросклерозі ураження артеріальних судин організму має системний характер, 61,4% пацієнтів хворіли на ішемічну хворобу серця, 82,5% – на гіпертонічну хворобу та 22,9% – мали в анамнезі інфаркт міокарда, виходячи з цього, вважаємо необхідним детально обстежувати стан серця та центральну гемодинаміку. Метою дослідження центральної гемодинаміки було вирішення достатності насосної функції серця та його функціональні резерви для забезпечення адекватного кровотоку під час та після оперативного втручання. Це дуже важливо в умовах реконструкції дистального ураження артерій нижньої кінцівки та хірургічних втручаннях на дистальних артеріях гомілки і стопи малого діаметра. Це пов'язано з тим, що навіть короткочасна гіпотензія може спричинити критичне зменшення перфузії та призвести до тромбозу зони втручання.

Порівнювали нормальні показники центральної гемодинаміки та показники у досліджених пацієнтів (табл. 2.2.1, 2.2.2).

Таблиця 2.2.1

Нормальні показники центральної гемодинаміки

Кінцевий систолічний об'єм, мл	(КСО)	41 ± 6,3
Кінцевий діастолічний об'єм, мл	(КДО)	118 ± 12
Фракція викиду, %	(ФВ)	65 ± 4,7
Хвилинний об'єм кровообігу, л/хв	(ХОК)	5,4 ± 0,12
Ударний об'єм, мл	(УО)	77,5 ± 3,2
Серцевий індекс, л/(хв × м ²)	(CI)	2,98

Таблиця 2.2.2

Показники центральної гемодинаміки у досліджених хворих

Кінцевий систолічний об'єм, мл	(КСО)	59 ± 6,8
Кінцевий діастолічний об'єм, мл	(КДО)	112 ± 8
Фракція викиду, %	(ФВ)	46 ± 4,3
Хвилинний об'єм кровообігу, л/хв	(ХОК)	4,7 ± 0,3
Ударний об'єм, мл	(УО)	54,28 ± 2,11
Серцевий індекс, л/(хв × м ²)	(СІ)	2,36

Методи дослідження периферичної гемодинаміки

Для забезпечення якісного і всебічного обстеження пацієнта з ураженням гомілкового артеріального сегменту та розробки раціональної тактики лікування проводили збір анамнезу, клінічні, ультразвукові, ангіографічні та інші додаткові методи досліджень.

Ознайомлення зі скаргами та анамнезом пацієнта було спрямовано на уточненні наявності переміжної кульгавості, дистанції безболісної ходьби, болі спокою та необхідності проходжуватись чи опускати кінцівку з ліжка вночі. При огляді звертали увагу на температуру та колір шкіри кінцівки, ступінь трофічних розладів шкіри та її придатків, наявність атрофії м'язів, наявність ішемічних трофічних виразок та їх розповсюдженість, перевіряли активну та пасивну рухливість в пальцях стопи та гомілково - ступневому суглобі, а також об'єм рухів в колінному суглобі. При пальпації вивчали пульсацію на магістральних артеріях нижньої кінцівки, тонус м'язів, наявність або відсутність контрактур. Все вищевказане дозволяло визначити клінічно ступінь ішемії кінцівки, зону оклюзійно–стенотичних уражень та доцільність подальшого обстеження і лікування у відповідності до критеріїв відбору. При розповсюджені ішемічного некрозу тканин стопи з переходом на п'яту або зону гомілково–стопового суглобу, а також при ішемічній контрактурі кінцівки хворому пропонували ампутацію на відповідному рівні. В подальшому з

метою визначення локалізації СОУ в артеріях нижньої кінцівки, тактики хірургічного лікування, відповідність показань до реконструктивної операції на артеріях, очікуваному перебігу післяопераційного періоду пацієнтам виконували інструментальні неінвазивні та інвазивні методи досліджень.

Допплерівська сфігмоманометрія.

З метою виявлення ступеня порушення артеріального кровотоку кінцівки як метод скринінгу всім хворим проводили доплерівську сфігмоманометрію, вимірювали РСТ та проводили розрахунок ІРСТ. РСТ визначали наступним чином: після накладання манжети тонометра в середній третині гомілки за допомогою портативного ультразвукового апарата “Мінідоп” (Рис. 2.2.1) з частотою датчика 8 МГц знаходили ультразвуковий сигнал в проекції тильної артерії стопи та задньої великогомілкової артерії позаду внутрішньої кісточки, накачували повітря в манжету до зникнення сигналу. Потім повільно випускали повітря з манжети і фіксували рівень тиску, при якому з’являється ультразвуковий сигнал. ІРСТ визначали як відношення РСТ до систолічного тиску в плечовій артерії.



Рис. 2.2.1 портативний ультразвуковий апарат “Мінідоп”

УЗДС дозволяє оцінити структуру стінки судини, стан її просвіту, стан атеросклеротичної бляшки, тип кровотоку, швидкісні характеристики кровотоку. Дослідження артерій нижніх кінцівок проводилося за стандартною методикою. Цей метод дослідження має достатньо високу чутливість і відносну специфічність. УЗДС судин нижніх кінцівок виконували за допомогою апарату «Flex focus 400» виробництва «BK Medical», Данія з лінійним датчиком 4–12 МГц, для дослідження аорти та здухвинних артерій використовували конвексний датчик з частотою 2–6 МГц (Рис. 2.2.2).



Рис. 2.2.2 Ультразвуковий апарат «Flex focus 400» виробництва «BK Medical», Данія.

Вивчення порушень прохідності артерій за даними УЗДС.

1. Відсоток стенозу артерії по редукції діаметру визначали як відношення звуження діаметру просвіту судини до діаметру просвіту в незмінній ділянці. Розрахунок проводили за формулою (2.2.1);

$$\% \text{ стенозу по діаметру (D) судини} = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100\%, \quad (2.2.1)$$

де:

D1 – діаметр судини в незмінній ділянці;

D2 – діаметр судини в ділянці максимального стенозу.

2. Відсоток стенозу артерії по редукції площі поперечного перетину визначали як відношення величини звуження площі поперечного перетину просвіту судини до площі поперечного перетину на незмінній ділянці. Розрахунок проводили за формулою (2.2.2);

$$\% \text{ стенозу по площі (S) судини} = \frac{S1 - S2}{S1} \times 100\%, \quad (2.2.2)$$

де:

S1 – площа поперечного перетину судини в незмінній ділянці;

S2 – площа поперечного перетину судини в ділянці максимального стенозу.

3. PI дає інтегральну оцінку кровотоку, враховуючи циркуляторний опір та спектральне розширення. PI визначали як відношення різниці між ПСШ та КДШ до ТАМХ.

Розрахунок проводили за формулою (2.2.3);

$$PI = \frac{ПСШ - КДШ}{ТАМХ}, \quad (2.2.3)$$

де:

ПСШ – пікова систолічна швидкість;

КДШ – кінцева діастолічна швидкість;

ТАМХ – усереднена по часу максимальна швидкість кровотоку.

4. RI характеризує кровоток в дистальних судинах, та опір, що створюється внаслідок стенозу або оклюзії їх. RI визначали як відношення різниці між ПСШ та КДШ до ПСШ.

Розрахунок проводили за формулою (2.2.4);

$$RI = \frac{ПСШ - КДШ}{ПСШ}, \quad (2.2.4)$$

де:

ПСШ – пікова систолічна швидкість;

КДШ – кінцева діастолічна швидкість.

5. S/D характеризує опір потоку крові, що створюють судини та еластичність судинної стінки. S/D визначали як відношення ПСШ до КДШ.

Розрахунок проводили за формулою (2.2.5);

$$S/D = ПСШ / КДШ, \quad (2.2.5)$$

де:

ПСШ – пікова систолічна швидкість;

КДШ – кінцева діастолічна швидкість.

Рентгенконтрастна ангіографія.

Рентгеноконтрастну ангіографію виконували в рентгеноопераційній на апараті «Cios alfa» виробництва «Siemens», Німеччина пацієнтам з атеросклеротичним ураженням нижніх артерій кінцівок нижче колінного суглоба. Ангіографія проводиться під місцевою анестезією із введенням інтродюсера шляхом черезшкірної пункції стегнової за Seldinger. В результаті дослідження проводиться точна оцінка локалізації та протяжності оклюзійно-стенотичного ураження. Після підготовки операційного поля в проекції загальної стегнової артерії нижче пахвинної складки виконували анестезію 0,5% розчином лідокаїну, після чого під кутом 45° голкою 18G проколювали стегнову артерію. В голку вставляли тefлоновий провідник, кінець якого просували на 10 см в просвіт артерії в проксимальному напрямку. Голку видаляли, фіксуючи провідник в просвіті артерії шляхом його притиснення через шкіру вказівним пальцем. По провіднику вводили до загальної стегнової

артерії інтродюсер 6 Fr і вводили по 10 мл Томогексол 370 розведеного фізіологічним розчином 1:1, виконуючи серійні знімки (Рис. 2.2.3).

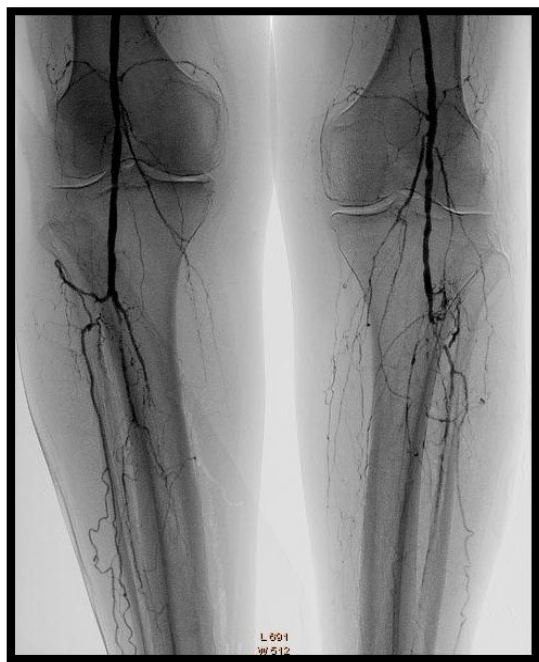


Рис. 2.2.3 Рентгенконтрастна ангіографія артерій підколінно-гомількового сегменту

Визначення дебіту підколінної артерії.

Усім 137 пацієнтам виконували ендovasкулярні втручання у вигляді балонної ангіопластики артерій гомількового сегменту. Проводили вимірювання дебіту ПКА за наступною методикою: після встановлення інтродюсеру 6F у дистальному напрямку через гирло ПСА та стабілізації артеріального тиску на рівні 120 мм рт.ст. за участі анестезіологічної групи, в ПКА проводили гідрофільний провідник 0,035'', по ньому катетер 6F та вводили в катетер 20 мл контрасту «Ультравіст 370», розведеного фізіологічним розчином в пропорції 1:1, зі швидкістю, яка виключала перепоповнення ПСА зі скидом контрасту в глибоку стегнову артерію та гілки загальної стегнової артерії. Для інтраопераційного рентгенівського контролю застосовували ангіографічну систему «Euroampli ALIEN» виробництва «EUROCOLUMBUS SRL», Італія. Визначали час, протягом якого весь контраст уходив з ПКА та розраховували дебіт ПКА за 1 хвилину.

Мультиспіральна комп'ютерна томографія.

Дослідження комп'ютерної томографії виконано у 128 пацієнтів. Високе просторове та тимчасове дозвіл сучасних мультиспіральних комп'ютерних томографів дозволяє отримувати якісну візуалізацію судинного русла за короткий час сканування. Методика має високу достовірність, допомагає виявленню порушень прохідності артерій нижніх кінцівок. Дослідження виконується з внутрішньовенним введенням контрастного препарату за допомогою автоматичного шприца - інжектора. Масив отриманих даних обробляється на спеціальних робочих станціях, де є можливість отримувати багатоплощинні реконструкції, побудувати тривимірні зображень судин, виконувати точну оцінку ступеня та поширеності ураження та вибрати метод операції на судинах або оцінити її результати (Рис. 2.2.4).



Рис. 2.2.4. Мультиспіральна комп'ютерна томографія артерій нижніх кінцівок з 3D-реконструкцією.

Визначення $TcPO_2$.

З метою оцінки ступеня порушення мікроциркуляції та недостатності кровопостачання стопи визначали $TcPO_2$ в тканинах стопи черезшкірно, за допомогою апарату «TCM 4 Series», виробництва «Radiometer Copenhagen», Данія (Рис. 2.2.5).

Метод полягав у безпосередньому полярографічному визначенні черезшкірного парціального тиску кисню - PO_2 в тканинах за допомогою електрохімічного електродного ланцюга, який складається з платиного катоду (сенсорний електрод) і срібного аноду (референтний електрод). Кінчик електроду покритий тонкою мембраною, яка стабілізує умови процесу дифузії в напрямку до електроду. Кисень дифундує через мембрану до катоду, на якому відбувається реакція і генерується електричний потенціал який подається на канал PO_2 , де він перетворюється в струм. Після комп'ютерної обробки сигналу кількісна величина його виводиться на екран в мм рт. ст., або кПа.



Рис. 2.2.5 Апарат «TCM 4 Series», виробництва «Radiometer Copenhagen», Данія.

Виміри проводили в ділянці життєздатних тканин біля зони некротичного ураження над шкірою з рівномірним капілярним ложем без

магістральних судин, дефектів шкіри та волосяного покриву. До хибних результатів можуть призвести неправильне розташування сприймаючого електрода - як, розташування електроду безпосередньо над кісткою, особливо, якщо зміна положення кінцівки викликає натягнення шкіри над кісткою, що виступає. Через значний набряк в зоні дослідження результати також можуть бути неточними.

Пацієнт під час дослідження перебував в спокійному психоемоційному стані в горизонтальному положенні. Температура в приміщенні має бути комфортною для пацієнта в межах 21-23°C. Поверхню шкіри очищали та обробляли спиртовим розчином, видаляли волосяний покрив. Перед початком дослідження обов'язково проводили калібрування електроду повітрям. Електрод встановлювався у фіксуюче кільце на шкірі. Між шкірою і електродом не повинно бути повітря, тому порожнина між ними заздалегідь заповнювалася 2-3 краплями розчину електроліту. Отримання результату після установки датчика на шкіру відповідно до стабілізації показників $TcPO_2$ вимагало приблизно 15-20 хв.

2.3. Статистична обробка.

Статистична обробка отриманих результатів проводилася на комп'ютері з використанням пакету програм Microsoft Excel, а також у статистичній програмі StatPlus Professional. Статистична обробка даних включала такі методи:

1. Описова статистика та статистична оцінка:
 - визначення типу даних – кількісні (безперервні чи дискретні) та якісні (номінальні чи порядкові);
 - аналіз відповідності виду розподілу кількісної ознаки закону нормального розподілу за допомогою побудови гістограми та обчислення критеріїв Шапіро-Вілка та Д'Агостіно;

- для опису нормального розподілу кількісних ознак використовувалися наступні параметри: число спостережень, середнє значення ознаки (M), стандартне відхилення (δ);
- для опису якісних даних: мода (M_o) (номінальні дані), медіана (M_e), відсоток розподілу.

2. Параметричні методи:

- При виділенні двох груп міжгрупові відмінності оцінювалися за допомогою t-критерію Стюдента. У разі виділення трьох і більше груп вплив групуючого фактора на результативну ознаку оцінювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу.
- Порівняння кількісних ознак, що визначаються в динаміці, проводилося за допомогою t-критерію Стюдента для вибірок з попарно пов'язаними варіантами.

3. Непараметричні методи:

- порівняння двох незалежних груп без урахування виду розподілу за допомогою U-критерію Манна-Уїтні (для кількісних чи якісних порядкових ознак).

Відмінності груп вважалися статистично незначними при $p > 0,05$, значущими при $p < 0,05$, високо значущими при $p < 0,01$ і максимально значущими при $p < 0,001$, де p - (рівень статистичної значущості) - це розрахована під час статистичного тесту ймовірність помилкового відхилення нульової гіпотези про відсутність відмінностей між групами, що порівнюються.

Для розрахунку ймовірності збереження кінцівки та виживання оперованих використовувався метод Каплана – Мейєра та Long-rank тест.

Матеріали даного розділу опубліковано у наступних наукових працях:

1. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шаповалов ДЮ. Діабетична

- мікроангіопатія у хворих на ішемічну форму синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. Україна. 2018;9:31-34. doi: 10.26779/2522-1396.2018.09.31. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел, здійснено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, безпосередньо виконано оперативні втручання, статистично проаналізовано результати дослідження, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
2. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Роль інтраопераційної ангіографії в лікуванні гострої непрохідності артерій нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;7:27-31. doi: 10.26779/2522-1396.2019.07.27. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, безпосередньо виконано оперативні втручання, статистично проаналізовано результати дослідження, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
 3. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Колатеральний кровообіг в нижніх кінцівках при оклюзіях стегново-підколінного артеріального сегменту, поєднаних з оклюзією артерій гомілково-стопового сегменту за даними ангіографії. Клінічна флебологія. 2010;1(3):115-7. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*
 4. Діденко СМ, Лисайчук ЮС, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ, Куцин АМ. Патент на корисну модель № 53721. МПК А61В 5/021. Спосіб визначення ємності артеріального русла підколінно-гомілково-стопового сегмента. Заявл. 26.02.10; Опубл. 11.10.10. Бюл. № 19. 2010. *(Дисертантом проведено патентно-інформаційний пошук та огляд літератури).*

РОЗДІЛ 3

ЕНДОВАСКУЛЯРНІ ВТРУЧАННЯ ПРИ ХРОНІЧНІЙ ІШЕМІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ З УРАЖЕННЯМ АРТЕРІЙ ГОМІЛКОВОГО СЕГМЕНТУ

Згідно світового досвіду, з 80-х років XX сторіччя все частіше застосовують ендovasкулярні втручання (ЕВ) при СОУ артерій гомілкового сегменту з метою ліквідації явищ хронічній ішемії нижніх кінцівок у хворих на ЦД. Найбільшого поширення ця методика набула у пацієнтів похилого та старечого віку з тяжкою супутньою патологією. Оскільки БАП є одним з найбільш перспективних напрямків лікування СОУ дистальних артерій нижньої кінцівки, що інтенсивно розвиваються, ми проаналізували наш досвід ЕВ у хворих на ЦД при хронічній ішемії нижніх кінцівок та СОУ артерій гомілкового сегменту шляхом БАП.

3.1 Показання до проведення ЕВ і хірургічна тактика у хворих на ЦД та ХІНК з СОУ артерій гомілкового сегменту

Перелік факторів, що зумовлюють тактику ведення хворих з ураженням артерій інфрапоплітеального сегменту:

- ступінь ішемії;
- ступінь ураження артерій кінцівки;
- місцеві зміни тканин стопи та гомілки;
- наявність відповідного кондуїту для виконання дистального або ультрадистального шунтування;
- стан пацієнта та коморбідний фон;
- метод анестезії.

Ступінь ішемії. Слід враховувати відмінність клінічного перебігу ХІНК у хворих з ураженням артерій гомілкового сегменту при ЦД в порівнянні з

перебігом ХІНК у хворих з атеросклерозом без ЦД. При локалізації СОУ в артеріях гомілкового сегменту явища переміжної кульгавості виражені не так яскраво, як при СОУ артерій здухвинного або стегново-підколінного сегменту через та відносно малим масивом ішемізованих м'язів стопи та завдяки наявності діабетичної полінейропатії. Зазвичай ці хворі за медичною допомогою звертаються при виникненні некрозів стопи. Тому показанням до ЕВ розглядаємо ХІНК та наявність ВНУ стопи в умовах загрози ампутації кінцівки при збереженні перспективи відновлення опорної функції кінцівки після реваскуляризації та загоєння ран стопи після некректомії.

Ступінь ураження артерій кінцівки. Відновлення прохідності артерій гомілкового сегменту шляхом ЕВ є найбільш перспективним. Якщо ендovasкулярна реканалізація зони СОУ неможлива або з інших причин – рекомендовано виконувати відкрите оперативне втручання.

На артеріях гомілкового сегменту ЕВ виконували при СОУ типу А, В та інколи С згідно TASC II. Тип С ураження артерій гомілкового сегменту вважаємо проміжним станом, коли доречним буває виконання відкритого оперативного втручання, особливо в випадках коли ЕВ було технічно безуспішним.

Пацієнтам з СОУ типу D за TASC II потрібно виконувати відкриті артеріальні реконструкції артерій гомілкового сегменту. До дослідження їх, як і пацієнтів з СОУ типу С та виконаною відкритою артеріальною реконструкцією, не включали. Розподіл хворих у групах за типом ураження артерій згідно TASC II наведено в таблиці 3.1.1.

Таблиця 3.1.1

Розподіл хворих у групах за типом ураження артерій згідно TASC II

	Група А – 29 хворих			Група Б – 44 хворих			Група В – 64 хворих		
Тип СОУ за TASC II	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Кількість хворих	5	7	17	13	15	16	41	17	6

Місцеві зміни тканин, як протипоказ до втручання. До місцевих протипоказів ми включали наявність гангрени на рівні гомілки та стопи, яка виключала можливість збереження опорної функції стопи, наявність контрактури крупних суглобів кінцівки. Особливу увагу звертали на підошовну поверхню п'яти, за наявності ВНУ даної локалізації. При ураженні п'яти треба ретельно вивчати глибину некротичних змін бо некроз п'яткової кістки часто унеможлиблює відновлення опорної функції кінцівки.

Наявність відповідного кондуїту для виконання дистального або ультрадистального шунтування. Відповідна до використання в якості шунта велика підшкірна вена при виконанні відкритих реконструкцій артерій гомілкового сегменту має принципове значення. У зв'язку із поганими віддаленими результатами аллопротези не отримали великого поширення в гомілкових реконструкціях, а зважаючи на високу вартість і небезпеку розвитку гнійних ускладнень при ВНУ стопи їх досить нечасто використовують. У випадку відсутності великої підшкірної вени адекватної довжини та діаметру виконували відкриту реконструкцію комбінованим шунтом з декількох частин вени або частково використавши аллопротез. За відсутності підшкірних вен, які могли б бути використані в якості шунта, тактичне рішення однозначно схилялося до ЕВ.

Стан пацієнта та коморбідний фон. Враховуючи тривалість інфрапоплітеальних артеріальних реконструкцій, що є суттєво більш травматичними і довготривалими ніж ЕВ, при їх виконанні брали до уваги такі фактори.

Протипоказанням до відкритої операції на артеріях гомілкового сегменту вважали критичне порушення вітальних функцій (серцево-судинна, дихальна та інш.), а також свіжий інфаркт міокарду або інсульт (до 30діб), онкологічні захворювання з сумнівним прогнозом для життя, деменція, інші соматичні захворювання з поганим прогнозом для життя протягом 6 міс.

Вибір методу знеболення відповідав трьом факторам:

1. Наявність супутніх захворювань та загальний стан хворого;
2. Запланована тривалість оперативного втручання;
3. Показники згортання крові хворого.

Враховуючи малу травматичність та меншу тривалість відносно відкритих методів реконструкції ЕВ дозволяє виконати спробу реваскуляризації навіть тоді, коли проведення відкритої операції на артеріях гомілкового сегменту неможливо через протипокази до неї.

Всім 137 хворим, які увійшли у дослідження, ЕВ було проведено під місцевою анестезією з додатковою внутрішньовенною седацією під контролем моніторингу вітальних функцій анестезіологом. Таким чином, для «соматично тяжких» хворих та хворих похилого і старечого віку це дозволяє суттєво розширити показання до виконання ЕВ.

3.2 Методика вимірювання дебіту ПКА та виконання ЕВ

Методика вимірювання дебіту ПКА: перед виконанням БА усім 137 пацієнтам проводили вимірювання дебіту ПКА за такою методикою: у дистальному напрямку через гирло ПСА встановлювали інтродюсер 6F, за допомогою анестезіологічної бригади стабілізували систолічний артеріальний тиск на рівні 120 мм рт. ст., проводили гідрофільний провідник 0,035” в ПКА, по ньому заводили діагностичний катетер 6F, забирали провідник та вводили в катетер 20 мл контрастної речовини «Ультравіст 370», розведеного 0,9% NaCl в співвідношенні 1:1, зі швидкістю, яка виключала ретроградне заповнення ПСА із можливим закиданням контрастної речовини до глибокої стегнової та її гілок. В умовах рентген - операційної контроль відбувався за допомогою агіографічної станції «Euroampli ALIEN» виробництва «EUROCOLUMBUS SRL» (Італія). Підраховували час, за який вся контрастна речовина виходила з ПКА та розраховували дебіт ПКА протягом 1 хвилини.

Виконання БАП артерій гомілки (ПВГА, ЗВГА, МГА) проводилось усім 137 пацієнтам, які увійшли до дослідження.

Методика виконання ЕВ на артеріях підколінно-гомільково-стопового сегменту шляхом БАП: за методом Сельдінгера ангіографічною голкою 18 G довжиною 70 мм без мандрену під УЗ контролем виконували антеградну пункцію гирла ПСА або стовбуру ЗСА та вводили в ПСА в дистальному напрямку по провіднику інтродюсер 4-6 F (Рис. 3.2.1).

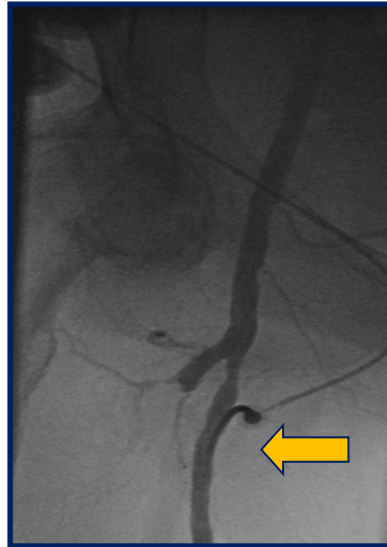


Рис. 3.2.1 Інтродюсер у ПСА (стрілка на рисунку).

Проводили артеріографію: через інтродюсер вводили 20 мл 50% розчину контрастної речовини «Ультравіст 370», потім заводили в ПСА гідрофільний J-подібний провідник 0,035” з підтримкою прямим або J-подібним діагностичним катетером 6F та проводили до зони ураження. При виявленні СОУ в зоні ПКА або ТПС вводили гідрофільний провідник 0,035” до місця СОУ, та проводили через зону ураження дилатаційний катетер з балоном діаметром 3,5-5 мм та необхідної довжини в залежності від діаметра артерії та протяжності СОУ, яке потребувало дилатації. Шприцом високого тиску з манометром (індефлятор) роздували дилатаційний балон, поступово підвищуючи тиск до 8-12 атм. Дилатацію проводили протягом 1-2 хв з введенням окремо в інтродюсер та внутрішній канал балонного катетера по 10 мл розчину гепарину 5000 од/мл 1:200. При контрольних ангіографіях за наявності залишкових стенозів в зоні БАП більше 30% процедуру повторювали декілька разів до отримання задовільного результату.

На відміну від БАП в зоні ПКА або ТПС методика виконання БАП гомілкових та стопових артерій відрзнялася тим, що після проходження катетера з гідрофільним провідником 0,035” в ПКА, доходили до гирла цільової гомілкової артерії, провідник 0,035” видаляли, а замість нього через катетер вводили прямий провідник 0,014” в гирло цільової гомілкової артерії. По провіднику 0,014” до цільової гомілкової артерії замість діагностичного вводили дилатаційний катетер з балоном діаметром 2,0-3,0 мм та довжиною 10-22 см (в залежності від діаметра артерії та протяжності зони СОУ, яку потрібно дилатувати), лишаючи вільним кінець провідника довжиною 2-3 см. Не роздуваючи балон і використовуючи катетер як підтримку для провідника просували їх одночасно через зону ураження в дистальному напрямку та виконували БАП за вище вказаною методикою.

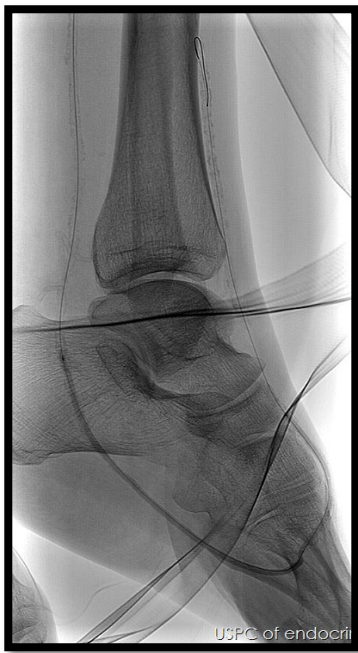


Рис. 3.2.2 Дилатаційний катетер з балоном в артеріях стопи.

На стопі шляхом відновлення прохідності зовнішньої підшовної артерії, глибокої підшовної дуги та глибокої підшовної гілки тильної артерії стопи завжди намагалися відновити сполучення передньої та задньої великогомілкових артерій (Рис.3.2.2).

При неможливості пройти провідником в цільову гомілкову артерію антеградно, під контролем УЗДГ виконували пункцію дистального сегменту цієї гомілкової артерії в нижній третині гомілки або відповідної стопової артерії голкою 22G та встановлювали інтродюсер 4F ретроградно з подальшим проходженням зони СОУ та відновленням кровопостачання стопи за вищевказаною методикою. При неможливості черезшкірної пункції виконували відкритий хірургічний доступ до цільової артерії для встановлення інтродюсера 4F, по якому вводили прямий провідник 0,014". Далі по ньому вводили дилатаційний катетер з балоном діаметром 2,0-2,5 мм та відповідною довжиною, використовуючи балонний катетер для підтримки провідника. Проходили зону СОУ та виконували БАП за наведеною вище методикою. БАП вважалася успішною при залишковому стенозі <30%. При збереженні залишкового стенозу > 30% повторювали дилатацію з використанням балон-катетера більшого на 0,5 мм діаметру. Якщо хірургічний доступ виконували до гомілкової або стопової артерії, тоді після видалення інтродюсера отвір в артерії зашивали атравматичною ниткою Prolene 6-0. Рану ушивали з дренажуванням та асептичною пов'язкою. Якщо виконували ретроградну пункцію гомілкової або стопової артерії, після видалення інтродюсера виконували мануальну компресію в проекції пункції гомілкової або стопової артерії протягом 30 хв., після чого накладали давячу пов'язку. Після виконання БАП та контрольної ангіографії виконували контрольну дебітометрію ПКА за наведеною вище методикою, видаляли інтродюсер і виконували мануальну компресію в проекції пункції артерії ЗСА або гирла ПСА протягом 30 хв. Після цього накладали давячу пов'язку та призначали суворий ліжковий режим на 1 день.

Ангіограми виконання БАП артерій підколінно-гомілково-стопового сегменту наведені на рис. 3.2.3 – 3.2.5.

Серед усіх 137 пацієнтів було проведено БАП однієї ГА 109 (79,6%), у 28 (20,4%) двох ГА. Відповідно серед 109 хворих, яким була проведена БАП

однієї ГА, у 58 (53,2%) виконана БАП ПВГА, у 29 (26,6%) – ЗВГА, а МГА оперована у 22 (20,2%) пацієнтів.

Серед 28 хворих, яким виконали БАП двох ГА, комбінація БАП ПВГА та МГА виконана у 18 (64,3%), БАП ПВГА + ЗВГА у 6 (21,4%), БАП ЗВГА + МГА у 4 (14,3%) пацієнтів, тобто комбінація з ПВГА переважала.

Враховуючи наведені дані, важливо усвідомити переважну роль ПВГА та її гілок в кровопостачанні стопи та те, що у більше ніж половини – у 82 (59,9%) наших пацієнтів, ПВГА та її гілки були цільовими артеріями при виконанні БАП.

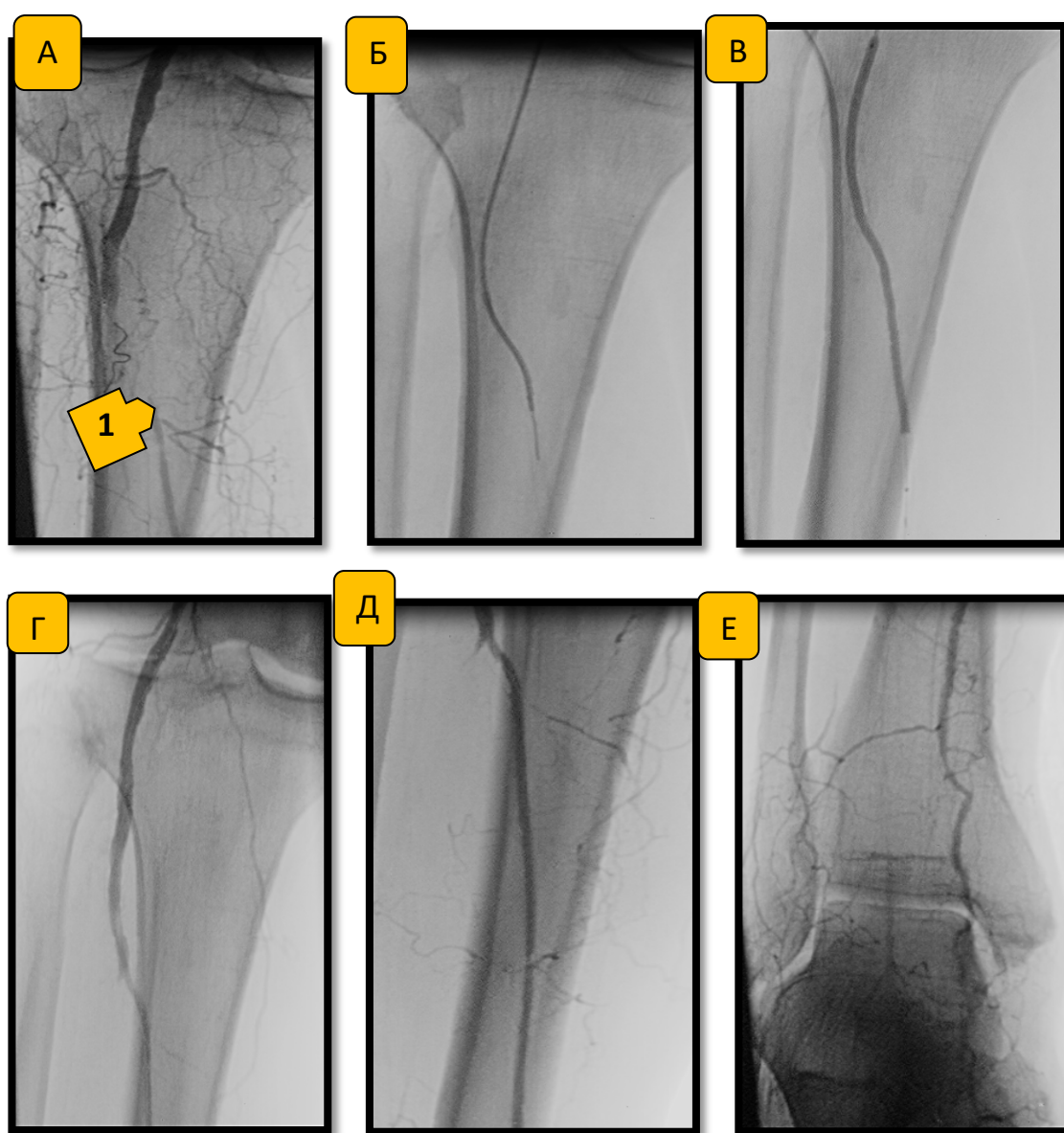


Рис. 3.2.3 БАП артерій гомілкового сегменту:

А – оклюзія проксимального відділу ЗВГА (1);

Б – оклюзія проксимального відділу ЗВГА реканалізована провідником 0,035' на підтримуючому катетері;

В – БАП проксимального відділу ЗВГА з використанням балону 2,5 мм;

Г, Д, Е – прохідність ЗВГА відновлена до стопових її гілок включно.

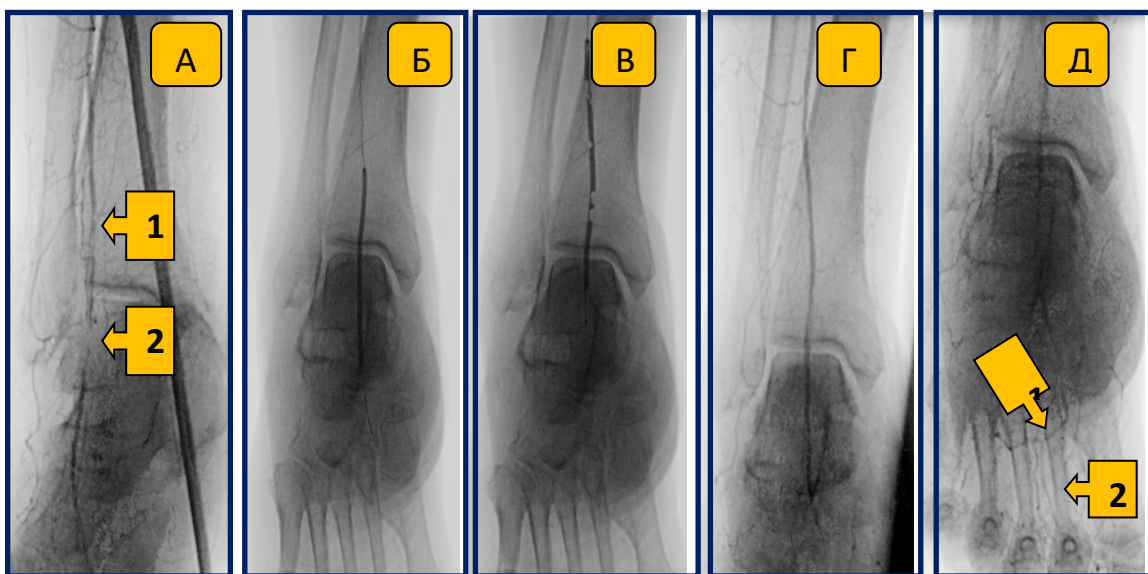


Рис. 3.2.4 БАП ПВГА та ТАС:

А – СОУ дистальної третини ПВГА (1), проксимальної третини ТАС (2);

Б, В – БАП ТАС та ПВГА;

Г – відновлена прохідність ПВГА та ТАС;

Д – контрастування гілок ТАС: дугоподібної артерії (1) та тильних плеснових артерій (2).

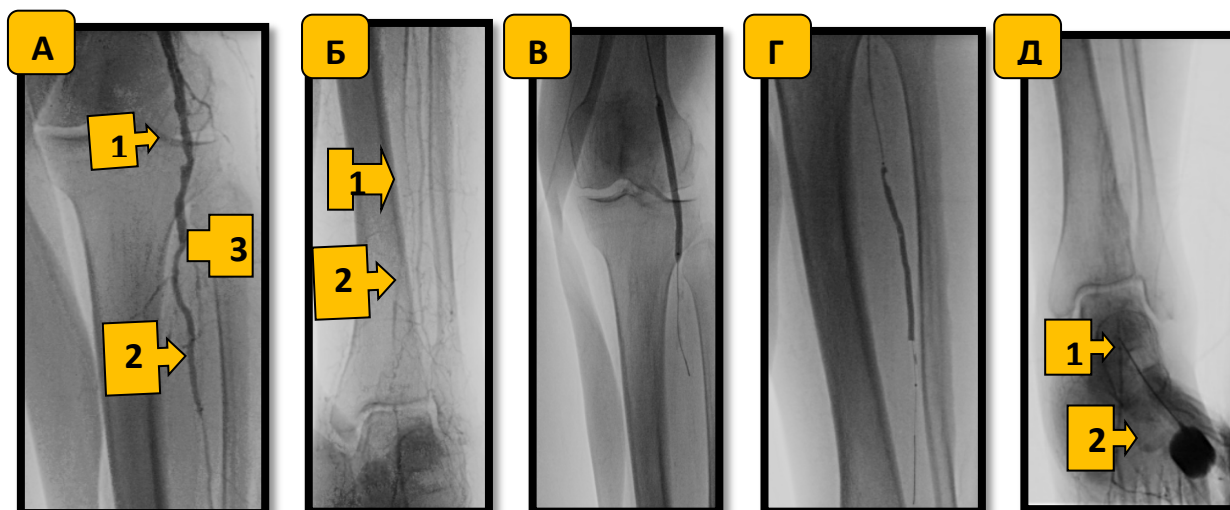


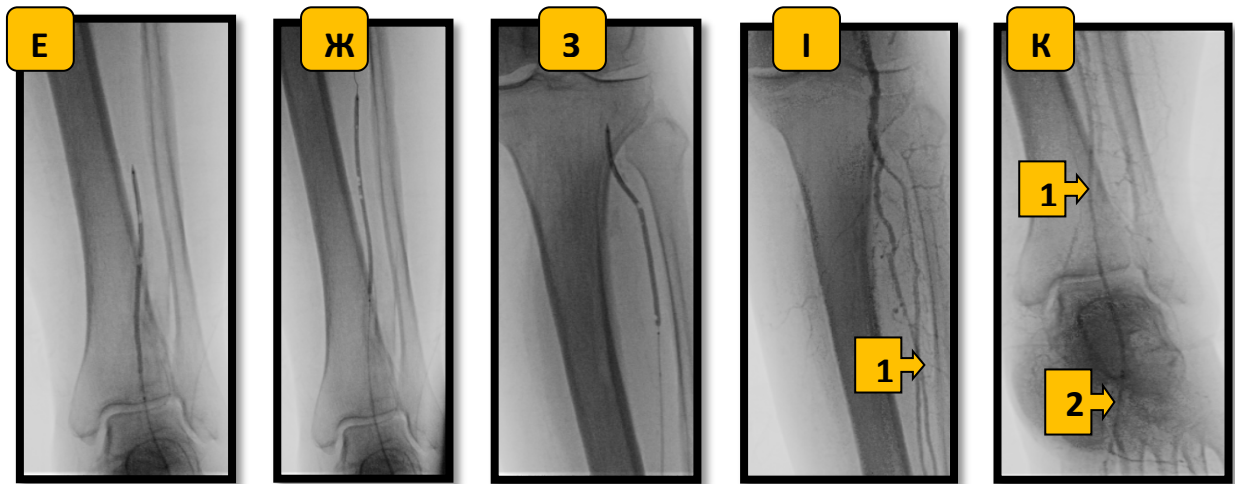
Рис. 3.2.5 БАП ПКА, МГА та ПВГА:

А – стеноз ПКА (1), стеноз МГА (2), СОУ ПВГА (3);

Б – СОУ ПВГА в середній третині (1) та в дистальній третині (2);

В – БАП ПКА; *Г* – БАП МГА;

Д – ретроградна пункція та контрастування ТАС (1) та дугоподібної артерії (2);



Продовження Рис. 3.2.5 БАП ПКА, МГА та ПВГА:

Е, Ж, З – поетапна БАП ПВГА;

І – ліквідовано стеноз МГА та відновлена прохідність ПВГА в верхній та середній третині (1);

К – відновлена прохідність ПВГА в нижній третині (1) та ТАС (2).

Через 3 доби після виконання БАП всім пацієнтам проводили черезшкірне вимірювання $TcPO_2$ за допомогою апарату «TCM 4 Series», виробництва «Radiometer Copenhagen», Данія в ділянці життєздатних тканин біля зони некротичного ураження. Виміри проводили над шкірою з рівномірним капілярним ложем без магістральних судин, дефектів шкіри та волосяного покриву. Отримання результату після установки датчика на шкіру відповідно до стабілізації показників $TcPO_2$ вимагало приблизно 15-20 хв.

Після виконання БАП через 3-5 діб виконували некректомію на стопі в межах життєздатних тканин, при цьому проводили відповідні перев'язки, застосовували методи вакуумної терапії, при можливості закривали дефект

шкіри трансплантацією вільного розщепленого перфорованого клаптя шкіри за Тіршем, або за Реверденом.

Загоєння рани стопи через 1 і 3 місяці вважали кінцевою точкою дослідження: повне, часткове або відсутнє.

3.3 Оптимізація хірургічних доступів до артерій стегново-підколінно-гомільково-стопового сегменту

В тих випадках, коли виконання ЕВ антеградним чи ретроградним шляхом неможливе в зв'язку з кальцінозом артерій, технічної неможливості ретроградної пункції дрібних артерій стопи та нижньої третини гомілки, або за наявності інших чинників, єдиним шляхом встановити інтродюсер в артеріальне русло є відкритий хірургічний доступ до артерії. В даній роботі ми провели оптимізацію хірургічних доступів до артерій стегново-підколінно-гомільково-стопового сегменту для антеградної або ретроградної пункції артерій. Ми вважаємо, що наявність в арсеналі судинного хірурга можливості відкритої пункції артерій є суттєвою перевагою перед чисто ендovasкулярними методиками, яка розширює технічні можливості у складних ситуаціях. Загалом зі 137 пацієнтів, які увійшли до дослідження відкриті хірургічні доступи до артерій стегново-підколінно-гомільково-стопового сегменту для антеградної або ретроградної пункції артерій були виконані у 43 пацієнтів, що становило 31,4% від загальної кількості. Задачами оптимізації хірургічних доступів до артерій стегново-підколінно-гомільково-стопового сегменту були:

1. Створення умов для оптимальної візуалізації артерій в ділянках хірургічних доступів та зручність роботи хірурга;
2. Мінімальна травматизація шляхів колатерального кровообігу та тканин в ділянках хірургічних доступів;
3. Зменшення відсотку локальних ускладнень в ділянках хірургічних доступів, таких як післяопераційні гематоми, лімforeя тощо;
4. Формування оптимального рубця в післяопераційному періоді та уникнення формування гіпертрофічних і келоїдних рубців.

Виконання доступу до верхньої третини ПСА проводили наступним чином: на операційному столі хворого вкладали на спині, під коліно підкладали валик та розгортали кінцівку назовні в позиції супінації. Розріз шкіри виконували паралельно та на 2 см латерально від кравецького м'язу. Розріз починали від пахвинної складки в дистальному напрямку поздовжньо до низу на 7–8 см. Пошарово розсікали шкіру та підшкірну клітковину, вкривали передню та задню стінку футляру кравецького м'язу. Лімфовузли відсували тупим шляхом медіально. Після розсічення задньої стінки футляру кравецького м'язу розсікали судинний фасціальний пучок та виділяли всі 3 стегнові артерії. При необхідності формувати проксимальний анастомоз з ЗСА виділяли її на всьому протязі від пахвинної зв'язки до біфуркації. Латерально до ЗСА розташований стегновий нерв, стегнова вена медіально. При необхідності проведення пункції та встановлення інтродюсера у дистальному напрямку ПСА виділяли на 3–4 см каудально (рис. 3.3.1).

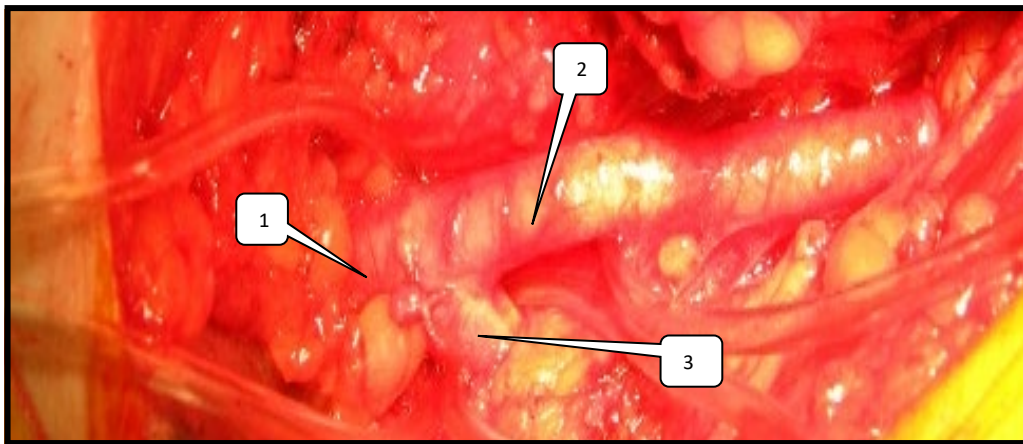


Рис. 3.3.1 Латеральний доступ до стегнових артерій: 1 – ЗСА; 2 – ПСА; 3 – ГСА.

Латеральний доступ в верхній третині стегна до стегнових артерій відповідає сучасним вимогам судинної хірургії та має наступні переваги:

1. Забезпечує простір для хірургічних маніпуляцій та адекватну експозицію що до артерій;
2. При необхідності дозволяє розширити доступ у дистальному та проксимальному напрямках лінійним продовженням розрізу;

3. Менше кількість випадків післяопераційної лімфореї.

При потребі доступу до середньої частини ПСА виконували розріз в середній третині стегна по медіальній його поверхні в проекції кравецького м'язу по лінії, що з'єднує передню верхню ость здухвинної кістки до внутрішнього надвиростка стегнової кістки. Пошарово розсікали шкіру та підшкірну клітковину розрізом довжиною 7–8 см, оголювали та розсікали передню стінку футляру кравецького м'язу, відводили м'яз вверх і латерально, розсікали задню стінку футляру кравецького м'язу, та виділяли ПСА (рис. 3.3.2). Такий від доступу використовували у 6 з 43 хворих, що становило 13,9%.

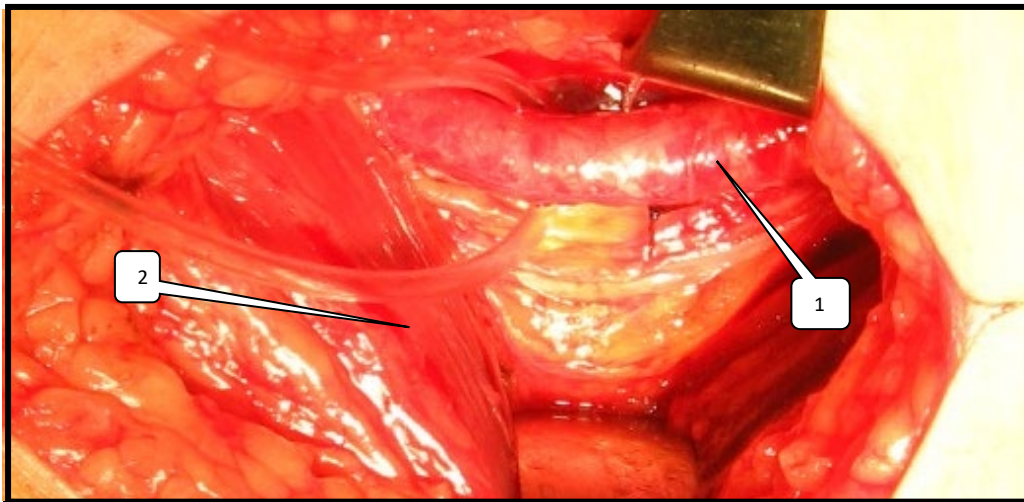


Рис. 3.3.2 Доступ до ПСА в середній її третині: 1 – ПСА; 2 – кравецький м'яз.

Доступ до дистальної третини ПСА виконували таким чином. Положення хворого та нижньої кінцівки відповідно як при латеральному доступі на стегнові артерії в верхній третині стегна. Розсікали шкіру та підшкірну клітковину на 7–8 см поздовжньо на межі середньої та дистальної третини стегна по медіальній його поверхні над привідним каналом. Пошарово розсікали підшкірну клітковину і поверхневу фасцію стегна, потім вскривали lamina vastoadductoria, яка формує передню стінку привідного каналу та виділяли дистальну третину ПСА. При необхідності маніпуляції в зоні

переходу ПСА в ПКА необхідно розсікати сухожилок великого привідного м'яза в місці прикріплення до стегнової кістки, руйнуючи, таким чином, вихідний отвір з Гюнтерівського каналу. Такий від доступу проведено у 4 з 43 хворих, що становило 9,3%.

Доступ вище щілини колінного суглобу до ПКА виконували таким чином. Положення хворого горизонтально на спині. Нижня кінцівка зігнута в коліні та помірно відведена в положення супінації. Виконували розріз шкіри та підшкірної клітковини поздовжньо на 8–9 см вздовж сухожилка великого привідного м'яза від верхнього краю внутрішнього надвиростку стегна догори до краю кравецького м'язу. Розсікали поверхневу фасцію стегна та фасціальну піхву кравецького м'язу, останній відводили латерально і вперед гачками. Розрізали глибоку фасцію стегна, в просторі підшкірної клітковини надвиросткової (Жоберової) ямки виділяли підколінний судинний пучок. Клітковину розсікали гостро та розділяли тупим шляхом. Артерія розташована медіально від вени (рис. 3.3.3). При необхідності даний розріз продовжували на медіальну поверхню колінного суглобу або в підколінну ямку, що дозволяє виділити середню третину ПКА. Такий від доступу було використано у 4 з 43 хворих, що становило 9,3%.

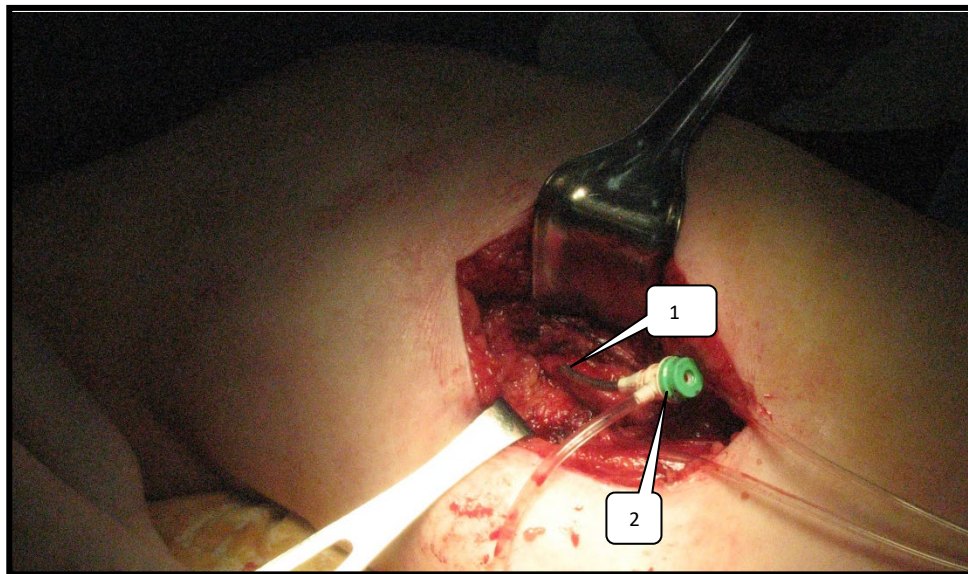


Рис. 3.3.3 Доступ до ПКА вище щілини колінного суглобу: 1 – ПКА; 2 – інтродюсер в ПКА.

Даний доступ до ПКА має наступні переваги:

- зазвичай не потребує пересічення та подальшого відновлення функції значимих м'язів та сухожилків;
- не руйнує важливих колатеральних шляхів кровотоку;
- за потреби маніпуляцій на дистальному відділі ПКА або її біфуркації доступ може бути продовжений у дистальному напрямку із збереженням положення хворого на операційному столі;
- при потребі виконати шунтування масмо доступ до ревізії і виділення великої підшкірної вени в межах операційної рани.

Для виконання доступу до ПКА на гомілці вкладали пацієнта на операційному столі горизонтально на спину, під коліно підкладали валик та виконували ротацію кінцівки в положення супінації. Шкіру та підшкірну клітковину проксимальній третині гомілки розсікали на 10 см вздовж медіального краю великогомілкової кістки. Електрокоагулятором розсікали поверхневу фасцію та відводили гачком внутрішню головку литкового м'язу медіально, при потребі розширення ділянки для маніпуляцій у верхньому відділі підколінної ямки після електрокоагуляції розсікали сухожилки тонкого та напівсухожилкового м'язів. Гостро та тупо виділяли ПКА (Рис. 3.3.4). Такий від доступу використано у 6 з 43 хворих, що становило 13,9%.

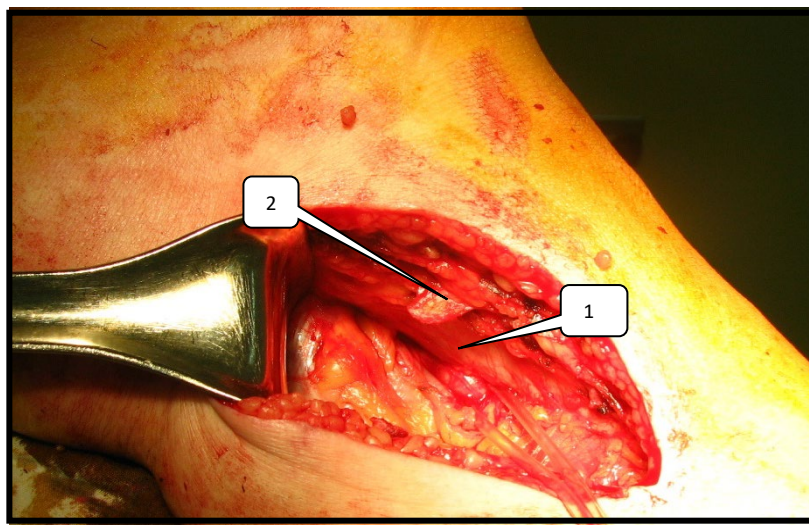


Рис. 3.3.4 Доступ до ПКА нижче щілини колінного суглобу: 1 – ПКА; 2 – пересічений сухожилок тонкого м'язу.

При потребі маніпуляції на біфуркації ПКА, проксимальному відділі ПВГА та ТПС з цим доступом розріз продовжували в дистальному напрямку на 4-5 см. Щоб покращити доступ до гирла ПВГА та ТПС пересікали на затискачах та перев'язували передню великогомілкову вену, яка розташована медіально над дистальним відділом ПКА. Для виділення тібіоперонеального стовбуру в гомілково–підколінному каналі вводили зонд в його проксимальний відділ та пересікали сухожилок камбалоподібного м'язу. Для отримання доступу до біфуркації тібіоперонеального стовбуру, верхньої третини ЗВГА та МГА за допомогою електрокоагуляції пересікали сухожилок камбалоподібного м'яза в місці прикріплення до великогомілкової кістки (Рис. 3.3.5). Враховуючи, що камбалоподібний м'яз містить венозні синуси, які необхідно ретельно виділяти та перев'язувати з метою запобігання рясної венозної кровотечі.

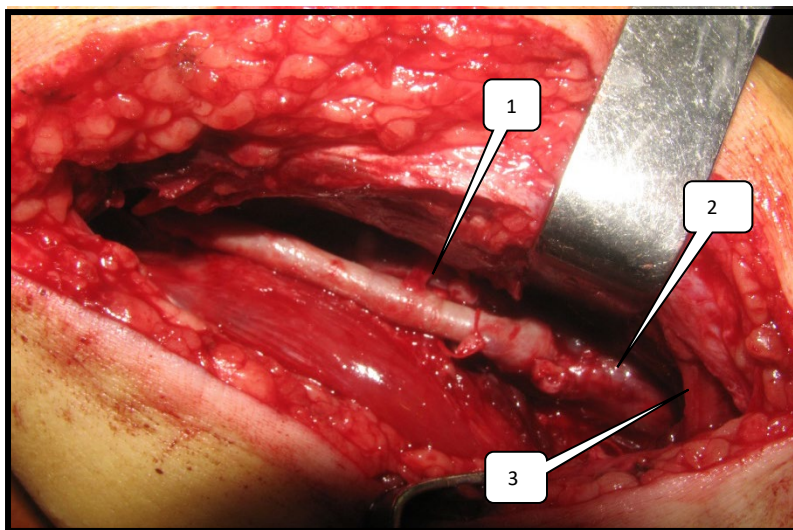


Рис. 3.3.5 Доступ до біфуркації ПКА: 1 – тібіоперонеальний стовбур; 2 – малоомілкова артерія; 3 – частково пересічений камбалоподібний м'яз.

Для доступу до нижньої третини ЗВГА розсікали шкіру розрізом довжиною до 5–6 см позаду внутрішньої кісточки, в даній ділянці підшкірна

клітковина майже не розвинута. Утримувач сухожилків згиначів розсікали поздовжньо. ЗВГА розташована під поверхневим листком утримувача сухожилків згиначів, між внутрішньою кісточкою та п'ятковим сухожилком (рис. 3.3.6). Такий від доступу використано у 3 з 43 хворих, що становило 6,9%.

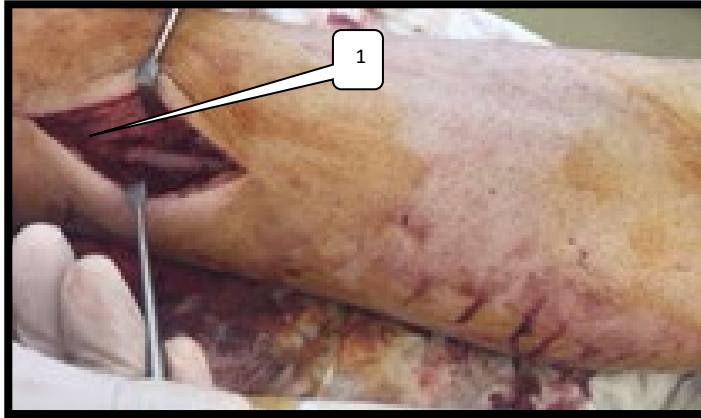


Рис. 3.3.6 Доступ до ЗВГА в нижній третині гомілки: 1 – ЗВГА.

При доступі до середньої третини ПВГА хворого на операційному столі укладали горизонтально на спину з валиком під п'ятковим сухожилком, виконували пронацію кінцівки. Розріз довжиною 8-10 см в середній третині гомілки проводили через шкіру, підшкірну клітковину та фасцію гомілки поздовжньо на 1-2 см латерально від краю великогомілкової кістки. Відводили в сторони передній великогомілковий м'яз та м'язи, які розгинають пальці, між ними на міжкістковій перетинці знаходили та виділяли ПВГА, запобігаючи пошкодження венозних судин (рис. 3.3.7). Такий від доступу використано у 4 з 43 хворих, що становило 9,3%.

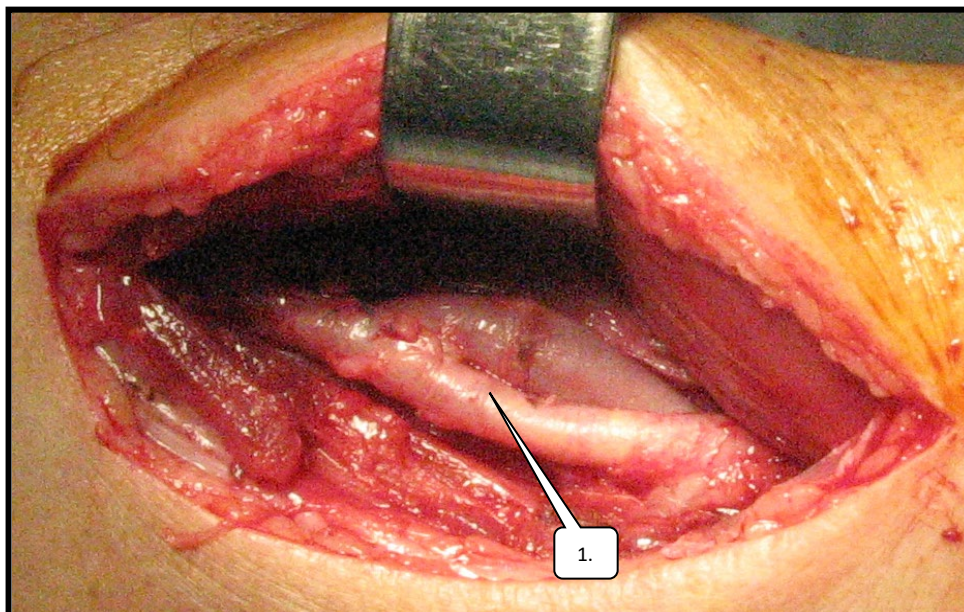


Рис. 3.3.7 Доступ до ПВГА в середній третині гомілки: 1 – ПВГА.

При проведенні доступу до дистальної третини ПВГА виконували розріз довжиною 6–8 см шкіри, підшкірної клітковини та фасції гомілки поздовжньо в нижній третині гомілки на 2 см латерально від великогомілкової кістки. Відводили довгий м'яз, що розгинає пальці – назовні, а сухожилок переднього великогомілкового м'язу до середини. Потім електрокоагулятором розсікали сухожилок довгого м'язу розгиначу першого пальця та верхній утримувач м'язів розгиначів (рис. 3.3.8). Такий від доступу використано у 6 з 43 хворих, що становило 13,9%.

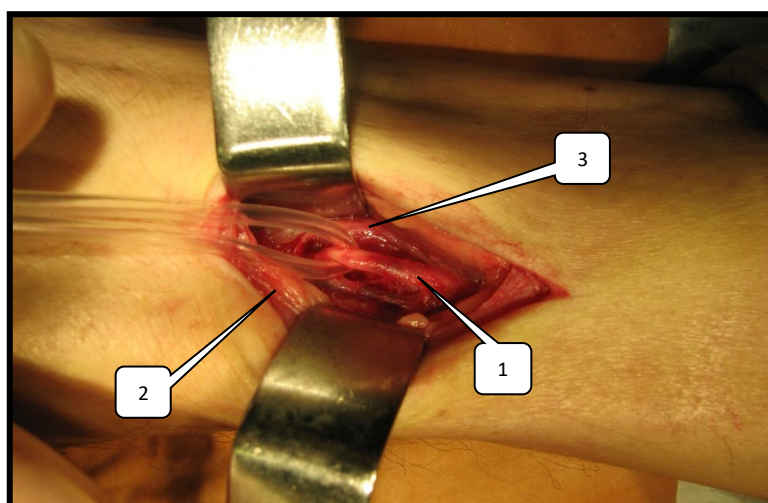


Рис. 3.3.8 Доступ до ПВГА в нижній третині гомілки: 1 – ПВГА; 2 – довгий м'яз, що розгинає пальці; 3 – передній великогомілковий м'яз.

Доступ до тильної артерії стопи виконували поздовжньо на рівні та нижче гомілково–стопового суглобу в тому ж положенні хворого, що і при доступі до нижньої третини ПВГА. Проводили поздовжній розріз шкіри по передній поверхні гомілково–стопової ділянки довжиною до 5-7 см. Пересікали поздовжньо утримувач м'язів розгиначів, між сухожилком довгого м'яза розгинача першого пальця та внутрішньою порцією короткого м'яза розгинача першого пальця виділяли тильну артерію стопи (рис. 3.3.9).

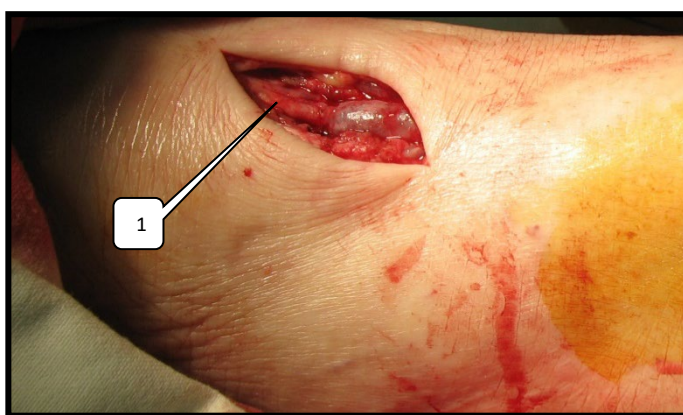


Рис. 3.3.9 Поздовжній доступ до тильної артерії стопи в ділянці гомілково–стопового згину: 1 – тильна артерія стопи.

Враховуючи небезпеку формування гіпертрофічного рубця з можливим виразкуванням та обмеженням руху стопи в гомілково–стоповому суглобі, що є суттєвим недоліком поздовжнього доступу до тильної артерії стопи, (рис. 3.3.10), цей доступ в дослідженні не застосовували.

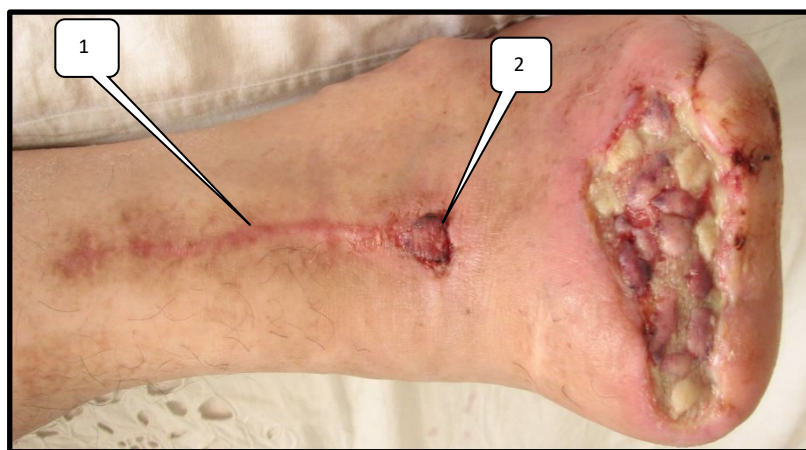


Рис. 3.3.10 Поздовжній доступ до тильної артерії стопи: 1 – гіпертрофічний рубець; 2 – виразка з пересадженим фрагментом шкіри.

При виконанні поперечного доступу до тильної артерії стопи наведеного недоліку немає. Цей доступ виконували наступним чином – на рівні згину гомілково–стопового суглобу здійснювали поперечний розріз шкіри по передній поверхні гомілково–стопової ділянки довжиною до 5 см. Утримувач м'язів розгиначів пересікали електрокоагулятором поздовжньо, після чого між сухожилком довгого м'яза розгинача першого пальця та внутрішньою порцією короткого м'яза розгинача першого пальця виділяли тильну артерію стопи (рис. 3.3.11).

Перевагою такого доступу є добре загоювання поперечного розрізу, а недоліком обмежена можливість мобілізації тильної артерії стопи в поздовжньому напрямку з метою вибору ділянки для формування анастомозу.



Рис. 3.3.11. Поперечний доступ до тильної артерії стопи в ділянці гомілково–стопового згину: 1 – тильна артерія стопи.

В розробленому нами ключкоподібному доступі до тильної артерії стопи наведених недоліків немає. Доступ ми виконували наступним чином – на рівні згину гомілково–стопового суглобу здійснювали поздовжній розріз шкіри довжиною до 2–3 см, після чого напрямок розрізу поступово змінювали на поперечний і продовжували ще на 3–4 см. Утримувач м'язів розгиначів пересікали електрокоагулятором поздовжньо, після чого між сухожилком довгого м'яза розгинача першого пальця та внутрішньою порцією короткого м'яза розгинача першого пальця виділяли тильну артерію стопи. Мобілізували проксимальний шкірний клапоть, за рахунок чого отримували можливість для виділення тильної артерії стопи на довшому протязі. Утворення гіпертрофічного рубця або виразки не спостерігали (рис. 3.3.12). Такий від доступу використано у 9 з 43 хворих, що становило 20,1%.

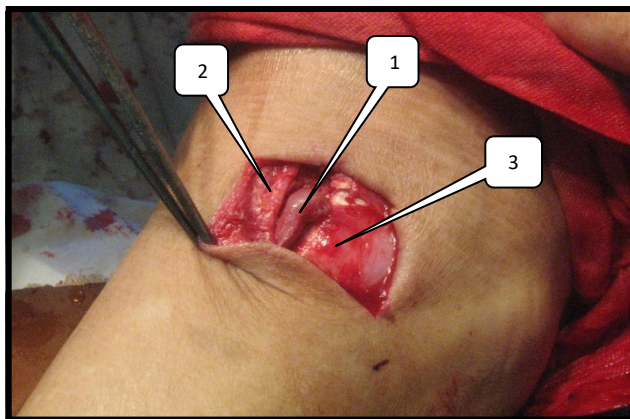


Рис. 3.3.12 Ключкоподібний доступ до тильної артерії стопи в ділянці гомілково–стопового згину: 1 – тильна артерія стопи; 2 – сухожилок довгого м'яза розгинача першого пальця; 3 – внутрішня порція короткого м'яза розгинача першого пальця.

Застосування найбільш оптимальних варіантів доступів до артерій нижньої кінцівки в залежності від розташування оклюзій дозволило покращити результати хірургічного лікування при СОУ артерій гомілкового сегменту та зменшити відсоток післяопераційних ускладнень. Розроблений нами від доступу до тильної артерії стопи в ділянці гомілково–стопового згину дозволив оптимізувати процес загоєння післяопераційної рани та запобігти формуванню келоїдних та гіпертрофічних рубців з явищами виразкування.

Ми вважаємо, що можливість проведення хірургічного доступу в комбінації з пункцією артерії суттєво розширює технічні можливості у складних ситуаціях, що є перевагою перед чисто ендоваскулярними методиками лікування СОУ артерій гомілкового сегменту.

Матеріали даного розділу опубліковано у наступних наукових працях:

1. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Orlych OM, Ratushniuk AV, Likunov .V. The role of intraoperative angiography in treating acute lower limb artery occlusion. *Pol Merkur Lek*, 2024;52(5):541-546. doi: 10.36740/Merkur202405110 *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, статистичну обробку матеріалу, приймав участь в підготовці статті до друку);*
2. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шапринський ВВ, Шаповалов ДЮ, Шамрай–Сас АВ. Результати гібридних втручань у хворих на цукровий діабет з стенотично-оклюзійним ураженням артерій нижніх кінцівок. V з'їзд судинних хірургів, флебологів і ангіологів України 19-21 квітня 2017, Київ. *Клінічна флебологія*. 2017;1(10):168-169. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку).*

РОЗДІЛ 4

ЛІКУВАННЯ ГНІЙНО-НЕКРОТИЧНИХ УРАЖЕНЬ ТА ВИРАЗКОВО-НЕКРОТИЧНИХ УРАЖЕНЬ СТОПИ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ З ХРОНІЧНОЮ ІШЕМІЄЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК

4.1 Хірургічне лікування ГНУ та ВНУ у хворих на ЦД з ХІНК

Комплексне хірургічне лікування пацієнтів з ішемією кінцівки, що супроводжується ураженнями стопи формується на основних принципах активного хірургічного лікування гнійних ран та включають комплекс заходів, спрямованих на максимальне скорочення термінів проходження фаз ранового процесу. Хірургічні втручання при ураженнях стопи спрямовані на усунення інфекції, очищення ран та остаточне загоєння ранових дефектів з максимальним збереженням опорної функції нижньої кінцівки.

Невідкладні показання до оперативних втручань (рис. 4.1.1):

1. Волога гангрена стопи;
2. Анаеробна флегмона в межах стопи.



Рис. 4.1.1 1 - волога гангрена в межах стопи; 2 - анаеробна флегмона стопи.

Термінові показання до оперативних втручань (рис. 4.1.2):

- 1) флегмона (абсцес) стопи;
- 2) гнійно-некротичні ураження без адекватного дренивання вогнища.



Рис. 4.1.2. 1 - флегмона стопи; 2 - гнійно-некротична рана без адекватного дренивання.

Показаннями до проведення відстрочених і планових операцій (рис. 4.1.3):

- 1) хронічний остеомієліт кісток стопи;
- 2) суха гангрена та сухі некрози межах стопи;
- 3) вторинні ранові дефекти м'яких тканин стопи, які не зважаючи на лікування не мали схильності до спонтанного загоєння.



Рис. 4.1.3. 1 - вторинні ранові дефекти без схильності до спонтанного загоєння; 2 - сухі некрози в межах стопи.

По можливості хірургічна обробка носила вторинний характер і проводилась після реваскуляризуючої операції при відновленні кровопостачання з формуванням чіткої лінії демаркації.

З огляду на ангіосомну концепцію проведення реваскуляризації, як і на подальший вибір методу пластичного закриття ран стопи, впливали варіанти локалізації ВНУ та ГНУ, що наведені в таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1

Локалізація ВНУ та ГНУ стопи

Область ураження	Кількість хворих (n=137)	
	абс.	%
Один палець	23	16,8
Декілька пальців	44	32,1
Палець з переходом на стопу	8	5,8
Декілька пальців з переходом на стопу	12	8,8
Дистальний відділ стопи	5	3,7
Тільки тильна або підошовна частина	10	7,3
П'ята	14	10,2
П'ята і пальці	18	13,1
Кукса стопи	3	2,2

Наступним етапом проводили лікування з метою загоєння ран стопи після первинної некректомії. У 53 пацієнтів загоєння ран досягли із застосуванням перев'язок без додаткових хірургічних втручань. У 84 пацієнтів виконували пластичне закриття ран стопи після первинної некректомії в різних модифікаціях. Враховуючи розташування некротичних змін (Табл. 4.1.2) проводили відповідні хірургічні втручання як підготовчий етап до остаточного закриття дефектів:

Табл. 4.1.2

Хірургічні втручання з метою загоснення ран стопи після первинної некректомії

Локалізація ран	Вид втручання	Кількість пацієнтів
Рани зони передній відділ стопи	Ампутація в зоні переднього відділу стопи	26 (30,9%)
	Вторинна хірургічна обробка з накладанням вторинних швів	7 (8,4%)
	Вторинна хірургічна обробка з використанням синтетичного покриття та/або апарату негативного тиску	11 (13,1%)
Рани зони п'яти та кукси стопи	Вторинна хірургічна обробка з використанням синтетичного покриття та/або апарату негативного тиску	22 (26,2%)
	Вторинна хірургічна обробка з накладанням вторинних швів	3 (3,6%)
Комбінація ран зони переднього відділу та п'яти.	Вторинна хірургічна обробка з використанням синтетичного покриття та/або апарату негативного тиску	15 (17,8%)
Всього		84 (100%)

Хірургічну обробку флегмони тилу стопи у 4 (2,9%) пацієнтів проводили поздовжніми розрізами від основи пальців в напрямі п'яткової кістки. Адекватного результату дронування вогнища інфекції дозволяло добитися проведенням додаткового паралельного розрізу по протилежному краю стопи або додатковим виконанням до поздовжнього розрізу Г-подібним поперечним розрізом (виконували у випадках розташування гнійно-некротичного вогнища над декількома плесновими кістками та плеснефаланговими суглобами).

У випадку підшовних флегмон - у 6 (4,4%) пацієнтів гнійно-некротичні осередки розташовувалися в зоні медіального, серединного або латерального фасціальних футлярів стопи, а по глибині знаходились епіапоневротично або субапоневротично (рис. 4.1.4). При розповсюдженні процесу з одного з бічних разом до серединного простору стопи розріз продовжували уздовж основи пальців з формуванням шкірно-фасціального клаптя.



Рис. 4.1.4 Розкрита субапоневротична флегмона стопи.

Хірургічна обробка ВНУ (рис. 4.1.5) в ділянці п'яти здійснювалася у 32 (23,4%) пацієнтів. Особливу увагу звертали на підшовну поверхню п'яти, за наявності ВНУ даної локалізації. При ураженні п'яти треба ретельно вивчати глибину некротичних змін бо некроз горба п'яткової кістки часто унеможлиблює відновлення опорної функції кінцівки.



Рис. 4.1.5 ВНУ в ділянці п'яти.

У пацієнтів з цукровим діабетом за наявності сухих некрозів і трофічних виразок основним компонентом в лікуванні була хірургічна корекція ХІНК з подальшим проведенням відстроченої некректомії. Після усунення явищ ХІНК хірургічне лікування ВНУ проводили за умови нормалізації мікроциркуляції та формування лінії демаркації.

За потреби хірургічну обробку ВНУ та ГНУ проводили в комбінації з ампутаціями та екзартикуляціями пальців, а також резекції частини стопи (трансматарзальної або транстарзальної). Нами застосована методика малих ампутацій в межах стопи у 19 (13,9%) пацієнтів за розробленою власною методикою (Деклараційний патент України № 110105 "Спосіб видалення пальця стопи у хворого на цукровий діабет") [14], який полягає в тому, що після видалення пальця формують зустрічні трикутні клапті, якими виконують пластичне закриття дефекту (рис. 4.1.6).



Рис. 4.1.6 Зустрічні трикутні клапті при резекції частини стопи.

Після проведених первинних операцій з приводу ВНУ та ГНУ стопи зі 137 через 1 місяць у 53 (38,7%) пацієнтів рани загоїлися без додаткових хірургічних втручань, з них первинним натягом - у 23 (43,4%), вторинним - у 30 (56,6%). Зі 137 – у 84 (61,3%) пацієнтів виконували пластичне закриття ран в різних модифікаціях (табл. 4.1.3).

Методики пластичного закриття ран, які використовували:

1. Пластика штучним полімерним покриттям;
2. Пластика переміщеним повношаровим клаптем за Ессером;
3. Вільна аутодермопластика розщепленим перфорованим клаптем за Тіршем;
4. Вільна аутодермопластика за Реверденом та їх комбінації.

Табл. 4.1.3 Види пластичного закриття ран стопи після первинної некректомії

Вид пластики	
Пластика за Ессером	9 (10,8%)
Вільна аутодермопластика за Тіршем	15 (17,8%)
Вільна аутодермопластика за Реверденом	29 (34,5%)
Метод етапного закриття ран синтетичним полімерним покриттям	31 (36,9%)
Всього	84 (100%)

З 84 пацієнтів, яким виконували пластичне закриття ран пацієнтів у 31 (36,9%) пацієнтів використали розроблену методику етапного закриття ран синтетичним полімерним покриттям (деклараційний патент України № 77542 "Спосіб хірургічного лікування рани у хворого на цукровий діабет") [16], яка включала виконання некректомії, а ранові поверхні закривали синтетичним покриттям "Syspur-derm" виробництва HARTMANN GROUP, Німеччина з моделюванням контура конгруентно до країв рани (рис. 4.1.7).

Закриття ран штучним полімерним покриттям виконували за наступними показами:

1. Захист рани від травмування при перев'язках, уникнення висихання ранової поверхні;
2. Відведення ранового ексудату в поверхневі всмоктуючі пов'язки;
3. Стимуляцію росту шару грануляційної тканини в рані для підготовки проведення подальшої аутодермопластики або загоєння рани вторинним натягом під штучним полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації.

Застосування штучного полімерного покриття вважали показаним у таких випадках:

1. Дефектів тканин стопи, які неможливо закрити за допомогою аутодермопластики (дно рани представлене кістковою або жирковою тканиною);

2. Дефект тканин стопи настільки розповсюджений, що вимагає для закриття власними тканинами поширеної резекції кісток, а це призводить до істотного погіршення опорної функції стопи.



Рис. 4.1.7. Етапне закриття ран синтетичним покриттям: *А* – сухі некрози зовнішньої поверхні стопи після ампутації 5-го пальця та сухий некроз 1-го пальця; *Б* – виконана некректомія після реваскуляризуючої операції, рана закрита синтетичним покриттям; *В* – аутодермопластика за Тіршем; *Г* – загоєння рани після аутодермопластики за Тіршем.

У 9 пацієнтів з 31, яким виконували алодермопластику проводили вакуумну терапію шляхом накладання губки на полімерне покриття, закриттям губки плівкою та створення негативного тиску -125 мм рт ст. протягом двох тижнів після алодермопластики із заміною вакуумної пов'язки 1 раз 3 дні. Використовували апарат для вакуумної терапії "КСІ" виробництва компанії "Kinetic Concepts, Inc.", США (Рис. 4.1.8).

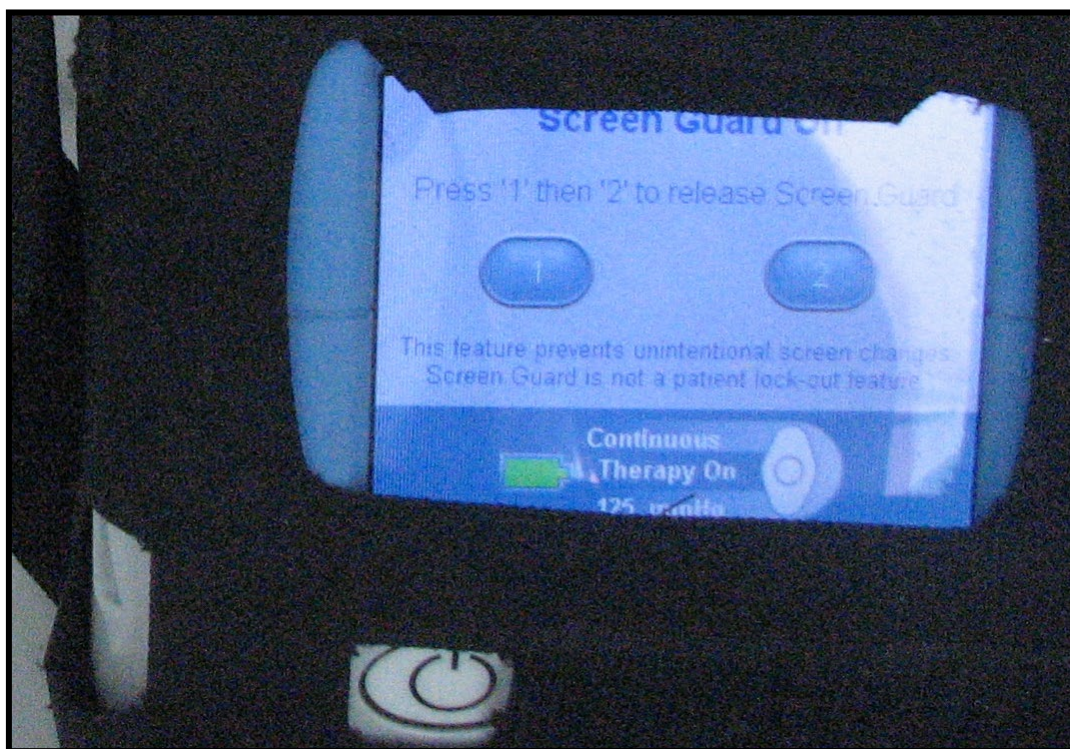


Рис. 4.1.8. Апарат для вакуумної терапії "КСІ" виробництва компанії "Kinetic Concepts, Inc.", США.

Клінічний приклад: Пацієнт К., 67 років, надійшов до Центру судинної та ендovasкулярної хірургії КЛ «Феофанія» ДУС 04.09.2024 року з приводу СОУ гомілкових артерій правої нижньої кінцівки, ішемії правої нижньої кінцівки IV ступеня, некротичної рани правої стопи (Рис. 4.1.9); 06.09.2024 року було виконано оперативне втручання: балонна ангіопластика артерій гомілкового сегменту справа, трансметатарзальна резекція правої стопи (Рис. 4.1.10), пластика дефекту тилу стопи штучним полімерним покриттям (Рис. 4.1.11), пластика підошовної поверхні правої стопи власними тканинами (Рис. 4.1.12).



Рис. 4.1.9. Некротична рана правої стопи.



Рис. 4.1.10. Трансметатарзальна резекція правої стопи.



Рис. 4.1.11. Пластика дефекту тилу стопи штучним полімерним покриттям.

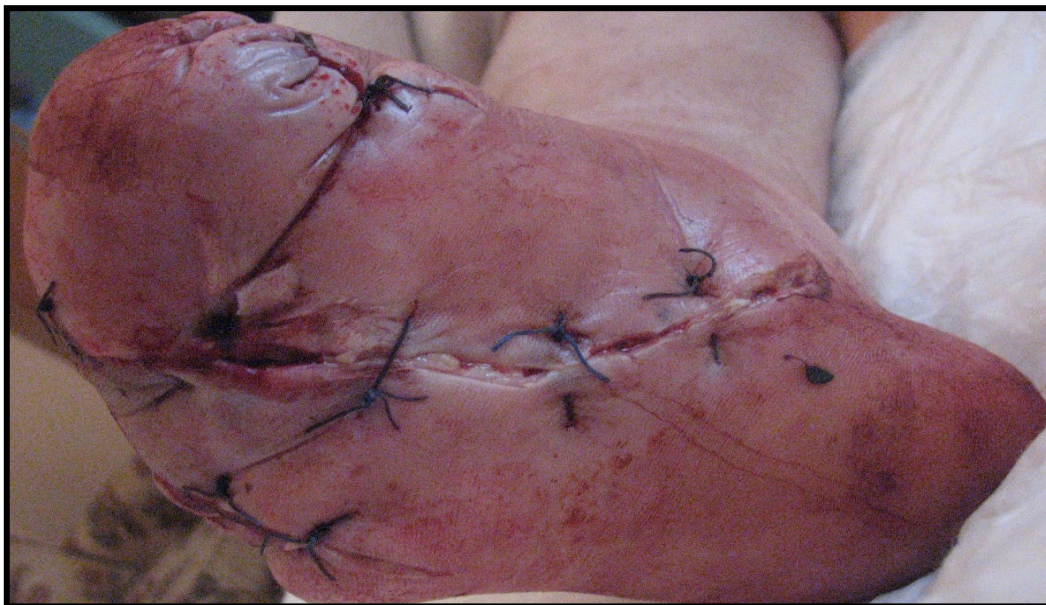


Рис. 4.1.12. Пластика підошовної поверхні правої стопи власними тканинами.

В післяопераційному періоді проводилася вакуумна терапія (Рис. 4.1.13). Штучне полімерне покриття фіксувалося в рані (Рис 4.1.14). Пацієнту рекомендовані перев'язки з Октенісептом та Бетадином протягом 3 місяців з подальшою аутодермопластикой.

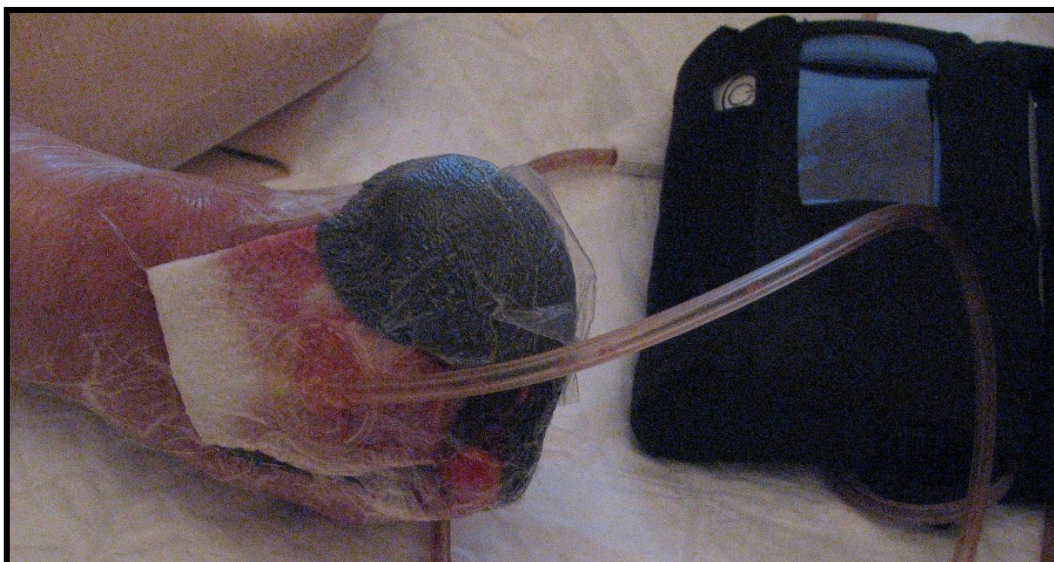


Рис. 4.1.13. Вакуумна терапія.



Рис. 4.1.14. Штучне полімерне покриття фіксоване в рані.

Метою проведення вакуумної терапії після закриття ран штучним полімерним покриттям вважали:

1. Відведення надмірного ранового ексудату;
2. Стимуляцію росту грануляційної тканини та крайової епітелізації під штучним полімерним покриттям з метою загоєння ран шляхом ранової контракції;

3. Прискорення очищення ран і стимуляцію росту грануляції для подальшого пластичного закриття ран одним із способів.

Показаннями до застосування вакуумної терапії вважали:

1. Тривала ішемія з некробіозом тканин рани;
2. Рани з надмірною ексудацією;
3. Імплантація штучного полімерного покриття в рану, дном якої є кісткова або жирова тканина;
4. Інфіковані або гнійні рани.

У післяопераційному періоді під час перев'язок синтетичне покриття обробляли антисептиками Бетадін та Октенісепт через день. За наявної тенденції до ранової контракції у 7 з 9 (77,8%) хворих, яким була виконана алодермопластика та проводилася вакуумна терапія, синтетичне покриття 1 раз на тиждень зрізали ножицями по периметру згідно контуру підростаючого епідермісу. З 7 пацієнтів, у яких була чітка тенденція до ранової контракції під полімерним покриттям, загоєння ран відбулося протягом до 2 місяців у 5, протягом до 3 місяців – у 2.

З 31 пацієнта, яким виконували алодермопластику у 24 – полімерне покриття тримали до 1 місяця, потім знімали його та у 22 (91,7%) визначали суттєвий ріст грануляційної тканини під полімерним покриттям. У 2 (8,3%) хворих мало місце нагноєння під полімерним покриттям, яке було видалене в перший тиждень після алодермопластики, проводилися перев'язки з метою ліквідації нагноєння, після чого була виконана аутодермопластика за Реверденом.

З 22 пацієнтів, яким полімерним покриттям було видалено планово через 1 місяць у 15 (68,2%) після чого була виконана аутодермопластика за Реверденом; у 7 (31,8%) - була виконана аутодермопластика за Тіршем.

З 84 пацієнтів, яким виконували пластичне закриття ран у 9 (10,7%) - була виконана пластика переміщеним повношаровим клаптом за Ессером.

Показанням до виконання пластики за Ессером вважали розташування ГНУ або ВНУ на опорній ділянці підошви (зона плесне-фалангових суглобів

або п'яти), коли дно рани після некректомії представлене суглобами, сухожилками або кістковою тканиною.

З 84 пацієнтів, яким виконували пластичне закриття ран у 44 (52,4%) протягом 1 місяця під впливом перев'язок не виявлено тенденції до самостійного загоєння ран після некректомій, з них 29 (65,9%) була виконана аутодермопластика за Реверденом, а у 15 (34,1%) – за Тіршем.

Метою виконання вільної аутодермопластики за Реверденом та Тіршем вважали:

1. Остаточне закриття рани стопи після попередніх етапів лікування;
2. Відновлення опороздатності стопи та можливість користуватися звичайним взуттям.

Виконання вільної аутодермопластики за Реверденом та Тіршем вважали показами при:

1. Наявність рани стопи з формуванням грануляційної тканини;
2. Відсутність тенденції до спонтанного загоєння.

Методика Тірша (Tiersch) - пересадка тонких шкірних клаптів товщиною 0,2-0,3 мм, до складу яких входять епідерміс і сосочковий шар дерми. Перевагу методу Тірша віддавали в тих випадках, коли площа дефекту тканин перевищувала 0,5% поверхні тіла хворого - 1/2 площі долоні хворого (Рис. 4.1.15), в інших випадках виконували пластику за Реверденом. Перед операцією одночасно проводили підготовку ранової або грануляційної поверхні та ділянки шкіри, звідки намічено взяти клапті епідермісу для пересадки. Грануляції обережно обробляли неспиртовими антисептиками (декасан, ектеріцид), надлишкові сосочки грануляцій видаляли скальпелем. Після цієї процедури треба домогтися ретельного гемостазу, інакше пересаджені клапті будуть відшаровані кров'ю.



Рис. 4.1.15. 1, 2 – Рани передньої та зовнішньої поверхні гомілки після некректомії; 3 – Рана задньої поверхні гомілки після некректомії.

Трансплантат брали частіше зі шкіри зовнішньої поверхні стегна. На цій ділянці шкіру попередньо голили, а потім тричі обробляли спиртом. Для покращення контакту з дерматомом шкіру змащували рідким стерильним вазеліном. Потім дерматомом зрізали шар епідермісу товщиною 0,2-0,3 мм у вигляді стрічки необхідної ширини і довжини. Щоб клапті не згорталися, їх обережно розправляли по площині, зрошуючи краплями теплої фізіологічного розчину. Трансплантат обробляли за допомогою перфоратора, створюючи отвори в ньому для відтоку ексудату, та переносили і укладали на заздалегідь підготовлену поверхню рани (Рис. 4.1.16).



Рис. 4.1.16. 1, 2 – Вільні розщеплені перфоровані клапті укладені на рани гомілки після некректомії.

Закінчивши пересадку, рану прикривали зверху сітчастою пов'язкою з вазеліном або парафіном, потім зверху серветкою з марлі і приклеювали навколо рани пластирем. Пов'язку змінювали через 3-5 днів не знімаючи сітку. Донорську ділянку шкіри також закривали асептичною пов'язкою. Проміжний результат пересадки шкіри оцінювали через 7 діб (Рис. 4.1.17), остаточний – через 21 добу (Рис. 4.1.18).



Рис. 4.1.17. 1, 2 – Проміжний результат аутодермопластики за Тіршем через 7 діб.



Рис. 4.1.18. 1, 2 – Остаточний результат аутодермопластики за Тіршем через 21 добу.

Методика за Реверденом виконувалась за вищевказаною технологією, проте на відміну від використання цільного трансплантату шкіри застосовували декілька менших за розмірами ділянок, які розташовували на певній відстані один від одного. Це дозволяло використовувати метод закриття дефекту шкіри в складних рельєфах стопи, наприклад, на згинах, або при невеликих дефектах.

Хорошим проміжним результатом вільної аутодермопластики через 7 діб після операції вважали первинне приживлення 60-70% і більше пересаженого матеріалу, що дозволяло прогнозувати добрий остаточний результат (повне загоєння ранового дефекту) впродовж 15-30 днів. У випадках коли приживлення становило менше 50% трансплантату, це вказувало на негативний прогноз загоєння ранового дефекту і необхідність подальших

пластичних операцій. Оцінка результатів пластичного закриття ран стопи здійснювалася шляхом розділення отриманих результатів на задовільні та незадовільні.

Методика алодермопластики полягала в наступному. Пацієнту, у якого не було ознак інфекції в рані після некректомії, в умовах операційної під внутрішньовенним наркозом або провідниковою чи спинномозковою анестезією гострим шляхом очищали ранову поверхню від фібрину до появи капілярної кровоточивості. Ранову поверхню закривали перфорованим штучним полімерним покриттям, яке укладали в рану строго відповідно її країв та фіксували покриття по периметру атравматичними швами Prolene 5–0 (Патент України на корисну модель № 77542 від 25.02.2013 р.) [16]. Зверху накладали абсорбуючі пов'язки. Щоденно робили перев'язки з обробкою штучного покриття 10% розчином бетадіну або октенісепту. Якщо ознак нагноєння під покриттям не було, робили перев'язки протягом одного–двох місяців з поступовим зрізанням країв штучного покриття відповідно з рановою контракцією та крайовою епітелізацією (Рис. 4.1.19). За відсутності тенденції до повного загоєння ран шляхом ранової контракції та крайової епітелізації через один–два місяці покриття знімали та виконували аутодермопластику за Реверденом або розщепленим перфорованим шкірним клаптом за Тіршем. При появі ознак нагноєння під штучним покриттям його знімали, проводили щоденну санацію рани протягом 3–5 днів та повторювали процедуру закриття рани штучним полімерним покриттям або накладали систему для вакуумного лікування ран.



Рис. 4.1.19. Загоєння рани після реваскуляризації під синтетичним полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації.

Клінічний приклад: Пацієнт Д., 62 роки, надійшов до Центру судинної та ендovasкулярної хірургії КЛ «Феофанія» ДУС 14.02.2024 року з приводу СОУ гомілкових артерій правої нижньої кінцівки, ішемії правої нижньої кінцівки IV ступеня, сухим некрозом тилу правої стопи (Рис. 4.1.20); 16.02.2024 року було виконано оперативне втручання: балонна ангіопластика артерій гомілкового сегменту справа, некректомія правої стопи, пластика дефекту тилу стопи штучним полімерним покриттям (Рис. 4.1.21). 14.05.2024 року була виконана аутодермопластика дефекту тилу правої стопи за Реверденом (Рис. 4.1.22). Рана остаточно загоїлася через 2 місяці (Рис. 4.1.23).



Рис. 4.1.20. Сухий некроз тилу правої стопи.



Рис. 4.1.21. Пластика дефекту тилу стопи штучним полімерним покриттям.



Рис. 4.1.22. Виконана аутодермопластика дефекту тилу правої стопи за Реверденом.



Рис. 4.1.23. Загоєння рани після реваскуляризації та некректомії з етапним закриттям ран синтетичним покриттям та з аутодермопластикою за Реверденом.

З 31 пацієнта, яким виконували закриття ран синтетичним покриттям, у 7 (22,6%) рани загоїлись шляхом ранової контракції і крайової епітелізації з етапним обрізанням країв полімерного покриття.

З 31 пацієнта, яким виконували закриття ран синтетичним покриттям у 24 (77,4%) пацієнтів знадобилося виконання аутодермопластики після зняття синтетичного покриття; з них у 7 (29,2%) вільним розщепленим перфорованим клаптом за Тіршем, у 15 (62,5%) - за Реверденом. У 2 (8,3%) хворих виявлено нагноєння під полімерним покриттям, останнє було видалено, проводили санацію рани з використанням антисептиків і вакуумної терапії з подальшою успішною аутодермопластикою за Реверденом.

Метою виконання пластики переміщеним повношаровим клаптом за Ессером, аутодермопластики за Реверденом або вільним розщепленим клаптом за Тіршем вважали остаточне закриття рани стопи після попередніх етапів лікування.

Показаннями до виконання пластики переміщеним повношаровим клаптом за Ессером вважали локалізацію рани в ділянці стопи, яка травмується при ходьбі і не має тенденції до спонтанного загоєння (Рис. 4.1.24).

В усіх 9 (10,7%) з 84 пацієнтів, яким була виконана пластика переміщеним повношаровим клаптом за Ессером, мало місце первинне приживлення клаптя (Рис. 4.1.25).



Рис. 4.1.24. Нейроішемічна виразка підошви в ділянці плесне-фалангових суглобів без тенденції до спонтанного загоєння.



Рис. 4.1.25. Пластика виразки підошви переміщеним повношаровим клаптем за Esser.

Найбільш ефективними пластичними методами лікування ран стопи після БАП та первинної некректомії є загоєння під полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації з вакуумною терапією - 100,0% та пластика за Ессером - 88,9% загоєння ран. Достатньо ефективна тимчасова пластика полімерним покриттям з подальшою пластикою за Реверденом - загоєння ран у 76,5%, або за Тіршем - 71,4%. Найменш ефективна методика ізольованої пластики за Реверденом - загоєння ран у 34,5%, або за Тіршем - 40,0%.

У групі А з 29 хворих повне загоєння ран стопи у 1 (3,5%) пацієнта, часткове або відсутність загоєння – 28 (96,5%) пацієнтів.

У групі Б з 44 хворих через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 37 (84,1%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 7 (15,9%) пацієнтів.

У групі В з 64 хворих через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 63 (98,4%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 1 (1,6%) пацієнт.

Загалом задовільний результат після реваскуляризації та первинної некректомії з подальшим застосування різних методів лікування ран стопи протягом 3 місяців лікування зі 137 пацієнтів отримано у 101 (73,7%), незадовільний – у 36 (26,3%).

До задовільного результату відносили повне загоєння рани після пластичного закриття протягом 1 міс зі збереженням опорної функції стопи.

Незадовільним результатом вважали: неповне загоєння або відсутність загоєння рани протягом 1 міс, потрібне подальше лікування (в т. ч. хірургічне) з метою загоєння рани і відновлення опорної функції стопи.

Таким чином, комплексне хірургічне лікування хворих з ІФСДС із застосуванням пластичного закриття ран штучним полімерним покриттям, аутодермопластики за Тіршем та Реверденом, вакуумної терапії ран на тлі ефекту від реваскуляризуючої операції зменшує відсоток високих ампутацій,

а також сприяє збільшенню відсотка хворих, у яких вдається досягти загоєння ран стопи з відновленням її опорної функції в найбільш короткі терміни.

4.2 Інші методи лікування ГНУ та ВНУ стопи у хворих з ІФ СДС

4.2 Додаткові методи лікування ГНУ та ВНУ стопи у хворих з ІФ СДС

Загальне ведення

- Оцінка статусу харчування (наприклад, гемоглобін крові і альбумін плазми)
- Лікування анемії
- Належне лікування цукрового діабету
- Належне лікування серцевої недостатності
- Покращення периферичної циркуляції. Ефективним є поєднання пентоксифіліну з антикоагулянтами/дезагрегантами.
- Курцям необхідно кинути палити.
- За наявності клінічних ознак інфікування виразки необхідно провести бактеріологічне дослідження та почати системну антибактеріальну терапію.

Місцеве лікування

Для місцевої терапії виразок потрібно обирати препарати придатних для різних етапів лікування, і відповідно до етапу ранового процесу використовувати необхідний вид лікування.

Мета першого етапу - видалення мертвих тканин і гнійного ексудату для створення оптимальних умов загоєння виразки. Нанесення гелю з лідокаїном або крему з лідокаїном і прилокаїном допомагає полегшити біль під час очищення рани. Також можливо використовувати ванночки або компреси для розм'якшення некротизованих тканин, використовуючи розчин гіпохлориту натрію 0,3%, розчин нітрату срібла 0,1–0,01%, Повідон-йод у вигляді мазі. Топічна ферментна терапія (наприклад, мазь з клостридіопептидазою) також покращує відторгнення некротичних тканин виразки. При необхідності додаткового зволоження з ефектом осмосу використовуємо гель з

пропіленгліколем, альгінатний гідрогель, гіпертонічний сольовий гель, проте врахуємо, що на природні смоли може розвинути алергія.

Чисті і гранулюючі рани

В стадії проліферації ран використовуємо легке промивання ран вищевказаними антисептиками, також для збереження мікроклімату ран використовуємо гідроколоїдні ранові покриття та пов'язки з поліуретанового піноматеріалу (див. вище). При розповсюджених процесах, коли формування кірочки може приводити до тріщини, допомагає використання панчохи, з антисептиком (наприклад, Medi Angio), або бинти, просочені маззю.

При випадках остеоартропатій, пов'язаних з ускладненням діабету, наприклад як нейроартропатія Шарко, необхідно вчасно розпізнавати та лікувати з використанням закритої іммобілізаційної пов'язки. Розвантажувальні пристрої (іммобілізаційні розвантажувальні пов'язки, зйомні ортопедичні шини, ортопедичне взуття) допомагають в лікуванні хронічних ран. Зручне взуття, спеціально виготовлене на фабриках або, за необхідності, за індивідуальним замовленням, також використання устілки, що полегшують навантаження або призначені для біомеханічної стимуляції стоп, а також ортези, шини для пальців ніг, подушечки.

Ще одною особливістю діабетичних виразок, є поєднання флори з грибковою інфекцією, яка ґрунтується на виявленні грибкової культури. Проведення забору матеріалу наступне - зразок збирають з очищеної шкіри після промивання рани фізіологічним розчином без використання антисептиків до того. Також характерна локалізація інфекційних вогнищ проміжків між пальцями, що потребує додаткового місцевого лікування з застосуванням для профілактики розповсюдження інфекції препаратів нашкірної дії (імідазол або тербінафін). Оніхомікоз та так звана мокасинова стопа (*tinea pedis*) вже вимагають перорального прийому препаратів (тербінафіну або ітраконазолу). Оніхомікоз, який обмежується кінчиком нігтя (зовнішня третя частина), може лікуватися за допомогою лаку з аморолфіном.

При розповсюдженні грибкового + бактеріального враження стопи потребує якомога швидкого початку лікування системними антибіотиками, активними відносно стафілококів (наприклад, цефалексин 500 мг × 3 на день). Додатково ванночки з перманганатом калію (1:10 000), а в пустулярній фазі - крем, що містить кортикостероїди та антибіотик з вологим компресом із фізіологічним розчином зверху. Компрес змінюється або зволожується кожні 4-6 годин. Коли інфекція затухає, пов'язки накладаються менш оклюзивно і стають більш сухими для забезпечення загоєння рани.

Пароніхії (при вросанні нігтя) у пацієнта з діабетом потребують серйозної уваги. Як правило, причиною є неправильне обрізання нігтів або використання тісного взуття. Пацієнта інструктують, як належним чином обрізати нігті. Обов'язкове консультування та спостереження подологом для виправлення вросання нігтя за допомогою пружини або якогось іншого пристрою. В подальшому може бути проведення хірургічного лікування врослого нігтю.

Гіперкератоз навколо виразки може бути видалений механічно з частотою раз на тиждень. Чорна основа виразки, некротична тканина видаляється пінцетом і скальпелем або ножицями. За необхідності використовуються місцеві анестетики. Загоєння гнійної глибокої виразки прискорюється при застосуванні ферментних препаратів, препаратів на основі сечовини (Бальзамед або Iruhol). Шлях введення - компрес препарату із фізіологічним розчином, що замінюється або зволожується з 8 – 12 - годинними інтервалами. Якщо пароніхії стають хронічними, край нігтя зрізають, а корінь нігтя обробляють фенолом / 5% розчином йоду.

Нейроартропатія Шарко. Цей стан часто включає фрагментацію кісток, що швидко прогресує, травмування суглобів, схильність до підвивихів та вивихів і може розвинути на стопі пацієнта з тривалим перебігом діабету. За необхідності, діагноз може бути підтверджений за допомогою виявлення типових ознак на МРТ. Лікування - іммобілізація на 6-9 місяців

імобілізаційною пов'язкою з використанням милиць. На початковому етапі використовується закрита імобілізаційна пов'язка.

Пробіотики. На зараз нове розуміння патогенезу хронічних ран підкреслило важливість нормального шкірного мікробіоценозу. Патогенні та умовно патогенні мікроорганізми впливають на процеси, пов'язані із загоєнням ран. Наявність флори створює вирішальну роль у патогенезі порушення загоєння виразок.

Механізм дії пробіотиків, що можуть викликати протимікробний ефект, ймовірно багатофакторний. Вони виробляють екзополісахариди з імуностимулюючою активністю і здатні активувати А - клітини: макрофаги та лімфоцити. Доказано, що пробіотики знижують концентрацію патогенних та умовно патогенних бактерій за рахунок видоспецифічного антагонізму. Також доведено, що вони збільшують проліферацію власних клітин та ангіонеогенез і, у поєднанні із згаданими ефектами, створюють сприятливе середовище для загоєння виразок.

Таким чином, застосування препаратів, що містить пробіотики, а саме *Bacillus subtilis* та *Bacillus megatherium*, у пацієнтів дозволило швидше знизити рівень бактеріального обсіменіння ран, достовірно скоротити терміни їх очищення від некротичних мас, домогтися швидшого переходу в фази грануляції та епітелізації і підготувати хворих до вторинного закриття ранових дефектів. Також під впливом лікування дезінфікуючим засобом, що містить *Bacillus subtilis* та *Bacillus megatherium*, прискорились очищення рани від термінаторного фібрину і ділянок некрозів, зменшення площі і глибини рани за рахунок формування активних грануляцій і крайової епітелізації. Згідно досліджень специфічної активності, встановлено, що використання пробіотичних засобів виявили бактерицидну та фунгіцидну активність.

Ультразвукова кавітація ран – це метод очищення та формування рани для загоєння, заснований на використанні ультразвуку в вологому середовищі для видалення некротичних тканин та біоплівки, не пошкоджуючи при цьому

життєздатні тканини. Цей метод ефективний у лікуванні інфікованих, трофічних і ран, що довго гоються, а також для стимуляції грануляцій.

Ультразвукова кавітація виразок або гідрохірургічне лікування виразок ультразвуком – це метод, при якому на ранову поверхню впливають ультразвуковими хвилями низької частоти в зволоженому середовищі. Цей процес призводить до створення та схлопування дрібних бульбашок у рідині, що зрошує рану (кавітаційний ефект). Схлопування бульбашок тиском призводить до механічного руйнування загиблих клітин тканин, біоплівки виразки та бактерій рани, що сприяє очищенню рани. Одночасно з цим, кавітація стимулює кровообіг та клітинну регенерацію, що прискорює також процеси регенерації в рані.

Переваги ультразвукової кавітації ран:

Селективне видалення некротичних тканин, метод дозволяє видалити некротичні клітини тканин, не впливаючи на здорові грануляції.

Видалення біоплівки - кавітація ефективно руйнує фібринну структуру, що виповнює виразку та уповільнюють загоєння.

Стимуляція регенерації - ультразвук активізує проактивні процеси А - клітин, сприяючи утворенню нової грануляційної життєздатної тканини, що заповнює виразку.

Зменшення мікробного пейзажу - прямий вплив на зниження інфекції за рахунок знищення клітин мікроорганізмів УЗ хвилею.

Прискорення загоєння - комбінована дія завдяки очищенню рани, видаленню біоплівки та стимуляції регенерації, прямий вплив на регенерацію тканини.

Зменшення болю та набряку - пацієнти, як правило, відзначають покращення за рахунок зменшення болю та набряку в ділянці рани після процедури.

Зниження дози антибактеріальних засобів - це призводить до скорочення комбінацій антибіотиків та інших лікарських препаратів, оскільки зменшення

бар'єру біоплівки та некротичних тканин сприяє кращому проникненню ліків у клітини та кращому їх засвоєнню.

Ампутації на стопі для збереження опорності.

Ампутація стопи Шарпа (трансматарзальна ампутація стопи). Найбільш вигідна операція в анатомічному та функціональному плані. При цьому типі ампутації зберігаються дистальні точки прикріплення сухожилків деяких м'язів гомілки, внаслідок чого кукса стопи не втрачає свою функцію і стійкість. Усічення стопи виробляють на будь-якому рівні від плеснових кісток. Розрізняють низьку метатарзальну ампутацію - нижче головок плеснових кісток, середню - на рівні діяфіза плеснових кісток і високу через основи плеснових кісток. У класичному варіанті формування кукси стопи виробляють за допомогою підшовного шкірно-фасціального клаптя. Однак у хворих з критичною ішемією у складі клаптя слід зберігати і життєздатні м'язи для його кращого кровопостачання. Доцільно застосовувати і атипові клапті, що формуються з тканин видалених пальців, що зберегли життєздатність. При поширеному ураженні тильних покривних тканин значну допомогу надає пластика вільним розщепленим шкірним клаптем.

Ампутація стопи по Лісфранку є екзартикуляцією стопи в плесне-передплесновому суглобі (суглобі Лісфранка). Суглобову капсулу розсікають скальпелем по лінії суглоба, починаючи ззаду бугристості п'ятої плеснової кістки у бік другої плеснової кістки (з латеральної сторони) і ззаду горбка першої плеснової кістки також у бік другої плеснової кістки (з медіального боку). Потім перетинають зв'язку, що з'єднує першу клиноподібну кістку з другою плесною кісткою (ключ Лісфранка) і повністю розкривають суглоб. Куксу стопи після вичленування Лісфранка формують за рахунок підшовного клаптя. При необхідності операцію доповнюють пластикою вільним розщепленим шкірним клаптем.

Хей дещо видозмінив цю операцію, доповнивши її резекцією внутрішньої частини першої клиноподібної кістки для зменшення бокової стінки кукси стопи.

Ампутація стопи по Лісфранку має ряд недоліків: коротка довжина кукси; можливість формування контрактур гомілковостопного суглоба в порочному положенні кукси стопи (в еквінусному положенні) і як наслідок утворення тривалих трофічних виразок опірної зони стопи.

Гетеротопічна осифікація часто спостерігається в реабілітаційній популяції ампутацій. Це стосується утворення зрілої пластинчастої кістки в позаскелетних м'яких тканинах, де кістки бути не повинно. Гетеротопне окостеніння вдвічі частіше зустрічається у чоловіків, ніж у жінок, але зазначається, що жінки старше 65 років мають підвищений ризик розвитку гетеротопічного окостеніння. Ускладнення гетеротопічної осифікації проявляються через зниження функції та рухливості, защемлення периферичного нерва та пролежнів, тривала інфекція рани, тривале використання ВАК терапії та загоєння кукси вторинним натягом без хірургічного формування кукси. До 70% випадків ГА протікають безсимптомно. Частота нейрогенної гетеротопічної осифікації становить від 10% до 20%. Клінічні ознаки та симптоми гетеротопічної осифікації можуть з'явитися через 3 тижні або до 12 тижнів після початкової травми/ампутації переднього відділу стопи. Захворювання не тільки важко діагностувати через відсутність специфічних маркерів, але його лікування не є задовільним. Поточні рекомендації щодо лікування включають мобілізацію за допомогою щадних вправ, НПВС та хірургічної резекції. Лікування за допомогою пасивних рухових вправ має бути реалізовано після підтвердження наявності осифікації, щоб запобігти анкілозу суглобів. Абсолютний показ до лікування полягає в хірургічній резекції зрілої кісткової структури після повного дозрівання. Це може бути від 12 до 18 місяців після первинної презентації. НПЗП також використовуються для припинення формування хибної кісткової тканини, але ефективність у популяції травм не була чітко доведена. Найбільш ефективним варіантом лікування у популяції є хірургічна резекція. Додатково рекомендовано схема лікування нестероїдними протизапальними препаратами (НПЗП) протягом 3 - 4 тижнів. Реабілітація після операції -

рекомендовано розпочати програму реабілітації протягом першої доби після операції. Програма повинна тривати 3 тижні, щоб запобігти новоутворенню кісткової тканини. Доведено, що фізична терапія приносить користь більшості пацієнтів з гетеротопічною осифікацією. Вправи і фізіотерапія допоможуть запобігти атрофії м'язів і зберегти рухливість суглобів. Проте слід бути обережним під час роботи з пацієнтами з відомим гетеротопічними ураженнями. Занадто агресивна терапія може погіршити стан і призвести до запалення, еритеми, кровотечі та посилення болю.

Матеріали даного розділу опубліковано у наступних наукових працях:

1. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Застосування штучного полімерного покриття в лікуванні ран при синдромі ішемічної діабетичної стопи. V Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» 19-20 квітня 2012, Київ. Клінічна флебологія. 2012;1(5):97-98 (*Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку*);
2. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Капелюшний ВФ, Майструк ВІ. Порівняльна оцінка результатів хірургічного та консервативного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;8:27-30. doi: 10.26779/2522-1396.2019.08.27. (*Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, статистичну обробку матеріалу, приймав участь в підготовці статті до друку*);
3. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Субботін ВЮ, Дорошенко АМ, Швед ОЄ, Лазаренко ОМ; заявник та патентовласник. Патент № 77542 Україна, МПК: А61В 17/03, А61В 17/00. Спосіб хірургічного лікування ран у хворих на цукровий діабет. №u2012 06241 заявл. 24.05.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. №4. 2013. (*Дисертантом проведено патентно-*

інформаційний пошук та огляд літератури, оформлено заявку на винахід).

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Хронічна ішемія нижніх кінцівок – прояв СОУ артерій, що включає типові хронічні ішемічні болі в стані спокою та трофічні розлади – як ВНУ так і ГНУ з тривалістю симптоматики не менше 2 тижнів [4, 38].

У більшості розвинутих країн середній термін стаціонарного лікування хворого на ЦД з ВНУ або ГНУ стопи на 50% більший, ніж для хворих на ЦД без ураження стопи. Лікування пацієнтів із ІФСДС і патологією периферичних артерій у стаціонарі триває в середньому вдвічі довше, ніж у пацієнта з патологією периферичних артерій без діабету [13, 79, 144].

На даний час беззаперечним є той факт, що основною ланкою патогенезу ІФСДС є розвиток діабетичної ангіопатії з порушенням макрогемодинаміки та мікроциркуляції. Діабетична ангіопатія – це генералізоване ураження артерій у хворих на ЦД, що розповсюджується як на гемомікроциркуляторне русло (мікроангіопатія) так і на артерії дрібного, середнього та великого діаметру (макроангіопатія). Зміни в артеріях великого діаметру часто розглядають як ранній генералізований атеросклероз, патологія середніх та дрібних артерій має специфічні ознаки, притаманні лише для хворих на ЦД – артеріосклероз Менкеберга [17, 131].

Ознаки діабетичної мікроангіопатії знаходять в усіх життєво важливих органах; це призводить до ускладнень ЦД - ретинопатії, нефропатії, нейропатії, кардіоміопатії та ін. Підвищення рівня глікемії є основним чинником, що спричиняє розвиток хронічних ускладнень ЦД [200, 211]. Ендотеліальна дисфункція, є патофізіологічною основою діабетичної мікро-макроангіопатії, що й маніфестує на ранніх стадіях захворювання [72, 73, 200]. В основі формування некрозу лежить недостатність кровотоку в мікросудинах. Разом із цим, порушення функцій ендотеліоцитів капілярів та інших судин створюють умови для прогресування нейропатії і макроангіопатії, ці процеси взаємно посилюють один одного і сприяють розвитку ВНУ та ГНУ стопи [165, 195].

У 2011 р. Міжнародна робоча група з діабетичній стопі (IWGDF) прийняла рекомендації по діагностиці і лікуванню захворювань периферичних артерій у хворих на ІФСДС [77, 112], згідно яким "мета реваскуляризації у цих пацієнтів полягає у відновленні прямого пульсуючого кровотоку як мінімум по одній артерії стопи, переважно по артерії, яка кровопостачає анатомічну зону виразки". У 1998 р. G. I. Taylor і W. R. Pan визначили на стопі шість ангіосом, три з яких кровоснабжаються з системи ЗВГА, одна - гілками ПВГА та дві - гілками МГА [193]. Більшість авторів, які вивчають та застосовують на практиці ангіосомну концепцію реваскуляризації, доводять, що відновлення пульсуючого кровотоку по цільовій артерії - один з найбільш важливих факторів, який необхідно брати до уваги при плануванні втручання у хворих на ІФСДС з ішемічними трофічними ураженнями стопи [1, 10, 82]. Однак у всіх перерахованих роботах порівнювалися результати всього лише двох видів відновлення кровотоку до зони трофічного дефекту: ПР і ОР. Друга група є досить гетерогенною, так як до неї потрапляють як пацієнти з добре розвиненими колатераліями стопи, так і хворі, у яких кровоток на стопу відновлювався за відсутності колатералей до ушкодженої ангіосоми. Таким чином, стан колатерального кровообігу в стопі та особливості її ангіосомного кровопостачання потребують ретельної уваги при плануванні реваскуляризації стопи та подальшого поглибленого вивчення.

Обмежені показання до застосування відкритих хірургічних методів реваскуляризації на рівні периферійного русла та суттєві недоліки цих методів спонукають до перегляду існуючих стандартів в судинній хірургії. Протягом останнього часу бурхливий розвиток ендоваскулярних технологій зумовив стрімке зростання кількості ЕВ з метою реваскуляризації нижньої кінцівки [71, 75, 111, 128, 134, 148, 167, 174]. Стрімкий прогрес ендоваскулярної хірургії спонукає до перегляду деяких стандартів наведених в матеріалах TASC II. Розвиток відповідних технологій таких як субінтимальна ангіопластика [106, 145, 198], застосування стентування після ангіопластики раніше повністю оклюзованих артерій, використання низькопрофільних дилатаційних балонів

та балонів з лікувальним покриттям, нових моделей стентів для периферичних артерій малого діаметру дозволяє шляхом виконання ЕВ вирішувати завдання, які раніше можна було вирішити лише за допомогою відкритої мікрохірургічної операції гомілкового та стопового шунтування [106, 107, 117, 132, 145, 173].

Окремим питанням лікування ВНУ та ГНУ у хворих на ІФСДС слід розглядати застосування методів пластичного закриття дефектів тканин стопи після реваскуляризації та первинної некректомії. Необхідно застосовувати вже існуючі [125, 127] та розробляти нові методики та технології етапного загоєння ран у випадках, коли загоєння первинним натягом після некректомії неможливо. Загоєння ран стопи після некректомій та малих ампутацій з приводу ВНУ та ГНУ є остаточною метою лікування хворих з наведеною патологією та обов'язковою умовою відновлення опорної функції кінцівки [9, 41, 42, 50, 53, 170, 183, 201].

Метою дослідження було покращення результатів хірургічного лікування хворих на ІФСДС на тлі СОУ артерій гомілкового сегменту шляхом створення алгоритму діагностично-лікувальної тактики із застосуванням інтраопераційної дебітометрії, дослідження мікроциркуляції методом черезшкірного вимірюванням $TcPO_2$ в тканинах стопи, використанням ангіосомної концепції та оптимізацією хірургічної тактики втручань на стопі з метою остаточного загоєння ран після первинної некректомії.

В дисертаційній роботі узагальнений досвід лікування 137 хворих на ЦД (II тип) з ІФСДС на тлі СОУ артерій гомілкового сегменту з ВНУ та ГНУ стопи, яким були виконані ЕВ та оперативні втручання на стопі.

Згідно отриманих показників дебіту ПКА після виконання БАП артерій гомілкового сегменту пацієнтів були розподілені на три групи. До групи А були віднесені 29 (21,2%) пацієнтів з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази. До групи Б увійшли 44 (32,1%) пацієнта з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій в межах 2 - 4 рази; група В – 64 (46,7%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій

більше ніж в 4 рази (Рис. 5.1). Відповідно до ступеня збільшення дебіту ПКА після БАП артерій гомілкового сегменту пацієнтам групи А нараховували 0 балів, групи Б – 1 бал, групи В – 2 бали.

За результатом порівняння ефективності втручань між трьома клінічними групами (А, Б, В) було виявлено статистично значущі відмінності в частоті досягнення ефекту збільшення приросту дебіту в ПКА відповідно кратності показника ($\chi^2 = 94,75$; $df = 4$; $p < 0,001$).

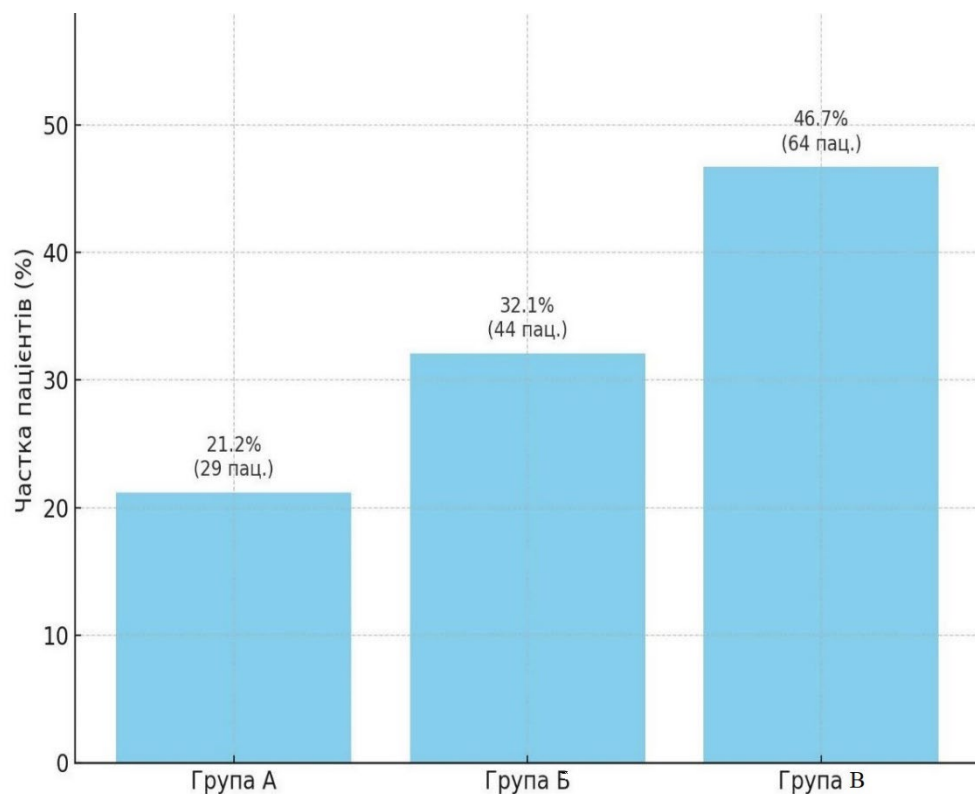


Рис. 5.1. Розподіл пацієнтів на групи згідно приросту дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій.

Проведено дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $TcPO_2$ в тканинах стопи через 3 доби після виконання БАП та первинної некректомії. В групі А показник $TcPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 19 (65,5%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 8 (27,6%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 2 (6,9%) пацієнтів. В групі Б показник $TcPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 2 (4,6%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 32 (72,7%) пацієнтів,

в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 10 (22,7%) пацієнтів. В групі В показник $TcPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 1 (1,6%) пацієнта, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 20 (31,2%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 43 (67,2%) пацієнтів. (Рис. 5.2). Відповідно в цих 3 групах коефіцієнт достовірності (χ^2) для розподілу показників $TcPO_2$ між групами склав $\chi^2 = 91,60$, $p < 0,001$. Це означає, що відмінності у показниках $TcPO_2$ в тканинах стопи між групами А, Б, і В є статистично достовірними. Знайдена тенденція до покращення показників мікроциркуляції від групи А до групи В. Результати наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Результати вимірювання $TcPO_2$ через 3 доби після БАП

Показник $TcPO_2$, мм рт. ст.	Кількість хворих в групах		
	А	Б	В
0-20	19 (65,5%)	2 (4,6%)	1 (1,6%)
20-40	8 (27,6%)	32 (72,7%)	20 (31,2%)
40-60	2 (6,9%)	10 (22,7%)	43 (67,2%)
Загалом	29 (100%)	44 (100%)	64 (100%)

Пацієнтам з показником $TcPO_2$ 0 – 20 мм рт. ст. нараховували 0 балів, 20 – 40 мм рт. ст. – 1 бал, 40 – 60 мм рт. ст. – 2 бали.

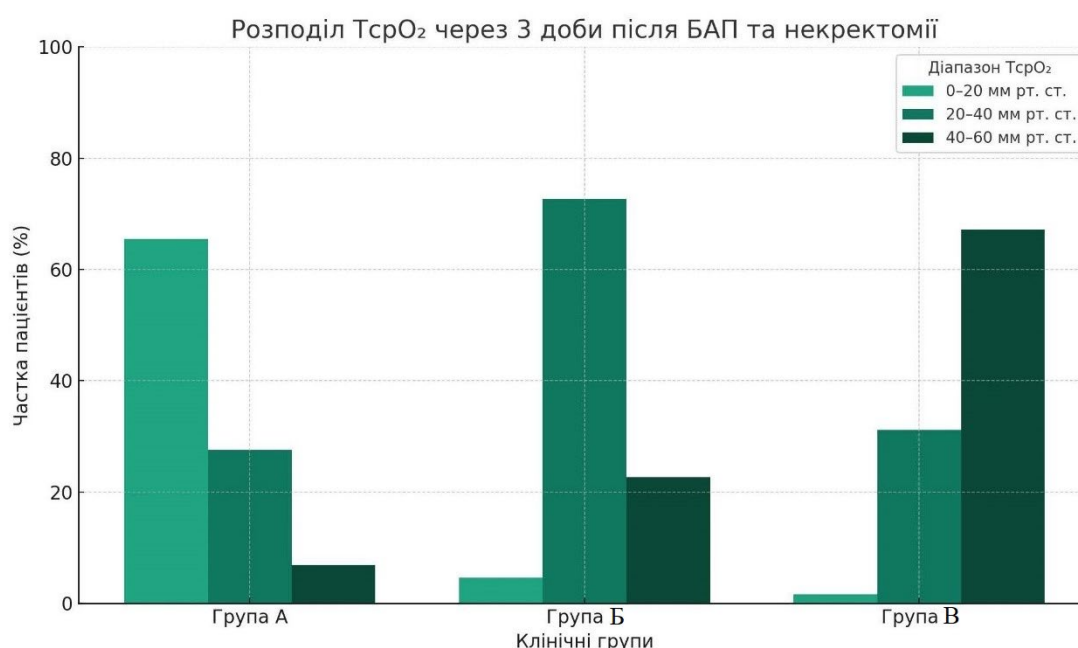


Рис. 5.2. Показники $TcPO_2$ в групах пацієнтів через 3 доби після виконання БАП та первинної некректомії.

Проводили аналіз результатів БАП згідно ангіосомної концепції. Якщо вдалося відновити кровопостачання ураженої некротичним процесом ділянки стопи по ангіосомній артерії – такий варіант реваскуляризації вважали прямим. Якщо вдавалося відновити кровопостачання ураженої некротичним процесом ділянки стопи не через ангіосомну артерію, а по артерії, яка має найбільш розвинуті анатомічні зв'язки з ангіосомною артерією – колатеральна реваскуляризація. Якщо видимих колатеральних гілок до зони некротичного процесу не було знайдено, такий варіант реваскуляризації вважали опосередкованим. У групі А – варіант ПР не вдалося виконати жодному хворому; ОР – 5 (17,2%) хворих; КР – 24 (82,8%) хворих. У групі Б – ПР вдалося виконати у 16 (36,4%) хворих; ОР – 22 (50,0%) хворих; КР – 6 (13,6%) хворих. У групі В – ПР вдалося виконати у 54 (84,4%) хворих; ОР – 8 (12,5%) хворих; КР – 2 (3,1%) хворих (Рис. 5.3). Варіанти БАП в групах згідно ангіосомної концепції наведені в таблиці 5.2.

За результатами порівняння ефективності втручань між трьома клінічними групами (А, Б, В) було встановлено статистично значущі відмінності у частоті виконання ПР, ОР та КР відповідно до показників покращення насичення тканин киснем. У відмінності результатів при цих видах лікування доведено статистичну достовірність ($\chi^2 = 94.75$; $df = 4$; $p < 0,001$).

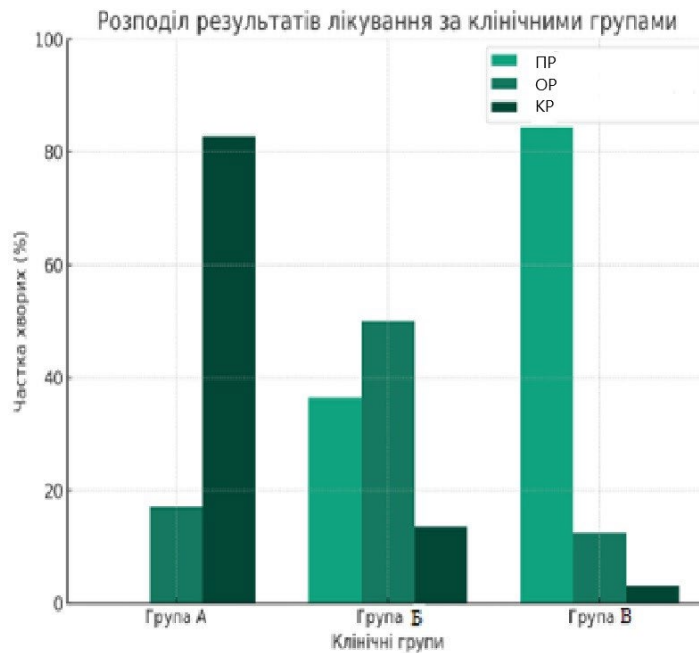


Рис. 5.3. Варіанти БАП в групах згідно ангіосомної концепції.

Якщо мав місце варіант ПР – пацієнтові нараховували 2 бали; ОР – 1 бал; КР – 0 балів.

Таблиця 5.2.

Варіанти БАП в групах згідно ангіосомної концепції

Варіант виконання БАП	Кількість хворих в групах		
	А	Б	В
ПР	0 (0%)	16 (36,4%)	54 (84,4%)
ОР	5 (17,2%)	22 (50,0%)	8 (12,5%)
КР	24 (82,8%)	6 (13,6%)	2 (3,1%)
Загалом	29 (100%)	44 (100%)	64 (100%)

З 137 пацієнтів, яким була виконана БАП та первинна некректомія з приводу ВНУ та ГНУ стопи повного загоєння ран без додаткових хірургічних втручань на тлі перев'язок з антисептиками, ангіотропною та антибактеріальною терапії вдалося досягнути протягом 1 місяці у 53 (38,7%).

Пластику повношаровим переміщенням клаптем за Ессером після первинної некректомії при локалізації ВНУ або ГНУ на опорній поверхні підошви (зона плесне-фалангових суглобів або п'яти), коли дно рани представлене суглобами, сухожилками або кістковою тканиною виконали у 9 (6,6%) пацієнтів. Протягом 1 місяця повного загоєння рани вдалося досягнути у 8 (88,9%) хворих, у 1 (11,1%) з 9 хворих загоєння не було досягнуто навіть через 3 місяці.

Пластику штучним полімерним покриттям після первинної некректомії виконали у 31 пацієнта. Тенденція до загоєння ран під полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації була знайдена у 7 (22,6%) пацієнтів з 31. У післяопераційному періоді під час перев'язок синтетичне покриття обробляли антисептиками Бетадін та Октенісепт через день. За наявної тенденції до ранової контракції всім 7 хворим проводилася вакуумна терапія з метою стимуляції процесу загоєння, синтетичне покриття 1 раз на тиждень зрізали ножицями по периметру згідно контуру новоутвореного епідермісу. З 7 пацієнтів, у яких була чітка тенденція до ранової контракції під полімерним покриттям, загоєння ран відбулося протягом 2 місяців у 5 (71,4%), протягом 3 місяців – ще у 2 (28,6%).

З 31 пацієнта, яким виконували алодермопластику у 24 (77,4%) – полімерне покриття тримали 1 місяць, за відсутності тенденції до ранової контракції та крайової епітелізації знімали його та визначали суттєвий ріст грануляційної тканини під полімерним покриттям.

З 24 пацієнтів, яким полімерне покриття було видалено планово через 1 місяць у 17 (70,8%) була виконана аутодермопластика за Реверденом; у 7 (29,2%) – була виконана аутодермопластика за Тіршем.

Через 3 місяці з 17 пацієнтів, яким була виконана аутодермопластика за Реверденом після планового видалення полімерного покриття задовільний результат у вигляді повного загоєння ран отримано у 13 (76,5%), неповне загоєння або його відсутність – у 4 (23,5%) пацієнтів. Через 3 місяці з 7 пацієнтів, яким була виконана аутодермопластика за Тіршем після планового

видалення полімерного покриття повне загоєння ран отримано у 5 (71,4%), неповне загоєння або його відсутність – у 2 (28,6%) пацієнтів.

З 84 пацієнтів, яким виконували пластичне закриття ран у 44 (52,4%) протягом 1 місяця під впливом перев'язок не виявлено тенденції до самостійного загоєння ран після некректомій, з них 29 (65,9%) була виконана аутодермопластика за Реверденом, а у 15 (34,1%) – за Тіршем. Через 3 місяці з 29 пацієнтів, яким була виконана аутодермопластика за Реверденом повного загоєння ран досягнули у 10 (34,5%), неповне загоєння або його відсутність – у 19 (65,5%) пацієнтів. Через 3 місяці з 15 пацієнтів, яким була виконана аутодермопластика за Тіршем повне загоєння ран отримано у 6 (40,0%), неповне загоєння або його відсутність – у 9 (60,0%) пацієнтів. Результати застосованих методів пластичного закриття ран стопи наведені на Рис. 5.4.

Із 31 пацієнта, яким виконували закриття ран синтетичним покриттям у 24 (77,4%) пацієнтів знадобилося виконання аутодермопластики після зняття синтетичного покриття; з них у 7 (29,2%) вільним розщепленим перфорованим клаптем за Тіршем, у 15 (62,5%) - за Реверденом. У 2 (8,3%) хворих виявлено нагноєння під полімерним покриттям, останнє було видалено, проводили санацію рани з використанням антисептиків і вакуумної терапії з подальшою успішною аутодермопластикою за Реверденом.

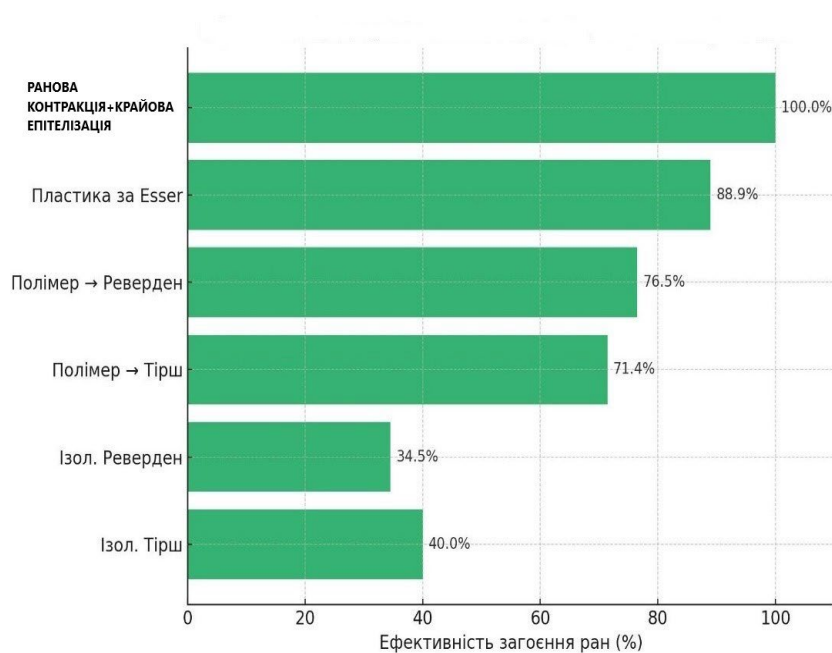


Рис. 5.4. Результати застосованих методів пластичного закриття ран стопи.

До задовільного результату лікування ран стопи після первинної некректомії відносили повне загоєння протягом до 3 місяців зі збереженням опорної функції стопи.

Незадовільним результатом вважали часткове загоєння або відсутність загоєння ран стопи протягом до 3 місяців.

У групі А з 29 хворих через 1 місяць після БАП та відповідних операцій на стопі повного загоєння ран стопи не досягнули у жодного пацієнта, часткове загоєння – 4 (13,8%) пацієнта, відсутність загоєння – 25 (86,2%) пацієнтів; через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 1 (3,5%) пацієнта, часткове або відсутність загоєння – 28 (96,5%) пацієнтів.

У групі Б з 44 хворих через 1 місяць після БАП та відповідних операцій на стопі повне загоєння ран стопи спостерігали у 10 (22,7%) пацієнтів, часткове загоєння – 19 (43,2%) пацієнтів, відсутність загоєння – 15 (34,1%) пацієнтів; через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 37 (84,1%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 7 (15,9%) пацієнтів.

У групі В з 64 хворих через 1 місяць після БАП та відповідних операцій на стопі повне загоєння ран стопи було у 51 (79,7%) пацієнтів, часткове загоєння – 9 (14,1%) пацієнта, відсутність загоєння – 4 (14,2%) пацієнтів; через 3 місяці: повне загоєння ран стопи у 63 (98,4%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 1 (1,6%) пацієнт. Результати наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Загоєння ран стопи через 1 і 3 місяці в групах

Варіант загоєння ран стопи	Кількість хворих в групах		
	А	Б	В
Повне через 1 міс.	0 (0%)	10 (22,7%)	51 (79,7%)
Часткове через 1 міс.	4 (13,8%)	19 (43,2%)	9 (14,1%)
Відсутнє через 1 міс.	25 (86,2%)	15 (34,1%)	4 (14,2%)
Повне через 3 міс.	1 (3,5%)	37 (84,1%)	63 (98,4%)
Часткове або відсутнє через 3 міс.	28 (96,5%)	7 (15,9%)	1 (1,6%)
Загалом	29 (100%)	44 (100%)	64 (100%)

Таким чином – задовільний результат після реваскуляризації та первинної некректомії з подальшим застосування різних методів лікування ран стопи протягом 3 місяців лікування зі 137 пацієнтів отримано у 101 (73,7%), незадовільний – у 36 (26,3%).

Наводимо приклад розрахунку кількості балів, що набрав рандомний пацієнт з групи А та середньої кількості балів на 1 пацієнта в групі А: належність до групи А дає «0» балів, $TcPO_2$ в межах 20 – 40 мм рт. ст. дає «1» бал, варіант виконання БАП – ОР дає «1» бал. Таким чином – сума балів = 2. Загалом всі 29 пацієнтів з групи А набрали 17 балів: 8 пацієнтів за рахунок $TcPO_2$ в межах 20 – 40 мм рт. ст. = 8 x 1 бал = 8; 2 пацієнти за рахунок $TcPO_2$ в межах 40 – 60 мм рт. ст. = 2 x 2 бали = 4; 5 пацієнтів за рахунок виконання БАП

– ОР = 5×1 бал = 5; сума = $8 + 4 + 5 = 17$. Середня кількість балів на 1 пацієнта в групі А = $17/29 = 0,59$.

Наводимо приклад розрахунку кількості балів, що набрав випадковий пацієнт з групи Б: належність до групи Б дає «1» бал, $TcP0_2$ в межах 40 – 60 мм рт. ст. дає «2» бали, варіант виконання БАП – ОР дає «1» бал. Таким чином – сума балів = 4. Загалом всі 44 пацієнтів з групи Б набрали 150 балів: всі 44 пацієнти за належність до групи Б набрали по 1 балу = $44 \times 1 = 44$; 32 пацієнти за рахунок $TcP0_2$ в межах 20 – 40 мм рт. ст. = 32×1 бал = 32; 10 пацієнтів за рахунок $TcP0_2$ в межах 40 – 60 мм рт. ст. = 10×2 бали = 20; 16 пацієнтів за рахунок виконання БАП – ПР = 16×2 бали = 32; 22 пацієнти за рахунок виконання БАП – ОР = 22×1 бал = 22; сума = $44 + 32 + 20 + 32 + 22 = 150$. Середня кількість балів на 1 пацієнта в групі Б = $150/44 = 3,41$.

Наводимо приклад розрахунку кількості балів, що набрав випадковий пацієнт з групи В: належність до групи В дає «2» бал, $TcP0_2$ в межах 20 – 40 мм рт. ст. дає «1» бал, варіант виконання БАП – ПР дає «2» бали. Таким чином – сума балів = 5. Загалом всі 64 пацієнти з групи В набрали 350 балів: всі 64 пацієнти за належність до групи В набрали по 2 бали = $64 \times 2 = 128$; 20 пацієнтів за рахунок $TcP0_2$ в межах 20 – 40 мм рт. ст. = 20×1 бал = 20; 43 пацієнтів за рахунок $TcP0_2$ в межах 40 – 60 мм рт. ст. = 43×2 бали = 86; 54 пацієнтів за рахунок виконання БАП – ПР = 54×2 бали = 108; 8 пацієнтів за рахунок виконання БАП – ОР = 8×1 бал = 8; сума = $128 + 20 + 86 + 108 + 8 = 350$. Середня кількість балів на 1 пацієнта в групі В = $350/64 = 5,47$.

Відсоток повного загоєння ран стопи в групі А становив 0% через 1 місяць та 3,5% через 3 місяці; в групі Б - 22,7% через 1 місяць та 84,1% через 3 місяці; в групі В – 79,7% через 1 місяць та 98,4% через 3 місяці. Зважаючи на це, ми прийшли до висновку: при сумі балів у хворого «5-6» - ймовірність загоєння ран стопи дуже висока, у таких пацієнтів доцільно зосередитись на місцевому лікуванні ран. При сумі балів у хворого «4» - ймовірність загоєння ран стопи помірна, у таких пацієнтів доцільно виконання пластики ран за Ессером, пластики штучним полімерним покриттям, застосування вакуумної

терапії; доцільно зосередитись на місцевому лікуванні ран з використанням більш сучасних та дорогих матеріалів (адгезивних пов'язок, сорбентів, гелевих пластирів, полімерних покриттів тощо) та застосування препаратів Простагландину E1, депротейнізованого гемодеривату з крові телят, альфаліпоєвої кислоти, вітамінних комплексів та ін. При сумі балів у хворого «3» - ймовірність загоєння ран стопи низька, якщо у таких пацієнтів через 1 місяць немає хоча б часткового загоєння ран стопи, треба розглянути питання про можливість виконання шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутацію кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування. При сумі балів у хворого менше «3» - шанси на загоєння ран стопи та збереження її опорної функції практично відсутні, у таких хворих треба одразу ставити питання про можливість виконання шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутацію кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування.

Враховуючи середню кількість балів на одного хворого у виділених групах: А – 0,59, Б – 3,41, В – 5,47, а також пряму кореляцію між прирістом дебіту ПКА після БАП, відсотком хворих в групах порівняння з високим показником $TcPO_2$ та збільшення відсотка хворих з виконаним варіантом БАП у вигляді ПР від групи А до групи В - вважаємо, що визначення кількісних змін дебіту ПКА після виконання БАП достатньо точно визначає перспективу загоєння ран стопи після некректомії у хворих на ІФССД з ішемією стопи IV ступеня та за відсутності можливості визначення $TcPO_2$ може бути окремим, достатньо простим критерієм формулювання подальшої тактики: пацієнти з прирістом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування; пацієнти з прирістом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій в межах 2 - 4 рази - лікування ран стопи протягом 3 місяців, при відсутності, як мінімум, часткового загоєння ран стопи - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування; пацієнти з

прирістом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій більше ніж в 4 рази – лікування ран стопи до повного загоєння та відновлення її опорної функції.

На завершення слід також зазначити, що часто лікування ран стопи після некректомії у хворих на ІФССД з ішемією стопи IV ступеня на тлі СОУ артерій гомілкового сегменту після виконаної БАП проводять у відділеннях загальної або гнійної хірургії не маючи жодних критеріїв, скільки часу повинно тривати таке лікування та які критерії вибору того чи іншого методу лікування. У випадку відсутності тенденції до загоєння ран стопи, часто має місце тривале безперспективне та затратне лікування. Це призводить до не обґрунтованого навантаження на бюджетні та позабюджетні джерела фінансування лікування такої категорії хворих без будь якого зрозумілого прогнозу результату лікування.

Матеріали даного розділу опубліковано у наступних наукових працях:

1. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Куцин АМ, Жагдаль АА. Результати хірургічного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки з урахуванням даних інтраопераційної дебітометрії. Клінічна хірургія. Україна. 2020;5-6:36-40. doi: 10.26779/2522-1396.2020.5-6. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, він приймав участь в підготовці статті до друку);*
2. Didenko S, Subbotin V, Ratushniuk A, Prysyzhna N, Khalimovskyi B. [Value of intraoperative debitometry in selecting of surgical treatment tactics for patients with diabetes mellitus with chronic critical ischemia of the lower limb]. Georgian Med News. 2021 Jul-Aug;(316-317):10-16. SCOPUS. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, статистична обробка матеріалу, взято участь в підготовці статті до друку).*

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі проаналізована, теоретично обґрунтована та практично вирішена актуальна задача сучасної судинної та загальної хірургії – поліпшення результатів хірургічного лікування хворих на ЦД та ХІНК, що зумовлена СОУ артерій гомілкового сегменту шляхом створення алгоритму діагностично-лікувальної тактики із застосуванням інтраопераційної дебітометрії, дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $TsPO_2$ в тканинах стопи, використанням ангіосомної концепції та оптимізацією хірургічної тактики втручань на стопі з метою остаточного загоєння ран після первинної некректомії.

Це дозволило зробити наступні висновки:

1. Вивчені результати вимірювання дебіту ПКА у 137 хворих на ІФССД та ХІНК з СОУ артерій гомілкового сегменту до та після виконання БАП. Згідно отриманих результатів дебітометрії сформовані відповідні групи пацієнтів: група А – 29 (21,2%) пацієнтів з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази; група Б – 44 (32,1%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій в межах 2 - 4 рази; група В – 64 (46,7%) пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій більше ніж в 4 рази;

2. Проведено дослідження мікроциркуляції методом черезшкірного вимірюванням парціального тиску кисню $TsPO_2$ в тканинах стопи через 3 доби після виконання БАП та первинної некректомії. В групі А показник $TsPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 19 (65,5%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 8 (27,6%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 2 (6,9%) пацієнтів. В групі Б показник $TsPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 2 (4,6%) пацієнтів, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 32 (72,7%) пацієнтів, в межах 40 – 60 мм рт. ст. у 10 (22,7%) пацієнтів. В групі В показник $TsPO_2$ коливався в межах 0 – 20 мм рт. ст. у 1 (1,6%) пацієнта, в межах 20 – 40 мм рт. ст. у 20 (31,2%) пацієнтів, в

межах 40 – 60 мм рт. ст. у 43 (67,2%) пацієнтів. Знайдена тенденція до покращення показників мікроциркуляції від групи А до групи В;

3. У групі А – варіант ПР не вдалося виконати жодному хворому; ОР – 5 (17,2 %) хворих; КР – 24 (82,8 %) хворих. У групі Б – ПР вдалося виконати у 16 (36,4%) хворих; ОР – 22 (50,0%) хворих; КР – 6 (13,6 %) хворих. У групі В – ПР вдалося виконати у 54 (84,4%) хворих; ОР – 8 (12,5%) хворих; КР – 2 (3,1%) хворих. Знайдена тенденція до збільшення відсотку хворих, яким була виконана ПР від групи А до групи В;

4. Найбільш ефективними пластичними методами лікування ран стопи через 3 місяці після БАП та первинної некректомії є загоєння під полімерним покриттям шляхом ранової контракції та крайової епітелізації з вакуумною терапією - 100,0% та пластика за Ессером - 88,9% загоєння ран. Достатньо ефективна тимчасова пластика полімерним покриттям з подальшою пластикою за Реверденом - загоєння ран у 76,5%, або за Тіршем - 71,4%. Найменш ефективна методика ізольованої пластики за Реверденом - загоєння ран у 34,5%, або за Тіршем - 40,0%;

5. У групі А з 29 хворих повне загоєння ран стопи через 3 місяці після БАП та первинної некректомії у 1 (3,5%) пацієнта, часткове або відсутність загоєння – 28 (96,5%) пацієнтів.

У групі Б з 44 хворих через 3 місяці після БАП та первинної некректомії: повне загоєння ран стопи у 37 (84,1%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 7 (15,9%) пацієнтів.

У групі В з 64 хворих через 3 місяці після БАП та первинної некректомії: повне загоєння ран стопи у 63 (98,4%) пацієнтів, часткове або відсутність загоєння – 1 (1,6%) пацієнт.

Загалом задовільний результат через 3 місяці після БАП та первинної некректомії з подальшим застосування різних методів лікування ран стопи протягом 3 місяців лікування зі 137 пацієнтів отримано у 101 (73,7%), незадовільний – у 36 (26,3%);

6. Відповідно до ступеня збільшення дебіту ПКА після БАП артерій гомілкового сегменту пацієнтам групи А нараховували 0 балів, групи Б – 1 бал, групи В – 2 бали; пацієнтам з показником $TcPO_2$ через 3 дні після БАП 0 – 20 мм рт. ст. нараховували 0 балів, 20 – 40 мм рт. ст. – 1 бал, 40 – 60 мм рт. ст. – 2 бали.

Якщо мав місце варіант БАП - КР, пацієнтові нараховували – 0 балів; ОР – 1 бал; ПР - 2 бали. Визначення приросту дебіту ПКА, вимірювання $TcPO_2$ та визначення варіанту реваскуляризації (ПР, ОР, КР) дозволяє нарахувати пацієнтам груп А, Б та В відповідну кількість балів, сума яких показує прогноз загоєння ран стопи та терміни застосування інших методів реваскуляризації або виконання ампутації. Вірогідність загоєння ран стопи: 5-6 балів – висока, 4 бали – помірна, 3 бали – низька, менше 3 балів – відсутня. Середня кількість балів на одного хворого у виділених групах: А – 0,59, Б – 3,41, В – 5,47;

7. Враховуючи середню кількість балів на одного хворого у виділених групах: А – 0,59, Б – 3,41, В – 5,47, а також пряму кореляцію між приростом дебіту ПКА після БАП, відсотком хворих в групах порівняння з високим показником $TcPO_2$ та збільшення відсотка хворих з виконаним варіантом БАП у вигляді ПР від групи А до групи В - вважаємо, що визначення кількісних змін дебіту ПКА після виконання БАП достатньо точно визначає перспективу загоєння ран стопи після некректомії та за відсутності можливості визначення $TcPO_2$ може бути окремим, достатньо простим критерієм формулювання подальшої тактики: пацієнти з приростом дебіту ПКА після БАП гомілкових артерій менше ніж в 2 рази - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування; пацієнти з приростом дебіту ПКА в межах 2 - 4 рази - лікування ран стопи протягом 3 місяців, при відсутності, як мінімум, часткового загоєння ран стопи - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки на оптимальному рівні для подальшого протезування; пацієнти з приростом дебіту ПКА більше ніж в 4 рази – лікування ран стопи до повного загоєння та відновлення її опорної функції.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У хворих на ІФССД з ХІНК до та після виконання БАП артерій гомілкового сегменту потрібно вимірювати дебіт ПКА з визначенням прирісту дебіту ПКА;

2. Після виконання БАП та первинної некректомії доцільно проводити дослідження мікроциркуляції методом вимірюванням $T_{sp}O_2$ в тканинах стопи;

3. У хворих на ІФССД з ХІНК під час виконання БАП артерій гомілкового сегменту потрібно дотримуватись ангіосомної концепції та намагатися виконувати ПР – відновлення поступлення крові по артерії, що живить уражену ангіосому;

4. З метою остаточного загоєння ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії доцільно застосовувати пластику за Ессером або застосувати закриття ран полімерним покриттям. Необхідно виявляти хворих з тенденцією до загоєння ран шляхом ранової контракції та крайової епітелізації та проводити їм відповідне лікування;

5. Вакуумна терапія ран з дієвим методом, що покращує результати лікування ран шляхом відведення ранового ексудату та стимуляції росту в рані грануляційної тканини;

6. З метою прогнозування результату лікування ран стопи після виконання БАП та первинної некректомії доцільно розраховувати суму балів у кожного хворого згідно таких показників: приріст дебіту ПКА після БАП, $T_{sp}O_2$ через 3 дні після БАП, варіант виконання реваскуляризації (ПР, ОР або КР);

7. Визначення кількісних змін дебіту ПКА після виконання БАП достатньо точно визначає перспективу загоєння ран стопи може бути критерієм формулювання подальшої тактики: приріст менше ніж в 2 рази – невідкладне шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки; 2 - 4 рази - лікування ран стопи протягом 3 місяців, при

відсутності, як мінімум, часткового загоєння ран стопи - шунтування в артерії гомілково-стопового сегменту або ампутація кінцівки; приріст більше ніж в 4 рази – лікування ран стопи до повного загоєння та відновлення її опорної функції .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксьонов ЄВ. Чинники ризику ускладнень під час реканалізації хронічних оклюзій коронарних артерій у пацієнтів з ішемічною хворобою серця. Серце і судини. 2018; 4: 7478 Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sis_2018_4_13
2. Бицай АМ. Етапність в хірургічній тактиці при багаторівневих оклюзійно-стенотичних ураженнях черевної аорти та артерій нижніх кінцівок у хворих з облітеруючим атеросклерозом. Клінічна хірургія. 2018;85(11):29-32. Доступно: https://nbuv.gov.ua/UJRN/KIKh_2018_85_11_9.
3. Білел Кхоршані. Прогнозування та індивідуалізоване комплексне хірургічне лікування синдрому стопи діабетика: дисертація. Буковинський державний медичний університет. Чернівці; 2022. Доступно з: https://nauka.bsmu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/06/dysertacziya_bilel_khorshani_2022_pdf_a.pdf
4. Вайда АР, Дейкало ІМ, Якимчук ОА. Досвід лікування ушкоджень підколінної артерії мирного часу. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2023;4:74–77. Доступно: <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2023.4.14182>
5. Вастьянов РС, Чехлова ОВ, Чехлов МВ. Непряма реваскуляризація при діабетичній мікроангіопатії – від експериментальних моделей до клінічного використання. Медична та клінічна хімія. Україна. 2020;1:64–72. Доступно: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2020.v.i1.11058>.
6. Венгер ІК, Ковальський ДВ, Костів СЯ, Герасимюк НІ, Вайда АР, Лойко П. Ендоваскулярна ангіопластика гомілкових артерій при повторній реваскуляризації інфраінгвінального артеріального русла нижніх кінцівок. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Медицина». 2020;1(61): 20-24. Доступно: <https://doi.org/10.24144/2415-8127.2020.61>.
7. Венгер ІК, Герасимюк НІ, Костів СЙ, Вайда АР, Гусак МО. Корекція кислотно-лужного балансу крові в системі попередження та лікування

реперфузійно-реоксигенаційного синдрому в результаті захворювання критичною ішемією нижніх кінцівок. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2020;2:21-26. Доступно: <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2020.2.10759>

8. Герасимчук ПО, Фіра ДБ, Павлишин АВ. Медико-соціальні та економічні питання в лікуванні хворих із синдромом діабетичної стопи. Лікарська справа. 2020;3/4:42-46. Доступно: [https://doi.org/10.31640/JVD.3-42020\(7\)](https://doi.org/10.31640/JVD.3-42020(7)).

9. Герасимчук ПО, Фіра ДБ, Павлишин АВ. Оцінка якості життя, пов'язаної із здоров'ям у медицині. Вісник медичних і біологічних досліджень. 2021;1(7):112-122. Доступно: <https://doi.org/10.1160/bmbr.2706-6290.2021.1.11882>.

10. Гощинський ВБ, П'ятничка ОЗ, Мігенько БО. Місце терапевтичного неоангіогенезу в лікуванні критичної ішемії нижніх кінцівок. Art of medicine. 2018; 4(8): 4447.

11. Гупало ЮМ, Шаповалов ДЮ, Шапринський ВВ, Дзигаль ОФ, Шамрай-Сас АВ, Куцин АМ. Концепція ангіосом у реваскуляризації артерій гомілки та стопи у хворих на цукровий діабет. Клінічна хірургія. Україна. 2020;87:55–58. Доступно: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2020.3-4.55>.

12. Гупало ЮМ, Шаповалов ДЮ, Шапринський ВВ, Шамрай-Сас АВ, Голяченко ОА, Куліковський БЛ. Ангіосомна реваскуляризація стопи у хворих на цукровий діабет. Науковий вісник Ужгородського університету, серія “Медицина». 2020;1(61):30-33.

13. Дзюбановський ІЯ, Антошук РЯ. Бактеріальний “пейзаж” гнійного осередку та принципи антибактеріальної терапії у хворих із синдромом діабетичної стопи. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2018; (1): 6772. <https://doi.org/10.11603/24144533.2018.1.8880>.

14. Діденко СМ. заявник та патентовласник. Спосіб хірургічного доступу до тильної артерії стопи у хворого на ішемічну форму синдрому стопи

діабетика. Патент № 115008 України. №u2016 11308 заявл. 09.11.2016; опубл. 27.03.2017, Бюл. №6.

15. Діденко СМ, Бойко ВВ, Іванова ЮВ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шаповалов ДЮ. Результати хірургічного лікування хворих із ішемічною формою синдрому діабетичної стопи та ураженням артерій підколінно-гомількового сегмента. Міжнародний медичний журнал. 2018;24(3):20-23. Доступно: <https://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000929131>.

16. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Субботін ВЮ, Дорошенко АМ, Швед ОЄ, Лазаренко ОМ; заявник та патентовласник. Спосіб хірургічного лікування ран у хворих на цукровий діабет. Патент № 77542 Україна, МПК: А61В 17/03, А61В 17/00. №u2012 06241 заявл. 24.05.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. №4. 2013.

17. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Застосування штучного полімерного покриття в лікуванні ран при синдромі ішемічної діабетичної стопи. V Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» 19-20 квітня 2012, Київ. Клінічна флебологія. 2012;1(5):97-8.

18. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Колатеральний кровообіг в нижніх кінцівках при оклюзіях стегново-підколінного артеріального сегменту, поєднаних з оклюзією артерій гомільково-стопового сегменту за даними ангіографії. Клінічна флебологія. 2010;1(3):115-117.

19. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Субботін ВЮ. та ін. Результати хірургічного лікування хворих із цукровим діабетом та хронічною критичною ішемією нижньої кінцівки з урахуванням даних інтраопераційної дебітометрії. Клінічна хірургія. Україна. 2020;87(5-6):36-40. Доступно: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2020.5-6.36>.

20. Діденко СМ, Лисайчук ЮС, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ, Куцин АМ. Спосіб визначення ємності артеріального русла підколінно-гомільково-стопового сегмента Патент на корисну модель № 53721. МПК А61В 5/021. Заявл. 26.02.10; Опубл. 11.10.10. Бюл. № 19. 2010.

21. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Роль інтраопераційної ангіографії в лікуванні гострої непрохідності артерій нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. 2019;7:27-31. Доступно: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2019.07.27>.

22. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Капелюшний ВФ, Майстрюк ВІ. Порівняльна оцінка результатів хірургічного та консервативного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. 2019;8:27-30. Доступно: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2019.08.27>.

23. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шапринський ВВ, Шаповалов ДЮ, Шамрай–Сас АВ. Результати гібридних втручань у хворих на цукровий діабет з стенотично-оклюзійним ураженням артерій нижніх кінцівок. V з'їзді судинних хірургів, флебологів і ангіологів України 19-21 квітня 2017, Київ. Клінічна флебологія. 2017;1(10):168-9.

24. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шаповалов ДЮ. Діабетична мікроангіопатія у хворих на ішемічну форму синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. 2018;9:31-34. Доступно: <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2018.09.31>.

25. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Куцин АМ, Дорошенко АМ. Тромбектомія з загальної стегнової вени з накладанням омега-подібного шву. VI Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» 18-19 квітня 2013, Київ. Клінічна флебологія. 2013;1(6):71-3.

26. Домбровський ДБ, Савін ВВ, Пішиборовська ЮР. Клініко-функціональні аспекти трансплантації клітин кордової крові у хворих із дистальним ураженням артерій нижніх кінцівок. Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина». 2020;1(61):38-44. Доступно: visnyk-med.uzhnu.edu.ua.

27. Інтелегатор Д, Худецький І, Антонова-Рафі Ю. Вплив реабілітаційних заходів на якість та повноцінність життя пацієнтів із протезами нижніх кінцівок. USMYJ. 2021; 3 (125):44-51. Доступно: <http://ir.librarynmu.com/handle/123456789/2666>.

28. Коновалова КО. Прогнозування результатів та підвищення ефективності операцій на глибокій артерії стегна при хронічній ішемії нижньої кінцівки : Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.03 – хірургія. ДУ «Інститут невідкладної і відновної хірургії ім. В.К.Гусака Академії медичних наук України». Донецьк; 2009.

29. Коробко Л, Маркович О, Чижишин Б. Фахова медична допомога фізичного терапевта з профілактики контрактур після ампутації нижніх кінцівок. *Physical culture and sport: scientific perspective*. 2022;2:81–84. Доступно з: <https://doi.org/10.31891/pcs.2022.2.13>

30. Крижевський Ю, Біляєва О, Риков С та ін. Вивчення нових патогенетичних механізмів розвитку діабетичної ретинопатії у пацієнтів із синдромом діабетичної стопи. *J. Educat. Health Sport*. 2021;11(04):233–46. Доступно: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.04.024>

31. Криса Б, Смержевський В, Криса В. Ризики та виклики в лікуванні гнійно-некротичних форм діабетичної стопи. Матеріали конференцій МЦНД, 04.08.2023; Дніпро, Україна. С.171–173.

32. Лябах А, Деркач Р, Костогриз О. Шкала MESS для бойових травм кінцівок: ампутація чи порятунок? *Terra ortopaedica*. 2022;3(114):15-20. Доступно: <https://doi.org/10.37647/0132-2486-2022-114-3-15-20>

33. Лябах АП. Системи оцінки тяжко травмованої кінцівки. Придатність у сучасній війні (Огляд літератури) *Terra ortopaedica*. 2023;1(116):58-67. Доступно: <https://doi.org/10.37647/2786-7595-2023-116-1-58-67>

34. Миронов АА, Сесорова ІС, Димов ІД, Кареліна НР, Безноусенко ГВ. Внутрішньоклітинні транспорти та атерогенез. *Frontiers in Bioscience – Landmark*. 2020;25. Доступно: <https://doi.org/10.2741/4854>.

35. Невідкладна військова хірургія : посібник; пер. з англ. Київ: Наш Формат; 2015. 568 с., іл.

36. Нікішин О, Альтман І, Аль-Кашгіш І, Гаврецький А, Саволук С, Муз М. Використання стентів з медикаментозним покриттям для лікування оклюзійно-стенозуючих уражень поверхневої стегнової артерії. Українська

інтервенційна нейрорадіологія та хірургія. 2023;41(3):38-45. Доступно: [https://doi.org/10.26683/2786-4855-2022-3\(41\)-38-45](https://doi.org/10.26683/2786-4855-2022-3(41)-38-45)

37. Ніконенко ОС, Ніконенко АО, Чмуть КО, Осауленко ВВ. Вивчення впливу метаболізму гомоцистеїну та вітаміну D на розвиток деструктивних процесів судинної стінки. Український журнал серцево-судинної хірургії. 2020;3 (40):22-27. Доступно: <https://doi.org/10.30702/ujcvs/20.4009/050022-027/11.9>

38. Нікульніков ПІ, Гудз ІМ, Орел, ЮГ, Ратушнюк АВ. (ред). Рекомендації з ведення пацієнтів із хронічною ішемією нижніх кінцівок. Health-ua.com. Судинна хірургія. 2021; 1:2-12. Доступно з: <https://health-ua.com/hirurgiya/sudinna-xirurgiia/63987-rekomendatc-zvedennya-patentv--zhronchnoyu-shemyu-nizhnh-kntcvok#gallery-1>

39. Нікульніков ПІ, Ратушнюк АВ, Ліксунов ОВ, Белейович ВВ, Бабій ОЛ, Чайковська СМ. Стегново-підколінне аутовенозне шунтування у пацієнтів із критичною ішемією артерій нижніх кінцівок та ішемічною хворобою серця, асоційованими із цукровим діабетом. Clinical endocrinology and endocrine surgery. 2021;3(75):33-39. Доступно: <https://jcees.endocenter.kiev.ua/article/view/24066>.

40. Павлюк НМ, Василюк СМ. Особливості передопераційної підготовки пацієнтів з оклюзійними захворюваннями артерій нижньої кінцівки. Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина». 2020;1(61):71-5. Доступно: <https://doi.org/10.24144/2415-8127.2020.61.71-75>

41. Польовий ВП, Кхоршані Білел, Хомко ОЙ, Сидорчук РІ, Волянчук ПМ, Білик П. Ендоваскулярні оперативні втручання для корекції критичної ішемії нижніх кінцівок при синдромі стопи діабетика. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2019; 4: 8588. <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2019.4.10716>.

42. Польовий ВП, Сидорчук РІ, Гощинський ВБ. та ін. Прогнозування перебігу та хірургічна корекція критичної ішемії нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет : монографія. Чернівці: Медуніверситет; 2021. 348.

43. Пшеничний ВМ. Можливості інтраопераційної дебітометрії в прогнозуванні тромбозу інфраінгвінального шунта у хворих з хронічною критичною ішемією нижніх кінцівок. Серце і судини. 2009;2(26): 42-48.

44. Руденко Є, Асонов Д. Психологічні наслідки перенесеної ампутації кінцівок: огляд літератури. [інтернет]. 09, Квітень 2023 [цит. за 11 жовтень 2024]. Доступно: <https://uk.emedjournal.com/index.php/psp/article/view/443>

45. Рудиченко В, Снігир Н. Ішемія нижніх кінцівок у діяльності лікаря загальної практики — сімейного лікаря: від поширених до рідкісних захворювань (огляд літератури з деякими результатами власних клінічних спостережень). Екстрена медицина. 2023;19(1):21–31. Доступно: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.1.2023.1551>

46. Сабадош РВ. Методологія впровадження у вітчизняну клінічну практику сучасних міжнародних підходів до діагностики і лікування хронічної загрозливої ішемії нижніх кінцівок. Хірургія, Ортопедія, Травматологія, Інтенсивна терапія. 2021;5 (48). Доступно з: <https://health-ua.com/hirurgiya/sudinna-xirurgiia/68240-metodologiya-vprovadzheniya--uvtchiznyanu-klchnu-praktiku-suchasni-mzhnaro>

47. Сабадош РВ. Предиктори тромбозів шунтів у пацієнтів з атеросклеротичними оклюзійно-стенотичними ураженнями артерій нижніх кінцівок: дані 3-річного проспективного дослідження. Scientific and practical journal [Internet]. 2020 Jan. 5 [cited 2024 Oct. 11];3(4 (12):110-118. Доступно: <https://art-of-medicine.ifnmu.edu.ua/index.php/aom/article/view/409>.

48. Сидоренко А, Ляховський В, Рябушко Р. Досвід гібридного хірургічного лікування багаторівневого оклюзійно-стенозуючого ураження артерій нижніх кінцівок. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Доступно: doi.org/10.31718/2077-1096.23.2.1.164.

49. Телев'як АТ, Сельський ПР. Ультраструктурні зміни судин гемомікроциркуляторного русла задніх кінцівок щурів при гострій ішемії, викликаній накладанням артеріального турнікета. Здобутки клінічної і

експериментальної медицини. 2020;4:142-148. Доступно: <https://doi.org/10.11603/1811-2471/2020/v/i4>.

50. Футуйма ЮМ, Беденюк АД, Кульбаба ІЯ. Алгоритм тактико-хірургічного підходу до виконання черезшкірної транслюмінальної балонної ангіопластики за даними транскутанної оксиметрії у хворих з критичною ішемією при синдромі діабетичної стопи. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2022;3:27-35. Доступно: <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2022.3.13389>.

51. Футуйма ЮМ, Беденюк АД, Кульбаба ІЯ. Значення перфузійного індексу для швидкої діагностики різних форм синдрому діабетичної стопи в виборі адекватної патогенетичної тактики хірургічного лікування. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2021;2:168-173. Доступно: <https://doi.org/10.11603/1811-2471/2021/v/i2>.

52. Футуйма ЮМ, Беденюк АД, Кульбаба ІЯ. Пріоритетність у виборі методу хірургічної корекції кукси після ампутації дистального відділу стопи у хворих із різними формами синдрому діабетичної стопи. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2021;1:65-71. Доступно: <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2021.1.2025>.

53. Хацько К. Вплив цукрового діабету на результати стентування та балонної ангіопластики у хворих з критичною ішемією нижніх кінцівок. Перспективи та інновації науки. 2024;2(36). Доступно: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2\(36\)-1253-1264](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2(36)-1253-1264).

54. Цимбал М, Терещенко Д, Ярош К, Циганенко О. Вплив ангіопластики на комплексне лікування критичної ішемії нижніх кінцівок. Grail of Science. 2024;(39):703–704. Доступно: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.05.2024.114>.

55. Шаповалов Д, Гупало Ю, Шапринський В, Шамрай-Сас А, Куцин А, Гурьянов В. Особливості реваскуляризації нижньої кінцівки у хворих на діабетичну стопу. Клінічна та профілактична медицина. 2020;3:35–44. Доступно: [https://doi.org/10.31612/2616-4868.3\(13\).2020.04](https://doi.org/10.31612/2616-4868.3(13).2020.04).

56. Шаповалов Д, Гупало Ю, Шапринський В, Голяченко О, Гурьянов В. Ішемічна діабетична стопа: реваскуляризація рани. Норвезький журнал розвитку міжнародної науки. 2021;71:20-26. Доступно: <https://doi.org/10.24412/3453-9875-2021-71-20-26>.

57. Шаповалов ДЮ. Вибір методики реваскуляризації у хворих на ішемічну діабетичну стопу. Клінічна та профілактична медицина. 2021; 4;4(18):18-26. Доступно: [https://doi.org/10.31612/2616-4868.4\(18\).2021.03](https://doi.org/10.31612/2616-4868.4(18).2021.03).

58. Шаповалов ДЮ. Обґрунтування диференційованого застосування хірургічних методів реваскуляризації гомілки та стопи у хворих на цукровий діабет. Дис. Київ; 2021. Доступно: <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/4379/1/%D0%A8%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%94.%20%D0%AE..pdf>

59. Швець АВ, Горішна ОВ, Депутат ЮМ, Ричка ОВ, Жалдак АЙ, Кіх АЙ. Прогностична оцінка потреби у медичній реабілітації військовослужбовців Збройних сил України на основі даних структур їх бойової травми. Ukr J Mil Med. 2022;3(3):110-117. Доступно: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3\(3\)-110](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3(3)-110).

60. Abdelaty MH, Aborahma AM, Elheniedy MA, Kamhawy AH. Outcome of catheter directed thrombolysis for popliteal or infrapopliteal acute arterial occlusion. Cardiovasc Interv Ther. 2021;36(4):498-505. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12928-020-00702-1>.

61. Abdul-Malak OM, Semaan DB, Madigan MC, Sridharan ND, Chaer RA, Siracuse JJ, Eslami MH. Midterm Outcomes and Predictors of Failure of Lower Extremity Bypass to Para-Malleolar and Pedal Targets. Ann Vasc Surg. 2024;106:227-237. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.04.002>.

62. Adams GL, Lichtenberg M, Wissgott C, Schmidt A, Tarra T, Matricardi S, Geraghty PJ. Twenty-Four Month Results of Tack-Optimized Balloon Angioplasty Using the Tack Endovascular System in Below-the-Knee Arteries. J

Endovasc Ther. 2023;30(3):393-400. Available at:
<https://doi.org/10.1177/15266028221083462>.

63. Aghayev A, Steigner M. Magnetic Resonance Angiography of the Arteries of the Upper and Lower Extremities. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2023;31(3):361-372. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mric.2023.04.002>.

64. Ahn J, Byeon J, Choi BG, Choi SY, et al. Stenting versus balloon angioplasty alone in patients with below-the-knee disease: A propensity score-matched analysis. *Rha SW.PLoS One*. 2021 Jun 10;16(6):e0251755. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251755>.

65. Ahn J, Yu H, Rha SW, Choi BG, et al. Randomized clinical trial to compare the efficacy of self-expanding bare metal nitinol stent and balloon angioplasty alone for below-the-knee lesions following successful balloon angioplasty: 1-year clinical outcomes. *PLoS One*. 2023 Nov 13;18(11):e0294132. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294132>.

66. Akingba AG, Chow WB, Rowe VL. Lower Extremity Bypass. *Surg Clin North Am*. 2023;103(4):767-778. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.suc.2023.04.014>.

67. Alamarie B, Paracha AW, Zil-E-Ali A, Krause K, Aziz F. Association of Preoperative Frailty with Inferior Outcomes for Patients Undergoing Lower Extremity Bypass for Chronic Limb Threatening Ischemia: A Systematic Review. *Ann Vasc Surg*. 2023 Nov;97:320-328. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.avsg.2023.05.044>.

68. Alexandrescu VA, Brochier S, Schoenen S, Antonelli E, Azdad K, Zekhnini I, Nodit M. Grades of Below-the-Ankle Arterial Occlusive Disease following the Angiosome Perfusion: A New Morphological Assessment and Correlations with the Inframalleolar GVG Stratification in CLTI Patients. *Ann Vasc Surg*. 2022 Apr;81:358-377. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.09.031>.

69. Alfonso F, Coughlan JJ, Giacoppo D, Kastrati A, Byrne RA Management of in-stent restenosis *EuroIntervention*. 2022 Jun 3;18(2):103-123. Available at: <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-21-01034>.

70. Altable García M, Chiriboga Granja JI, Reviriego Eiros M, Zaragoza García JM, Plaza Martínez Á, et al. Could prior endovascular interventions affect the results of lower extremity below the knee autologous vein bypasses? *Int Angiol*. 2021 Aug;40(4):315-322. Available at: <https://doi.org/10.23736/S0392-9590.21.04542-9>.

71. Altoijry A, AlGhofili H, Alanazi SN, AlHindawi DA, AlAkeel NS, Julaidan BS, AlHamzah M, Altuwaijri T. Diabetic foot and peripheral arterial disease. Single centre experience. *Saudi Med J*. 2021 Jan;42(1):49-55. doi: 10.15537/smj.2021.1.25640. PMID: 33399171; PMCID: PMC7989311.

72. Armstrong DG, Swerdlow MA, Armstrong AA, Conte MS, Padula WV, Bus SA. Five year mortality and direct costs of care for people with diabetic foot complications. *J Foot Ankle Res*. 2020 Mar;13(16):1-4. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00383-2>

73. Ascher E, Kibrik P, Rizvi SA, Alsheekh A, Marks N, Hingorani A. Fast-track thrombolysis protocol for acute limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2021;73(3):950-959. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.03.061>.

74. Auer AI, Hershey FB. Bypass vein grafts to distal tibial or dorsalis pedis arteries. Case reports. *Mo Med*. 1973 Feb;70(2):93-100. PMID: 4685198.

75. Azhar A, Basheer M, Abdelgawad MS, Roshdi H, Kamel MF. Prevalence of Peripheral Arterial Disease in Diabetic Foot Ulcer Patients and its Impact in Limb Salvage. *Int J Low Extrem Wounds*. 2023 Sep;22(3):518-523. doi: 10.1177/15347346211027063. Epub 2021 Jun 18. PMID: 34142882.

76. Bakker K, Apelqvist J, Schaper NC; International Working Group on Diabetic Foot Editorial Board. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012 Feb;28 Suppl 1:225-31. doi: 10.1002/dmrr.2253. PMID: 22271742

77. Bakker K, Schaper NC; International Working Group on Diabetic Foot Editorial Board. The development of global consensus guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012 Feb;28 Suppl 1:116-8. doi: 10.1002/dmrr.2254. PMID: 22271736.

78. Barton M, Grüntzig J, Husmann M, Rösch J. Balloon Angioplasty - The Legacy of Andreas Grüntzig, M.D. (1939-1985). *Front Cardiovasc Med*. 2014 Dec 29;1:15. doi: 10.3389/fcvm.2014.00015. PMID: 26664865; PMCID: PMC4671350.

79. Bellomo TR, et al. Management of the Diabetic Foot. In: *Seminars in Vascular Surgery*. WB Saunders; 2022.

80. Benfor B, Sinha K, Lumsden AB, Roy TL. Scoping review of atherectomy and intravascular lithotripsy with or without balloon angioplasty in below-the-knee lesions. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*. 2023 May 3;9(2):101185. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvscit.2023.101185>.

81. Bereziuk O, Vasenko T, Hrynychak N, Sprut O. The latest ideas of medical and biological developments and improvement of psychological sciences by scientists: collective monograph /etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2023. 221 p. Available at : <https://doi.org/10.46299/isg.2023.mono.med.4>

82. Bonaca MP, Gutierrez JA, Creager MA, Scirica BM, Olin J, Murphy SA, Braunwald E, Morrow DA. Acute Limb Ischemia and Outcomes With Vorapaxar in Patients With Peripheral Artery Disease: Results From the Trial to Assess the Effects of Vorapaxar in Preventing Heart Attack and Stroke in Patients With Atherosclerosis-Thrombolysis in Myocardial Infarction 50 (TRA2°P-TIMI 50). *Circulation*. 2016 Mar 8;133(10):997-1005. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019355. Epub 2016 Jan 29. PMID: 26826179.

83. Bonaca MP, Hamburg NM, Creager MA. Contemporary Medical Management of Peripheral Artery Disease. *Circ Res*. 2021 Jun 11;128(12):1868-1884. Available at: <https://doi.org/10.1161/circresaha.121.318258>.

84. Bowers S, Franco E. Chronic Wounds: Evaluation and Management. *Am Fam Physician*. 2020 Feb 1;101(3):159-166. PMID: 32003952.

85. Brahmandam A, Chan SM, Dardik A, Nassiri N, Aboian E. A narrative review on the application of high-intensity focused ultrasound for the treatment of occlusive and thrombotic arterial disease. *JVS Vasc Sci*. 2022 Sep 2;3:292-305. doi: 10.1016/j.jvssci.2022.08.001. PMID: 36276806; PMCID: PMC9579503.

86. Broderick C, Patel JV. Infusion techniques for peripheral arterial thrombolysis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Nov 17;11(11):CD000985. Available at: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000985>

87. Byrne RA, Durand R. Angioplasty with drug-coated balloon catheters: the coming tide? *EuroIntervention*. 2024 Jul 1;20(13):e786-788. Available at: <https://doi.org/10.4244/EIJ-E-24-00035>

88. Cai H, Dong J, Ye Y, Song Q, Lu S. Safety and Efficacy of Drug-Coated Balloon in the Treatment of Below-the-Knee Artery: A Meta-analysis. *J Surg Res*. 2022 Oct;278:303-316. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.04.055>

89. Callegari S, Feher A, Smolderen KG, Mena-Hurtado C, Sinusas A. Multi-modality imaging for assessment of the microcirculation in peripheral artery disease: Bench to clinical practice. *J.Am Heart J Plus*. 2024 May 8;42:100400. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2024.100400>

90. Cangiano G, Corvino F, Giurazza F, De Feo EM, et al. Percutaneous Deep Foot Vein Arterialization IVUS-Guided in No-Option Critical Limb Ischemia Diabetic Patients. *Vasc Endovascular Surg*. 2021 Jan;55(1):58-63. Available at: <https://doi.org/doi: 10.1177/ 1538574420965743>.

91. Chaudhary G, Akhtar J, Roy S, Suresh T, et al. Optical Coherence Tomography Findings in Patients Presenting With In-Stent Restenosis: A Prospective Observational Study of Patterns of Neointimal Hyperplasia and Associated Risk Factors. *Cureus*. 2023 Oct 12;15(10):e46888. Available at: <https://doi.org/10.7759/ cureus.46888>.

92. Cheng TW, Doros G, Jones DW, Vazirani A, Malikova MA. Evaluation of Computerized Tomography Utilization in Comparison to Digital Subtraction Angiography in Patients with Peripheral Arterial Disease. *Ann Vasc Surg*. 2024

Oct;107:214-228. doi: 10.1016/j.avsg.2024.03.001. Epub 2024 Apr 4. PMID: 38582215.

93. Cinara I, Zlatanovic P, Sladojevic M, Tomic I, Mutavdzic P, Ducic S, Impact of Bypass Flow Assessment on Long-Term Outcomes in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia. *World J Surg.* 2021 Jul;45(7):2280-2289. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00268-021-06046-y>

94. Cleman J, Sierra JG, Romain G, et al. Comparison of mortality and amputation after lower extremity bypass versus peripheral vascular intervention in patients with chronic limb-threatening ischemia and comorbid chronic kidney disease. *J Vasc Surg.* 2024 Aug;80(2):480-489.e5. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2024.04.016>.

95. Crane H, Boam G, Carradice D, Vanicek N, Twiddy M, Smith GE. Through-knee versus above-knee amputation for vascular and non-vascular major lower limb amputations. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Dec 14;12(12):CD013839. Available at: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013839>.

96. Creeden T, Jones DW. Evolution of Drug-Coated Devices for the Treatment of Chronic Limb Threatening Ischemia. *Ann Vasc Surg.* 2024 Oct;107:76-83. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2023.11.061>.

97. Da Zhuang K, Patel A, Tan BS, Irani FG, Gogna A, Chan SX, et al. Outcome and Distal Access Patency in Subintimal Arterial Flossing with Antegrade-Retrograde Intervention for Chronic Total Occlusions in Lower Extremity Critical Limb Ischemia. *J Vasc Interv Radiol.* 2020 Apr;31(4):601-606. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.12.006>

98. De Athayde Soares R, Matielo MF, Brochado Neto FC, et al. Wifl Classification Versus Angiosome Concept: A Change in the Infrapopliteal Angioplasties Paradigm. *Ann Vasc Surg.* 2021 Feb;71:338-345. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.07.049>

99. DeCarlo C, Boitano LT, Sumpio B, Latz CA, et al. Comparative Analysis of Outcomes in Patients Undergoing Femoral Endarterectomy plus Endovascular

(Hybrid) or Bypass for Femoropopliteal Occlusive Disease. *Ann Vasc Surg*. 2021 Apr;72:227-236. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.08.143>.

100. Del Giudice C, Gandini R. Subintimal Crossing of Chronic Total Occlusions in Peripheral Arteries With a Dual Guidewire Balloon Catheter: The PRAESTO Study. *J Endovasc Ther* 2024 Feb;31(1):45-54. Available at: <https://doi.org/10.1177/15266028221106308>.

101. Didenko S, Subbotin V, Ratushniuk A, Prysyazhna N, Khalimovskyi B. [Value of intraoperative debitometry in selecting of surgical treatment tactics for patients with diabetes mellitus with chronic critical ischemia of the lower limb]. *Georgian Med News*. 2021 Jul-Aug;(316-317):10-16

102. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Orlych OM, Ratushniuk AV, Liksunov OV. The role of intraoperative angiography in treating acute lower limb artery occlusion. *Pol Merkur Le*. 2024;52(5):541-546. Available at: <https://doi.org/10.36740/Merkur202405110>.

103. Dinc R. A review of the current state in neointimal hyperplasia development following endovascular intervention and minor emphasis on new horizons in immunotherapy. *Transl Clin Pharmacol*. 2023 Dec;31(4):191-201. Available at: <https://doi.org/10.12793/tcp.2023.31.e18>.

104. Djerf H, Svensson M, Nordanstig J, Gottsäter A, Falkenberg M, Lindgren H. Editor's Choice – Cost Effectiveness of Primary Stenting in the Superficial Femoral Artery for Intermittent Claudication: Two Year Results of a Randomised Multicentre Trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2021 Oct;62(4):576-582. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.07.009>.

105. Dotter CT, Judkins MP. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. Description of a new technic and a preliminary report of its application. *Circulation*. 1964 Nov;30:654-70. doi: 10.1161/01.cir.30.5.654. PMID: 14226164.

106. Duc Tin L, Van Nut L, Abdalla AS, Duc H, Kwaah PA, Le TTB, Vy TTT, Le T, Anh PM, Kim Que D, Huy NT. Outcomes of balloon angioplasty and stent placement for iliac artery lesions classified as TASC II A, B: a single-center

study. *Front Surg*. 2024 Mar 27;11:1366338. doi: 10.3389/fsurg.2024.1366338. PMID: 38601876; PMCID: PMC11004440.

107. Ehrman JK, Gardner AW, Salisbury D, Lui K, Treat-Jacobson D. Supervised Exercise Therapy for Symptomatic Peripheral Artery Disease: A review of current experience and practice-based recommendations. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2023 Jan 1;43(1):15-21. Available at: <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000723>

108. Engin M, Turk T. Peripheral Arterial Disease and Ankle-Brachial Pressure Index. *Angiology*. 2023 May;74(5):500. Available at: <https://doi.org/10.1177/00033197221120984>.

109. Fan J, Watanabe T. Atherosclerosis: Known and unknown. *Pathol Int*. 2022 Mar;72(3):151-160. Available at: <https://doi.org/10.1111/pin.13202>.

110. Farber A, Menard MT, Conte MS, Rosenfield K, et al. Prosthetic Conduits have Worse Outcomes compared to Great Saphenous Vein Conduits in Femoropopliteal and Infrapopliteal Bypass in Patients with Chronic Limb Threatening Ischemia. *J Vasc Surg*. 2024 Sep 23:S0741-5214(24)01897-4. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2024.09.016>.

111. Felício JS, de Melo FTC, Vieira GM, de Aquino VT, et al. Peripheral arterial disease progression and ankle brachial index: a cohort study with newly diagnosed patients with type 2 diabetes. *BMC Cardiovasc Disord*. 2022 Jun 27;22(1):294. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02722-6>.

112. Fitridge R, Chuter V, Mills J, Hinchliffe R, Azuma N, Behrendt CA, Boyko EJ, Conte MS, Humphries M, Kirksey L, McGinagle KC, Nikol S, Nordanstig J, Rowe V, Russell D, van den Berg JC, Venermo M, Schaper N. The intersocietal IWGDF, ESVS, SVS guidelines on peripheral artery disease in people with diabetes and a foot ulcer. *Diabetes Metab Res Rev*. 2024 Mar;40(3):e3686. doi: 10.1002/dmrr.3686. Epub 2023 Sep 19. PMID: 37726988.

113. Fong KY, Xin L, Ng J, Loh SEK, Ng JJ, Choong AMTL. A systematic review and meta-analysis of sirolimus-eluting stents for treatment of below-the-knee

arterial disease. *J Vasc Surg.* 2023 Apr;77(4):1264-1273.e3. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.09.022>.

114. Friberg JE, Qazi AH, Boyle B, Franciscus C, et al. Ankle- and Toe-Brachial Index for Peripheral Artery Disease Identification: Unlocking Clinical Data Through Novel Methods. *Circ Cardiovasc Interv.* 2022 Mar;15(3):e011092. Available at: <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.121.011092>.

115. Gao Q, He B, Zhu C, Xiao Y, Wei L, Jia W. Factors associated with lower extremity atherosclerotic disease in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus: A case-control study. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2016 Dec 23 [cited 2021 Sep 07;95(51):e5230. Available at: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000005230>.

116. Ge H, Song B, Wang X, Zhu Y, Huang Y, Huang W, Zhu Y. Comparison of digital subtraction angiography combined arterial thrombectomy versus simple arterial thrombectomy in the treatment of acute lower limb ischemia. *BMC Surg.* 2021 Jul 15;21(1):313. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12893-021-01297-x>.

117. Giannopoulos S, Ghanian S, Parikh SA, Secemsky EA, Schneider PA, Armstrong EJ. Safety and Efficacy of Drug-Coated Balloon Angioplasty for the Treatment of Chronic Limb-Threatening Ischemia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endovasc Ther.* 2020 Aug;27(4):647-657. doi: 10.1177/1526602820931559. Epub 2020 Jun 7. PMID: 32508220.

118. Giannopoulos S, Palena LM, Armstrong EJ. Technical Success and Complication Rates of Retrograde Arterial Access for Endovascular Therapy for Critical Limb Ischaemia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2021 Feb;61(2):270-279. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.11.020>.

119. Gomez-Sanchez CM, Conte MS. The importance of optimal medical therapy in patients undergoing lower extremity bypass. *Curr Opin Cardiol.* 2024 Sep 1;39(5):451-456. Available at: <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000001157>.

120. Guetl K, Muster V, Schweiger L, Tang WC, Patel K, Brodmann M. Standard Balloon Angioplasty Versus Serranator Serration Balloon Angioplasty for

the Treatment of Below-the-Knee Artery Occlusive Disease: A Single-Center Subanalysis From the PRELUDE-BTK Prospective Study. *J Endovasc Ther.* 2024 Aug;31(4):615-621. Available at: <https://doi.org/10.1177/15266028221134891>.

121. Harfouch T, Tarus A, Agafitei ET, Chistol RO, Tinica G. Combined Superficial and Deep Venous Arterialization in No-Option Critical Limb Ischemia: Case Report. *Vasc Endovascular Surg.* 2021 Jul;55(5):501-504. Available at: <https://doi.org/10.1177/1538574421989861>.

122. Hu J, Safir S, Bangiyev R, Weber J, Faries P, Vouyouka A, Lajos P. Outcomes of Femoral Popliteal Bypass in Octogenarians. *Surg Technol Int.* 2024 Jun 20;44:sti44/1793. Available at: <https://doi.org/10.52198/24.STI.44.CV1793>.

123. Iaskevich NN, Chaikouski VV, Vasilchuk LF et al. Results of x-ray endovascular interventions on infrainguinal arteries in the treatment of chronic lower limb ischemia of atherosclerotic genesis. *Journal GrSMU.* 2023;21(1):19-1. Доступно: <http://journal-grsmu.by/index.php/ojs/article/view/3005>

124. Imtiaz C, Farooqi MA, Bhatti T, Lee J, Moin R, Kang CU, Farooqi HMU. Focused Ultrasound, an Emerging Tool for Atherosclerosis Treatment: A Comprehensive Review. *Life (Basel).* 2023 Aug 21;13(8):1783. doi: 10.3390/life13081783. PMID: 37629640; PMCID: PMC10455721.

125. Isom N et al. Guidewire fracture during orbital atherectomy for peripheral artery disease: Insights from the Manufacturer and User Facility Device Experience database. *Catheterization Cardiovasc. Interventions.* 2019; 93(2): 330334

126. Jethwa B, Sharma R, Tanner J, Rahimi OB. Collateral circulation of the femoral and genicular systems in human lower limbs is highly uncommon. *J Anat.* 2020 Oct;237(4):791-797. Available at: <https://doi.org/10.1111/joa.13226>.

127. Jia X, Zhuang B, Wang F, Gu Y, et al. Drug-Coated Balloon Angioplasty Compared With Uncoated Balloons in the Treatment of Infrapopliteal Artery Lesions (AcoArt II-BTK). *J Endovasc Ther.* 2021 Apr;28(2):215-221. Available at: <https://doi.org/10.1177/1526602820969681>.

128. Joshi A. Risk of Diabetic Foot in Diabetic Patients with Peripheral Arterial Disease. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)*. 2020 Jan.-Mar;18(69):38-41. PMID: 33582686.
129. Kaygin MA, Halici Ü. Comparison of standard balloon and drug-coated balloon angioplasty in patients with the below-the-knee peripheral artery disease. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2021 Sep;67(9):1246-1250. Available at: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20210156>.
130. Keddie D, Abdulrehman Y, Shiau G. Reporting lower extremity CT angiography for treatment planning. *Diagn Interv Imaging*. 2022 Sep;103(9):387-393. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2022.06.010>.
131. Khatri P. Intra-arterial Thrombolysis to Target Occlusions in Distal Arteries and the Microcirculation. *JAMA*. 2022 Mar 1;327(9):821-823. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.2021.25014>. PMID: 35143600.
132. Khorfan R, Vely A, Batool F, Jackson MW, Hance ML et al. Ten-year experience of infrainguinal bypass with endoscopic vein harvest. *Vascular*. 2024 Jun;32(3):612-618. Available at: <https://doi.org/10.1177/17085381221142213>.
133. Kokkinidis DG, Giannopoulos S, Jawaid O, Cantu D, Singh GD, Armstrong EJ. Laser Atherectomy for Infrapopliteal Lesions in Patients With Critical Limb Ischemia. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021 Feb;23:79-83. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2020.08.041>.
134. Kong P, Cui ZY, Huang XF, Zhang DD, Guo RJ, Han M. Inflammation and atherosclerosis: signaling pathways and therapeutic intervention. *Signal Transduct Target Ther*. 2022 Apr 22;7(1):131. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00955-7>.
135. Koning S, van Kersen J, Tange FP, Kruiswijk MW, Peul RC, van Schaik J, Schepers A, Vahrmeijer AL, Hamming JF, van den Hoven P, van der Vorst JR. The impact of diabetes mellitus on foot perfusion measured by ICG NIR fluorescence imaging. *Diabetes Res Clin Pract*. 2024 Aug;214:111772. doi: 10.1016/j.diabres.2024.111772. Epub 2024 Jul 6. PMID: 38972600.

136. Kosayev JV, et al. Immediate and Long-term Results of Revascularizing Osteotomies and Lumbar Sympatectomy in Patients with Critical Ischemia of The Lower Extremities. (Correlation and Statistical Analysis). *Medicon Medical Sciences*. 2024;7(1): 26-31. <https://doi.org/10.55162/MCMS.07.225>
137. Kulak AI, Chur SN, Adzerikho IE, et al. Use of high-intensity low-frequency intravascular ultrasound to improve the elastic properties of the arterial wall in atherosclerosis and diabetic angiopathy in an experiment. *Surg. East Eur*. 2023;4 (12): 408–16. Available: <https://doi.org/10.34883/PI.2023.12.4.031>
138. Lauria AL, Hicks CW. Ischemia Duration and Lower Limb Salvage. *Adv Surg*. 2023 Sep;57(1):59-71. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.yasu.2023.05.003>.
139. Levin SM. Alexis Carrel's historic leap of faith. *J Vasc Surg*. 2015 Mar;61(3):832-3. doi: 10.1016/j.jvs.2013.09.012. PMID: 25720936.
140. Li MX, Tu HX, Yin MC. Meta-analysis of outcomes from drug-eluting stent implantation in infrapopliteal arteries. *World J Clin Cases*. 2023 Aug 6;11(22):5273-5287. Available at: <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i22.5273>. PMID: 37621588.
141. LIFE-BTK Investigators. *N Engl J Med*. 2024 Jan 4;390(1):9-19. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2305637>.
142. Liistro F, Reccia MR, Angioli P, Ducci K, Ventoruzzo G, Falsini G, et al. Drug-Eluting Balloon for Below the Knee Angioplasty: Five-Year Outcome of the DEBATE-BTK Randomized Clinical Trial. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2022 Jun;45(6):761-769. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03104-3>.
143. Lin YK, Gao B, Liu L, Ang L, Mizokami-Stout K, Pop-Busui R, Zhang L. The Prevalence of Diabetic Microvascular Complications in China and the USA. *Curr Diab Rep*. 2021 Apr 9;21(6):16. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11892-021-01387-3>.
144. Lipsky BA, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes/metabolism research and reviews*. 2020; 36: e3280.

145. Liu P, Zheng LH, He XQ, Yang Y, Zhang LK, Zhang L, Zhang F. Midterm Outcomes of Endovascular Therapy for TASC II D Femoropopliteal Lesions with Critical Limb Ischemia: A Retrospective Analysis. *Ann Vasc Surg.* 2023 Jan;88:182-190. doi: 10.1016/j.avsg.2022.08.004. Epub 2022 Aug 22. PMID: 36007776.

146. Lopit MM, Rusin VI, Boldizhar PO, Gorlenko FV, Kochmar OM. Surgical treatment immediate results of lower limbs chronic critical ischemia in immultaneous direct and indirect revascularization. *Wiad Lek.* 2022;75(2):509-513. PMID: 35307686.

147. Lu Y, Wang W, Liu J, Xie M, Liu Q, Li S. Vascular complications of diabetes: A narrative review. *Medicine (Baltimore)* 2023 Oct 6;102(40):e35285. Available at: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035285>. PMID: 37800828.

148. Luo X, Huang K, Huang B, Wen X, Li YY, Zhao JC, Ran XW, Chen DW, Gao Y, Chen XY, Du XJ, Guo Q. [Single-Center Experience of Treating Chronic Limb-Threatening Ischemia of Lower Limbs Combined with Diabetes]. *Sichuan Da Xue Bao Yi Xue Ban.* 2022 Nov;53(6):988-992. Chinese. doi: 10.12182/20221160506. PMID: 36443039; PMCID: PMC10408967.

149. Lyzikov AA, Kaplan ML, Tikhmanovich VE, et al. Analysis of the need for reconstructive surgical interventions using biological conduits for atherosclerotic lesions of the arteries of the lower extremities. *Surgery. East Europe.* 2021;2(10):148-60. Доступно: <https://doi.org/10.34883/PI.2021.10.2.010>

150. Ma J, Lai Z, Shao J, Lei J, et al. Infrapopliteal endovascular intervention and the angiosome concept: intraoperative real-time assessment of foot regions' blood volume guides and improves direct revascularization. *Eur Radiol.* 2021 Apr;31(4):2144-2152. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07360-0>.

151. Mantripragada K, Abadi K, Echeverry N, Shah S, Snelling B. Transbrachial Access Site Complications in Endovascular Interventions: A Systematic Review of the Literature. *Cureus.* 2022 Jun 13;14(6):e25894. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.25894>.

152. Manu CA, Freedman B, Rashid H, Winkley K, Edmonds ME. Peripheral Arterial Disease Located in the Feet of Patients With Diabetes and Foot Ulceration Demands a New Approach to the Assessment of Ischemia. *Int J Low Extrem Wounds*. 2022 Dec;21(4):397-404. Available at: <https://doi.org/10.1177/1534734620947979>.

153. Martinelli O, Alunno A, Drudi FM, Malaj A, Irace L. Duplex ultrasound versus CT angiography for the treatment planning of lower-limb arterial disease. *J Ultrasound*. 2021 Dec;24(4):471-479. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00534-y>.

154. Mazzolai L, Belch J, Venermo M, Aboyans V, et al. Exercise therapy for chronic symptomatic peripheral artery disease. *Eur Heart J*. 2024 Apr 14;45(15):1303-1321. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad734>.

155. McDermott MM, Liu K, Greenland P, Guralnik JM, Criqui MH, Chan C, et al. Functional decline in peripheral arterial disease: associations with the ankle brachial index and leg symptoms. *JAMA*. 2004 Jul 28;292(4):453-461. doi: 10.1001/jama.292.4.453.

156. McDermott MM. Walking Exercise for Peripheral Artery Disease. *JAMA Cardiol*. 2023 Apr 1;8(4):310-311. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2022.5443>.

157. McGinagle KL. Peripheral Vascular Disease. *Prim Care*. 2024 Mar;51(1):83-93. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pop.2023.07.005>.

158. Min J, Park SW, Hwang JH, Kwon YW, Shin DH. Management of Complications during Below-the-Knee Endovascular Treatment: A Technical Note. *Korean J Radiol*. 2020 Aug;21(8):935-945. Available at: <https://doi.org/10.3348/kjr.2019.0743>.

159. Morgan R. Commentary on Drug-eluting Balloon for Below the Knee Angioplasty: Five-year Outcome of the DEBATE-BTK Randomized Clinical Trial. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2022 Jul;45(7):1053-1054. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03168-1>.

160. Musial DC, Irigaray MEL, Gerber LC, Lenz GB et al. Risk Factors for Early Lower Limb Re-Amputation in Vascular Diseases. *Ann Vasc Surg.* 2024 Oct;107:208-213. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.02.001>.
161. Nooromid M, Abai B. Prevention of neointimal hyperplasia using drug-eluting devices. *J Vasc Surg.* 2021 Aug;74(2):487-8. doi: 10.1016/j.jvs.2021.02.003.
162. Normahani P, Khan B, Sounderajah V, Poushpas S, Anwar M, Jaffer U. Applications of intraoperative Duplex ultrasound in vascular surgery: a systematic review. *Ultrasound J.* 2021 Feb 19;13(1):8. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13089-021-00208-8>.
163. Nowaczyk A, Cwajda-Białasik J, Jawień A, Szewczyk MT. Enhancing Functional Efficiency and Quality of Life through Revascularization Surgery in Peripheral Arterial Disease: A Comparative Analysis of Objective and Subjective Indicators. *Med Sci Monit.* 2023 Sep 18;29:e941673. Available at: <https://doi.org/10.12659/MSM.941673>.
164. Oh K, O'Brien-Irr MS, Montross BC, Khan SZ, Dryjski ML, Dosluoglu HH, et al. Comparison of outcomes for balloon angioplasty, atherectomy, and stenting in the treatment of infrapopliteal disease for chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2023 Jan;77(1):241-247. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.08.020>.
165. Oputa RN, Oputa PU. Chronic Complications of Diabetes Mellitus. *West Afr J Med.* 2024 Aug 30;41(8):904-908. PMID: 39737491.
166. Orrapin S, Siribumrungwong B. Successful Revascularization, Angiosome Concept, and Multivessel Revascularization: Effects on Wound Healing: An Asian Perspective. *Int J Low Extrem Wounds.* 2024 Mar;23(1):12-18. Available at: <https://doi.org/10.1177/15347346231212330>.
167. Ozel M, Gaffari E, Topacoglu H, Karcıoğlu Ö. Use of National Early Warning Score and Perfusion Index in Predicting Outcomes of Elderly Emergency Department Patients. *Genel Tıp Dergisi.* 2023; 33(1): 36-40. DOI: 10.54005/geneltip.1177467

168. Parker M, Penton A, McDonnell S, Kolde G, Babrowski T, Blecha M. Investigation of center-specific saphenous vein utilization rates in femoral popliteal artery bypass and associated impact of conduit on outcomes. *J Vasc Surg*. 2023 Dec;78(6):1497-1512.e3. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2023.08.123>.

169. Patel S, Lalani A, Bray J, Chawla A, Danos D, Sheahan CM, Sheahan MG. A Novel Clinically Based Classification System for the Profunda Femoris Artery and the Circumflex Femoral Arteries. *Ann Vasc Surg*. 2022 Sep;85:204-210. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2022.03.001>.

170. Pitoulas AG, Pitoulas GA. The role of atherectomy in BTK lesions: a systematic review. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2022 Feb;63(1):20-24. Available at: <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.21.12113-5>.

171. Polonsky TS, McDermott MM. Lower Extremity Peripheral Artery Disease Without Chronic Limb-Threatening Ischemia: A Review. *JAMA*. 2021 Jun 1;325(21):2188-2198. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.2021.2126>.

172. Popel GA, Moiseenko IA. CalRiVaGI program: calculating the risk of developing infectious complications in reconstructive vascular surgery. *Surg. East Eur*. 2024;2(13):167-174. Доступно: <https://doi:10.34883/PI.2024.13.2.028>.

173. Rajendran S, Ramachandran Nair H. One-Year Follow-Up of an Inframalleolar Collateral Artery Bypass. *Cureus*. 2023 Mar 15;15(3):e36192. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.36192>.

174. Russo MP, Grande-Ratti MF, Burgos MA, Molaro AA, Bonella MB. Prevalence of diabetes, epidemiological characteristics and vascular complications. *Arch Cardiol Mex*. 2023;93(1):30-36. Available at: <https://doi.org/10.24875/ACM.21000410>.

175. Sahebalzamani E, Tayebi P, Haddad Zavareh MS, Bijani A, Hedayati Goudarzi MT. Challenging the angiosome concept: Delineating peripheral arterial disease patterns in diabetic foot ulcers. *Vascular*. 2024 May 10:17085381241254430. Available at: <https://doi.org/10.1177/17085381241254430>.

176. Schober TL, Abrahamsen C. Patient perspectives on major lower limb amputation - A qualitative systematic review. *Int J Orthop Trauma Nurs.* 2022 Jul;46:100958. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2022.100958>.

177. Schulte KL, Pilger E, Schellong S, Tan KT, Baumann F, Langhoff R, et al. Primary Self-EXPANDING Nitinol Stenting vs Balloon Angioplasty With Optional Bailout Stenting for the Treatment of Infrapopliteal Artery Disease in Patients With Severe Intermittent Claudication or Critical Limb Ischemia (EXPAND Study). *J Endovasc Ther.* 2015 Oct;22(5):690-697. Available at: <https://doi.org/10.1177/1526602815598955>.

178. Shapovalov D, Hupalo Y, Shaprynskyi V, Shamrai-Sas A, Kutsin A, Gurianov V. Wound-directed revascularisation in the Diabetic Foot patients. *J Educ Health Sport [Internet].* 2021 Oct. 29 [cited 2025 Oct. 9];11(10):289-300. Available from: <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/41644>

179. Shaprynskyi VV, Shaprynskyi YV. Clinical outcomes and complications of endovascular surgery in patients with chronic limb-threatening ischemia. *Wiad Lek.* 2022;75(11 pt 1):2635-2639. Available at: <https://doi.org/10.36740/WLek202211115>.

180. Shishehbor MH, Powell RJ, Montero-Baker MF, Dua A, et al. Transcatheter Arterialization of Deep Veins in Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Engl J Med.* 2023 Mar 30;388(13):1171-1180. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2212754>.

181. Shwaiki O, Rashwan B, Fink MA, Kirksey L, Gadani S, Karuppasamy K, et al. Lower extremity CT angiography in peripheral arterial disease: from the established approach to evolving technical developments. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021 Oct;37(10):3101-3114. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10554-021-02277-1>.

182. Silverberg D, Hater H, Sonqrot H, Raskin D, Khaitovich B, Halak M. Changing Paradigms in Below-the-Knee Arterial Interventions: Are We Saving Legs? *Isr Med Assoc J.* 2021 Jan;23(1):28-32.PMID: 33443339.

183. Singh S, Armstrong EJ, Sherif W, Alvandi B, Westin GG, Singh GD, Amsterdam EA, Laird JR. Association of elevated fasting glucose with lower patency and increased major adverse limb events among patients with diabetes undergoing infrapopliteal balloon angioplasty. *Vasc Med*. 2014 Aug;19(4):307-314. doi: 10.1177/1358863X14538330

184. Sivapragasam N, Matchar DB, Zhuang KD, Patel A, Pua U, Win HH, et al. Cost-Effectiveness of Drug-Coated Balloon Angioplasty Versus Conventional Balloon Angioplasty for Treating Below-the-Knee Arteries in Chronic Limb-Threatening Ischemia: The SINGA-PACLI Trial *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2022 Nov;45(11):1663-1669. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03073-7>.

185. Smith JA, Kandala J, Turner JT, Cho JS, Shishehbor MH. Off-the-shelf percutaneous deep vein arterialization for no-option chronic limb-threatening ischemia related to Buerger disease. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*. 2023 May 16;9(3):101211. doi: 10.1016/j.jvscit.2023.101211. PMID: 37388665; PMCID: PMC10300406.

186. Spiliopoulos S, Katsanos K. Positive Initial Experience with the Ranger Paclitaxel-Coated Balloon in BTK Disease. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021 Jul;44(7):1028-9. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00270-021-02857-7>.

187. Stabile E, Esposito G. Below the knee percutaneous transluminal angioplasty for claudicants: One vessel is enough to relieve symptoms. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021 Sep;98(3):570-571. Available at: <https://doi.org/10.1002/ccd.29876>.

188. Steiner S, Schmidt A. Repeat BTK revascularization: when, how and what are the results? *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2021 Apr;62(2):118-123. Available at: <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.21.11679-9>.

189. Sultan S, Acharya Y, Hezima M, Salahat H, Hynes N. Hybrid Deep Venous ARterialisation (DVAR) for No-Option Chronic Limb Threatening Ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2022 Feb;79:414-420. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.07.027>.

190. Taha AG, Basta KR, Shahat M, Ahmed AKS. Mid-term Outcomes of Image-Guided Surgical Thromboembolectomy and Routine Intraoperative Angiography for Native Vessel Acute Lower-Limb-Threatening Ischemia. *J Endovasc Ther.* 2024 Jun 2;15266028241255544. doi: 10.1177/15266028241255544. Epub ahead of print. PMID: 38826032.

191. Takahashi LA, França GJ, Valle CED, Ferreira LRC. Assessment of the pedal arteries with Duplex Scanning. *J Vasc Bras.* 2020 Nov 11;19:e20200068. Available at: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200068>.

192. Tanasescu D, Moisin A, Fleaca R, Popa C, Bacila C, Mohor C. Modern therapeutic options in diabetic foot ulcer. *Journal of Mind and Medical Sciences [Internet].* 2022 Oct 23 [cited 2022 Dec22];9(2):11. Available at: <https://doi.org/10.22543/2392-7674.1351>

193. Taylor GI, Pan WR. Angiosomes of the leg: anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg.* 1998 Sep;102(3):599-616; discussion 617-8. PMID: 9727424.

194. Teraa M, Conte MS, Moll FL, Verhaar MC. Critical limb ischemia: current trends and future directions. *J Am Heart Assoc [Internet].* 2016 Feb 23 [cited 2021 Sep 07];5(2):e002938. Available at: <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002938>.

195. Teymen B, Emin Öner M, Erdağ Y. Compensating for Angiographic Underestimation With Oversized Balloon Angioplasty in Patients With Chronic Limb-Threatening Ischemia and Occluded Below-the-Knee Vessels. *J Endovasc Ther.* 2024 Sep 28;15266028241283534. Available at: <https://doi.org/10.1177/15266028241283534>.

196. Thangada ND, McDermott MM. Exercise Therapy for Peripheral Artery Disease. *Curr Cardiol Rep.* 2024 May;26(5):405-412. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11886-024-02043-4>.

197. Thomas JP, So KL, Turner JT, Malanowski AJ, Colvard BD. Optimal conduit choice for open lower extremity bypass in chronic limb-threatening

ischemia. *Semin Vasc Surg.* 2022 Jun;35(2):172-179. Available at: <https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2022.05.001>.

198. Toyoshima T, Takahara M, Iida O, Tomoi Y, et al. Intraluminal vs Subintimal Drug-Coated Balloon Angioplasty for the Treatment of Femoropopliteal Chronic Total Occlusions. *Cardiovasc Interv.* 2024 Mar 11;17(5):608-618. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2023.12.028>.

199. Ueda T, Tajima H, Murata S, Saito H, et al. A Comparison of Outcomes Based on Vessel Type (Native Artery vs. Bypass Graft) and Artery Location (Below-Knee Artery vs. Non-Below-Knee Artery) Using a Combination of Multiple Endovascular Techniques for Acute Lower Limb Ischemia. *Ann Vasc Surg.* 2021 Aug;75:205-216. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.02.023>.

200. Varcoe RL, DeRubertis BG, Kolluri R, Krishnan P et al. Drug-Eluting Resorbable Scaffold versus Angioplasty for Infrapopliteal Artery Disease. *N Engl J Med.* 2024 Jan 4;390(1):9-19. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2305637>.

201. Vastyanov R, Chekhlova O. Pathophysiological model of indirect revascularization in rats with microangiopathy of limbs caused by experimental streptozocin diabetes. *Rep. of Morph.* [Internet]. 2019Dec.19 [cited 2023Oct.14];25(4):24-9. Available from: <https://morphology-journal.com/index.php/journal/article/view/396>

202. Volodos NL, Karpovich IP, Troyan VI et al. Transfemoral Endovascular Grafting of the Aortoiliac Segment With the Bifurcated Self-Affixing Synthetic Endoprosthesis (BSSEP). *J.Interventional Cardiology.* 1994;7(1):88. Volodos N.L. Determination of the permeability of the distal vascular bed and graft during operations on arteries / N.L. Volodos, Y.V. Kalashnikov, V.I. Troyan // *Vestnik hirurgii.* 1988. - No. 3. - pp. 64-67.

203. Vrushinsky EE, Turgunov EM. Obliterating atherosclerosis as a predictor of lower limb artery thrombosis. (literature review). *Pharmacy of Kazakhstan.* 2023;5:92-99. Available at: <https://doi.org/10.53511/pharmkaz.2023.75.25.012>.

204. Wachsmann-Maga A, Maga M, Polczyk R, Włodarczyk A, Pasieka P, Terlecki K, Maga P. Vascular Inflammatory Markers as Predictors of Peripheral Arterial Disease Patients Quality-of-Life Changes after Endovascular Treatment. *J Clin Med*. 2023 May 11;12(10):3412. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm12103412>. PMID: 37240517.
205. Zain MA, Jamil RT, Siddiqui WJ. Neointimal Hyperplasia. 2023 Aug 7. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
206. Zeller T, Giannopoulos S, Brodmann M, Werner M, Andrassy M, Schmidt A et al. Orbital Atherectomy Prior to Drug-Coated Balloon Angioplasty in Calcified Infrapopliteal Lesions: A Randomized, Multicenter Pilot Study. *J Endovasc Ther*. 2022;29(6):874-884. Available at: <https://doi.org/10.1177/15266028211070968>.
207. Zenunaj G, Acciarri P, Baldazzi G, Cosacco AM, Gasbarro V, Traina L. Endovascular Revascularisation versus Open Surgery with Prosthetic Bypass for Femoro-Popliteal Lesions in Patients with Peripheral Arterial Disease. *J Clin Med*. 2023 Sep 15;12(18):5978. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm12185978>. PMID: 37762924.
208. Zhou M, Qi L, Gu Y. Cool Excimer Laser-Assisted Angioplasty vs. Percutaneous Transluminal Angioplasty for Infrapopliteal Arterial Occlusion: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Front Cardiovasc Med*. 2022 Feb 2;8:783358. Available at: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.783358>.
209. Zhu Z, Xu F, Liu L, Tang J. Quality of life for patients with in-stent restenosis after interventional therapy of peripheral artery disease. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2023 Oct 9;69(10):e20230407. Available at: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20230407>.
210. Zia-Ur-Rehman; Ram N. Peripheral arterial disease (PAD) in diabetics: diagnosis and management- a narrative review. *J Pak Med Assoc*. 2023 Mar;73(3):621-626. Available at: <https://doi.org/10.47391/JPMA.4590>.

211. Zierler RE. From Doppler to duplex: A personal early history of the vascular laboratory. *Vasc Med*. 2021 Jun;26(3):338-345. Available at: <https://doi.org/10.1177/1358863X211002644>.

212. Zilinyi RS, Alsaloum M, Snyder DJ, Raja A, Mintz AJ, Sethi SS, Bajakian D. Surgical and Endovascular Therapies for Below-the-Knee Peripheral Arterial Disease: A Contemporary Review. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv*. 2024 Jan 29;3(3Part A):101268. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jscai.2023.101268>.

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Діденко СМ, Бойко ВВ, Іванова ЮВ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ. Морфологічні дослідження кровоносних судин шкіри та м'язів у хворих з ішемічною формою синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. Україна. 2018;8:33-37. doi: 10.26779/2522-1396.2018.08.33. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел, здійснено відбір пацієнтів, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
2. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Каленська ОВ, Каленська ЛВ, Савицька ІМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шаповалов ДЮ. Діабетична мікроангіопатія у хворих на ішемічну форму синдрому діабетичної стопи. Клінічна хірургія. Україна. 2018;9:31-34. doi: 10.26779/2522-1396.2018.09.31. *(Дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел, здійснено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, статистично проаналізовано результати дослідження, підготовлено до друку);*
3. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Роль інтраопераційної ангіографії в лікуванні гострої непрохідності артерій нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;7:27-31. doi: 10.26779/2522-1396.2019.07.27. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, виконано їх обстеження, спільно з науковим керівником сформовано висновки, підготовлено до друку);*
4. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Капелюшний ВФ, Майструк ВІ. Порівняльна оцінка результатів хірургічного та консервативного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки. Клінічна хірургія. Україна. 2019;8:27-30. doi: 10.26779/2522-1396.2019.08.27. *(Дисертант самостійно провів відбір*

пацієнтів, статистичну обробку матеріалу, приймав участь в підготовці статті до друку);

5. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Куцин АМ, Жагдаль АА. Результати хірургічного лікування хворих з цукровим діабетом та хронічною ішемією нижньої кінцівки з урахуванням даних інтраопераційної дебітометрії. Клінічна хірургія. Україна. 2020;5-6:36-40. doi: 10.26779/2522-1396.2020.5-6. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, він приймав участь в підготовці статті до друку);*

6. Didenko S, Subbotin V, Ratushniuk A, Prysyzhna N, Khalimovskyi B. [Value of intraoperative debitometry in selecting of surgical treatment tactics for patients with diabetes mellitus with chronic critical ischemia of the lower limb]. SCOPUS. Georgian Med News. 2021 Jul-Aug;(316-317):10-16. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, статистична обробка матеріалу, взято участь в підготовці статті до друку);*

7. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Ivanko OB, Orlych OM. Study of the hemomicrocirculatory channel in patients with diabetes and threatening ischemia of the lower limb. SCOPUS. Georgian Med News. 2023 Apr.; (337):85-88. *(Дисертантом проведено відбір пацієнтів, статистична обробка матеріалу, взято участь в підготовці статті до друку).*

8. Didenko SN, Subbotin VY, Hupalo YM, Orlych OM, Ratushniuk AV, Liksunov .V. The role of intraoperative angiography in treating acute lower limb artery occlusion. SCOPUS. Pol Merkur Lek, 2024;52(5):541-546. doi: 10.36740/Merkur202405110 *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці статті до друку);*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Колатеральний кровообіг в нижніх кінцівках при оклюзіях стегново-підколінного артеріального сегменту, поєднаних з оклюзією артерій гомілково-стопового сегменту за даними ангіографії. Клінічна

флебологія. 2010;1(3):115-7. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

10. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ. Застосування штучного полімерного покриття в лікуванні ран при синдромі ішемічної діабетичної стопи. V Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сухаревські читання» 19-20 квітня 2012, Київ. Клінічна флебологія. 2012;1(5):97-98 *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

11. Діденко СМ, Субботін ВЮ, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Шапринський ВВ, Шаповалов ДЮ, Шамрай–Сас АВ. Результати гібридних втручань у хворих на цукровий діабет з стенотично-оклюзійним ураженням артерій нижніх кінцівок. V з'їзд судинних хірургів, флебологів і ангіологів України 19-21 квітня 2017, Київ. Клінічна флебологія. 2017;1(10):168-169. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

12. Діденко СМ, Субботін ВЮ. Результати хірургічної реваскуляризації при ураженні дистального артеріального русла у хворих на цукровий діабет. Конгрес судинних хірургів, флебологів та ангіологів України (Вінниця, 2023р.);Український журнал клінічної хірургії. 2023;Том 80 №3:16. *(Дисертант самостійно провів відбір пацієнтів, приймав участь в підготовці тез до друку);*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

13. Діденко СМ, Лисайчук ЮС, Гупало ЮМ, Швед ОЄ, Субботін ВЮ, Куцин АМ. Патент на корисну модель № 53721. МПК А61В 5/021. Спосіб визначення ємності артеріального русла підколінно-гомільково-стопового сегмента. Заявл. 26.02.10; Опубл. 11.10.10. Бюл. № 19. 2010. *(Дисертантом проведено патентно-інформаційний пошук та огляд літератури);*

14. Діденко СМ, Гупало ЮМ, Субботін ВЮ, Дорошенко АМ, Швед ОЄ, Лазаренко ОМ; заявник та патентовласник. Патент № 77542 Україна, МПК: А61В 17/03, А61В 17/00. Спосіб хірургічного лікування ран у хворих на цукровий діабет. №u2012 06241 заявл. 24.05.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. №4. 2013. *(Дисертантом проведено патентно-інформаційний пошук та огляд літератури, оформлено заявку на винахід).*