

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра хірургії №2

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за спеціальністю 222 «Медицина»

на тему:

**«ОЦІНКА ФАКТОРІВ РИЗИКУ АМПУТАЦІЙ ВПРОДОВЖ РОКУ У ХВОРИХ
ІЗ СИНДРОМОМ СТОПИ ДІАБЕТИКА. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ»**

Виконав: здобувач вищої освіти

6 курсу, групи 9

медичного факультету №1, спеціальності 222 Медицина

очної денної форми навчання

АРШУКОВ О.В.

Керівник: кандидат медичних наук,

доцент кафедри хірургії №2

РЕВА В.Б.

Рецензент: доктор медичних наук,

завідувач кафедри загальної хірургії та урології, професор

ПОЛЬОВИЙ В.П.

Рецензент: кандидат медичних наук

доцент кафедри загальної хірургії та урології, доцент

КНУТ Р.П.

Чернівці - 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. МЕТААНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ПЕРШОДЖЕРЕЛ З ПИТАНЬ СИНДРОМУ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ, ВИЯВЛЕНИХ ПРЕДИКТОРІВ ПАТОГЕНЕЗУ ТА СУЧАСНОГО ЛІКУВАННЯ	
1.1. Правила та юридична відповідальність за порушення порядку проведення ампутацій у медичній практиці у хворих на СДС	8
1.2. Медичне та соціально-економічне значення ускладнень синдрому діабетичної стопи	9
1.3. Існуючі модифікаційні фактори та їх роль у прогресуванні СДС	13
1.4. Немодифікаційні фактори, як незалежні предиктори при СДС	18
1.5. Класифікація та характеристика окремих клінічних форм виразок при ускладненому цукровому діабеті	20
1.6. Сучасні методи лікування синдрому діабетичної стопи	24
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.1 Клінічна оцінка пацієнтів, залучених для дослідження	32
2.2 Характеристика лабораторних методів обстеження, методика та етапи проведення	38
2.3 Характеристика інструментальних методів обстеження, методика та етапи проведення	39
РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ СДС ВІДНОСНО ЧАСОВОГО ПРОМІЖКУ	
3.1 Порівняльний аналіз та значимість рівнів цукру крові, сечовини, креатиніну та загального білірубіну у хворих різних вікових груп	45
3.2 Оцінка інструментальних досліджень, як абсолютних предикторів ризику ампутації	50

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ	
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	55
ВИСНОВКИ	62
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СДС – Синдром діабетичної стопи;
ЦД – цукровий діабет;
HbA1c – глікозильований гемоглобін;
ХЛ – холестерин;
АТ – артеріальний тиск;
ТсрО₂ - транскутанна напруга кисню;
КТ – комп'ютерна томографія;
МРТ – магнітно-резонансна томографія;
КПІ – кістково-плечовий індекс;
УЗД – ультразвукове дослідження;
КІНК – критична ішемія нижніх кінцівок;
ЛШМД – лікарня швидкої медичної допомоги;
СРБ – С-реактивний білок;
WBC – лейкоцити;
ЛПВЩ - ліпопротеїди високої щільності;
NLR – співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів;
IL – інтерлейкін;
TNF – фактор некрозу пухлини;
НІФ - невропатично-ішемічна форма;
ІГФ - ішемічно-гангренозна форма;
ПСШ – пікова систолічна швидкість;
АНА – American Heart Association;
SVU - Society for Vascular Ultrasound.

ВСТУП

Обґрунтування актуальності і доцільності роботи. Синдром діабетичної стопи (СДС) — одне з найпоширеніших ускладнень цукрового діабету, що ускладнюється інфекціями, виразками, некрозами й часто призводить до ампутацій. Зі зростанням кількості хворих на діабет випадки СДС також стають частішими, що погіршує якість життя пацієнтів і підвищує смертність. За даними Міжнародної діабетичної федерації (International Diabetes Federation, IDF), близько 25% діабетиків мають ризик розвитку цього ускладнення, з яких четверть закінчується ампутаціями. Щорічно у 9,1–26,1 млн хворих виникають трофічні виразки на ногах. Ампутація нижніх кінцівок - це крайній захід, що суттєво впливає на фізичний, емоційний і фінансовий стан пацієнта та його родини. Прогнозування ризику таких ускладнень допомагає покращити лікування, профілактику та ефективне використання медичних ресурсів[1,2].

Дослідження показують, що ризик ампутації при СДС підвищується через тривалий перебіг діабету, поганий глікемічний контроль, периферичну нейропатію, ангіопатію, інфекції та супутні захворювання. Сучасна медицина активно шукає нові методи профілактики й лікування, з метою зниження розвитку ускладнень. Діабетична стопа, що супроводжується виразками, інфекцією та ішемією, є основною причиною госпіталізацій та ампутацій. Імовірність появи клінічних симптомів СДС протягом життя становить 19–34% і зростає з віком. Частота рецидивів складає 65% впродовж наступних 3–5 років, а летальність у віддаленому післяопераційному періоді сягає 50–70%. Близько 20% пацієнтів із вперше виявленим синдромом не відновлюються протягом року. За останніми статистичними даними кількість ампутацій зросла на 50% у деяких регіонах земного шару, особливо серед молоді та етнічних меншин, що підтверджує епідеміологічний характер хвороби[3,4].

Актуальним та значною мірою невирішеним залишається питання ранньої діагностики та впливу основних факторів, що сприяють погіршенню

перебігу захворювання, починаючи зі зміни температури нижніх кінцівок, закінчуючи некрозами[5-7]. З цієї причини, судинні хірурги безупинно займаються удосконаленням класифікаційних таблиць та медичних протоколів стосовно ведення хворих із ускладненнями цукрового діабету(ЦД).

В умовах сьогодення, контроль лабораторних змін є першочерговою ланкою для запобігання інвалідизації пацієнтів. Відомо, що показник глікозильованого гемоглобіну (HbA1c) є фактором ризику саме високих ампутацій, що підтверджується результатами багатьох рандомізованих досліджень[8]. Низка вчених, аналізуючи ліпідограму хворих у передопераційному періоді, вказує на пряму залежність між рівнем холестерину (ХЛ) та ймовірністю серйозних макросудинних уражень, підтверджуючи наявність у хворих облітеруючого атеросклерозу, пов'язаного із гангrenoю стопи[9,10].

Оцінка біохімічних показників крові є першочерговим, але не провідним методом визначення ризиків до радикальних втручань. Важливе значення посідають фізикальні та інструментальні засоби: оцінка артеріального тиску (АТ), транскутанна напруга кисню (T_{spO_2}), комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), кісточно-плечовий індекс (КПІ), ультразвукове дослідження (УЗД) та інші методи інструментальної діагностики, що вказують на ступінь ураження тканин при СДС за класифікаціями Wagner-Maggitt (1979) або WIfI (2014)[11-13].

Проте, вирішальним етапом для пацієнта слугує чітко підібране лікування. В умовах поєднання критичної ішемії нижніх кінцівок IVст. за Fontaine (КІНК) та ускладнень ЦД, хірургічна допомога шляхом некректомії або виконання «малих ампутацій» здебільшого несе проміжний характер, що підкреслює важливість оцінки ризиків повторних ампутацій, навіть у віддаленому післяопераційному періоді[14-15].

Отже, проблематика у визначенні важливості лабораторних та інструментальних методів діагностики у розвитку та прогресуванні патологічного процесу при СДС залишається актуальною на сьогоднішній день.

Мета дослідження: На основі аналізу сучасних літературних даних та даних аналізу історій хвороби хворих із СДС, оцінити значення факторів ризику ампутацій.

Завдання дослідження:

1. Вивчити літературні дані, що дозволять оцінити фактори ризику ампутацій у хворих із СДС.
2. Провести аналіз лікування хворих із СДС, які проходили в першому хірургічному відділенні лікарні швидкої медичної допомоги (ЛШМД).
3. Визначити взаємозв'язки між значеннями окремих показників лабораторних та інструментальних методів дослідження та ризиком проведення ампутацій.

Об'єкт дослідження – хворі із синдромом діабетичної стопи.

Предмет дослідження – визначення значущості основних лабораторних та інструментальних методів діагностики в оцінці ризику ампутацій нижніх кінцівок у хворих із СДС.

РОЗДІЛ І

МЕТААНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ПЕРШОДЖЕРЕЛ З ПИТАНЬ СИНДРОМУ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ, ВИЯВЛЕНИХ ПРЕДИКТОРІВ ПАТОГЕНЕЗУ ТА СУЧАСНОГО ЛІКУВАННЯ

1.1. Правила та юридична відповідальність за порушення порядку проведення ампутацій у медичній практиці у хворих на СДС

Нормативна відповідальність за виконання ампутацій в Україні є важливим правовим інструментом, що забезпечує дотримання етичних та медичних норм під час проведення цієї складної хірургічної операції. Оскільки ампутація без необхідних медичних показань або без згоди пацієнта може порушити права людини, законодавство передбачає чіткі вимоги до її здійснення, а також відповідальність за їхнє виконання. Це унеможливорює зловживання з боку медичного персоналу та захищає пацієнтів від неправомірних дій.

Згідно до Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992 р.) існують статті та загальні принципи медичної діяльності, що поширюються на проведення таких хірургічних втручань, як ампутації. Відповідно до ст. 6 цього закону, громадяни України мають право на кваліфіковану медичну допомогу, яка повинна відповідати встановленим стандартам і вимогам безпеки. Медичне втручання, зокрема ампутація, можливе лише за наявності обґрунтованих медичних показань та відповідно до затверджених клінічних протоколів. Згідно з ст. 42, будь-яке медичне втручання допускається лише за згодою пацієнта, за винятком випадків, коли існує безпосередня загроза його життю і він не може самостійно ухвалити рішення. У таких ситуаціях лікар має право здійснити невідкладне оперативне втручання в інтересах пацієнта. Посилаючись на ст.78 відповідних основ законодавства, якщо ампутація була здійснена без належних підстав або без згоди пацієнта, це може кваліфікуватися як завдання тяжких тілесних ушкоджень, що тягне за собою кримінальну чи цивільно-правову відповідальність відповідно до ст. 80-81. Такі

випадки можуть розглядатися як порушення прав пацієнта та каратися згідно з чинним законодавством, а саме Кримінального кодексу України за ст. 121.

Діяльність медичних працівників виконується згідно наказам Міністерства охорони здоров'я України від 24 липня 2024 року №1300 та від 26 січня 2023 року № 151, що затверджують Уніфіковані клінічні протоколи первинної та спеціалізованої медичної допомоги у хворих на ЦД першого та другого типу, в яких регламентується профілактика, діагностика, лікування та рекомендації щодо раннього виявлення уражень нижніх кінцівок. Необхідно зазначити, що з появою вищезгаданих нормативних актів, втратили чинність накази МОЗ України від 21 грудня 2012 року № 1118 та 22 травня 2009 року № 356, які містили застарілі протоколи ведення пацієнтів з ендокринними порушеннями.

Зазначений порядок встановлює юридичні наслідки за порушення порядку ампутації та сприяє покращенню якості медичних послуг, дотриманню правових та моральних принципів у галузі охорони здоров'я, пов'язаних з ускладненнями СДС.

1.2. Медичне та соціально-економічне значення ускладнень синдрому діабетичної стопи

Відповідно до останніх даних Федерації контролю діабету, від 20% до 30% пацієнтів госпіталізуються саме через ураження нижніх кінцівок, спричинених ускладненнями ЦД. Щороку кількість нових випадків цього захворювання зростає приблизно на 5%, 1% серед яких закінчується ампутацією, пов'язаною із розвитком виразок стопи. Статистика вказує, що у світі кожні 20 секунд проводиться хірургічне втручання з приводу вищезазначених причин[16,17].

Серед людей із діабетом поширеність факторів ризику розвитку діабетичних уражень нижніх кінцівок коливається від 10,0% до 58,8% популяції. Частота діагностованих клінічних випадків діабетичної стопи сягає

1,2–1,5%, а рівень ампутацій, спричинених діабетом, складає від 5,2 до 7,2 випадків на 1000[18].

Статистичні відомості багатьох ретро- та проспективних досліджень відмічають чітку кореляцію щодо погіршення світової захворюваності на цукровий діабет. До 2030 року прогнозується зростання кількості хворих до 439 млн осіб у світі, порівнюючи з існуючими інфографіками за 2004 рік, коли зареєстрованих випадків налічувалось 139 млн[19].

При комплексному та послідовному лікуванні синдрому діабетичної стопи в міждисциплінарних медичних центрах можна суттєво знизити ризик ампутацій. Розвантаження стопи та артеріальна реваскуляризація спрямовані на відновлення кровотоку в нижніх кінцівках значно покращують загоєння виразок і зменшують ризик некрозу тканин. Завдяки комплексному підходу, який охоплює всі ці методи, частоту високих ампутацій серед пацієнтів вдається знизити до 80%, що зменшує економічні витрати системи охорони здоров'я та соціального забезпечення[20].

До переліку міждисциплінарних медичних центрів відносять: тривалу медикаментозну терапію, проведення хірургічних втручань, реабілітаційні заходи, ортопедичне забезпечення та постійний амбулаторний догляд. Особливе фінансове навантаження спричиняють повторні госпіталізації, які стають необхідними у разі ускладнень, таких як важкі інфекції або потреба в ампутаціях. Окрім прямих витрат, існують і непрямі економічні наслідки. Родичі пацієнтів змушені витрачати значні ресурси на догляд, що включає як фінансові, так і часові витрати[21].

Низька медична грамотність і обмежений доступ до якісної допомоги підвищують ризик ускладнень діабету. Пацієнти часто недооцінюють важливість контролю глікемії, уникають інсулінотерапії через страх чи побічні ефекти, самостійно змінюють лікування, що призводить до погіршення стану. Відсутність контролю над дієтою та лікуванням значно ускладнює перебіг хвороби, вимагаючи більшої уваги до профілактики та навчання пацієнтів[22].

Залучення інших осіб задля коректного ведення та контролю пацієнтів з ЦД та ускладненнями, за інформацією певних досліджень, є необхідним. Пацієнти, які перебувають у стабільних стосунках, на 35% рідше стикаються із діагнозом СДС. Це пояснюється тим, що емоційна та соціальна підтримка мотивує людей ретельніше дотримуватися лікарських рекомендацій, вчасно приймати ліки, слідкувати за харчуванням і рівнем фізичної активності. Соціальна ізоляція та самотність є факторами, що погіршують перебіг діабету[9].

Частота ампутацій при СДС впродовж останніх років безумовно пов'язана з факторами, кількість яких зростає кожного дня в умовах прогресування методик обстежень. Аналіз 42 наукових публікацій продемонстрував, що загальна частота госпіталізацій для тотальних ампутацій у пацієнтів із діабетом зменшилася в середньому на 27% при початковому середньому показнику 3,1 випадків на 1000, з фінальним – 2,5. Вказується, що чоловіки мали вищі показники ампутацій порівняно з жінками, проте тенденція до зниження була однаковою для обох статей. Дані також свідчать про значне покращення ситуації в країнах, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку, де у 58% держав зафіксовано зменшення кількості ампутацій на 41%. Це може бути наслідком покращення методів профілактики, раннього виявлення ускладнень, впровадження сучасних підходів до лікування синдрому діабетичної стопи, а також підвищення обізнаності пацієнтів щодо необхідності контролю глікемії та догляду за нижніми кінцівками[18,23].

Незважаючи на те, що число ампутацій в одних куточках світу серед популяцій пацієнтів із синдромом діабетичної стопи демонструє останніми роками певну тенденцію до зниження, в інших – навпаки, йдеться про зріст. Упродовж п'яти років фіксуються дані щодо кількості загальних ампутацій серед населення: зазначено зріст з 3514 до 4275 випадків. Варто зауважити, що відбувається значне зростання саме малих ампутацій на рівні стопи – з 2534 до 3319, тоді як частота великих ампутацій дещо знизилась з 980 до 956. Однією з можливих причин цієї розбіжності є розвиток методів реваскуляризації, що дає

змогу обмежитися менш інвазивними операціями, сприяючи зросту коефіцієнта кореляції між судинними втручаннями та ампутаціями: від 0,56 до 0,62 за п'ять років[24].

Некоректно вважати, що у всіх пацієнтів з тривалим періодом захворювання цукрового діабету розвинеться СДС з подальшою ампутацією. Існують моделі прогнозування ризику: Бойко, Мартінса-Мендеса (спрощена), Мартінса-Мендеса (оригінальна) і PODUS 2020. Остання з них має найбільш сприятливу прогностичну точність та передбачає середню абсолютну швидкість розвитку СДС: три бінарні змінні є підсумковими, за допомогою яких передбачається, що у 5,2% осіб із ЦД прогнозований розвиток ускладнення впродовж наступних двох років. Цікавим є спостереження, що більшість моделей недооцінюють ризик у пацієнтів із найвищою загрозою розвитку ускладнень. Це критично важливий аспект, оскільки саме такі пацієнти потребують найбільш ретельного моніторингу та профілактичних заходів. [25,26].

Ампутація спричиняє незворотні функціональні зміни в організмі, що докорінно змінює життя пацієнтів. Втрата кінцівки призводить до соціальної дезадаптації, втрати роботи та засобів до існування, що супроводжується значним психологічним навантаженням через неможливість повернення до звичного способу життя[27].

Прогноз щодо виживаності після ампутації значною мірою залежить від супутніх захворювань і соціальних факторів. При тяжких ускладненнях і загальному ослабленні організму деякі пацієнти помирають усього через кілька днів після виписки. У середньому тривалість життя після високих ампутацій у світі становить близько 25 місяців, в окремих випадках пацієнти можуть прожити до дев'яти років, проте такі випадки є радше винятком, ніж правилом. Трирічна загальна виживаність пацієнтів після проведених оперативних втручань ні рівні стопи, становить 91,8%[28].

Отже, зібравши та проаналізувавши світові статистичні дані, можна прийти до висновку, що ускладнення синдрому діабетичної стопи мають

серйозні медичні та соціально-економічні наслідки, оскільки призводять до ампутацій, втрати працездатності та значного зниження якості життя пацієнтів. Високий рівень смертності після ампутації, а також значні витрати на лікування й реабілітацію підкреслюють необхідність ефективної профілактики та своєчасного медичного втручання.

1.3. Існуючі модифікаційні фактори та їх роль у прогресуванні СДС

Порівнюючи причини виникнення ЦД та його ускладнень 20-ти літньої давності, неможливо паралелізувати з сучасним світом. Ризики виникнення даного захворювання зростають, а з ними і аналіз та розробки причинно-наслідкових зв'язків у патогенезі ЦД. Важливість цих факторів полягає у необхідності їх раннього виявлення та контролю, оскільки лише комплексний підхід до терапії дозволяє уповільнити прогресування патологічного процесу та знизити ризики розвитку тяжких ускладнень[29,30].

Аналіз отриманих даних засвідчив недостатній рівень медичного контролю за станом стопи у пацієнтів із діабетом. Майже 79,5% хворих ніколи не проходили спеціалізованого обстеження ніг, що свідчить про недоліки у сфері медичного обслуговування та недостатню профілактичну діяльність медичного персоналу. Відсутність консультацій у ендокринолога, нерегулярний контроль рівня глюкози та труднощі в медикаментозному лікуванні сприяють прогресуванню ускладнень. Показовим є випадок Тайваню, де 62,8% пацієнтів із діабетом не здійснювали моніторинг рівня глюкози навіть за наявності виразок на стопах, що додатково підкреслює глобальність цієї проблеми[9].

У багатопрофільному когортному дослідженні засвідчується, що рівень глікозильованого гемоглобіну (HbA1c) є значущим фактором ризику високих ампутацій серед хворих із ускладненим ЦД і висвітлює проблематику недостатнього контролю захворювання. Кожне підвищення рівня HbA1c на 1% асоціюється зі зростанням ймовірності ампутації на 28%, що підтверджує його роль як незалежного фактора ризику при діабетичних ускладненнях[31,32]. Аналізуючи хірургічні втручання на основі досліджуваних клінічних випадків

та підрахунків за методом Крамера, можна констатувати наявність вираженої прямої кореляції між виконанням дистальних ампутацій і санаціями з підвищенням рівня глікозильованого гемоглобіну. У 323 пацієнтів, серед яких проведено радикальну хірургію на рівні стопи, констатується нижчий рівень HbA1c (%), порівнюючи з групою пацієнтів, кінцівка яких була оперована нижче коліна[33].

Як відомо, підвищений рівень глюкози в крові безпосередньо спричиняє утворення кінцевих продуктів глікації, зокрема глікозильованих білків і ліпідів, які чинять токсичний вплив на ендотелій судин і нервові закінчення. Це призводить до розвитку периферичних артеріальних захворювань (ангіопатії) і зниження чутливості (нейропатії) відповідно. Накопичення даних метаболітів у зв'язках та суглобових капсулах стопи погіршує їхню еластичність, обмежуючи рухливість суглобів і спричиняючи їхню ригідність. Унаслідок цього формується патологічний стан, що збільшує ризик утворення невропатичних виразок у зоні підошвеної поверхні стопи, підвищуючи ризик потрапляння інфекції в рану[34].

Біохімічні дані, які відносять до маркерів запалення також вказують на факт важливості їх врахування в цей складний та багатогранний патогенез. «Дистальна» форма ампутацій при СДС характеризується нижчим рівнем С-реактивного білка та креатиніну, що вказує на менш виражений запальний процес і кращу функцію нирок порівняно з більш проксимальними ампутаціями, які асоціюються з вищими рівнями цих маркерів та погіршеним загальним станом пацієнтів[35]. Збільшений рівень С-реактивного білка (СРБ) є достовірним предиктором ампутації у пацієнтів із синдромом діабетичної стопи. Як однофакторний, так і багатфакторний аналізи підтверджують, що СРБ можна вважати незалежним фактором ризику, що вказує на його значущість у прогнозуванні тяжкості перебігу захворювання[36].

У клінічній практиці фактори запалення, такі як гіперлейкоцитоз часто асоціюється з тяжким перебігом інфекційного процесу та необхідністю більш агресивної тактики лікування. Хронічна гіперглікемія у пацієнтів із цукровим

діабетом спричиняє значні порушення імунної відповіді, що проявляється дисфункцією нейтрофілів, зниженням їхньої здатності до хемотаксису, фагоцитозу та бактерицидної активності. Рівень лейкоцитів (WBC), що перевищує 12 г/л, вказує на системну запальну відповідь організму і навіть можливий розвиток сепсису[37]. У межах одного дослідження встановлено, що гіперлейкоцитоз асоціюється з вищою ймовірністю необхідності хірургічної інтервенції з ампутацією на більш проксимальному рівні, що підкреслює прогностичну значущість лейкоцитарного показника у визначенні тяжкості патологічного процесу. На тлі антибактеріальної терапії подібні значення розглядаються як негативний прогностичний фактор, що може свідчити про неефективність лікування, формування резистентної мікрофлори або прогресування некротичного процесу[38]. Відповідно до сучасних клінічних досліджень, високий рівень співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів асоціюється зі зростанням ризику ампутації нижніх кінцівок при діабетичних виразках стопи та може слугувати незалежним прогностичним маркером негативного перебігу захворювання. Підвищення цього показника свідчить про активацію каскаду, який супроводжується вивільненням протеолітичних ферментів (зокрема еластази), які сприяють ушкодженню судинного ендотелію, порушенню васкулярної проникності та погіршенню мікроциркуляції[57].

Поряд із запальними показниками, метаболічні дисфункції, зокрема порушення ліпідного обміну, є важливим предиктором в утворенні виразки м'яких тканин нижньої кінцівки. Зокрема, результати дослідження продемонстрували наявність оберненого зв'язку між сироватковим рівнем холестерину та виразковими дефектами стопи. Зниження ліпідного спектра крові в пацієнтів із зазначеним ускладненням може вказувати на розвиток гіпотрофічних станів, обумовлених дефіцитом білкової складової в раціоні, хронічною протеїнурією, тривалим катаболічним стресом та психоемоційним виснаженням[39]. Важливим відкриттям для багатьох галузей медицини є робота Ahmadi S., яка наголошує на контролі рівня ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ). Низький рівень тригліцеридів та ліпопротеїнів високої

щільності асоціюється з підвищеним ризиком ампутацій та є незалежним чинником. Останні інгібують активність прозапальних клітин і молекул, що сприяють поширенню інфекції, знешкоджують бактеріальні ендотоксини, такі як ліпополісахариди, і сприяють відновленню пошкоджених тканин[40,41].

Окрім безпосередніх уражень, пов'язаних із синдромом діабетичної стопи, важливе значення мають супутні стани, які можуть впливати на загальний прогноз пацієнта через серцево-судинну або цереброваскулярну системи. Одним із таких чинників є артеріальна гіпертензія — часте супутнє захворювання у хворих на цукровий діабет. Зокрема, артеріальний тиск (АТ) підвищений у діабетиків приблизно вдвічі частіше, ніж у людей без цієї патології. Згідно з даними дослідження EUROASPIRE IV, лише трохи більше половини пацієнтів із СДС досягають цільових показників артеріального тиску, нижчих за 140/90 мм рт.ст., проте результати не підтверджують кореляції між АТ та ризиком ампутацій, завершуючи дискусії клініцистів[42].

Куріння внаслідок індукції ендотеліальної дисфункції, посилення артеріальної гіпертензії та прогресування атеросклеротичних змін, є важливим патогенетичним чинником у формуванні синдрому діабетичної стопи. При цьому виникає вазоконстрикція, зменшується доставка кисню до тканин та пришвидшуються атеросклеротичні зміни судин, що призводить до зменшення периферичного кровотоку на фоні порушення мікроциркуляції. Куріння також знижує здатність тканин до регенерації та послаблює імунну відповідь, підвищуючи ризик інфекційних ускладнень[43,44].

Ампутації можуть передувати як фактори ризику, що існують без наявних виразкових уражень, так і фактори, що виникають на тлі вже сформованої виразки. На основі аналізу 44 предикторів, їх патогенезу та наслідків найбільш значущим серед перших є інвазивна глибина виразки. У дослідженні SIDESTEP інвазивну глибину виразок було класифіковано за чотирма категоріями: дерма (<5 мм), підшкірна клітковина (5–10 мм), сухожилля або суглоби (10–20 мм) та кістка (>20 мм) — для оцінки прогнозу перебігу захворювання. Підтвердження знайшли й інші дослідники, які встановили, що глибокі виразки з ураженням

кісткової тканини суттєво підвищують ризик великої ампутації у пацієнтів із цукровим діабетом[45].

У процесі прогресування патології зростає ймовірність виникнення ранових дефектів, які, за несприятливих умов, можуть стати вхідними воротами для інфекції. Згідно з повідомленнями, 58% виразок уже були інфіковані під час першого звернення, однак сучасні інструменти, зокрема система класифікації PEDIS, поки що не були всебічно оцінені з точки зору їх прогностичної ефективності. Цікавим є те, що вплив інфекції на загоєння ран при СДС є диференційованим: при нейропатії він мінімальний, тоді як при ішемії інфекція суттєво погіршує результати загоєння. У середовищі зі зменшеним артеріальним кровотоком імунна відповідь значно слабшає, що ускладнює боротьбу з інфекцією і пригнічує процеси регенерації[46].

Попри те, що у класифікації Wagner-Meggitt (1979) не виділено інфекцію як окремий критерій оцінювання, вона опосередковано враховується через наявність остеомієліту — інфекційного ураження кісткової тканини. Успішно доведено, що виразки III ступеня за Wagner і вище асоціюються з підвищенням ризику великої ампутації більш ніж у п'ять разів[38,47]. Із підвищенням ступеня за Вагнером зростає клінічна тяжкість ураження: поглиблюється виразковий дефект, з'являються ознаки остеомієліту, некрозу або гангрені, що значно ускладнює лікування та погіршує прогноз.

Виразки, що виникають у зонах підвищеного механічного навантаження — зокрема на підошовній поверхні стопи, п'яті та ділянці великого пальця, характеризуються повільнішим загоєнням, що зумовлено частими мікротравмами, постійним тиском та можливим порушенням мікроциркуляції. Такі анатомічні зони, через свою функціональну активність, особливо вразливі до інфікування та формування глибоких трофічних уражень, які потребують більш інтенсивного лікування та мають вищу ймовірність прогресування до станів, що потребують хірургічного втручання[48].

Тому, ампутації нижніх кінцівок при синдромі діабетичної стопи здебільшого є наслідком недооцінки модифікаційних факторів ризику. Поганий

глікемічний контроль, інфекції, порушення кровообігу та ігнорування догляду за стопами сприяють виникненню та прогресуванню некротичних уражень. Вчасна корекція цих чинників значно знижує ймовірність хірургічних втручань та зменшує кількість ампутацій.

1.4. Немодифікаційні фактори, як незалежні предиктори при СДС

У структурі етіопатогенетичних чинників синдрому діабетичної стопи немодифікаційні фактори відіграють фонову, але значущу роль, обумовлюючи первинну схильність до розвитку уражень нижніх кінцівок. Одним з тих, що може сприяти виникненню виразки є стать. Такий висновок ґрунтується на основі багатьох аналізів щодо існування вираженої гендерної різниці в частоті розвитку діабетичної стопи, що може бути зумовлено як фізіологічними особливостями, так і поведінковими факторами, включно з пізнішим зверненням по медичну допомогу та меншим дотриманням рекомендацій щодо самоконтролю з боку чоловіків. Останні мають у 1,5 рази вищий ризик розвитку діабетичної стопи та пов'язаних із нею ускладнень порівняно з жінками[49]. Хоча встановлено, що у чоловіків перший епізод діабетичної стопи виникає частіше, проте, подальший перебіг цього ускладнення, згідно з дослідженнями, не демонструє значущих статевих відмінностей: частота повторних ампутацій протягом року після первинної, не відрізняється між чоловіками та жінками, так само як і рівень смертності у цей період залишається приблизно однаковим для обох статей[50].

З віком в організмі відбуваються численні фізіологічні зміни, які можуть посилювати вразливість до ускладнень хвороб, зокрема синдрому діабетичної стопи. Результати не виявили переконливих доказів того, що вік є незалежним фактором, який значно впливає на частоту ампутацій у пацієнтів із СДС. Водночас, вік традиційно розглядається як важливий немодифікаційний чинник, що може опосередковано впливати на перебіг захворювання. У пацієнтів старшого віку частіше спостерігаються супутні порушення, такі як зниження кровопостачання тканин, погіршення імунної відповіді, нейропатичні

зміни та інші хронічні стани, які ускладнюють загоєння виразок і підвищують ризик інфекцій[42,51]. Таким чином, хоча прямий зв'язок між віком і частотою ампутацій не завжди виявляється статистично значущим, вік слід розглядати як фоновий чинник, що сприяє загальному підвищенню ризику ускладнень.

Традиційно тривалість цукрового діабету розглядається як потенційний немодифікований фактор ризику розвитку ускладнень, водночас результати досліджень залишаються суперечливими. Частина авторів не виявляє статистично значущого зв'язку між тривалістю захворювання та частотою хірургічних втручань[52], тоді як інші відзначають підвищений ризик ампутацій у пацієнтів із тривалим перебігом діабету, що пояснюється прогресуванням судинних та нейропатичних уражень[53]. З патофізіологічної точки зору, тривалий анамнез ЦД асоціюється з більш глибокими метаболічними порушеннями, кумулятивним пошкодженням судин та нервових волокон, а також зниженням здатності до регенерації тканин, що створює сприятливі умови для розвитку інфекцій та хронічних виразок. Таким чином, тривалість цукрового діабету може не виступати як незалежний предиктор ампутацій, але відіграє важливу роль у формуванні загального ризикового профілю пацієнта з СДС.

Класифікація Вагнера, яка служить надійним інструментом для прогнозування ризику ампутації та визначення подальшої тактики лікування демонструє чітку прогресивну залежність: із кожним наступним ступенем ризик ампутації значно підвищується. Зокрема, перехід від I до II ступеня пов'язаний із суттєвим зростанням імовірності ампутації, а при досягненні III і вищих ступенів ця ймовірність зростає в рази. У пацієнтів із V ступенем ураження ризик ампутації наближається до абсолютного, що вказує на критичність стану тканин і неможливість збереження кінцівки[54].

Проведений поетапний багатофакторний логістичний регресійний аналіз виявив, що оклюзійно-стенотичні ураження периферичних артерій є другим за важливістю прогностичним фактором ампутації на рівні ступеня тяжкості діабетичних уражень за шкалою Вагнера, як немодифікаційний чинник. У

третини пацієнтів перед ампутацією нижньої кінцівки залишався недіагностованим облітеруючий атеросклероз, що вказує на його недооцінення у клінічній практиці[55,56].

Один з незалежних предикторів, що дозволяє оцінити ризик ампутацій при ускладненнях ЦД є співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (NLR). Варто зазначити, що цей фактор є мінливим, але існують певні генетичні поліморфізми в генах, які кодують лейкоцитарний «пул». Зокрема, поліморфізми, які регулюють продукцію прозапальних цитокінів (таких як IL-6, TNF- α , IL-1 β) асоціюються з гіперактивністю нейтрофілів та посиленою секрецією ферментів, що сприяють тканинному ушкодженню та прогресуванню судинної патології. Таким чином, NLR може відображати не лише поточний запальний стан, але й генетично зумовлену схильність пацієнта до дисрегуляції імунної відповіді, що має потенційне значення при оцінці індивідуального ризику розвитку ускладнень при синдромі діабетичної стопи[57].

Таким чином, немодифікаційні чинники, зокрема імуногенетичні особливості, вік і тривалість метаболічного дисбалансу, створюють патофізіологічне тло, на якому реалізуються механізми прогресування синдрому діабетичної стопи. Ці чинники не лише формують вроджену вразливість до хронічного запалення та ішемії, а й обмежують потенціал консервативної терапії, зумовлюючи високий ризик ампутацій навіть за умов інтенсивного лікування.

1.5. Класифікація та характеристика окремих клінічних форм виразок при ускладненому цукровому діабеті

З огляду на складність перебігу, особливу увагу приділяють міжнародним класифікаціям, які дозволяють стандартизувати підхід до оцінки важкості стану. У клінічній практиці основну увагу зосереджено на ішемічних та змішаних формах: приблизно в 50% випадків нейропатія бере участь у розвитку ішемічної виразки, тому така форма рахується змішаною. Типовими місцями для розвитку останніх є:

1. Кінцеві фаланги пальців, стопи.
2. Нігті та нігтьові ложе.
3. Головки першої та другої плеснових кісток(некроз зазвичай локалізований).
4. Бічний край стопи.
5. П'ята.
6. Міжпальцевий проміжок.
7. Розгинальні поверхні гомілок[58,59].

Для оцінки ступеня ураження широко застосовують шкалу Wagner (F.W. Wagner, 1979), яка ґрунтується на аналізі таких місцевих ознак, як набряк, гіперемія, больовий синдром, розміри та глибина рани, а також ризик розвитку ампутацій у тяжких випадках. На нульовому ступені шкіра стопи залишається неушкодженою, без ознак виразок, хоча можуть спостерігатися деформації, сухість чи мозолі, що свідчать про підвищений ризик подальших уражень; перший ступінь характеризується наявністю поверхневої виразки, яка обмежується лише епідермісом і дермою; на другому ступені виразковий процес поширюється глибше — вражає підшкірну клітковину та м'які тканини, нерідко супроводжується розвитком інфекції; третій ступінь є більш загрозливим: спостерігається глибока виразка, яка може супроводжуватися утворенням абсцесів, остеомієлітом або септичним артритом; четвертий ступінь пов'язаний із розвитком локалізованої гангрени (сухої або вологої), що охоплює одну з частин стопи, наприклад палець, із некрозом усіх шарів тканин у цій ділянці. Нарешті, п'ятий ступінь означає наявність обширної гангрени, яка уражає значну частину або навіть усю стопу, часто вимагаючи радикального хірургічного втручання, включно з ампутацією[60,61].

Існуючі системи потребували адаптації та хронологія розвитку медицини сприяла цьому. Серед численних систем класифікації діабетичних виразок особливу увагу привертає класифікація Техаського університету, яка вирізняється своєю структурованістю та клінічною доцільністю. Вона є більш деталізованою порівняно з класифікацією Меггітта-Вагнера, оскільки враховує

не лише глибину ураження тканин — від поверхневої виразки до залучення кісток і суглобів — але й супутні ускладнення. Кожен ступінь додатково поділяється на чотири класи: 0 — відсутність інфекції та ішемії, 1 — наявність інфекції, 2 — наявність ішемії, 3 — поєднання обох факторів[11].

Однак, дана шкала послугувала сполучною ланкою зі шкалою S(AD)SAD, яка виявилась надто деталізованою для використання її в клінічній практиці, для створення в майбутньому об'єднаної систематизації SINBAD. Складові, що включені в вищезгадану класифікацію сприяють оцінці локалізації виразки, ступеню ішемії, нейропатії, визначенню площі та глибини[62].

Особливої уваги заслуговує прогресування нейроостеоартропатії Шарко — рідкісного, але серйозного ускладнення, що виникає при порушенні нервової регуляції та мікроциркуляції. Для правильної тактики лікування використовують класифікацію Айхенгольца (Eichenholtz, 1966), що дозволяє вчасно виявити загрозу інфекції, обрати ефективний метод консервативного ведення пацієнта та зберегти функціональність кінцівки[63]. На нульовій, або продромальній стадії, клінічно спостерігаються набряк, локальне підвищення температури та ознаки запалення, проте рентгенологічних змін ще немає, що часто ускладнює своєчасну діагностику. Перша стадія, або стадія розвитку (фрагментації), характеризується вираженою деструкцією кісткової тканини, виникають патологічні переломи, підвивихи та нестабільність суглобів. У другій стадії, яка носить назву коалесценції, починає знижуватися інтенсивність запального процесу, з'являються ознаки ремоделювання кісткових структур. Третя стадія — стадія реконструкції — свідчить про завершення активної фази процесу: формується остаточна деформація стопи, яка, хоч і стабілізується, проте часто зберігає функціональні обмеження та підвищений ризик утворення виразок у майбутньому[64].

Прогностично несприятливим є розвиток даної виразки, адже ризик ампутації у таких пацієнтів досягає 50%[65], на відміну від 10% у разі її відсутності.

У дебюті хвороби переважають неспецифічні симптоми — набряк, гіперемія та локальне підвищення температури без ознак зовнішнього ушкодження. Це може призводити до хибної діагностики інфекційного процесу. Диференційно-діагностичною ознакою є зменшення запальних проявів після підняття ураженої кінцівки, що характерно для Шарко, але не притаманно інфекціям. Своєчасна діагностика та правильна інтерпретація клінічних ознак дозволяють уникнути необґрунтованої антибактеріальної терапії та запобігти хірургічним втручанням[66].

Поряд із шкалою Meggitt-Wagner існує класифікація WIfI (Wound, Ischemia, foot Infection), що використовується для оцінки ризику та базується на трьох параметрах:

- характеристика рани (глибина та площа ураження);
- ступінь ішемії (оцінюється за гомілково-плечовим індексом, тиском у пальцях або TcPO₂);
- тяжкість інфекції (за класифікацією IDSA).

Кожен компонент оцінюється від 0 до 3 балів, що дозволяє прогнозувати ймовірність ампутації та потребу в реваскуляризації[67].

Суб'єкти, такі як погіршення мікроциркуляції, посилення гіпоксії тканин у поєднанні з наявною ішемією є наслідками приєднання інфекції в рановому процесі. Однією з таких сучасних і клінічно верифікованих систем є класифікація PEDIS (Perfusion, Extent/size, Depth/tissue loss, Infection), яка охоплює не лише судинний компонент, але й ключові параметри ураження, включаючи наявність та характер інфекційного чинника. У пацієнтів із цукровим діабетом, через порушену імунну відповідь, інфекційний процес розвивається стрімко, часто з невираженими клінічними проявами на ранніх етапах. Все перелічене більшою мірою ускладнює своєчасну діагностику, дозволяючи інфекції проникати у глибокі тканини, зокрема м'язи, фасції, кістки, викликаючи остеомієліт, і навіть призводити до генералізації у вигляді сепсису[68,69].

Ампутації кінцівок зазвичай класифікуються на високі та низькі залежно від місця, в якому проводиться операція. Низькі ампутації, зокрема на рівні стопи або гомілки, мають менший вплив на функціональні можливості пацієнтів та дозволяють досягти кращих результатів реабілітації. Натомість високі ампутації, як-от на рівні стегна, є більш інвазивними й значно ускладнюють відновлення рухливості, що потребує використання складніших протезів і довшого періоду адаптації[70].

Науковий аналіз наявних публікацій свідчить, що основна увага на дослідженнях зосереджена в країнах із високим рівнем доходу, де вчені мають доступ до якісних національних баз даних і можуть здійснювати точні оцінки стану медичної допомоги. Результати аналізу свідчать про поступове зниження кількості ампутацій серед пацієнтів із діабетом[18,71].

Отже, використання різноманітних шкал сприяє стандартизації клінічної оцінки, полегшує вибір лікувальної тактики та дозволяє здійснювати більш точний прогноз перебігу захворювання.

1.6. Сучасні методи лікування синдрому діабетичної стопи

Лікування синдрому діабетичної стопи базується на комплексному підході, що поєднує медикаментозну терапію, хірургічні втручання, місцеву обробку ран, фізіотерапевтичні методи та освітню роботу з пацієнтами. Основна увага приділяється боротьбі з інфекцією шляхом застосування антибіотиків, а також покращенню мікроциркуляції за допомогою судинорозширювальних препаратів і, при необхідності, хірургічної реваскуляризації. Місцеве лікування включає очищення ран, використання сучасних пов'язок і фізичних методів стимуляції загоєння, таких як вакуумна терапія та лазеротерапія[72].

У ході дослідження під керівництвом Іфтодія А.Г. було проведено аналіз ефективності використання озонотерапії в лікуванні пацієнтів із синдромом діабетичної стопи. Усі учасники мали ішемічні ураження нижніх кінцівок різного ступеня тяжкості, що дозволило сформувати порівняльні групи.

Основна відмінність полягала у застосуванні в основній групі інноваційного підходу з використанням озонованого фізіологічного розчину, який вводився внутрішньоартеріально, а також застосовувалися додаткові методи: вульнеросанація, вакуумна терапія та локальне озонування. Такий підхід мав на меті покращити мікроциркуляцію, прискорити регенеративні процеси в уражених тканинах і стабілізувати метаболічні показники. Аналіз результатів лікування продемонстрував позитивну динаміку у пацієнтів основної групи, що свідчить про доцільність включення озонотерапії до складу комплексного лікування ішемічних уражень при синдромі діабетичної стопи. Клінічне покращення у вигляді зменшення болю, нормалізації температури, покращення сну та зменшення тахікардії спостерігалось вже після 1–4 процедур із застосуванням озону, тоді як аналогічні позитивні зміни в контрольній групі фіксувалися лише на 12–14 день лікування. Це свідчить про швидшу позитивну динаміку та ефективність озонотерапії як додаткового методу у веденні пацієнтів із синдромом діабетичної стопи[73]. Інші автори зазначають зменшення больового синдрому вже на п'яту добу лікування, тоді як ознаки запалення – такі як набряк, гіперемія та інфільтрація тканин – суттєво зменшувалися на другий-третій день. Зокрема, зменшення набряку спостерігалось в середньому на 2,5 день, гіперемії – на 2,2 день, інфільтрації – на 3,2 день. Формування грануляційної тканини відбувалося швидше у пацієнтів з невропатично-ішемічною формою (НІФ) – приблизно з 4,6 дня, у той час як при ішемічно-гангренозній формі (ІГФ) цей процес починався в середньому з 6,5 дня. Методика терапії полягала у поступовому підвищенні вакуумного тиску: від 50–80 мм рт. ст. у першу добу до 100–120 мм рт. ст. надалі, з можливістю зниження у випадку больових скарг[74].

Критична ішемія нижніх кінцівок у поєднанні з синдромом діабетичної стопи розглядається як складне клінічне завдання, що потребує мультидисциплінарного підходу. Автори справедливо вказують, що хірургічне втручання у вигляді некректомій та малих ампутацій не вирішує проблему радикально, і наголошують на високій ефективності ендоваскулярних втручань

— зокрема балонної ангіопластики, яка забезпечувала відновлення прохідності судин у 94,3% випадків при залишковому стенозі менше 30%. Значення транскутанної напруги кисню ($T_{sp}O_2$) після втручання значно покращувались, що підтверджує функціональну ефективність методу. Робота демонструє вищу успішність при стенозах (96,6%) порівняно з оклюзіями (85,7%) та чітко вказує на несприятливий вплив протяжних (понад 5 см) і комбінованих уражень артерій гомілки на результати лікування[75]. Підтвердження знайдено і в інших дослідженнях, а саме акцентується увага на перевазі хірургічного підходу, зокрема балонної ангіопластики, яка продемонструвала кращі функціональні результати та значно нижчий ризик ампутацій порівняно не лише з консервативною терапією, але й зі шунтуванням. Робота переконливо показує, що активна реконструктивна тактика сприяє збереженню опорної функції кінцівки, тоді як консервативне лікування асоціюється з вищою частотою тяжких ускладнень та гіршими клінічними наслідками[76].

Згідно з трансатлантичним консенсусом, протягом року після маніфестації КІНК лише 25 % хворих одужують, у 20 % симптоматика зберігається, у 30 % пацієнтів ампутують кінцівку, а 25 % помирають. Як зазначається в огляді статті М.Ю.Кріцака твердження R.L.Williams, що головною ціллю в проведенні вірного лікування є перетворення хронічної діабетичної рани в гостру[77].

У представленому дослідженні розглядаються результати різних підходів до закриття ранових дефектів після радикальної некректомії у пацієнтів із синдромом діабетичної стопи. Зіставлення традиційного лікування з використанням щоденних перев'язок і сучасних методів, таких як полімерні покриття, аутодермопластика (в тому числі за методом Тірша) та пластика конюшиноподібним повношаровим клаптем, демонструє суттєву перевагу останніх. Особливо ефективним виявилось поєднання вакуумної терапії з подальшим застосуванням розщепленого перфорованого клаптя: всі пацієнти цієї підгрупи досягли повного загоєння протягом 4–6 тижнів. Полімерні покриття також продемонстрували здатність стимулювати епітелізацію, а у

випадках, де покриття знімалося, подальша аутодермопластика давала стабільні результати. Метод Тірша забезпечив повне або часткове загоєння, хоча й з менш передбачуваною ефективністю. Переміщені повношарові клапти дозволяли досягти первинного загоєння вже за два тижні. Натомість у контрольній групі з традиційною терапією повне загоєння спостерігалось лише в третини пацієнтів, тоді як у решти рани залишались відкритими або погіршувались, що потребувало додаткових втручань. Таким чином, результати свідчать про доцільність використання активних хірургічних методів закриття ран у поєднанні з допоміжними технологіями, що значно підвищує ефективність лікування при СДС[78-80].

Одним чи не з найновіших патентів, який зареєстрували лікарі, стало використання гелій-неонового лазера в поєднанні з гіпербаричною оксигенацією для лікування ранового процесу після гнійно-некротичного очищення, спостерігаючи візуальне відновлення вже на 10 добу після початку лікування[81]. Важливою інформацією недавніх років стали дані стосовно метаболічної діяльності клітин в ураженій тканині. Під впливом підвищеного рівня цукру протягом довгого часу рецепторний апарат клітин став нечутливим до впливу факторів росту, що змушувало лікарів-інженерів вдаватися до пошуків нових варіантів лікування.

У деяких клінічних випадках як альтернативний або додатковий метод до нетрадиційного закриття ранових дефектів при синдромі діабетичної стопи застосовують аутофібробласти. Цей підхід базується на використанні шкірного біоптату невеликого розміру (приблизно 3 мм²), з якого шляхом культивування отримують близько 1,5 см² аутотканини для покриття рани. Метод продемонстрував перспективні результати: навіть при одноразовому застосуванні в ранах площею до 10 см² повне загоєння шкіри відбувалося протягом восьми тижнів[82]. Високий потенціал клітинної терапії у випадках, коли інші способи лікування виявляються недостатньо ефективними є вирішальним.

Паралельно необхідно торкнутися традиційних методів хірургічних втручань, а саме варіантів консервативної та радикальної хірургії. Залежно від локалізації ураження використовуються різні хірургічні методи: від дистальної фалангоектомії до часткової ампутації Hallux або резекції сесамоподібних кісток[83].

Застосовування ендопротезування міжфалангових і плеснових суглобів, зокрема техніка Келлера показала високу ефективність у пацієнтів похилого віку. Водночас, навіть при резекції головки плеснової кістки, можливі рецидиви виразок, хоча рівень ускладнень залишається відносно низьким. У випадках поширеної інфекції чи оклюзії судин великі ампутації залишаються необхідністю, і переважна частина таких втручань пов'язана саме з захворюваннями периферичних артерій. Важливо при цьому балансувати між збереженням максимального обсягу тканин і мінімізацією ризику повторних госпіталізацій чи подальших ампутацій[84].

Принципи хірургічного лікування нейроартропатії Шарко зводяться до легших та більш складніших варіантів допомоги. Існує чимало комбінацій, які сприяють нормальній життєдіяльності пацієнтів в майбутньому. Екзостектомія, сприяючи зменшенню тиску на шкіру, є ефективним методом лікування виразок, спричинених медіальними екзостозами стопи, особливо у пацієнтів із тяжкою супутньою патологією: показники загоєння ренжеруються від 75% до 94%[85].

Тривала фіксація за допомогою техніки «середньої стопи», «щиколотки», зовнішньої фіксації чи артродезу аналогічно демонструють успішність виконання втручань[86].

Інфекційні процеси, зокрема остеомієліт, суттєво ускладнюють перебіг ранового процесу при синдромі діабетичної стопи, сприяючи поглибленню уражень, затримуючи загоєння тканин та призводячи до тяжких ускладнень, включаючи необхідність ампутації. Остеомієліт малого пальця стопи ефективно лікується за допомогою дистальної фалангоектомії, яка демонструє високий рівень успішності, що сягає приблизно 85%. У разі, якщо інфекція зачіпає

великий палець, зазвичай проводять часткову або повну фалангоектомію, а в складних випадках – дистальну ампутацію. Часткові ампутації великого пальця переважно виконуються через дистальну фалангоектомію, яка дозволяє зберегти опорну функцію стопи та має успіх у 80-90% випадків[87].

У разі локалізації виразки на підошовній поверхні в ділянці головки першої плеснової кістки існує ризик ураження сесамоподібних кісток. За наявності інфекційного процесу доцільним є виконання сесамоектомії, що дозволяє запобігти розвитку ускладнень у 83% випадків. Якщо патологічний процес поширюється на головку плеснової кістки, але її повне видалення не є необхідним, розглядається можливість ендопротезування. При цьому, після резекції головки плеснової кістки, ризик рецидиву виразок становить 24,7%, а загальний рівень ускладнень — 7%[88].

Остеомієліт у пацієнтів із синдромом діабетичної стопи вимагає не лише хірургічної обачності, а й потужної фармакологічної підтримки. Саме антибіотикотерапія стає головною зброєю у боротьбі з інфекцією кісткової тканини. Жоден із протестованих антимікробних препаратів не продемонстрував 100% ефективності щодо всіх ізольованих штамів стафілококів. Провідний збудник, *Staphylococcus aureus*, поряд з іншими стафілококами, найчастіше виявляв чутливість до левофлоксацину, еритроміцину, офлоксацину, гентаміцину та лінкоміцину[89]. Водночас майже половина ізолятів зберігає чутливість до ампіциліну, цiproфлоксацину, гатифлоксацину, тетрацикліну, оксациліну, неоміцину та хлорамфеніколу — що свідчить про обмежену доцільність їх емпіричного призначення. Найвищі показники резистентності спостерігались до кліндаміцину, ванкоміцину та сульбактаму. Це викликає особливе занепокоєння, зважаючи на те, що ванкоміцин традиційно вважається препаратом резерву у випадках інфекцій, спричинених метицилін-резистентними штамами стафілококів[90].

В умовах пост-ковідного періоду відбулись певні зміни в сфері антибіотико-терапії. Аналізуючи дані інфекціоністів виявляється, що *Streptococcus pyogenes* є одним із частих збудників ранніх, гострих інфекцій

м'яких тканин. Висока чутливість до гатифлоксацину свідчить про ефективність цього препарату в разі потреби його застосування. Проте у практиці лікування діабетичної стопи фторхінолони, зокрема гатифлоксацин, зазвичай розглядаються як препарати резерву через ризик серйозних побічних реакцій, особливо у пацієнтів літнього віку або з супутньою патологією[91].

Для хронічних форм виразки характерний збудник *Pseudomonas aeruginosa*, що виявляє високу чутливість до гентаміцину та підтверджує доцільність його застосування у комбінованій терапії. Водночас аміноглікозиди потребують обережності через ризик нефро- та ототоксичності, особливо у пацієнтів з уже наявними судинними ураженнями, характерними для діабету[92].

Глибині ураження виразки сприяють типові представники анаеробної флори: *Peptostreptococcus* spp., *Bacteroides fragilis* та *Prevotella melaninogenus*. Хлорамфенікол демонструє високу активність щодо цих анаеробів, що є клінічно обґрунтованим, проте через токсичність його застосування виправдане лише при відсутності безпечніших альтернатив (наприклад, метронідазолу чи β -лактамів з інгібіторами β -лактамаз). Щодо оксациліну, його ефективність проти *Peptostreptococcus* spp. менш типовий вибір і потребує додаткового мікробіологічного підтвердження у кожному конкретному випадку[93].

Синдром діабетичної стопи — це не просто ускладнення цукрового діабету, а клінічний виклик, що балансує на межі між хронічною інвалідизуючою патологією та гострою, життєво небезпечною ситуацією. Проведений аналіз показав, що ця патологія є своєрідним «лакмусовим папірцем» для оцінки ефективності сучасної діабетології, мультидисциплінарного підходу й організації охорони здоров'я загалом. Наявність виразки на стопі — це фінальний етап довготривалих патофізіологічних змін, які залишаються недостатньо діагностованими до моменту клінічного прояву. Результати проведеного аналізу підтверджують, що лише комплексне вивчення причин утворення виразок — від нейропатії та

мікро-/макроангіопатій до біомеханічних деформацій і змін локального тиску — дозволяє сформувати дійсно ефективну профілактичну і терапевтичну стратегію.

Проблема не зводиться лише до інфекції чи її лікування. Сама поява виразки є маркером системного порушення, і саме з розуміння цього порушення починається якісна допомога. Встановлено, що основними факторами ризику залишаються: поганий глікемічний контроль, периферична нейропатія, ішемія, деформація стопи, незадовільна гігієна та низька обізнаність пацієнтів. Без усунення або корекції цих чинників жодне навіть найсучасніше лікування не матиме довготривалого ефекту.

Мікробіологічний аспект інфекцій у СДС є лише однією складовою складного патогенезу. Полімікробні ураження, включно з участю анаеробної флори, безперечно впливають на тяжкість перебігу, але вони є наслідком, а не причиною. Саме тому майбутні дослідження мають бути спрямовані на ранню діагностику передвиразкових станів — включаючи оцінку чутливості шкіри, локального тиску, капілярного кровотоку та структурних змін у стопі.

У підсумку, синдром діабетичної стопи варто вивчати не лише через призму ускладнення, а як унікальний фенотип діабетичної хвороби, що поєднує судинну, неврологічну, інфекційну і ортопедичну патологію. І лише інтеграція даних із цих напрямів дає шанс перейти від реактивної медицини — до випереджувальної, від лікування ускладнень — до їх попередження.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1.Клінічна оцінка пацієнтів, залучених для дослідження

У дослідженні прийняли участь пацієнти, які перебували на стаціонарному лікуванні у хірургічному відділенні №1 ЛШМД м.Чернівці за період з 07.2023 по 03.2025 рік. Кожен хворий, який був внесений до статистичних оцінок, потребував хірургічного втручання з метою збереження життя через чинник інтоксикації та покращення реваскуляризаційного компоненту з приводу впливу, в більшій чи меншій мірі, продуктів глікації на судини та нервові закінчення на всьому протязі нижніх кінцівок. До числа досліджуваних груп входили пацієнти, яким вперше або повторно проводилась ампутація кінцівки, резекція фаланги стопи, а також екзартикуляція сегмента кінцівки без перетину кістки. Виразкування м'яких тканин нижніх кінцівок було абсолютним.

Динамічне спостереження за факторами ризику у хворих на цукровий діабет впродовж року було вирішальним. Кожен пацієнт, або їх уповноважені представники були проінформовані про характер діагностики та лікування, ними було надано стандартну інформовану згоду.

Статистичну обробку, спрямовану на розробку алгоритму хірургічної активності при СДС, здійснювали згідно рекомендацій Institute for Algorithmic Medicine (Г'юстон, США), з використанням програмного (HTML/XML/GMT) пакету Document Exploration and Linking Tool / Addons (DELTA).

Для визначення стадій ураження хворим проводилось рентгенологічне дослідження, яке свідчило про залучення кісткових структур у процесі запалення, вогнища та їх поширення. Лабораторні та інструментальні показники, що відповідали критеріям включення визначались та оцінювались впродовж останнього та попереднього поступлення хворого в стаціонарне відділення. За допомогою ультразвукового дуплексного сканування судин нижніх кінцівок оцінювався ступінь стенозу судин, наявність оклюзій, характер

та пікову систолічну швидкість кровотоку, згідно рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO) щодо діагностики і ведення цукрового діабету 2 типу.

Лабораторний та інструментальний фактор, що оцінювався серед пацієнтів порівнювався серед двох груп, які були сформовані стосовно вікових категорій: до першої віднесли госпіталізованих у віці до 60 років, інших – до другої віком 60+ років. Остання налічувала в себе 126 (73,6%) пацієнтів, у той час як перша – 45 (26,3%) хворих(рис.1).

Вся дослідницька група налічувала в себе 171 пацієнта, серед якої склали 99 (58%) чоловіків та 72 (42%) жінки(рис.2). Пошуковим діагнозом серед медичних карт стаціонарного хворого згідно формі № 003/о була наявність цукрового діабету 2 типу, з гангrenoю.

Найбільша кількість хворих була у віці 60-75 роки(64,04%), при загальному середньому віці ($63,4 \pm 27,0$) роки (табл.1). Середня тривалість перебування хворих у стаціонарі сягала $28 \pm 31,25$ діб, що свідчить про важкість перебігу захворювання.

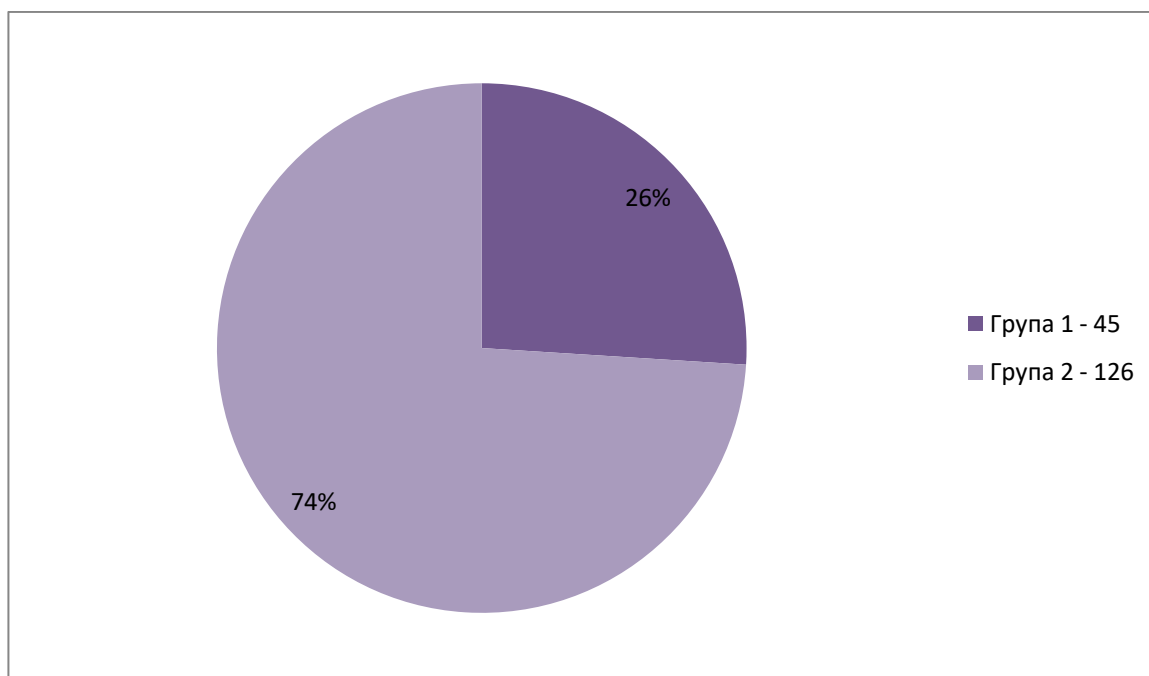


Рис.1. Відсоткове співвідношення пацієнтів згідно вікових груп

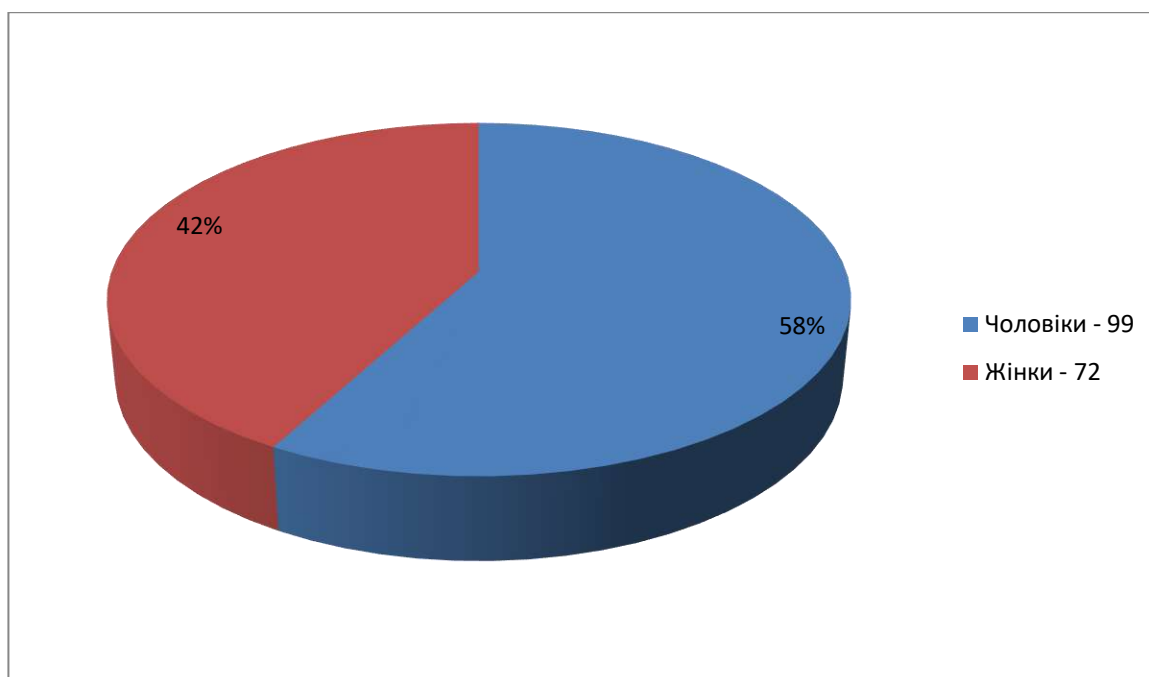


Рис.2. Розподіл пацієнтів стосовно статі

Таблиця 1

Розподіл хворих на вікові категорії

Група	Вікова категорія	Кількість пацієнтів (n)	Вік (M±m)
1	<60 роки	45	54± 5,75
2	60< роки	126	67±7,75

У даному дослідженні для оцінки стану стопи у пацієнтів була використана класифікація Wagner-Meggitt. Остання дозволила систематизувати тяжкість уражень стопи на основі глибини ураження тканин, наявності інфекції та ішемії. Переваги над іншими системами, такими як класифікація Texas University або система PEDIS, базуються на простоті у використанні та відсутності складної інструментальної верифікації, що дозволяє швидко оцінити клінічну ситуацію навіть в умовах обмежених ресурсів. Усі пацієнти були обстежені з метою визначення стадії процесу відповідно, що дало змогу об'єктивно оцінити прогресування патології, ступінь загрози розвитку гангрені та необхідність хірургічного втручання.

Критерії включення. Оцінка кореляції показників у всіх госпіталізованих ґрунтувалась на підтверджених ускладненнях III-V ст. за класифікацією ураження синдрому стопи діабетика за Wagner, за умов виключення ішемізації кінцівки з приводу інших захворювань. У двох групах підтверджено III ст. у 54(19,2%), IV ст. у 105(43,8%), V ст. – 12(7%) пацієнтів.

Критерії виключення. Необхідність проведення хірургічних втручань з приводу гангрен нижньої кінцівки, окрім цукрового діабету було першим пунктом виключення. Іншим протипоказом для внесення пацієнтів у дослідження – наявність ускладнень нижче III ст. за Wagner, дренаж або санація некротичного вмісту рани, без подальших радикальних методів лікування. Важливим критерієм виключення була відсутність онкопатології, адже дані, що були досліджені напряду пов'язані з показниками екскреції нирок. (табл. 2).

Характер хірургічних методів лікування залежав від ступеню поширеності виразкового процесу, що наведено у табл.3. У 46,7% пацієнтів до моменту дослідження були проведені повторні ре-ампутації, серед яких частині - 14,4% проведено більше двох оперативних втручань. Ця інформація підкреслює ціль органозберігаючої хірургії серед клініцистів задля забезпечення хворим в подальшому нормальної життєдіяльності.

Таблиця 2

Критерії включення та виключення з дослідження пацієнтів для оцінки подальших лабораторних та інструментальних показників

Критерії включення	Критерії виключення
Вперше або повторно проведена реконструктивна операція	КІНК з приводу облітеруючого атеросклерозу, варикозної хвороби або ендартеріїту
III-V ступінь за класифікацією Meggitt-Wagner	<III ступінь за класифікацією Meggitt-Wagner
Наявність результатів досліджень	Неможливість порівняння

при першому поступленні в стаціонар	результатів річної давності
Інформована згода пацієнта	Наявність онкопатології

Таблиця 3

Кількість та характер оперативних втручань, що внесені у дослідження

Характер оперативних втручань	Пацієнти	%
Ампутація на рівні с/3 стегна	24	13
Ампутація на рівні н/3 стегна	15	9
Ампутація на рівні с/3 гомілки	11	7
Хірургічні втручання на рівні стопи	121	71

Переважає частина пацієнтів (79,4%) тривалий час займалися самолікуванням до моменту першого поступлення в стаціонарне відділення. Нехтування симптоматикою відіграло ключову роль у погіршенні стану хворого, які зазнали непоправимих наслідків, навіть після призначення належного лікування, яке приймали пацієнти впродовж одного року. Основні симптоми перебігу СДС зазначаються у табл.4.

Таблиця 4

Клінічні симптоми у пацієнтів із ускладненнями цукрового діабету на момент останнього поступлення

Клінічні симптоми	Кількість хворих(п)	Кількість хворих(%)
Біль в кінцівках	126	73,6
Порушення чутливості	45	26,4
Некроз, гангрена	117	68,4
Зменшення дистанції ходьби:		
Більше 1000 м	-	-
Від 1000 до 200 м	66	38,5
Від 200 до 25 м	64	37,4

До 25 м	41	23,9
Виразки, ранне порушення трофіки, знижене овоłosіння	54	31,5
Мерзлякуватість	171	100,0
Похолодання кінцівок на гомілці	153	89,4
Стоншення кінцівок на всьому протязі	167	97,6
Визначення пульсації на артеріях нижньої кінцівки:		
a.dorsalis pedis		
наявна	20	11,6
знижена/ різко знижена	42	24,5
відсутня/колатеральна	109	63,7
a.tibialis posterior		
наявна	50	29,2
знижена/різко знижена	45	26,3
відсутня/колатеральна	76	44,4
a.poplitea		
наявна	92	53,8
знижена/різко знижена	34	19,8
відсутня/колатеральна	45	26,3
a.femoralis		
наявна	167	97,6
знижена/різко знижена	4	2,3
відсутня/колатеральна	0	0

Отож, більшість пацієнтів скаржилися на біль у кінцівках, що свідчить про наявність ішемічних або запальних процесів. Порушення чутливості

зустрічалися рідше, що характерно для ураження периферичних нервів на тлі діабету або ішемії, що виникла внаслідок ангіопатії. Значна частина хворих мала некротичні або гангренозні зміни тканин, виразки, рани та інші прояви порушення трофіки, включно зі зниженням оволосяння, що також фіксувалися у частини пацієнтів і були безумовною ознакою хронічної ішемії. Переважна більшість пацієнтів також відчували похолодання гомілок, а стоншення кінцівок відзначалося практично у всіх, що свідчить про тривалий процес порушення мікроциркуляції та атрофію м'язових тканин.

Лабораторні показники, такі як: креатинін, загальний білірубін, сечовина та цукор крові визначались у госпіталізованих у рамках базового дослідження та відіграли ключову роль в оцінці прямих факторів, що впливають на розвиток ускладнень при цукровому діабеті. Як зазначається, було створено дві окремі групи в залежності від віку: до першої віднесли госпіталізованих у віці до 60 років, інших – до другої віком 60+ років. Перша група налічувала в себе 45 (26,3%) пацієнтів, у той час як друга – 126 (73,6%) хворих, з тривалістю хвороби 7,53(перша група) та 14,42(друга група) роки відповідно. Вищезгадані дослідження розділені відповідно до стадій ураження за Вагнер.

В умовах стаціонару для вимірювання середнього показника рівня цукру крові ми задовольнялися динамічними даними протягом дня за час перебування хворих в стаціонарі, які отримували належну анальгезуючу, інфузійну, спазмолітичну та антибактеріальну терапію.

2.2. Характеристика лабораторних методів обстеження, методика та етапи проведення

У цьому дослідженні було проаналізовано рівень глюкози крові, загального білірубіну, креатиніну та сечовини у хворих із синдромом діабетичної стопи на III–V стадіях за класифікацією Вагнера. Для оцінки впливу вікового чинника на характер біохімічних змін пацієнти були поділені на дві групи, відповідно до табл.1.

Так, у першій групі підтверджено III ст. у 21(12,2%), IV ст. у 24(17,5%), V ст. – 0 пацієнтів; у другій групі – III ст. – 39(19,2%), IV ст. у 75(43,8%), V ст. – 12(7%) пацієнтів відповідно (табл. 1). Визначення стадії проводилось на момент останнього поступлення в стаціонарне відділення.

Визначення рівня глюкози крові у пацієнтів проводилося в умовах стаціонару з використанням портативних глюкометрів. Дослідження виконувались медичним персоналом у ранкові години натще, згідно з клінічними стандартами. Матеріалом для аналізу служила капілярна кров, отримана шляхом проколу пальців руки, крім великого та вказівного, стерильним одноразовим ланцетом. Перед забором крові шкіру обробляли антисептичним розчином, після чого першу краплю крові наносили на тест-смужку, вставлену в прилад. Отримані результати реєстрували у медичній документації пацієнта та порівнювали з показниками річної давнини.

В значній кількості випадків показник сечовини та креатиніну є індикатором функціонального стану нирок, адже фільтраційна здатність з часом втрачається за рахунок хронічного ураження органу високою концентрацією глюкози. За допомогою біохімічного аналізу венозної крові паралельно визначено рівень загального білірубіну для оцінки стану печінки через можливість жирового гепатозу та системну інтоксикацію при інфікованій стопі.

За референтні значення взято такі показники: цукор крові – 3,9-5,5 ммоль/л; сечовина – 2,9-8,2 ммоль/л; креатинін – 44-115 мкмоль/л; загальний білірубін – 1,7-20 мкмоль/л.

2.3. Характеристика інструментальних методів обстеження, методика та етапи проведення

Інструментальна діагностика, що була задіяна для роботи вказала на неабиякі сигнали, які в змозі допомогти в органозберігаючій хірургії. УЗД, доплерографія та ангіографія стали необхідністю у формуванні чітких обмежень на оперативному столі, але, на жаль, не модифікаційною складовою у

лікуванні. У визначенні ступеню ішемії результати дослідження отримані оцінкою:

- кісточно-плечового індексу;
- термографії уражених ділянок;
- дуплексне сканування судин.

У роботі використано неінвазивні методи первинної оцінки кровопостачання нижніх кінцівок. Визначення кісточно-плечового індексу проводилось у стандартних умовах, із використанням механічного сфігмоманометра Riester R1 Shock-Proof та портативного доплер-ультразвукового приладу Hadeco Smartdop 45 з частотою 8 MHz. Обстеження виконувалося у спокійному стані, після 10–15 хвилинного відпочинку пацієнта у горизонтальному положенні.

Спочатку проводили вимірювання систолічного артеріального тиску на плечовій артерії з обох боків. Після накладення манжети на плече, за допомогою доплер-датчика локалізували плечову артерію (a. brachialis), після чого накачували манжету до зникнення доплер-сигналу, і поступово знижували тиск, фіксуючи момент його повторної появи як систолічний артеріальний тиск. Із двох отриманих значень обирали вищий для подальших розрахунків.

Далі проводили вимірювання систолічного тиску на артеріях гомілки. Манжету розміщували на нижній третині гомілки, після чого послідовно проводили вимірювання тиску на артерії тильної поверхні стопи (a. dorsalis pedis) та задній великогомілкової артерії (a. tibialis posterior), використовуючи той самий алгоритм: виявлення судини доплером, нагнітання тиску до зникнення сигналу та фіксація його при повторній появі. Для обчислення КПІ брали вище із двох значень тиску на кожній нозі. Кісточно-плечовий індекс обчислювали за формулою:

$$\text{КПІ} = \frac{\text{Систолічний тиск на артеріях гомілки}}{\text{Найвищий систолічний тиск на плечовій артерії}}$$

Розрахунок проводили окремо для правої та лівої нижньої кінцівки. Отримані значення інтерпретували відповідно до сучасних клінічних рекомендацій (АНА, 2016)[94], де значення КПП ≤ 0.90 розцінювали як ознаку периферичної артеріальної хвороби, а значення >1.40 — як можливий прояв медіакальцинозу, характерного для пацієнтів із тривалим перебігом цукрового діабету, табл.5.

Таблиця 5

Інтерпретація результатів КПП (згідно з АНА, Circulation 2012)

КПП	Клінічне значення	Коментар
>1.40	Некомпресивні артерії (медіакальциноз)	Часто у хворих на ЦД; потребує дод. методів
1.00-1.40	Нормальний показник	Нормальний артеріальний кровообіг
0.91-0.99	Прикордонне значення	Потребує динамічного спостереження
0.41-0.90	Помірна артеріальна недостатність	Периферична артеріальна хвороба
≤ 0.40	Важка ішемія	Високий ризик некрозу, потреба у реваскуляризації або ампутації

Виявлені зміни мають, що представлені у наступному розділі демонструють не лише діагностичну, а й прогностичну цінність, дозволяючи розглядати КПП як один із ключових маркерів у плануванні хірургічної тактики та оцінці ризику тяжких ампутаційних втручань. Ці значення показників для кожної групи пацієнтів відповідають річному періоду до операції та часу безпосередньо перед операцією.

Паралельно усі пацієнти, включені до дослідження, проходили термографічне обстеження у контрольованих умовах стаціонарного прийому. Для дослідження використовували інфрачервону камеру FLIR E60 (FLIR Systems Inc., США) з тепловою чутливістю $\leq 0,05^{\circ}\text{C}$ та температурним діапазоном від -20 до $+650^{\circ}\text{C}$, що забезпечило високу точність визначення локальних температурних змін шкіри.

Перед обстеженням пацієнт знаходився у стані фізіологічного спокою в кімнаті з постійною температурою ($22\text{--}24^{\circ}\text{C}$) протягом не менше ніж 15 хвилин для досягнення температурної адаптації. Під час дослідження хворого розташовували у положенні лежачи або сидячи з оголеними нижніми кінцівками, повністю відкритими для тепловізійної зйомки. Важливою умовою було відсутність кремів на шкірі, вологи чи сторонніх предметів, які могли б вплинути на тепловіддачу.

Зйомку здійснювали з фіксованої відстані близько 1 метра, що відповідало оптимальній фокусній відстані для забезпечення максимальної просторової роздільності, стабільного зображення та мінімізації впливу зовнішніх теплових джерел, забезпечуючи перпендикулярне розташування камери до площини кінцівки. Особливу увагу приділяли ділянкам стопи, гомілки та стегна — залежно від локалізації ураження. Отримані термограми аналізували з використанням програмного забезпечення FLIR Tools, що дозволяло визначити середню температуру в контрольованих ділянках, а також ідентифікувати асиметрії або ділянки гіпо- чи гіпертермії.

Термографічні зміни оцінювали переважно як зниження локальної температури у зонах критичної ішемії, що свідчить про знижену перфузію. У разі наявності активного запалення або інфекційного процесу, навпаки, спостерігалось локальне підвищення температури, яке відповідало зонам ураження.

Температурні показники визначали в анатомічних ділянках, що відповідали передбачуваному рівню хірургічного втручання: у разі уражень стопи — на тильній поверхні, при ішемії гомілки — на передньо-боковій

поверхні її середньої та нижньої третини, у випадках стегових уражень — на передньо-боковій поверхні середньої третини стегна. Вибір точок реєстрації зумовлювався клінічною доцільністю, а також анатомо-фізіологічними особливостями кровопостачання та тепловіддачі відповідних зон. За порівняльну шкалу номінальних показників температури згідно з ураженим сегментом нижньої кінцівки взято дані, що наведені в табл.6.

Таблиця 6

Порівняльна шкала номінальних показників температури за висотою нижньої кінцівки (Department of Neurosurgery, Ilsan hospital)

Середня температура шкіри	Рівень проведення термометрії
28,4±0,3	Середня третина стегна
28,1±0,4	Нижня третина стегна
27,6±0,2	Середня третина гомілки
26,3±0,4	Тильна поверхня стопи

Останнім проведено інструментальне ультразвукове дуплексне сканування судин нижніх кінцівок з визначенням артеріального русла у пацієнтів аналогічно за один рік до хірургічного втручання та безпосередньо перед ампутацією. Обстеження здійснювалося за допомогою портативного ультразвукового апарата Mindray DC-40, оснащеного лінійним судинним датчиком 7,5–10 МГц, що дозволяє з високою роздільною здатністю візуалізувати артеріальні судини поверхневого та глибокого розташування.

Пацієнти обстежувались у положенні лежачи, з оголенням кінцівок від пахової ділянки до стопи. Послідовно вивчались основні сегменти артеріального русла: стегова артерія (a. femoralis communis та superficialis), підколінна артерія (a. poplitea), передня та задня великогомілкові артерії (a. tibialis anterior et posterior), а також тильна артерія стопи (a. dorsalis pedis). Для

кожного сегмента оцінювалась прохідність судини, товщина комплексу інтима-медіа, наявність стенозів або оклюзій, характер кровотоку (трифазний, біфазний, монофазний, або його відсутність), а також визначались такі кількісні показники, як пікова систолічна швидкість (Peak Systolic Velocity, PSV) та індекс резистентності (Resistive Index, RI).

Отримані показники порівнювались згідно даним «Товариства ультразвукової діагностики судин, SVU», що наведені у табл.7.

Таблиця 7

Порівняльна шкала пікової систолічної швидкості (SVU)

Рівень ампутації	Назва артерії для оцінки	Показники в нормі (см/с)
Середня третина стегна	A.femoralis communis/superficialis	70-120
Нижня третина стегна	A.femoralis communis/superficialis	70-120
Середня третина гомілки	A.poplitea	50-100
Втручання на стопі	A. tibialis posterior / a.dorsalis pedis	30-60 / 40-70

Зниження швидкості кровотоку, поява монофазного спектру або повна відсутність сигналу трактувались як ознаки критичної ішемії. Дані УЗ-дослідження корелювали з клінічною картиною, результатами інших інструментальних методів та в подальшому впливали на вибір рівня хірургічного втручання.

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ СДС ВІДНОСНО ЧАСОВОГО ПРОМІЖКУ

У рамках проведеного клінічного дослідження, з метою підвищення ефективності лікування, було проведено порівняння значень ключових показників у межах та між досліджуваними групами. Для візуалізації змін використовувалися стовпчикові та лінійні діаграми, які дозволили наочно продемонструвати динаміку отриманих результатів. Статистичний аналіз включав визначення значущості змін за допомогою t-тестів:

- Парний t-тест застосовувався для аналізу змін всередині кожної групи (до та після лікування), що дало змогу оцінити ефективність терапевтичного впливу в динаміці.
- Незалежний t-тест використовувався для порівняння результатів між різними групами пацієнтів, що дозволило встановити достовірність міжгрупових відмінностей.

У тих випадках, де р-значення було менше 0,05, вважалося, що відмінності є статистично значущими. Такий підхід забезпечив об'єктивну оцінку отриманих результатів та дозволив зробити обґрунтовані висновки щодо ефективності застосованих методів лікування.

3.1. Порівняльний аналіз та значимість рівнів цукру крові, сечовини, креатиніну та загального білірубіну у хворих різних вікових груп

Статистична значущість рівнів цукру крові, сечовини, креатиніну та загального білірубіну була оцінена серед пацієнтів різних вікових груп з метою виявлення віковозалежних змін у функціональному стані нирок і печінки, як можливих предикторів ускладнень ЦД.

Згідно класифікації Вагнера та вікової групи продемонстровано показники рівня цукру крові в динаміці (табл.8).

Таблиця 8

Рівень цукру крові відповідно до стадії ураження за Вагнер протягом року

Група	Період проведення	Рівень цукру за стадією класифікації Вагнер (ммоль/л)		
		III	IV	V
1	рік тому	8,45 ± 2,30	8,84 ± 3,10*	-
	перед операцією	12,2±2,57	13,6±3,72*	-
2	рік тому	10,35±3,8	11,2±2,23*	12,6±2,46
	перед операцією	12,9±3,8	14,5±1,82*	17,2±1,87*

Примітка: * - $p < 0,05$

У пацієнтів третьої стадії в обох групах відмічається статистично значуще підвищення рівня цукру: у першій групі майже на 44%, у другій — на 24%, що свідчить про прогресування порушень вуглеводного обміну навіть у початково відносно легких клінічних випадках. На четвертій стадії підвищення глікемії ще виразніше: в першій групі рівень цукру зріс на 53%, а в другій — на понад 29%, з високим ступенем статистичної достовірності. В свою чергу, дані дозволяють припустити, що на фоні поглиблення локального патологічного процесу, спостерігається паралельне загострення загального метаболічного фону, зокрема декомпенсація цукрового діабету. На п'ятій стадії показники доступні лише для другої групи, де рівень глюкози перед операцією зріс до 17,2 ммоль/л, що на 36% вище порівняно з попереднім роком.

Таким чином, аналіз показує чітку залежність між тяжкістю ураження стопи за класифікацією Вагнера та погіршенням контролю глікемії в динаміці. Це підкреслює необхідність агресивнішого метаболічного моніторингу та корекції терапії в міру прогресування стадії патологічного процесу.

У всіх підгрупах виявлено статистично значуще підвищення рівня сечовини, характерне саме для прогресування ниркової дисфункції, однак віковий фактор не виявив впливу на швидкість прогресування — динаміка змін у

молодших та старших пацієнтів не відрізняється статистично значущо, не зважаючи на абсолютні вищі показники в останніх, які наведені у табл.9.

Таблиця 9

Рівень сечовини крові відповідно до стадії ураження за Вагнер протягом року

Група	Період проведення	Рівень сечовини за стадією класифікації Вагнер (ммоль/л)		
		III	IV	V
1	рік тому	9,7±1,1	10,9±1,8	-
	перед операцією	12,8±2,6*	14,6±2,2*	-
2	рік тому	11,3±0,8	13,3±2,1	18,6±0,7
	перед операцією	14,4±1,7*	17,8±2,9*	21,0±1,3*

Примітка: * - $p < 0,05$

На третій стадії у молодших пацієнтів середній рівень сечовини підвищився на 32%, що супроводжувалося високою статистичною достовірністю. У пацієнтів старшої вікової групи зростання було дещо менш вираженим (27%), але також надзвичайно значущим. Це вказує на те, що навіть на відносно ранніх етапах локального ураження стопи з'являються системні прояви у вигляді зростання азотемії, що може свідчити про початкові ознаки нефропатії або системного запалення.

У четвертій стадії приріст рівня сечовини був майже ідентичним в обох групах (близько 34%) з високим рівнем статистичної достовірності. Це підтверджує факт, що зі збільшенням локального ураження наростає і загальна метаболічна дестабілізація, незалежно від віку.

На п'ятій стадії, де надані дані лише для пацієнтів старшої групи, рівень сечовини зріс приблизно на 13%.

Таким чином, можна зробити висновок, що рівень сечовини зростає паралельно з прогресуванням стадії діабетичної стопи, і цей показник може слугувати додатковим метаболічним біомаркером важкості стану пацієнта, з тенденцією до вищих значень у віковій групі 60+ років.

Нами відзначено статистично значуще зростання показника креатиніну перед операцією у всіх стадіях у межах кожної групи. Зміни показників креатиніну впродовж року наведені у табл.10.

Таблиця 10

**Рівень креатиніну крові відповідно до стадії ураження за Вагнер
протягом року**

Група	Період проведення	Рівень креатиніну за стадією класифікації Вагнер (мкмоль/л)		
		III	IV	V
1	рік тому	122±8,1	148±13,3	-
	перед операцією	145±10,5*	167±35*	-
2	рік тому	138 ± 4	165 ± 3,4	210±42,1
	перед операцією	171±3,25*	179±0,5*	280±52,3*

Примітка: * - $p < 0,05$

В порівнянні міжгрупового розподілу виявилися відсутні відмінності у IV стадії, що свідчить про динамічно прогресуюче ураження нирок при ускладненнях СДС, навіть у молодших хворих, а також на ймовірну адаптацію або стабілізацію функції нирок у контексті прогресуючої патології. На відміну від III стадії, між якими існує значуща різниця ми пов'язали дані з початковими проявами гнійно-некротичних змін та віком, враховуючи можливу наявність хронічних захворювань нирок у старших осіб.

Помірне зростання в IV стадії може свідчити про потенційне «терапевтичне вікно», де ще можливе активне втручання для стабілізації функції сечовидільної системи.

У пацієнтів зі стадією III молодшої вікової групи рівень креатиніну зріс на майже 19% і був статистично достовірним, в той час як у старших пацієнтів зростання було ще більш вираженим — близько 24%, при надзвичайно високій значущості. На V стадії дані доступні лише для старшої групи, в якій показник креатиніну зріс на 33%, що є клінічно значущим і статистично підтвердженим ($p < 0,05$).

Отже, динаміка креатиніну чітко демонструє системний характер ураження при діабетичній стопі та підтверджує ймовірність ампутації в майбутньому.

Доцільність використання показника загального білірубіну базується на оцінці інтоксикації організму пацієнта та можливим розвитком жирового гепатозу в подальшому. Рівень даного показника відповідно групи та класифікації Вагнера наведений у табл.11.

Таблиця 11

Рівень загального білірубіну крові відповідно до стадії ураження за Вагнер протягом року

Група	Період проведення	Рівень заг.білірубіну за стадією класифікації Вагнер (мкмоль/л)		
		III	IV	V
1	рік тому	$19,4 \pm 1,0$	$23,3 \pm 0,8$	-
	перед операцією	$24,0 \pm 2,7^*$	$29,6 \pm 1,0^*$	-
2	рік тому	$21,8 \pm 1,5$	$26,2 \pm 2,0$	$38,0 \pm 12,7$
	перед операцією	$30,1 \pm 3,5^*$	$33,1 \pm 28,7^*$	$44,5 \pm 15$

Примітка: * - $p < 0,05$

У всіх пацієнтів, окрім V стадії другої групи після аналізу результатів зазначено статистичну значущість зростання рівню загального білірубіну. Практично абсолютно значущою була міжгрупова різниця, однак порівняння даних IV стадій перед операцією не знайшло підтвердження у відмінностях ($p=0,32$), окрім як вищих значень старшої групи.

Як засвідчують отримані та наведені дані, впродовж 12 місяців після першого поступлення спостерігається цікавий феномен: у кожному з чотирьох біохімічних показників — цукор крові, креатинін, сечовина та загальний білірубін — найбільше зростання відзначається у пацієнтів першої групи (віком до 60 років) саме на IV стадії за класифікацією Вагнера. Подібне може вказувати на те, що IV стадія є критичним етапом, коли метаболічна декомпенсація різко загострюється, особливо у відносно молодих пацієнтів. Подібні зміни ми пов'язуємо із більш активною системною реакцією на глибокі інфекційно-некротичні процеси, які характерні для цієї стадії. Відповідь організму може супроводжуватися вираженим запальним синдромом, посиленою роботою печінки та нирок, або навпаки — ознаками їхньої початкової функціональної недостатності, що відображається у стрибкоподібному зростанні вищезазначених показників.

3.2. Оцінка інструментальних досліджень, як абсолютних предикторів ризику ампутації

Визначений кісточно-плечовий індекс в межах всієї вибірки пацієнтів варіювався в залежності від рівня ампутації та подекуди сягав критичних показників, особливо в передопераційному періоді. На основі отриманих даних спостерігається чітка динаміка зниження кісточно-плечового індексу у пацієнтів обох вікових груп упродовж року до моменту ампутації.

Найбільше зниження КПІ протягом року спостерігалось в обох групах при високих ампутаціях – на рівні середньої та нижньої третини стегна. Тут зниження перевищувало 50%, що вказує на більш агресивний перебіг ішемії в цих підгрупах.

Зворотня кореляція показників відповідала висоті гемодинамічних порушень, що в більшості своїх випадків забезпечувалась колатеральним кровотоком, проте залишалась у стадії суб- або декомпенсації. Визначені значення КПІ показані у табл.12.

Таблиця 12

Показники КПП (рік і день перед ампутацією)

Час проведення	Група	КПП в динаміці згідно рівня ампутації			
		с/3 стегна	н/3 стегна	с/3 гомілки	стопа
Рік до ампутації	1	0,62±0,11 (n=4)	0,70±0,09 (n=5)	0,73±0,1 (n=10)	0,81±0,07 (n=26)
День до ампутації		0,29±0,09*	0,34±0,09*	0,45±0,06*	0,51±0,11*
Рік до ампутації	2	0,54±0,09 (n=16)	0,61±0,07 (n=10)	0,65±0,04 (n=21)	0,72±0,12 (n=79)
День до ампутації		0,24±0,05*	0,32±0,08*	0,39±0,09*	0,48±0,05*

Примітка: * - $p < 0,05$, n – кількість ампутацій за групами

У пацієнтів молодшої вікової групи на етапі «рік до ампутації» показники КПП були вищими порівняно зі старшими пацієнтами. Це може бути пов'язане з кращим загальним станом судинної системи, меншою кількістю супутніх патологій, або вищим компенсаторним резервом у молодших хворих. Проте, вже до моменту ампутації ці відмінності здебільшого нівелюються. За виключенням ампутацій на рівні середньої третини гомілки, де статистична різниця між групами зберігається, на інших рівнях (стопа, нижня третина стегна, середня третина стегна) показники КПП перед ампутацією були практично однаковими в обох групах, що підтверджено відсутністю статистичної значущості.

Статистичний аналіз підтвердив, що в усіх випадках зниження КПП всередині груп є статистично значущим, що прямо пов'язане з необхідністю хірургічного втручання. Одночасно порівняння між групами на етапі «рік до ампутації» демонструє достовірні відмінності, тоді як ближче до ампутації вони зникають, що свідчить про вирівнювання клінічної картини незалежно від віку.

На основі отриманих даних у табл.13 нами було порівняно власні значення рівня температури відповідно до номінальних показників, які наведені у табл.6. Порівнюючи групи між собою, було встановлено, що пацієнти старшої вікової категорії (60+ років) мали статистично значуще нижчі температурні показники за день до ампутації у всіх анатомічних сегментах у порівнянні з молодшими пацієнтами.

Таблиця 13

Температурна карта уражених ділянок кінцівки (рік і день перед ампутацією)

Час проведення	Група	t(°C) в динаміці			
		с/3 стегна	н/3 стегна	с/3 гомілки	стопа
Рік до ампутації	1	27,3±0,4 (n=4)	27,1±0,3 (n=5)	26,4±0,1 (n=10)	25,2±0,2 (n=26)
День до ампутації		25,9±0,6*	25,6±0,4*	24,9±0,3*	24,1±0,4*
Рік до ампутації	2	27,1±0,3 (n=16)	26,8±0,2 (n=10)	26,0±0,3 (n=21)	24,8±0,5 (n=79)
День до ампутації		25,1±0,2*	24,9±0,4*	24,1±0,5*	23,3±0,4*

Примітка: * - $p < 0,05$, n – кількість ампутацій за групами

Найбільш виражена різниця виявлена на рівні гомілки та стопи, що пояснюється зятижним перебігом захворювання периферичних артерій. На термограмах спостерігалися зони дифузного та сегментарного охолодження, локальні температурні градієнти понад 2°C, а в окремих випадках – повна відсутність теплової реакції в дистальних відділах, що слугувало прогностичним маркером незворотних змін тканин. В середньому у відсотковому співвідношенні у першій групі температурні показники знижувались на 5,18% протягом року, у другій – 6,95%.

В якості останнього інструментального показника було проведено ультразвукову дуплексну діагностику артерій нижніх кінцівок, показники якої наведені у табл.14. Нами порівнювалась пікова систолічна швидкість(ПСШ) в динаміці, згідно виведених номінальних значень(табл.7).

Таблиця 14

Пікова систолічна швидкість артерій відносно рівня ампутації (рік і день перед ампутацією)

Час проведення	Група	ПСШ в динаміці (см/с)			
		a.femoralis (с/3) стегна	a.femoralis (н/3) стегна	a.poplitea	a.dorsalis pedis
Рік до ампутації	1	84±4 (n=4)	87±3 (n=5)	69±6 (n=10)	42±3 (n=26)
День до ампутації		57±3*	64±5*	41±3*	23±6*
Рік до ампутації	2	73±3 (n=16)	79±5 (n=10)	58±7 (n=21)	33±4 (n=79)
День до ампутації		39±6*	45±0,4*	29±5*	14±6*

Примітка: * - $p < 0,05$, n – кількість ампутацій за групами

Якщо порівнювати обидві групи між собою, то очевидно, що навіть за рік до ампутації пацієнти другої групи перебували в гіршому стані: показники ПСШ були нижчими в усіх досліджуваних артеріях на 10–20%, а в дистальних судинах — навіть більше. Це свідчить про глибшу ішемію вже на ранньому етапі спостереження. Подальше зниження ПСШ у другій групі було не лише швидшим, а й глибшим, що цілком може пояснювати потребу в ампутації.

Таким чином, аналіз таблиці дозволяє зробити висновок про те, що у пацієнтів з тяжчим ступенем ішемії швидкість кровотоку у всіх артеріях є істотно нижчою, а її зниження з часом — різкіше. У той час як у пацієнтів

першої групи, незважаючи на також негативну динаміку, рівень ПСШ зберігався дещо вищим, що може свідчити про повільніший розвиток захворювання або коротший період захворювання. Ці зміни є клінічно значущими, особливо з огляду на те, що стандартні відхилення в більшості випадків невеликі.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблемою, що постає в межах дослідження синдрому діабетичної стопи, є складність своєчасного виявлення факторів ризику, які прямо впливають на ймовірність ампутації. У клінічній практиці клініцисти часто стикаються не з окремим симптомом, а з цілим каскадом патологічних змін, які розгортаються непомітно, проте невпинно. Ретроспективний характер дослідження дає змогу оцінити, наскільки критичними є певні параметри – як клінічні, так і соціальні – у прогнозуванні тяжких наслідків. Недооцінка мікротравм, пізня діагностика ішемії, неадекватне глікемічне контролювання та обмежений доступ до мультидисциплінарної допомоги – усе це створює «ідеальний шторм» для розвитку ускладнень, що зрештою призводять до втрати кінцівки. Відтак, проблема полягає не лише в лікуванні, а й у формуванні чіткого профілю ризику на ранньому етапі[3,6,12].

Цей каскад подій, сформований поєднанням клінічних та організаційних чинників, особливо загрозливий на пізніх стадіях ураження, коли навіть технічно якісно виконана реваскуляризація вже не приносить очікуваного результату. У випадках глибокої ішемії, некротичних процесів і тяжкої інфекції, втручання часто стає паліативним, а не лікувальним заходом. У таких ситуаціях пацієнти втрачають не лише кінцівку, але й якість життя, що знижує ефективність усієї системи медичної допомоги. Відсутність системної профілактики, затримки в діагностиці та недостатній міждисциплінарний підхід формують умови, в яких ризик ампутації стає майже неминучим[2,4,15,75].

Варто зазначити, що протягом життя ризик розвитку клінічних проявів синдрому діабетичної стопи оцінюється в межах 19–34% і має тенденцію до зростання з віком пацієнта. При цьому рецидиви виникають у близько 65% випадків протягом наступних 3–5 років після первинного епізоду. У

віддаленому післяопераційному періоді рівень летальності залишається високим і досягає 50–70%[3,4].

З цієї причини, стратегія медичної допомоги має бути спрямована насамперед на раннє виявлення факторів ризику, активне динамічне спостереження та міждисциплінарну взаємодію з метою збереження як функціональної цілісності, так і якості життя пацієнта.

На сьогодні існує велика кількість досліджень, присвячених проблемі синдрому діабетичної стопи та факторів ризику ампутацій. Важливо, що отримані дані мають вагоме значення в різних регіонах світу, оскільки клінічна практика, доступ до медичної допомоги та соціально-економічні умови суттєво впливають на перебіг захворювання. Таким чином, глобальний науковий обмін сприяє формуванню універсального підходу до менеджменту пацієнтів із СДС, з урахуванням локальних особливостей і потреб[22,26,30,39].

Численні наукові дані сформовані на результатах лабораторних показників, як креатиніну, сечовини, білірубіну та рівню глюкози в крові, у контексті прогнозування ускладнень при синдромі діабетичної стопи є суперечливими: одні автори вказують на пряму залежність між порушенням функції нирок та ризиком ампутації, тоді як інші не виявляють статистично значущих зв'язків[18]. Тому, через це виникає потреба в самостійному аналізі подібних показників, щоб глибше зрозуміти ступінь ураження нирок та його потенційний вплив на перебіг захворювання і ймовірність хірургічного втручання в майбутньому. Такий підхід дозволяє більш обґрунтовано оцінити клінічний стан пацієнта та сформувати індивідуалізовану стратегію ведення.

У зв'язку з вищезгаданим, виникає необхідна потреба у впровадженні скринінгових алгоритмів та розробки чітких методик задля сприяння зниженню частоти ампутації у хворих із цукровим діабетом.

З цією ціллю нами ретроспективно досліджено клінічний вплив рівня цукру крові, сечовини, креатиніну та загального білірубіну протягом року, пов'язаних із ускладненнями зазначеної патології. Щодо висоти попередньої ампутації нами оцінено в динаміці інструментальні дані, такі як: кісточно-

плечовий індекс, посегментну термометрію та пікову систолічну швидкість на артеріях.

Для досягнення мети було сформульовано наступні завдання дослідження:

1. Вивчити літературні дані, що дозволять оцінити фактори ризику ампутацій у хворих із СДС.
2. Провести аналіз лікування хворих із СДС, які проходили в першому хірургічному відділенні лікарні швидкої медичної допомоги (ЛШМД).
3. Визначити взаємозв'язки між значеннями окремих показників лабораторних та інструментальних методів дослідження та ризиком проведення ампутацій.

Об'єктом дослідження зазначено хворих із синдромом діабетичної стопи, а предметом дослідження - визначення значущості основних лабораторних та інструментальних методів діагностики в оцінці ризику ампутацій нижніх кінцівок у хворих із СДС.

Питання етичності проведення ампутації тісно пов'язане з чинною законодавчою базою України, яка регулює права пацієнта, обов'язки лікаря та умови надання медичної допомоги. Згідно із Законом України «Про основи законодавства України про охорону здоров'я», жодне медичне втручання, включно з ампутацією, не може проводитися без поінформованої згоди пацієнта (ст. 43), за винятком невідкладних випадків, коли зволікання загрожує життю.

У даному дослідженні прийняли участь пацієнти, які перебували на стаціонарному лікуванні у хірургічному відділенні №1 ЛШМД «Лікарня швидкої медичної допомоги» м.Чернівці за період з 07.2023 по 03.2025 рік. Кожен хворий, який був внесений до статистичних оцінок, потребував хірургічного втручання з метою збереження життя через чинник інтоксикації та покращення реваскуляризаційного компоненту з приводу впливу, в більшій чи меншій мірі, продуктів глікації на судини та нервові закінчення на всьому протязі нижніх кінцівок. До числа досліджуваних груп входили пацієнти, яким

вперше або повторно проводилась ампутація кінцівки, резекція фаланги стопи, а також екзартикуляція сегмента кінцівки без перетину кістки. Виразкування м'яких тканин нижніх кінцівок було абсолютним. Усі хворі були поінформовані та отримано згоду з приводу дослідження.

Лабораторний та інструментальний фактор, що оцінювався серед пацієнтів порівнювався серед двох груп, які були сформовані стосовно вікових категорій: до першої віднесли госпіталізованих у віці до 60 років, інших – до другої віком 60+ років. Остання налічувала в себе 126 (73,6%) пацієнтів, у той час як перша – 45 (26,3%) хворих (табл.1). Вся дослідницька група налічувала в себе 171 пацієнта, серед якої склали 99 (58%) чоловіків та 72 (42%) жінки (рис.2). Пошуковим діагнозом серед медичних карт стаціонарного хворого згідно форми № 003/о була наявність цукрового діабету 2 типу, з гангrenoю. Найбільша кількість хворих була у віці 60-75 роки (64,04%), при загальному середньому віці ($63,4 \pm 27,0$) роки. Середня тривалість перебування хворих у стаціонарі сягала $28 \pm 31,25$ діб, що свідчить про важкість перебігу захворювання.

Усі хворі відповідно до вікової групи та обстежуваного показника розподілені на 3 підгрупи згідно III-V ст. за класифікацією Вагнера та терміном обстеження: рік до та 2 ± 3 дні до ампутації.

У стаціонарі пацієнти обох груп отримували належну цукрознижувальну терапію.

Порівняльна оцінка ґрунтувалась на міжгрупових даних за допомогою t-критерію Стюдента для незалежних та залежних вибірок всередині груп.

Міжгрупова оцінка показників рівня цукру крові не була статистично значущого підвищення, окрім абсолютно вищих значень у старшій віковій групі (табл.8). Дані вказують середнє відсоткове зростання рівня глюкози впродовж року: 1 група – 48,5%, 2 група – 29,6%. Нами було підтверджено чітку залежність між тяжкістю ураження стопи за класифікацією Вагнера та погіршенням контролю глікемії в динаміці, що підкреслює необхідність

агресивнішого метаболічного моніторингу та корекції терапії в міру прогресування стадії патологічного процесу.

В якості оцінки функції сечовидільної системи, з можливістю розвитку діабетичної нефропатії внаслідок хронічної гіперглікемії, як предиктора майбутньої ампутації, нами оцінено рівні сечовини та креатиніну крові. У всіх підгрупах виявлено статистично значуще підвищення рівня сечовини, однак віковий фактор не виявив впливу на швидкість прогресування – динаміка змін у молодших та старших пацієнтів не відрізняється статистично значущо, не зважаючи на вищі показники останньої групи(табл.9). Приріст рівня сечовини молодших пацієнтів - IIIст. – 32%, IVст. – 34%, в той час старших – 27% та 34% відповідно.

Відзначено статистично значуще зростання показника креатиніну перед операцією у всіх стадіях у межах кожної групи(табл.10). В порівнянні міжгрупового розподілу виявилися відсутні відмінності у IV стадії, що свідчить про динамічно прогресуюче ураження нирок при ускладненнях СДС, навіть у молодших хворих, а також на ймовірну адаптацію або стабілізацію функції нирок у контексті прогресуючої патології. Помірне зростання в IV стадії може свідчити про потенційне «терапевтичне вікно», де ще можливе активне втручання для стабілізації функції сечовидільної системи. У пацієнтів зі стадією III молодшої вікової групи рівень креатиніну зріс на майже 19% і був статистично достовірним, в той час як у старших пацієнтів зростання було ще більш вираженим — близько 24%, при надзвичайно високій значущості. На V стадії дані доступні лише для старшої групи, в якій показник креатиніну зріс на 33%, що є клінічно значущим і статистично підтвердженим ($p < 0,05$).

Гнійно-некротичні ураження нижніх кінцівок могли сприяти загальній інтоксикації організму, не виключеною була можливість розвитку жирового гепатозу. Саме з цієї причини останнім лабораторним показником визначався рівень загального білірубіну(табл.11). Практично абсолютно значущою була міжгрупова різниця, однак порівняння даних IV стадій перед операцією не знайшло підтвердження у відмінностях ($p=0,32$), окрім як вищих значень

старшої групи. У всіх пацієнтів, окрім V стадії другої групи після аналізу результатів зазначено статистичне зростання рівню загального білірубіну.

Як свідчать отримані дані, протягом 12 місяців після першої госпіталізації зазначено найвираженіше зростання рівнів глюкози, креатиніну, сечовини та загального білірубіну у пацієнтів до 60 років на IV стадії за класифікацією Вагнера. Це може свідчити про те, що саме IV стадія є критичною точкою метаболічної декомпенсації, особливо у молодших хворих. Подібне підвищення показників, імовірно, пов'язане з активною системною відповіддю на глибокі інфекційно-некротичні процеси, що супроводжуються запальним синдромом і перевантаженням функцій печінки та нирок. На початкових етапах розвитку III стадії характерним є статистичне зростання всіх рівнів показників.

Комплексне інструментальне обстеження, що включає вимірювання індексу кісточно-плечового тиску, локальної температури тканин та ультразвукове дуплексне сканування судин нижніх кінцівок, дає змогу об'єктивізувати ступінь ішемії та оцінити ризик розвитку критичних ускладнень. У пацієнтів молодшої вікової групи на етапі «рік до ампутації» показники КПП були вищими порівняно зі старшими пацієнтами (табл.12). Це може бути пов'язане з кращим загальним станом судинної системи, меншою кількістю супутніх патологій, або вищим компенсаторним резервом у молодших хворих. Проте, вже до моменту ампутації ці відмінності здебільшого нівелюються. За виключенням ампутацій на рівні середньої третини гомілки, де статистична різниця між групами зберігається, на інших рівнях (стопа, нижня третина стегна, середня третина стегна) показники КПП перед ампутацією були практично однаковими в обох групах. Нами підтверджено, що в усіх випадках зниження КПП всередині груп є статистично значущим, що прямо пов'язане з необхідністю хірургічного втручання.

На відміну від попереднього методу дослідження, порівняння температурної шкали виявилось очевидним для осіб похилого віку (табл.13). Пацієнти цієї категорії мали статистично значуще нижчі температурні

показники за день до ампутації у всіх анатомічних сегментах у порівнянні з молодшими хворими. Найбільш виражена різниця спостерігалася на рівні гомілки та стопи, що пояснюється зятижним перебігом захворювання периферичних артерій. На термограмах спостерігалися зони дифузного та сегментарного охолодження, локальні температурні градієнти понад 2°C , а в окремих випадках – повна відсутність теплової реакції в дистальних відділах, що слугувало прогностичним маркером незворотних змін тканин. В середньому у відсотковому співвідношенні у першій групі температурні показники знижувались на 5,18% протягом року, у другій – 6,95%.

«Золотим стандартом» діагностики гемодинаміки нижньої кінцівки є дуплексне сканування судин. Початково дані пікової систолічної швидкості у пацієнтів першої групи були на 10-20% нижчими в усіх артеріях, в особливості в дистальних, де різниця була ще більш вираженою (табл.14). В динаміці спостереження зазначено, що ішемія була не лише глибшою, а й стрімкішою, що більше зумовлювало потребу в ампутації. У першій групі, попри негативну динаміку, ПСШ залишався на дещо вищому рівні, що може свідчити про повільніший розвиток патології або її меншу тривалість. Отримані зміни є клінічно значущими, зважаючи на незначні стандартні відхилення, що посилює достовірність результатів: у середньому ПСШ знижувалась на 24,25 см/с у першій групі та 29 см/с – у другій.

Узагальнюючи отримані результати, ймовірність лабораторних показників як прогностичних маркерів прямо пропорційно корелює з ймовірністю радикальних хірургічних втручань, а саме ампутацій. Достовірність інструментальних методів оцінки, зокрема КПП, температура тканин та ПСШ дозволяє об'єктивно відстежувати прогресування ішемії й визначати доцільність проведення ампутації в майбутньому.

ВИСНОВКИ

1. Магістерська кваліфікаційна робота присвячена ранній діагностиці ускладнень цукрового діабету у хворих різних вікових груп з метою покращення клінічного перебігу та збереження якості життя пацієнтів.
2. Огляд літератури вказує на суперечливий підхід як вітчизняних так і іноземних науковців щодо інтерпретації основних лабораторних показників, як ключових предикторів ризику ампутацій кінцівок у хворих із синдромом діабетичної стопи, що вказує на доцільність розробки та впровадження скринінгових методик для контролю стану пацієнта.
3. Визначено абсолютний ріст рівнів цукру, сечовини, креатиніну та загального білірубіну в межах групового та міжгрупового дослідження. Тільки в поодиноких випадках згідно стадій за класифікацією Вагнер статистична значущість міжгрупових порівнянь сягала $p > 0,05$ впродовж 12 місяців.
4. Інструментальні методи дослідження демонстрували обернену пропорційну залежність з ризиком ампутацій. Всі показники, включаючи КПП, $t(^{\circ}\text{C})$ та ПСШ зі зниженням показників вказували на підвищення ризику ампутацій у хворих. Найбільше зниження КПП протягом року спостерігалось в обох групах при високих ампутаціях – на рівні середньої та нижньої третини стегна, де зміни сягали більше 50% протягом року, в той час як вкрай значущі зміни температури спостерігалися в дистальних сегментах кінцівки, що пояснюється захворюванням периферичних артерій.
5. Застосування дуплексного сканування судин нижньої кінцівки в поєднанні з дослідженням лабораторних показників сприяє покращенню якості життя хворих із синдромом діабетичної стопи, формуючи передумови для створення належних протоколів ведення хворих із цукровим діабетом на ранніх стадіях ураження кінцівок.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ

Отримані результати дослідження мають практичне значення для удосконалення методів діагностики у хворих із ускладненнями цукрового діабету. На основі виявлених клініко-лабораторних та інструментальних закономірностей сформульовано такі ключові рекомендації:

1. **Використання отриманих даних для вдосконалення локальних протоколів лікування та нагляду.** Актуалізація клінічних маршрутів пацієнта з урахуванням факторів ризику, зокрема рівня цукру крові, сечовини, креатиніну та загального білірубіну дозволить оптимізувати ресурси та покращити результативність лікування.
2. **Формування груп ризику серед пацієнтів із СДС.** Впровадження системи оцінювання ризику на основі проведення визначення кістково-плечового індексу, температури уражених сегментів кінцівки та дуплексного сканування сприятиме персоналізованому підходу до кожного хворого.
3. **Розробка цільових стратегій діагностики на основі вікової категорії пацієнта.** Хворі віком від 60 років мають нижчі показники, що зумовлює збільшену частоту діабетичної стопи саме серед цієї групи. Для таких пацієнтів доцільним є створення окремих скринінгових методик з підвищеним рівнем моніторингу.

Загалом, отримані висновки та рекомендації спрямовані на зниження рівня проведених ампутацій, покращення якості життя пацієнтів та оптимізації ресурсів системи охорони здоров'я в умовах зростаючої тенденції до виявлення випадків цукрового діабету серед населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотухіна Ю. Ускладнення цукрового діабету: синдром діабетичної стопи. *Здоров'я України*. 2020;49(1):31
2. Kragh Nielsen M, Bergenholtz H, Madsen UR. Thoughts and experiences on leg amputation among patients with diabetic foot ulcers. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*. 2022 Dec;17(1):2009202. doi:10.1080/17482631.2021.2009202
3. Huynh Tan Dat, Tran Chi Thanh, Pham Le An, Nguyen Thy Khue. The High Re-Ulceration Rate in Lower Extremity Amputation Intervention in Type 2 Diabetic Vietnamese Patients After 24-Month Follow-Up at Cho Ray Hospital, Vietnam. *Health Serv Insights*. 2023 May 11:16:11786329231174336. doi:10.1177/11786329231174336.
4. Katherine McDermott, Michael Fang , Andrew JM Boulton, Elizabeth Selvin, Caitlin W Hicks. Etiology, Epidemiology, and Disparities in the Burden of Diabetic Foot Ulcers. *Diabetes Care*. 2023 Jan 1;46(1):209-221. doi:10.2337/dci22-0043.
5. Global trends in the incidence of hospital admissions for diabetes-related foot disease and amputations: a review of national rates in the 21st century. Peter A. Lazzarini, Susanna M. Cramb, Jonathan Golledge et al. *Diabetologia*. 2023 Feb;66(2):267-287. doi: 10.1007/s00125-022-05845-9.
6. Z. Krushinskaya, T.Yu. Yuzvenko, Marchenko AV. Вплив етіологічних і соціальних чинників на розвиток і перебіг синдрому діабетичної стопи. *Endokrinologîâ/Endokrinologîa*. 2019 Apr 12;24(1):17–23.
7. Kim J. The pathophysiology of diabetic foot: a narrative review. *Journal of Yeungnam Medical Science*. 2023 Oct 5;40(4).
8. Moon KC, Kim SB, Han SK, Jeong SH, Dhong ES. Risk factors for major amputation in hospitalized diabetic patients with forefoot ulcers. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2019 Dec;158:107905. doi:10.1016/j.diabres.2019.107905.
9. Jefferson Abraão Caetano Lira, Lídyia Tolstenko Nogueira, Bianca Maria Aguiar de Oliveira, Débora dos Reis Soares, Ana Maria Ribeiro dos Santos, Telma

Maria Evangelista de Araújo. Factors associated with the risk of diabetic foot in patients with diabetes mellitus in Primary Care . Rev Esc Enferm USP. 2021 Jul 26;55:e03757.doi: 10.1590/S1980-220X2020019503757.

10. Lin C, Yuan Y, Ji L, Yang X, Yin G, Lin S. The amputation and survival of patients with diabetic foot based on establishment of prediction model. Saudi Journal of Biological Sciences. 2019 Dec 18;27(3):853–8.

11. PN Vera-Cruz, PP Palmes, LJM Tonogan, AH Troncillo. Comparison of WiFi, University of Texas and Wagner Classification Systems as Major Amputation Predictors for Admitted Diabetic Foot Patients: A Prospective Cohort Study. Malaysian Orthopaedic Journal. 2020 Nov 1;14(3):114–23. doi:10.5704/MOJ.2011.018 11/2020

12. Zaremba VS, Fedchyshyn NR, Bokhonko RL, Herych HI. Деякі аспекти діагностики та лікування синдрому діабетичної стопи. Шпитальна хірургія Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2020 Jan 11;(4):63–6.

13. Wang X, Yuan CX, Xu B, Yu Z. Diabetic foot ulcers: Classification, risk factors and management. World Journal of Diabetes. 2022;13(12):1049–65. doi: 10.4239/wjd.v13.i12.1049

14. Polyovyy VP, B. Khorshani, Khomko OY, Sydorchuk RI, Voljanjuk PM, Bilyk II. Ендоваскулярні оперативні втручання для корекції критичної ішемії нижніх кінцівок при синдромі стопи діабетика. Шпитальна хірургія Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2020 Jan 11;(4):85–8. doi:10.11603/2414-4533.2019.4.10716 2019

15. Didenko SN. Results of treatment of diabetic patients with chronic critical ischemia of the lower limb. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENDOCRINOLOGY. 2018 Oct23;14(5):483–7. doi:10.22141/2224-0721.14.5.2018.142684

16. Mariadoss AVA, Sivakumar AS, Lee CH, Kim SJ. Diabetes mellitus and diabetic foot ulcer: Etiology, biochemical and molecular based treatment strategies via gene and nanotherapy. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2022 Jul;151:113134. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113134> 07/2022

17. Діабетична стопа, ускладнення з часто несприятливим прогнозом [Internet]. Svit-zdorovya.com. 2022 [cited 2025 Jan 12]. <https://svit-zdorovya.com/wound-treatment/likuvannya-diabetichnoi-stopi/?srsltid=AfmBOoqMiM4ee3GkqyFSV73ZQwbfDmX40ME8LjU0XuvlB5sDYMwxXEn>
18. Zhang Y, van Netten JJ, Baba M, Cheng Q, Pacella R, McPhail SM, et al. Diabetes-related foot disease in Australia: a systematic review of the prevalence and incidence of risk factors, disease and amputation in Australian populations. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2021 Jan 19;14(1).doi: 10.1186/s13047-021-00447-x 01/19/2021
19. Rudichenko VM, Antoniuk YV, Lazaryuk DO. Діабетична стопа: актуальність у практиці сімейної медицини та власний клінічний досвід. [інтернет]. 14, Березень 2018 [цит. за 25, Березень 2025];(2(218):57-62. <http://lu-journal.com.ua/article/view/198288>
20. Rümenapf G, Morbach S, Rother U, Uhl C, Görtz H, Böckler D, et al. Diabetisches Fußsyndrom – Teil 1. *Der Chirurg; Zeitschrift Fur Alle Gebiete Der Operativen Medizen* [Internet]. 2021 [cited 2022 Feb 23];92(1):81–94. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7819949/>
21. Tamayo T, Brinks R, Hoyer A, Kuß O, Rathmann W. The prevalence and incidence of diabetes in Germany—an analysis of statutory health insurance data on 65 million individuals from the years 2009 and 2010. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113:177–182. doi: 10.3238/arztebl.2016.0177.
22. 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 are comparable to cancer. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2020;13(1). doi:10.1186/s13047-020-00383-2
23. Luo Y, Liu C, Li C, Jin M, Pi L, Jin Z. The incidence of lower extremity amputation and its associated risk factors in patients with diabetic foot ulcers: A meta-analysis. *International Wound Journal*. 2024 Jul;21(7). doi: 10.1111/iwj.14931
24. Kim J, Chun D, Kim S, Yang HJ, Kim JH, Cho J, et al. Trends in Lower Limb Amputation in Patients with Diabetic Foot Based on Vascular Intervention of

- Peripheral Arterial Disease in Korea: a Population-based Nationwide Study. *Journal of Korean Medical Science* [Internet]. 2019 Jun 24 [cited 2021 Nov 29];34(26):e178. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6609423/> doi: 10.3346/jkms.2019.34.e178 2019
25. Kaka AS, Landsteiner A, Ensrud KE, Logan BW, Sowerby C, Ullman K, et al. Risk prediction models for diabetic foot ulcer development or amputation: a review of reviews. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2023 Mar 16;16(1). doi:10.1186/s13047-023-00610-6
 26. Beulens JWJ, Yauw JS, Elders PJM, Feenstra T, Herings R, Slieker RC, et al. Prognostic models for predicting the risk of foot ulcer or amputation in people with type 2 diabetes: a systematic review and external validation study. *Diabetologia*. 2021;64(7):1550–1562. doi: 10.1007/s00125-021-05448-w
 27. Cheng-Wei Lin, David G Armstrong, Chia-Hung Lin, Pi-Hua Liu, Shih-Yuan Hung, Shu-Ru Lee, Chung-Huei Huang, Yu-Yao Huang. Nationwide trends in the epidemiology of diabetic foot complications and lower-extremity amputation over an 8-year period. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2019 Oct 11;7(1):e000795. doi: 10.1136/bmjdr-2019-000795
 28. Jakarta Em Yunir, CanggiH Dian Hidayah, Kuntjoro Harimurti, Ida Ayu Made Kshanti J. Three Years Survival and Factor Predicting Amputation or Mortality in Patients with High Risk for Diabetic Foot Ulcer in Fatmawati General Hospital. *Prim Care Community Health*. 2022 Jan 5;13:21501319211063707. doi: 10.1177/21501319211063707
 29. Morbach S, Eckhard M, Ralf Lobmann, Eckhard Müller, Heinrich Reike, Risse A, et al. Diabetic Foot Syndrome. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes*. 2023 Jan 31;131(01/02):84–93.doi: 10.1055/a-1946-3838 2023
 30. Bandyk DF. The diabetic foot: Pathophysiology, evaluation, and treatment. *Seminars in Vascular Surgery*. 2018;31(2-4):43–8. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2019.02.001 06-12/2018

31. Liu GT, Sanders DT, Raspovic KM, Wukich DK. Trauma in the Diabetic Limb. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2019 Jul;36(3):499–523. doi: 10.1016/j.cpm.2019.02.012
32. Raja JM, Maturana MA, Kayali S, Khouzam A, Efeovbokhan N. Diabetic foot ulcer: A comprehensive review of pathophysiology and management modalities. *World Journal of Clinical Cases*. 2023 Mar 16;11(8):1684–93. doi: 10.12998/wjcc.v11.i8.1684
33. Hicks CW, Wang D, Matsushita K, McEvoy JW, Christenson R, Selvin E. Glycated albumin and HbA1c as markers of lower extremity disease in US adults with and without diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2022;184:109212. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109212 2022
34. Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. Ingelfinger JR, editor. *New England Journal of Medicine*. 2017 Jun 15;376(24):2367–75. doi: 10.1056/NEJMra1615439 06/2017
35. Gülcü A, Etli M, Karahan O, Aslan A. Analysis of routine blood markers for predicting amputation/re-amputation risk in diabetic foot. *International Wound Journal*. 2020 Oct 5;17(6):1996–2004. doi: 10.1111/iwj.13491 10/2020
36. Zhang X, Li Q, Zhou X, Xu Y, Shu Z, Deng H. Risk factors for amputation in diabetic foot ulcers: A retrospective analysis. *International wound journal*. 2024 Mar 28;21(4). doi:10.1111/iwj.14832
37. Georgios Tzikos, Alexiou I, Sokratis Tsagkaropoulos, Alexandra-Eleftheria Menni, Georgios Chatziantoniou, Soultana Doutsini, et al. Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Platelet-to-Lymphocyte Ratio as Predictive Factors for Mortality and Length of Hospital Stay after Cardiac Surgery. *Journal of Personalized Medicine*. 2023 Mar 5;13(3):473–3. doi: 10.3390/jpm13030473
38. Chen W, Chen K, Xu Z, Hu Y, Liu Y, Liu W, et al. Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Platelet-to-Lymphocyte Ratio Predict Mortality in Patients with Diabetic Foot Ulcers Undergoing Amputations. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2021 Feb;14:821–9. doi: 10.2147/DMSO.S284583

39. Jiang Y, Ran X, Jia L, Yang C, Wang P, Ma J, et al. Epidemiology of Type 2 Diabetic Foot Problems and Predictive Factors for Amputation in China. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. 2015 Jan 8;14(1):19–27.doi: 10.1177/1534734614564867
40. Amir S, Razieh Shirzadegan, Mousavi N, Ermia Farokhi, Soleimaninejad M, Mehrzad Jafarzadeh. Designing a Logistic Regression Model for a Dataset to Predict Diabetic Foot Ulcer in Diabetic Patients: High-Density Lipoprotein (HDL) Cholesterol Was the Negative Predictor. *Journal of Diabetes Research*. 2021 Mar 16;2021:1–6.doi: 10.1155/2021/5521493
41. Guo Z, Yue C, Qian Q, He H, Mo Z. Factors associated with lower-extremity amputation in patients with diabetic foot ulcers in a Chinese tertiary care hospital. *International Wound Journal* [Internet]. 2019 Aug 25 [cited 2019 Dec 19];16(6):1304–13. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iwj.13190> doi: 10.1111/iwj.13190 08/25/2019
42. Lin C, Liu J, Sun H. Risk factors for lower extremity amputation in patients with diabetic foot ulcers: A meta-analysis. Fawzy MS, editor. *PLOS ONE*. 2020 Sep 16;15(9):e0239236. doi: 10.1371/journal.pone.0239236
43. Boyko EJ, Zelnick LR, Braffett BH, Pop-Busui R, Cowie CC, Lorenzi GM, et al. Risk of Foot Ulcer and Lower-Extremity Amputation Among Participants in the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study. *Diabetes Care*. 2022 Jan 6;45(2).doi:10.2337/dc21-1816
44. Lee JH, Yoon JS, Lee HW, Won KC, Moon JS, Chung SM, et al. Risk factors affecting amputation in diabetic foot. *Yeungnam University Journal of Medicine*. 2020 Oct 31;37(4):314–20.doi:10.12701/yujm.2020.00129
45. Yu-Yu Chou, Chin-Chun Hou, Chien-Wei Wu, Dun-Wei Huang, Sheng-Lin Tsai, Ting-Hsuan Liu. *Int Wound J*. Risk factors that predict major amputations and amputation time intervals for hospitalised diabetic patients with foot complications. 2022 Oct;19(6):1329-1338. doi: 10.1111/iwj.13727.

46. Gürlek A, Bayraktar M, Savaş C, Gedik O. Amputation rate in 147 Turkish patients with diabetic foot. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*. 2009 Jul 14;106(05):404–9. doi:10.1055/s-0029-1212006
47. Jiang P, Li Q, Luo Y, Lu F, Che Q, Lu Z, et al. Current status and progress in research on dressing management for diabetic foot ulcer. *Frontiers in Endocrinology*. 2023 Aug 17;14. doi:10.3389/fendo.2023.1221705
48. Denizhan Demirkol, Şamil Aktaş, Tuncay Özcan, Tannier X, Erol Ç. Analysis of risk factors for amputation in patients with diabetic foot ulcers: a cohort study from a tertiary center. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2022 Oct 25;56(5):333–9. doi: 10.5152/j.aott.2022.22052
49. Rossboth S, Lechleitner M, Oberaigner W. Risk factors for diabetic foot complications in type 2 diabetes—A systematic review. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*. 2020 Aug 17;4(1). doi:10.1002/edm2.175
50. Torbjörnsson E, Fagerdahl AM, Blomgren L, Boström L, Ottosson C, Malmstedt J. Risk factors for reamputations in patients amputated after revascularization for critical limb-threatening ischemia. *Journal of Vascular Surgery*. 2021 Jan;73(1):258-266.e1. doi:10.1016/j.jvs.2020.03.055
51. Sayiner ZA, Can FI, Akarsu E. Patients' clinical characteristics and predictors for diabetic foot amputation. *Primary Care Diabetes*. 2019 Jun;13(3):247–51. doi:10.1016/j.pcd.2018.12.002
52. Oguejiofor, OC; Odenigbo, CU; Oguejiofor, CB. Evaluation of the effect of duration of diabetes mellitus on peripheral neuropathy using the United Kingdom screening test scoring system, bio-thesiometry and aesthesiometry. *Nigerian Journal of Clinical Practice* 13(3):240-7
53. Ugwu E, Adeleye O, Gezawa I, Okpe I, Enamino M, Ezeani I. Predictors of lower extremity amputation in patients with diabetic foot ulcer: findings from MEDFUN, a multi-center observational study. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2019 Jun 14;12(1). doi: 10.1186/s13047-019-0345-y
54. Burak Yuzuguldu, Bugra Zengin, Ilgin Yildirim Simsir, Sevki Cetinkalp. An Overview of Risk Factors for Diabetic Foot Amputation: An Observational, Single-

- centre, Retrospective Cohort Study. 2023 Jan 1 [cited 2023 Jul 10];19(1):85–5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10258617>. doi: 10.17925/EE.2023.19.1.85
55. Rosedi A, Hairon SM, Abdullah NH, Yaacob NA. Prognostic Factor of Lower Limb Amputation among Diabetic Foot Ulcer Patients in North-East Peninsular Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022 Oct 31;19(21):14212. doi:10.3390/ijerph192114212
 56. Da Woon Lee, Si Hyun Kwak, Jun Hyuk Kim, Hwan Jun Choi. Prediction of diabetic foot amputation using newly revised DIRECT coding system: Comparison of accuracy with that of five existing classification systems. *Int Wound J*. 2023 Feb;20(2):359-371. doi:10.1111/iwj.13884
 57. Yandan Zhu, Hongtao Xu, Yuzhen Wang, Xia Feng, Xinyu Liang, Liying Xu. Risk factor analysis for diabetic foot ulcer-related amputation including Controlling Nutritional Status score and neutrophil-to-lymphocyte ratio. *Int Wound J*. 2023 Dec;20(10):4050-4060 doi:10.1111/iwj.14296
 58. Reardon R, Simring D, Kim B, Mortensen J, Williams D, Leslie A. The diabetic foot ulcer. *Australian Journal of General Practice*. 2020 May 1;49(5):250–5. doi: 10.31128/AJGP-11-19-5161
 59. Patrícia Rosinha , Miguel Saraiva , Lia Ferreira , Susana Garrido , André Carvalho , Cláudia Freitas et al. A Retrospective Cohort Study on Diabetic Foot Disease: Ascertainment of Ulcer Locations by Age Group. 2022 Aug 19;14(8):e28189. doi: 10.7759/cureus.28189
 60. Shah P, Inturi R, Anne D, Jadhav D, Viswambharan V, Khadilkar R, et al. Wagner’s Classification as a Tool for Treating Diabetic Foot Ulcers: Our Observations at a Suburban Teaching Hospital. *Cureus*. 2022 Jan 22;14(1). doi: 10.7759/cureus.21501
 61. Rajyalakshmi Y. Evaluation and management of diabetic foot according to Wagner’s classification. *Med Dent Sci*. 2017;16:25–33
 62. Georges Ha Van, Schuldiner S, Sultan A, Bouillet B, Martini J, Julien Vouillarmet, et al. Use of the SINBAD score as a predicting tool for major adverse

- foot events in patients with diabetic foot ulcer: A French multicentre study. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2023 Jul 31;39(8). doi: 10.1002/dmrr.3705
63. Trieb K. The Charcot foot. *The Bone & Joint Journal*. 2016 Sep;98-B(9):1155–9.
64. Balatiuk I, Fedir Hladkykh, Oleh Yavorskyi, Yaroslava Pogrebennyk, Student V, Holovanova A. Current Approaches to Diagnosis and Classification Features of Neuroosteoarthropathy Charcot (literature review). *Path of Science*. 2016 Dec 5;2(12):2.1–17. doi:http://dx.doi.org/10.22178/pos.17-2
65. Diabetic (Charcot) Foot - OrthoInfo - AAOS [Internet]. www.orthoinfo.org. [cited 2020 Nov 6]. <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/diabetic-charcot-foot/>
66. Valerie S Marmolejo, Jonathan F Arnold, Mario Ponticello, Charles A Anderson. Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. *Am Fam Physician* 2018 May 1;97(9):594-599
67. Lorena de Oliveira Cerqueira, Eliud Garcia Duarte, André Luis de Souza Barros, José Roberto Cerqueira, Walter Júnior Boim de Araújo. WIfI classification: the Society for Vascular Surgery lower extremity threatened limb classification system, a literature review. *J Vasc Bras*. 2020 May 8;19:e20190070 doi: 10.1590/1677-5449.190070
68. Gandhi C, Kadam P, Kamepalli V, Kadam Y. PEDIS grading and its role in diabetic foot ulcer management. *International Surgery Journal*. 2019 Jun 29;6(7):2548. doi:http://dx.doi.org/10.18203/2349-2902.isj20192990
69. Reliability and validity of the perfusion, extent, depth, infection and sensation (PEDIS) classification system and score in patients with diabetic foot ulcer. *PLoS One*. 2015 Apr 13;10(4):e0124739. doi: 10.1371/journal.pone.0124739
70. Peng X, Gou D, Zhang L, Wu H, Chen Y, Shao X, et al. Status and influencing factors of lower limb amputation in patients with diabetic foot ulcer. *International Wound Journal*. 2023 Jan 18;20(6):2075–81. doi: 10.1111/iwj.14076 2023

71. Monteiro-Soares M, Hamilton EJ, Russell DA, Gulapar Srisawasdi, Boyko EJ, Mills JL, et al. Classification of foot ulcers in people with diabetes: A systematic review. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2023 May 2;40(3). <https://doi.org/10.1002/dmrr.3645>
72. Десятерик ВІ, Яременко ІО, Міхно СІ. 10-річний досвід лікування хворих із гнійно-некротичними ускладненнями синдрому стопи діабетика. *Шпитальна хірургія Журнал імені Л Я Ковальчука*. 2015 Jun 15;67(3).
73. Іфтодій А.Г., Фундюр В.Д., Гродецький В.К., Якобчук С.О., Фундюр Ю.В., Фундюр О.В. Вплив озонотерапії та локальної вакуумної терапії на активацію репаративного процесу у хворих на ішемічно-гангренозну форму стопи діабетика. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2017;16(4):42-45. doi: 10.24061/1727-0847.16.1.2017.86
74. Павлишин А.В. Особливості впливу вакуумної терапії на динаміку клінічної картини ранових дефектів у хворих на синдром стопи діабетика. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2017;1(3). <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2017.v1.i3.8174>
75. Польовий В. П., Кхоршані Б., Хомко О. Й., Сидорчук Р. І., Волянчук П. М., Білик І. І. Ендоваскулярні оперативні втручання для корекції критичної ішемії нижніх кінцівок при синдромі стопи діабетика. *Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука*. 2020; (4):85–88. <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2019.4.10716>
76. Діденко С.М. Лікування ран у хворих на ішемічну форму синдрому стопи діабетика. *Харківська хірургічна школа*. 2018;1(88):163-166.
77. Кріцак М.Ю. Клітинно-тканинні технології в комплексному лікуванні ранових дефектів у хворих із синдромом стопи діабетика. *Шпитальна хірургія*. 2015;66(2). <https://doi.org/10.11603/1681-2778.2014.2.4500>
78. Футуйма Ю.М., Беденюк Д., Смачило І.І., Бурак А.Є., Павлишин А.В. Особливості хірургічної обробки та фіксації шкірного клаптя після малих ампутацій у хворих з синдромом стопи діабетика. 2018;24(2):28-3 <https://doi.org/10.25040/aml2018.02.028>

79. Діденко С.М. Результати лікування хворих на цукровий діабет з хронічною критичною ішемією нижньої кінцівки. Клінічна діабетологія. 2018;14(5):483-487. doi:10.22141/2224-0721.14.5.2018.142684
80. Дзюбановський І. Я., Антошук Р. М., Продан А. М. Порівняльна оцінка різних методів закриття ранових дефектів у пацієнтів із синдромом стопи діабетика. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2019; (3):57-61. doi: 10.11603/2414-4533.2019.3.10547
81. Полянський І. Ю., Мельник І. М. Використання низькоінтенсивного лазерного опромінення в комплексному лікуванні ран. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2023;22(4). <https://doi.org/10.24061/1727-0847.22.4.2023.49>
82. Слободяник С. В., Хіміч С. Д., Школьніков В. С. / Проблема хронічних ран та можливість застосування мезенхімальних стовбурових клітин при їх лікуванні. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2020;24(3). doi:10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-24
83. Ha Van G, Amouyal C, Bourron O, Aubert C, Carlier A, Mosbah H, et al. Diabetic foot ulcer management in a multidisciplinary foot centre: one-year healing, amputation and mortality rate. *Journal of Wound Care*. 2020 Aug 2;29(8):464–71. doi: 10.12968/jowc.2020.29.8.464.
84. Liao X, Li SH, El Akkawi MM, Fu X, Liu H, Huang Y. Surgical amputation for patients with diabetic foot ulcers: A Chinese expert panel consensus treatment guide. *Frontiers in Surgery*. 2022 Nov 8;9(1):1003339. doi: 10.3389/fsurg.2022.1003339
85. Raúl Juan Molines-Barroso, José Luis Lázaro-Martínez, Beneit-Montesinos JV, Álvaro-Afonso FJ, García-Morales E, García-Álvarez Y. Early Foot Structural Changes After Lateral Column Exostectomy in Patients With Charcot Foot. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. 2019 May 21;18(2):129–34. doi: 10.1177/1534734619848553
86. Henry R, Gareth Rhys Davies-Jones, Brock J, Vaishnav Satheesh, Greg AJ Robertson. Surgical management of the diabetic foot: The current evidence. *World journal of orthopedics*. 2024 May 18;15(5):404–17. doi:10.5312/wjo.v15.i5.404

87. Surgical Management of Diabetic Foot Ulcer (DFU): Systematic Review, Nasser Mohammed Abdullah Alshahrani, Abdullah Saad Judaya Alshahrani, et al. International Journal of Healthcare Sciences, Research Publish Journals [Internet]. Researchpublish.com. 2016 [cited 2025 Apr 25]. <https://www.researchpublish.com/papers/surgical-management-of-diabetic-foot-ulcer-dfu-systematic-review>
88. Rashid Aslam, Khalid Usman, Tahir Ghaffar . Diabetic Foot Ulcers and Their Surgical Management: Our Experience at Hayatabad Medical Complex, Peshawar. Cureus. 2023 Oct 31;15(10):e48073. doi:10.7759/cureus.48073
89. Belgin Coşkun, Müge Ayhan, Serap Ulusoy, Guner R. Bacterial Profile and Antimicrobial Resistance Patterns of Diabetic Foot Infections in a Major Research Hospital of Turkey. Antibiotics. 2024 Jun 27;13(7):599–9. doi: 10.3390/antibiotics13070599
90. Jeel Moya-Salazar, Jackelina M Chamana, Daniela Porras-Rivera, Eliane A Goicochea-Palomino et al. Increase in antibiotic resistance in diabetic foot infections among peruvian patients: a single-center cross-sectional study. Front Endocrinol (Lausanne). 2023 Dec 5;14:1267699 doi: 10.3389/fendo.2023.1267699.
91. Paola Caruso, Maria Ida Maiorino, Margherita Macera et al. Antibiotic resistance in diabetic foot infection: how it changed with COVID-19 pandemic in a tertiary care center. Diabetes Res Clin Pract. 2021 May;175:108797 doi: 10.1016/j.diabres.2021.108797
92. McArdle CD, Lagan KM, McDowell DA. Effects of pH on the Antibiotic Resistance of Bacteria Recovered from Diabetic Foot Ulcer Fluid. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2018 Jan 1;108(1):6–11. doi: 10.7547/16-033.
93. Asegdew Atlaw, Habtamu Biazin Kebede, Abdurezak Ahmed Abdela et al. Bacterial isolates from diabetic foot ulcers and their antimicrobial resistance profile from selected hospitals in Addis Ababa, Ethiopia. Front Endocrinol (Lausanne) 2022 Aug 31;13:987487. doi:10.3389/fendo.2022.987487

94. Aboyans V. et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126(24):2890–2909. doi:10.1161/CIR.0b013e318276fbcf
95. Zhan LX, Branco BC, Armstrong DG, Mills JL. The Society for Vascular Surgery lower extremity threatened limb classification system based on Wound, Ischemia, and foot Infection (WIfI) correlates with risk of major amputation and time to wound healing. *Journal of Vascular Surgery*. 2015 Apr;61(4):939–44.