

УДК 616.58-002.44:616.379-008.64-07-085
DOI <http://doi.org/10.30978/CEES-2025-1-63>

Анізомелія: статичний, динамічний та патогенетичний аспекти впливу на розвиток трофічних виразок при цукровому діабеті



А. С. Іванова, О. К. Мелеховець

Сумський державний університет

Різниця в довжині нижніх кінцівок (анізомелія) — це стан, за якого парні нижні кінцівки мають помітно неоднакову довжину. Асиметрична довжина ніг не рідкісне явище. За даними сучасних досліджень, анізомелія спостерігається в 65—90 % загальної популяції залежно від методів вимірювання та критеріїв оцінки [1, 2]. Різниця в довжині ніг 0,5—1,5 см вважається варіантом норми й зазвичай не спричиняє клінічних виявів у здорових осіб [3]. Анізомелія > 2 см трапляється лише в 0,1 % населення світу та може мати патологічний вплив на поставу, рівновагу, ходьбу й біг [4]. Однак навіть незначна асиметрія, яка в одних осіб жодним чином не виявляється, за певних умов може стати тригером розвитку тяжких ускладнень на тлі хронічних порушень, зокрема в пацієнтів із цукровим діабетом (ЦД) [5].

Одними з найтяжчих ускладнень ЦД є формування виразок стопи, які призводять до ампутацій нижніх кінцівок у 10—20 % випадків упродовж 5 років після встановлення діагнозу [6]. Основними патогенетичними чинниками розвитку трофічних виразок є периферична сенсомоторна нейропатія нижніх кінцівок, остеоартропатія з деформацією стопи та обмеженням рухливості суглобів, діабетичні мікроангіопатії, макроангіопатії, вегетативна дисфункція та інфекційні ускладнення [7]. Наявність різниці в довжині нижніх кінцівок впливає на нерівномірний розподіл навантаження на

стопи, що в поєднанні із зазначеними патологічними процесами може бути одним із основних предикторів розвитку діабетичних трофічних виразок.

Аналіз останніх наукових публікацій свідчить про зростання інтересу до вивчення впливу анізомелії на розвиток опорно-рухових порушень [8—10]. Проте кількість досліджень, присвячених ролі різниці в довжині нижніх кінцівок у патогенезі трофічних виразок при ЦД, невелика. Більшість із них фокусується на статичних аспектах впливу анізомелії, зокрема на перерозподілі плантарного тиску в статичному положенні [11, тоді як динамічні та патогенетичні аспекти впливу анізомелії на розвиток виразкових дефектів стопи при ЦД недостатньо вивчено. Не з'ясовано поширеності анізомелії серед пацієнтів із ЦД, її зв'язку з тривалістю захворювання та ступенем діабетичної нейропатії. Відсутні чіткі критерії оцінки ризику розвитку виразкових дефектів стопи в пацієнтів із ЦД та анізомелією, що обмежує можливості ранньої профілактики цього ускладнення.

Мета роботи — провести аналіз сучасних даних літератури щодо поширеності анізомелії в різних вікових групах та серед пацієнтів із діабетом, оцінити вплив її статичного, динамічного та патогенетичного аспектів на розвиток трофічних виразок при цукровому діабеті на підставі опублікованих матеріалів і результатів власного дослідження.

Іванова Анна Сергіївна, аспірант кафедри внутрішньої та сімейної медицини навчально-наукового медичного інституту. E-mail: ivaanna353@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9628-616X>;
Мелеховець Оксана Костянтинівна, к.мед.н, проф., проф. кафедри внутрішньої та сімейної медицини навчально-наукового медичного інституту. E-mail: melekhovets.oksana@gmail.com.
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9031-7009>

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведено із застосуванням комплексного підходу, що поєднував систематичний огляд літератури та аналіз результатів власної роботи для всебічного розуміння проблеми анізомелії та її впливу на розвиток діабетичної виразки стопи. Використано бібліосемантичний, порівняльний методи й метод системного аналізу.

Систематичний огляд сучасної літератури проведено із застосуванням баз даних PubMed, Scopus та Web of Science за 2019—2024 рр. Для пошуку публікацій, результатів рандомізованих досліджень і метааналізів, присвячених обраній тематиці, використовували ключові слова «leg length discrepancy», «limb length inequality», «anisomelia», «diabetic foot ulcer», «diabetic neuropathy», «biomechanics», «gait analysis», «plantar pressure», «diabetes complications». Також проведено ручний пошук у списках літератури відповідних статей для виявлення додаткових джерел.

Аналізували:

- 1) дослідження поширеності анізомелії в загальній популяції або серед пацієнтів із ЦД;
- 2) дослідження, що аналізують взаємозв'язок між наявністю різниці в довжині ніг та ускладненнями ЦД;
- 3) аналіз статичного, динамічного та патогенетичного впливу анізомелії на біомеханіку стопи;
- 4) дослідження, опубліковані англійською мовою за останні 5 років;
- 5) оригінальні дослідження, систематичні огляди та метааналізи.

Не брали до уваги:

- 1) дослідження з використанням тварин;
 - 2) клінічні випадки;
 - 3) тези конференцій без повнотекстових статей;
 - 4) дослідження без доступу до повного тексту.
- Загалом проаналізовано 127 джерел, з яких відібрано 31 публікацію.

З огляду на відсутність належних статистичних даних щодо поширеності анізомелії в Україні, нами проведено власне дослідження на клінічних базах кафедри внутрішньої та сімейної медицини Сумського державного університету. Було обстежено 200 осіб віком від 17 до 82 років. Додатково оцінено поширеність анізомелії у віці < 25 років (55 осіб) та ≥ 25 років (46 осіб), оскільки відомо, що формування скелета може тривати до 25-го року постнатального розвитку [8]. Остаточне окостеніння скелета в жінок завершується на 17—21-му році, у чоловіків — на 19—25-му році [12]. Крім того, повна осифікація кісток різних відділів скелета відбувається

неодночасно. Так, окостеніння хребта закінчується до 20—25-го року, кистей — до 6—7-го року, кісток нижніх кінцівок — до 20-го року [13].

Окремим завданням було вивчити наявність і ступінь анізомелії у 99 пацієнтів із ЦД без урахування віку, типу ЦД, лікувальних режимів, стану компенсації вуглеводного обміну та наявності хронічних ускладнень ЦД і порівняти отримані результати з даними здорової популяції.

На останньому етапі дослідження проводили порівняльний аналіз поширеності анізомелії у хворих на ЦД із наявністю (46 осіб віком від 45 до 76 років) або відсутністю трофічних виразок нижніх кінцівок (53 особи віком від 25 до 82 років).

Усі пацієнти підписали форму інформованої згоди на участь у дослідженні відповідно до етичних принципів проведення медичних досліджень за участю людини, Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2013).

Довжину нижніх кінцівок вимірювали за допомогою спеціального пристрою, оснащеного кріпленням для мобільного телефону зі встановленим додатком «віртуальна лінійка» [14].

Статистичну обробку даних виконували за допомогою програми SPSS 27.0. Для оцінки нормальності розподілу кількісних змінних застосовували критерій Шапіро — Вілка. Кількісні змінні представлені у вигляді середнього арифметичного значення та стандартного відхилення для нормально розподілених даних і відсоткових значень. Для порівняння середніх значень у трьох групах використовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) з поправкою Бонферроні, для порівняння кількісних змінних двох груп — t-критерій Стюдента, для оцінки зв'язку між категоріальними змінними та їх розподілом — критерій χ^2 Пірсона. Статистично значущим вважали р-значення < 0,05.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Згідно із сучасними даними, асиметрична довжина ніг не є рідкісним явищем. Проте досі серед дослідників та клініцистів немає єдиної думки щодо багатьох її аспектів, зокрема щодо ступеня, який слід вважати клінічно значущим, поширеності, надійності та валідності методів вимірювання, впливу анізомелії на функцію стопи та її роль у нервово-м'язових порушеннях за наявності хронічних хвороб.

Існують два типи анізомелії: анатомічна та функціональна. Анатомічна різниця в довжині ніг полягає у вкороченні однієї нижньої кінцівки між виростком

великого вертлюга стегнової кістки та гомілково-стопним суглобом. Вроджені стани представлені легкими аномаліями розвитку, виявленими при народженні або в дитинстві, тоді як до набутих станів належать травми, переломи, ортопедичні дегенеративні захворювання та хірургічні порушення, такі як заміна суглобів. Функціональна асиметрія нижньої кінцівки може бути спричинена зміною механіки ходи, наприклад, контрактурою суглоба, статичним або динамічним зміщенням механічної осі, м'язовою слабкістю або вкороченням [15, 16].

Наявні способи і пристрої для визначення функціональної та анатомічної довжини нижніх кінцівок не повністю задовольняють потреби клінічної практики. До основних і найзручніших методик належать рентгенологічні й антропометричні (лежачи/стоячи) [17—19]. Їхніми недоліками є значні витрати часу на проведення вимірювання, обмежена роздільна здатність, потреба в спеціальному обладнанні та навичках персоналу. Крім того, рентгенологічні методики пов'язані з невиправданим променевим навантаженням, складністю, трудомісткістю та потребують додаткового дорогого рентгенологічного, комп'ютерного обладнання. Нами сконструйовано спеціальний пристрій для вимірювання довжини нижніх кінцівок, який вирішив зазначені вище проблеми. Пристрій складається з прямокутної платформи, під якою встановлена під кутом 45° до більшої сторони рейка довжиною 1 м зі штативом для кріплення мобільного пристрою, в якому встановлено спеціальний програмний додаток «віртуальна лінійка». Такий спосіб дає змогу суттєво зменшити витрати сил та часу на дослідження, підвищити достовірність вимірювань і відтворюваність отриманих результатів [14].

Аналіз досліджень щодо поширеності анізомелії в загальній популяції виявив значну варіативність результатів залежно від методології вимірювання та критеріїв визначення клінічно значущої різниці. У дослідженні, проведеному Американською академією ортопедів-хірургів, із 600 військових новобранців 32 % мали різницю в довжині ніг $1/5$ — $3/5$ дюймів (0,5—1,5 см). Різниця $> 1,5$ см зареєстрована в 4 % обстежених. Ці дані вважаються варіантом норми [3].

Якщо різниця перевищує 20 мм, то її вважають значною, вона може змінювати біомеханіку та структуру навантаження на кінцівки, що призводить до функціональних обмежень і порушень опорно-рухового апарату, таких як функціональний

сколіоз [20]. М. Alfuth та співавт. зазначили, що 41,3 % населення має анатомічну різницю в довжині ніг 0—4 мм, 37,4 % — 5—9 мм, 20,0 % > 9 мм, 15,0 % — 10—14 мм, 6,4 % > 14 мм [17]. Анізомелія > 5 мм може бути пов'язана з підвищеним ризиком розвитку остеоартрозу кульшових і колінних суглобів, а також із болем в нижній частині спини та поперековим сколіозом [21]. Системний огляд S. Khamis і E. Carmeli, в якому проаналізовано поширеність анізомелії за допомогою рентгенографічних вимірювань, виявив, що 90,0 % нормальної популяції мають певні відхилення в довжині кісткової тканини правої та лівої нижньої кінцівки, причому в 20,0 % обстежених осіб різниця становила > 9 мм [22].

Проте очевидно, що навіть незначна анізомелія може впливати на механіку ходи, спричиняючи нерівномірний розподіл ваги та збільшення тиску на окремі ділянки стопи [2]. Деякі дослідження свідчать, що коротша нога зазнає підвищеного навантаження, тоді як в інших установлено, що більша частина тиску припадає на довшу кінцівку [5, 23].

N. A. Azizan та співавт. зазначають, що в осіб із різницею в довжині нижніх кінцівок часто виникають компенсаторні механізми, спрямовані на збереження рівноваги та зменшення вертикальних коливань центру маси тіла [1]. Анізомелія спричиняє зміщення осі маси тіла й асиметричний розподіл вагового навантаження на нижні кінцівки. Стопа коротшої кінцівки встановлюється в еквінульному положенні для компенсації різниці в довжині ніг. Відзначається її схильність до пронації або згладжування, щоб зрівняти неоднакову довжину кінцівок, що створює надмірний тиск на медіальний бік стопи, особливо на першу плеснову кістку і великий палець. П'яткова кістка при цьому перебуває у вальгусному положенні. Основними функціональними виявами анізомелії є кульгавість на коротшу кінцівку, зменшення часу опори на задній відділ стопи, збільшення навантаження на передній відділ [16]. Автори відзначили, що при анізомелії 1 см навантаження на коротшу кінцівку збільшується на 5—8 %, а при анізомелії 2 см — на 12—16 %.

Хоча незначна різниця в довжині ніг (до 1—2 см) вважається несуттєвою для загальної популяції, у пацієнтів із супутніми захворюваннями, зокрема ЦД, навіть мінімальна анізомелія може призвести до значних ускладнень [24]. У хворих на ЦД шанси формування виразок значно збільшуються за наявності супутніх чинників ризику: в 1,7 разу при нейропатії, в 12,1 разу при нейропатії з деформацією стопи,

у 36,4 разу при комбінації цих чинників із анамнезом наявності трофічних виразок [25].

Автори наголошують, що для запобігання виразкам і ампутаціям, які значно знижують якість життя пацієнтів, фахівці мають розглядати анізомелію як важливий предиктор ускладнень у пацієнтів із ЦД незалежно від її величини. Це особливо важливо для хворих із діабетичною нейропатією, в яких навіть невелика штучно створена різниця в довжині нижніх кінцівок може суттєво змінити розподіл плантарного тиску [5].

Діабетична нейропатія пошкоджує сенсорні, рухові та вегетативні нервові волокна, що впливає на периферичні відчуття, моторну іннервацію дрібних м'язів стопи й вазомоторний контроль циркуляції крові в нижній кінцівці. При сенсорній нейропатії втрата захисних відчуттів призводить до недостатньої обізнаності про тривалий тиск на тканини або їх пошкодження. Автономна нейропатія характеризується відсутністю вегетативного тону в артеріальному й капілярному кровообігу, що спричиняє шунтування крові з артеріол безпосередньо до вен, обминаючи тканину, яка потребує поживних речовин. Ішемічні зміни зрештою призводять до виникнення виразки [26].

При ходьбі спостерігається постійний тиск на виразку. Відсутнє «розвантаження» ділянки виразкування, що є одним із необхідних компонентів загоювання ран. Таким чином, розподіл плантарного тиску при ходьбі (у динамічному режимі) має важливіше значення для формування виразкових дефектів стопи, ніж у статичному положенні, оскільки під час ходьби навантаження на стопу значно збільшується [27]. За даними літератури, пікові значення плантарного тиску при ходьбі можуть у 2—3 рази перевищувати значення в статичному положенні. За наявності анізомелії > 1 см спостерігається асиметрія ходи з подовженням фази опори на коротшу кінцівку та підвищенням пікового плантарного тиску в ділянці головок плеснових кісток коротшої кінцівки порівняно з довшою [2]. Автори також зазначають, що компенсаторна зміна біомеханіки ходи при анізомелії призводить до підвищення навантаження на латеральний край стопи коротшої кінцівки, що може бути чинником ризику розвитку латеральних виразкових дефектів. Таким чином, клінічно підтверджується взаємозв'язок між формуванням плантарних трофічних виразок і наявністю різниці в довжині нижніх кінцівок. Діабетична нейропатія знижує чутливість стопи, а нерівномірний розподіл навантаження при

анізомелії створює зони підвищеного тиску, що стають місцями формування виразок [28].

Дослідження показали, що адекватна корекція анізомелії в пацієнтів із діабетом знижує ризик виникнення нових трофічних виразок на 40—60 %, прискорює загоєння виразок і значно знижує ризик рецидивів після загоєння виразок [27]. Методи корекції в пацієнтів із ЦД мають бути максимально щадними та спрямованими на рівномірний розподіл плантарного тиску та зменшення навантаження на вразливі ділянки стопи. Рішення про лікування завжди має бути персоніфікованим з вибором оптимальних методів корекції [29]. Перевагу віддають нехірургічним методам із використанням спеціального діабетичного взуття та індивідуальних ортопедичних устілок [30, 31].

Для вивчення поширеності анізомелії серед 200 учасників дослідження проведено визначення наявності різниці за довжиною між лівою та правою нижніми кінцівками $> 0,5$ см. Середню різницю вимірювання довжини кінцівок $< 0,5$ см вважали статистично та клінічно незначущою за рахунок технічних і антропометричних похибок вимірювання.

Відсутність різниці в довжині ніг виявлена лише в 51 (25,5 %) особи, у решти — наявність анізомелії різного ступеня виразності. Середня різниця за довжиною між правою та лівою нижніми кінцівками в обстеженій когорті становила $(0,95 \pm 0,45)$ см.

Серед 55 здорових добровольців віком від 17 до 22 років, які перебували на кінцевих стадіях розвитку та скостеніння скелета, наявність анізомелії виявлено в 45 (82 %) осіб. Середнє значення різниці в довжині нижніх кінцівок становило $(0,93 \pm 0,66)$ см.

Із 46 обстежуваних віком від 25 до 78 років зі сформованим скелетом не виявлено різниці в довжині нижніх кінцівок у 12 (26 %) осіб. Значення різниці в довжині нижніх кінцівок становило $(1,00 \pm 0,93)$ см.

Аналіз отриманих даних продемонстрував відсутність статистично значущої відмінності між середніми значеннями анізомелії в різних вікових групах ($p = 0,232$). Розподіл осіб із різним ступенем різниці в довжині нижніх кінцівок не відрізнявся за віком ($\chi^2 = 1,775$; $p = 0,412$).

Серед 99 хворих на ЦД анізомелію виявлено в 70 (70,7 %) осіб. Середнє значення анізомелії становило $(0,95 \pm 0,56)$ см.

Результати статистичних розрахунків підтвердили, що поширеність анізомелії серед пацієнтів із ЦД не відрізняється від такої в здоровій популяції ($\chi^2 = 2,122$; $p = 0,346$).

Серед 53 хворих на ЦД без трофічних виразок середнє значення різниці в довжині нижніх кінцівок становило $(0,98 \pm 0,88)$ см. Анізомелія виявлена в 37 (70 %) обстежених. Натомість 46 пацієнтів із ЦД і діабетичними виразками стопи мали анізомелію із середнім значенням $(0,92 \pm 0,68)$ см. Різниця в довжині нижніх кінцівок виявлена в 33 (72 %) осіб. У більшості хворих (65,2 %) формування виразки спостерігалось на коротшій кінцівці ($p = 0,025$). Статистичний аналіз отриманих даних виявив відсутність статистично значущої різниці за поширеністю анізомелії серед пацієнтів із ЦД залежно від наявності або відсутності діабетичної виразки стопи ($\chi^2 = 0,36$; $p = 0,835$). Також не встановлено різниці за середнім значенням анізомелії між порівнюваними діабетичними хворими ($p = 0,157$).

ВИСНОВКИ

Основний патогенетичний вплив анізомелії у хворих на ЦД реалізується через статичне зміщення осі маси тіла й асиметричне навантаження на нижні кінцівки, перерозподіл плантарного тиску в динамічному режимі з подовженням фази опори на коротшу кінцівку, що на тлі неадекватної сенсомоторної, судинної та трофічної компенсації призводить до розвитку плантарних виразок. Тому рання діагностика та своєчасна ортопедична корекція анізомелії в пацієнтів із ЦД є важливим компонентом профілактики та лікування трофічних виразок стопи, а її інтеграція в комплексну терапію дасть змогу значно поліпшити прогноз та якість життя пацієнтів.

Конфлікту інтересів немає.

Джерела фінансування. Дослідження проведено в рамках НДР кафедри внутрішньої та сімейної медицини Навчально-наукового медичного інституту Сумського державного університету — «Дослідження коморбідного перебігу неінфекційних захворювань для забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю населення різних вікових груп» (номер державної реєстрації 0121U114163; 01.22—11.26).

Етичні аспекти. Усі процедури виконані відповідно до етичних стандартів Центру щодо клінічної практики та Гельсінської декларації 1964 р. із правками.

Участь авторів: концепція і дизайн дослідження — А. С. Іванова, О. К. Мелеховець; пошук літератури — А. С. Іванова, підбір та обстеження пацієнтів, збір та опрацювання матеріалу, аналіз, написання тексту — А. С. Іванова; редагування — О. К. Мелеховець.

ЛІТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Azizan NA, Basaruddin KS, Salleh AF. The effects of leg length discrepancy on stability and kinematics-kinetics deviations: a systematic review. Appl Bionics Biomech 2018;2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5156348>.
2. Korontzi M, Kafetzakis I, Mandalidis D. Effects of artificially induced leg length discrepancy on treadmill-based walking and running symmetry in healthy college students: a lab-based experimental study. Sensors 2023;23. <https://doi.org/10.3390/s23249695>.
3. Vogt B, Gosheger G, Wirth T, Horn J, Rödl R. Leg length discrepancy—treatment indications and strategies. Dtsch Arztebl Int. 2020;117:405–11. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0405>.
4. Vrhovski Z, Obrovac K, Nižetić J, Mutka A, Klobucar H, Bogdan S. System for evaluation and compensation of leg length discrepancy for human body balancing. Applied Sciences (Switzerland) 2019;9. <https://doi.org/10.3390/app9122504>.
5. Pereiro-Buceta H, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, et al. The effect of simulated leg-length discrepancy on the dynamic parameters of the feet during gait-cross-sectional research 2021. <https://doi.org/10.3390/healthcare9080932>.
6. McDermott K, Fang M, Boulton AJM, Selvin E, Hicks CW. Etiology, epidemiology, and disparities in the burden of diabetic foot ulcers. Diabetes Care. 2023;46:209–11. <https://doi.org/10.2337/dci22-0043>.
7. Shaikh AI, Siddiqui MN, Shaikh HJ. Diabetic foot ulcer: an easy and comprehensive approach. The Eye and Foot in Diabetes, IntechOpen; 2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92585>.
8. Mi B, Xiong Y, Knoedler S, Alfertshofer M, Panayi AC, Wang H, Lin S, Li G, Liu G. Ageing-related bone and immunity changes: insights into the complex interplay between the skeleton and the immune system. Bone Res. 2024 Aug 5;12(1):42. doi: 10.1038/s41413-024-00346-4. PMID: 39103328; PMCID: PMC11300832.
9. Kobayashi G, Ichikawa S, Tone S, Naito Y, Sudo A, Hasegawa M. Accuracy of leg length changes in total hip arthroplasty using a computed tomography-based augmented reality navigation system. Arch Orthop Trauma Surg. 2025;145:17. <https://doi.org/10.1007/s00402-024-05705-8>.
10. Böhm H, Dussa CU. Impact of mild leg length discrepancy on pelvic alignment and gait compensation in children. Gait Posture. 2025;118:122–9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2025.02.003>.
11. Jones AD, Crossland S, Nixon JE, Siddle HJ, Culmer PR, Russell DA. A cross sectional pilot study utilising STrain Analysis and Mapping of the Plantar Surface (STAMPS) to measure plantar load characteristics within a healthy population. Gait Posture. 2024;113:246–51. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2024.06.018>.
12. López JM. Bone development and growth. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25:6767. <https://doi.org/10.3390/IJMS25126767>.
13. Cavallo F, Mohn A, Chiarelli F, Giannini C. Evaluation of Bone Age in Children: A Mini-Review. Front Pediatr. 2021 Mar 12;9:580314. doi: 10.3389/fped.2021.580314. PMID: 33777857; PMCID: PMC7994346.
14. Мелеховець ОК, Орловський ВФ, Іванова АС, Мелеховець ЮВ. Пристрій для вимірювання довжини нижніх кінцівок. Патент України на корисну модель № 147152, 2021.

15. Chandi SK, Srinivasan Y, Puri SS, et al. Characterizing the magnitude and risk factors of functional and anatomic limb lengthening in patients undergoing revision total knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2024;39:S380-4. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2024.04.063>.
16. Chikude T, Fujiki EN, De Abreu LC, et al. Cut out complications and anisomelia of the lower limbs in surgery with valgus reduction for intertrochanteric fractures. *Int Arch Med*. 2015;8(1). <https://doi.org/10.3823/1648>.
17. Alfuth M, Fichter P, Knicker A. Leg length discrepancy: A systematic review on the validity and reliability of clinical assessments and imaging diagnostics used in clinical practice. *PLoS One* 2021;16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261457>.
18. Pettit MH, Kanavathy S, McArthur N, Weiss O, Khanduja V. Measurement techniques for leg length discrepancy in total hip arthroplasty: a systematic review of reliability and validity. *Journal of Arthroplasty*. 2022;37:2507-2516.e11. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.05.029>.
19. Le BTN, Bourgeault-Gagnon Y, Lyons MC, McCaffrey SL, Salmon LJ, O'Sullivan MD. Scanogram leg length measurement after total hip arthroplasty: not all landmarks are created equal. *Skeletal Radiol*. 2025. <https://doi.org/10.1007/s00256-025-04895-5>.
20. Applebaum A, Nessim A, Cho W. Overview and spinal implications of leg length discrepancy: Narrative review. *CiOS Clinics in Orthopedic Surgery* 2021;13:127-34. <https://doi.org/10.4055/CIOS20224>.
21. Colonna S, Casacci F, Borghi C. Scoliosis and lower limb inequality: to lift or not to lift, that is the question. *Cureus* 2024;16:e58443. <https://doi.org/10.7759/cureus.58443>.
22. Khamis S, Carmeli E. A new concept for measuring leg length discrepancy. *J Orthop*. 2017;14:276-80. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2017.03.008>.
23. Azizan NA, Basaruddin KS, Salleh AF, Sulaiman AR, Safar MJA, Rusli WMR. Leg length discrepancy: dynamic balance response during gait. *J Healthc Eng*. 2018;2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7815451>.
24. Mueller NT, Pereira MA. Leg length and type 2 diabetes: what's the link? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015 Sep;18(5):452-6. doi: 10.1097/MCO.0000000000000211. PMID: 26167802; PMCID: PMC4672946.
25. Tao Y, Zhang D, Claire M, Kirwan E, Liu YL, Caroline M. Study protocol: A systematic review and meta-analysis of risk factors for the first-ever foot ulcers in patients with diabetes. *HRB Open Res*. 2025;8:1. <https://doi.org/10.12688/hrbopenres.13984.1>.
26. Cao Z, Wang F, Li X, Hu J, He Y, Zhang J. Characteristics of Plantar Pressure Distribution in Diabetes with or without Diabetic Peripheral Neuropathy and Peripheral Arterial Disease. *J Healthc Eng*. 2022 Jun 6;2022:2437831. doi: 10.1155/2022/2437831. PMID: 35707567; PMCID: PMC9192305.
27. Totaganti M, Kant R, Yadav RK, Khapre M. Static and dynamic foot pressure changes among diabetic patients with and without neuropathy: a comparative cross-sectional study. *Cureus*. 2023. <https://doi.org/10.7759/cureus.45338>.
28. El-Nahas MR, Gawish HM, Tarshoby MM, State OI, Aboelyazid A. Effect of simulated leg length discrepancy on plantar pressure distribution in diabetic patients with neuropathic foot ulceration. *J Wound Care*. 2011;20:473-7. <https://doi.org/10.12968/JOWC.2011.20.10.473>.
29. Vogt B, Gosheger G, Wirth T, Horn J, Rödl R. Leg length discrepancy—treatment indications and strategies. *Dtsch Arztebl Int*. 2020;117(24):405-11. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0405>.
30. Collings R, Freeman J, Latour JM, Hosking J, Paton J. Insoles to ease plantar pressure in people with diabetes and peripheral neuropathy: a feasibility randomised controlled trial with an embedded qualitative study. *Pilot Feasibility Stud*. 2023 Feb 3;9(1):20. doi: 10.1186/s40814-023-01252-y. PMID: 36737812; PMCID: PMC9896776.
31. López-Moral M, García-Madrid M, Molines-Barroso RJ, Sanz-Corbalán I, Tardáguila-García A, Lázaro-Martínez JL. Clinical efficacy of a contralateral shoe lift in patients with diabetic foot ulcers and induced limb-length discrepancies: a randomized controlled trial. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2024. <https://doi.org/10.1089/WOUND.2024.0151>.

РЕЗЮМЕ

Наявність різниці в довжині нижніх кінцівок (анізомелія) — поширене явище, що спостерігається в 65—90 % населення. У здорових осіб різниця < 2 см вважається варіантом норми, але в пацієнтів із цукровим діабетом навіть незначна анізомелія може стати тригером розвитку трофічних виразок через порушення розподілу плантарного тиску.

Мета роботи — провести аналіз сучасних даних літератури щодо поширеності анізомелії в різних вікових групах та серед пацієнтів із діабетом, оцінити вплив її статичного, динамічного та патогенетичного аспектів на розвиток трофічних виразок при цукровому діабеті на підставі опублікованих матеріалів і результатів власного дослідження.

Матеріали та методи. Проведено систематичний огляд літератури з використанням баз даних PubMed, Scopus та Web of Science (2019—2024), а також власне дослідження, в якому обстежено 200 осіб, із них 99 із цукровим діабетом. Оцінювали поширеність анізомелії в різних вікових групах та її зв'язок із формуванням трофічних виразок. Вимірювання довжини нижніх кінцівок проводили за допомогою сконструйованого нами пристрою з використанням мобільного додатку «віртуальна лінійка». Статистичний аналіз виконано за допомогою SPSS 27.0.

Результати. Огляд літератури виявив, що анізомелія є поширеним явищем та може суттєво впливати на біомеханіку стопи, спричиняючи нерівномірний розподіл навантаження. Це підвищує ризик розвитку трофічних виразок у пацієнтів із цукровим діабетом, особливо за наявності нейропатичних порушень. У нашому дослідженні анізомелію зареєстровано в 74,5 % загальної популяції із середнім значенням ($0,95 \pm 0,45$) см. Серед пацієнтів із цукровим діабетом різниця в довжині нижніх кінцівок виявлена в 70,7 % випадків. Не встановлено статистично значущої

різниці за поширеністю анізомелії між різними віковими групами ($p=0,232$). Частота анізомелії серед пацієнтів із цукровим діабетом не відрізнялася від такої в здоровій популяції ($p=0,346$). У хворих на цукровий діабет із трофічними виразками стопи анізомелія виявлена в 72 % випадків, у 65,2 % пацієнтів виразки формувалися на коротшій кінцівці ($p=0,025$), що підтверджує зв'язок між асиметричним розподілом навантаження та формуванням виразок.

Висновки. Основний патогенетичний вплив анізомелії у хворих на ЦД реалізується через статичне зміщення осі маси тіла й асиметричне навантаження на нижні кінцівки, перерозподіл плантарного тиску в динамічному режимі з подовженням фази опори на коротшу кінцівку, що на тлі неадекватної сенсомоторної, судинної та трофічної компенсації призводить до розвитку плантарних виразок. Тому рання діагностика та своєчасна ортопедична корекція анізомелії в пацієнтів із ЦД є важливим компонентом профілактики та лікування трофічних виразок стопи, а її інтеграція в комплексну терапію дасть змогу значно поліпшити прогноз та якість життя пацієнтів.

Ключові слова: різниця в довжині нижніх кінцівок, діабетичні виразки стопи, периферична нейропатія, біомеханіка ходи.

ABSTRACT

Anisomelia: static, dynamic, and pathogenetic aspects of its impact on the development of diabetic trophic ulcers

A. S. Ivanova, O. K. Melekhovets

Sumy State University

The presence of a difference in the length of the lower limbs (anisomelia) is a common phenomenon observed in 65—90 % of the population. In healthy individuals, a difference of up to 2 cm is considered a variant of the norm. However, in patients with diabetes mellitus, even slight anisomelia can become a trigger for the development of trophic ulcers due to the disruption of plantar pressure distribution.

Objective. To analyze current literature data on the prevalence of anisomelia and assess its static, dynamic, and pathogenetic impact on the development of

trophic ulcers in patients with diabetes mellitus based on published materials and the results of our own study.

Materials and methods. A systematic literature review was conducted using the PubMed, Scopus, and Web of Science databases (2019—2024). Our own study included an examination of 200 individuals, of whom 99 were patients with diabetes mellitus. The prevalence of anisomelia in different age groups and its association with trophic ulcer formation was assessed. Limb length measurements were performed using a custom-designed device with the mobile application «virtual ruler.» Statistical analysis was conducted using SPSS 27.0.

Results. A literature review indicates that anisomelia is a common condition and can significantly affect foot biomechanics, causing uneven load distribution. This, in turn, increases the risk of trophic ulcer development in patients with diabetes mellitus, particularly in the presence of neuropathic disorders. In our study, anisomelia was detected in 74.5 % of the general population, with an average value of 0.95 ± 0.45 cm. Among patients with diabetes mellitus, a limb length difference was observed in 70.7 % of cases. There was no significant difference in the prevalence of anisomelia between different age groups ($p=0.232$). The prevalence of anisomelia among diabetic patients did not differ from that in the healthy population ($p=0.346$). In diabetic patients with existing trophic foot ulcers, anisomelia was detected in 72 % of cases, and in 65.2 % of patients, the ulcers formed on the shorter limb ($p=0.025$), confirming the association between asymmetric load distribution and ulcer formation.

Conclusions. The main pathogenetic impact of anisomelia in diabetic patients is realized through the static displacement of the body mass axis, asymmetric load distribution on the lower limbs, and redistribution of plantar pressure in dynamic mode, which, against the background of inadequate neurosensory and vascular compensation, leads to the development of plantar ulcers. Therefore, early diagnosis and timely orthopedic management of limb length discrepancy of anisomelia are important components in the prevention and treatment of diabetic trophic foot ulcers.

Keywords: limb length discrepancy, diabetic foot ulcers, peripheral neuropathy, gait biomechanics.

Дата надходження до редакції 08.01.2025 р.

Дата рецензування 27.02.2025 р.

Дата підписання статті до друку 03.03.2025 р.