

УДК 615.477

**ЗНАЧЕННЯ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРИ БІОМЕХАНІЧНИХ ПОРУШЕННЯХ В ПАТОГЕНЕЗІ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ (огляд літератури)**

**А.І. Гаврецький**, підполковник медичної служби, кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри військової загальної практики – сімейної медицини Української військово-медичної академії

**Резюме.** У статті систематизовані основні патологічні біомеханічні зміни, що виникають при розвитку синдрому діабетичної стопи та призводять до виникнення інфекційного процесу. На підставі широковживаних методів досліджень обґрунтовано застосування розвантажувальних пов'язок стопи для стабілізації процесу і відновлення тканин нижньої кінцівки.

**Ключові слова:** синдром діабетичної стопи, розвантажувальна пов'язка, ортези стоп.

**Вступ.** Зміна тону м'язів кінцівок, насамперед нижніх, оскільки нерве волокно пошкоджене на більшому протязі по відношенню до верхніх, призводить до гіпертону. М'язи згиначів при однаковій силі імпульсу переважають над розгиначами, оскільки краще розвинені, внаслідок чого створюється передумова згинальних контрактур пальців стоп та стопи в цілому. Синдром діабетичної стопи (СДС) призводить до інфекції, виразки чи деструкції глибоких тканин, що пов'язано з неврологічними порушеннями та зниженням магістрального кровотоку в артеріях нижніх кінцівок різного ступеню тяжкості [1,3,4,5].

Проблема особливостей біомеханіки стопи є визнаною у лікуванні СДС. Розуміння біомеханіки стопи є важливим компонентом в оцінці діабетичної стопи, та заслуговує особливої уваги. Успішна компенсація конкретного типу біомеханічної патології не може бути недооцінена, як один з найважливіших профілактичних і лікувальних елементів в історії здоров'я хворого на цукровий діабет [2,4,5,12].

Стопу утворюють 26 кісток (не рахуючи сесамоподібних) з'єднаних одна з одною за допомогою суглобів і зв'язок. Останні надають стопі досить складну форму, що нагадує спіраль або лопать пропелера і забезпечують рухливість в трьох площинах. Підтримці форми і

виконанню функцій стопи сприяє активність 42 м'язів стопи і м'язів гомілки.

Стопи зазнають змін протягом усього життя людини. Пом'якшення статичного інерційного навантаження при стоянні, ходьбі і бігу здійснюється всім складним комплексом кісткового і суглобово-зв'язкового апарату, що з'єднує основні кістки стопи, в якому виділяють два (медіальний і латеральний) поздовжніх склепіння. За сучасними уявленнями, поперечного зводу на рівні дистальних головок плеснових кісток не існує і тому він не розглядається. У сагітальній площині стопи на рівні 2 плеснової кістки добре видно, що п'яткова, таранна і кістки плесна та передплесна утворюють своєрідну арку - ресору, здатну сплющуватися і розправлятися. Фіксоване сплющення цієї арки називають плоскостопією.

Стопа в тілі людини відіграє роль опори і виконує три біомеханічних функції : ресорна, балансує та рухова. При її деформації страждають всі функції стопи[5,8,9].

Ресорна функція - пом'якшення поштовхів при ходьбі, бігу, стрибках. Вона можлива завдяки здатності стопи пружно розпластуватися під дією навантаження з наступним набуттям початкової форми. Дослідження показали, що при швидкій ходьбі увзутті з твердим каблуком по паркетній підлозі прискорення в області п'яти досягає величини,

яка в 30 разів перевищує прискорення вільного падіння (g). У людей із здоровими стопами на голівці прискорення складає 5-6 g, а до голови доходить всього 1 g. При плоскостопості поштовх більш різко передається на суглоби нижніх кінцівок, хребта, внутрішніх органів, що сприяє погіршенню умов для їх функціонування, мікротравматизації, зміщення.

Балансуюча функція - регуляція пози людини при рухах. Вона виконується завдяки можливості руху в суглобах стопи в трьох площинах і великій кількості рецепторів у сумково-зв'язковому апараті. Здорова стопа скульптурно охоплює нерівності опори. Людина сприймає дотик площі, по якій проходить. При плоскостопості положення кісток і суглобів змінюється, зв'язковий апарат деформується. У результаті у дітей страждає координація рухів, стійкість.

Рухова функція – забезпечує прискорення тіла людини при рухах. Це найскладніша функція стопи, так як в ній використовують і ресорність, і здатність до балансування. Ослаблення цієї функції найбільш наочно проявляється при бігу, стрибках. Втрата або враження будь-який з цих функцій призводить до виникнення механічного перевантаження стопи. Наприклад, навантаження на кожен стопу за час ходьби на 1 км, при вазі людини 70 кг, складе більше 60 тонн, а в разі їх патології зростає в 3-10 разів, залежно від ваги пацієнта і характеру захворювання. Не дивно, що цей повторний вплив з часом призводить до ураження кістково-суглобового апарату стопи. Цей процес прискорюється і набуває деяких особливостей, якщо людина носить тісне взуття і має деформовану, малорухому, малочутливу, як при цукровому діабеті, стопу.

При останній патології відбувається специфічна деформація стоп: крючкоподібна і молотчоподібна деформація пальців, відхилення їх до тилу стопи, деформація переднього відділу стопи з утворенням гіперкератозів, розвивається нейроостеоартропатія. В результаті визначені місця на стопі відчувають великі навантаження, що повинно викликати біль або, принаймні, -

відчуття дискомфорту. Але хворий на діабет і з сенсорною нейропатією цих сигналів не відчуває. Продовжуючи ходити, пацієнт піддає свою стопу колосальним перевантаженням, які призводять спочатку до асептичного аутолізу тканин, а потім - до формування виразки. Необхідно відзначити, що виразки локалізуються на місці гіперкератозів в областях, де навантаження особливо високе: проекції головок плеснових кісток, I, III і V пальців, або в місцях здавлювання взуттям. Навантаження може бути настільки високе, що виникають переломи кісток стопи, які також залишаються непоміченими внаслідок втрати больової чутливості. Відповідно і виразки плантарної поверхні стопи не розцінюються такими пацієнтами як обмеження для механічного навантаження на них. Триває травматизація виразкового дефекту, що перешкоджає його загоєнню. Звичайно, кожен конкретний випадок вимагає індивідуального плану консервативного лікування і, насамперед, компенсації діабету. Однак коли у пацієнта вже сформувався «синдром діабетичної стопи», структурні аномалії незворотні. У цій ситуації на перший план виходить зведення до мінімуму механічного впливу на стопу і спеціальний догляд, спрямований на профілактику ушкоджень.

**Матеріали та методи дослідження.** За останні 10 років стало популярним використання складної апаратури для вимірювання як підшовного тиску, та тиску в місцях перевантаження [8,12]. В основному використовується, так звана подографія (педографія) - метод обстеження, заснований на вимірюванні розподілу плантарного тиску в статичі і динаміці при функціональній діагностиці. Використовується він для визначення областей підвищеного тиску при ходьбі, оцінки часу дії навантаження у фазі опори (контакту з поверхнею), оцінки часових параметрів кроку і перекату, визначенні послідовності участі анатомічних областей стопи в перенесенні ваги тіла при ходьбі, визначенні «геометричних» (лінійних і кутових параметрів) стопи (при використанні

вимірювальної платформи (emed system), аналізу руху центру мас. Такі пристосування, як F-Scan, emed / pedar, Musgrave, Electrodynogram (EDG) і силова платформа Кістлер зараз не так широко використовуються при оцінці функцій стопи [5,6,9,12].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У ряді досліджень були заміряні альтерації в зоні перевантаження (альтераційний центр тиску - АЦД). Спочатку МакПойл та ін (McPoil et al., 1989) [12] оцінили вплив ортезів стоп (ОС) на АЦД 18 жінок з деформаціями переднього відділу стопи (у 9 з них був варус і у інших 9 - вальгус переднього відділу стопи). Використовували ортези описані як «ригідні, напівригідні і м'які» [6]. Результати показали, що в варусній групі тільки взуття значно зменшило зону АЦД. У той же час в вальгусній групі взуття і всі три типи ортезів зменшили зону АЦД в порівнянні з положенням босоніж, однак значних відмінностей між трьома видами ортезів не спостерігалось. Грунтуючись на показниках АЦД, автори припускають, що у ортезів немає переваги перед взуттям з доброю стабільністю заднього відділу стопи, застосовуваної для жінок з варусною деформацією переднього відділу. Навпаки, жінкам з вальгусною деформацією переднього відділу стопи ортези принесуть таку ж користь, як і стійке взуття.

Для більш повного розвантаження і рівномірного розподілу підошового тиску - ортези стоп повинні іммобілізувати кістки стопи в біомеханічно вигідному становищі. В даний час це досягається накладенням знімних і незнімних іммобілізаційних пов'язок типу «чобітків» фіксуючих нейтральну позицію в підтаранній суглобі і підтримують склепіння стопи або укорочених «півчобітками» типу «скотч каст бут» (Scotchcast boot). Тотально контактні пов'язки (Total Contact Cast) забезпечує розвантаження області рани за рахунок декількох механізмів (Sinacore, 2001) [8,12]: перенесення частини навантаження (близько 30%) зі стопи на гомілку, збільшення площі опорної поверхні стопи на 15-24% (разом збільш рівномірним розподілом

навантаження на різні ділянки стопи це призводить до значного (на 40-80%) зниження пікового навантаження на основні опорні точки), захист рани, крім вертикальної механічного навантаження, від горизонтальних сил тертя, які також серйозно уповільнюють загоєння, зміни поведінкового аспекту (пацієнт з іммобілізуючою пов'язкою на нозі зазвичай менше ходить), зменшення набряку кінцівки, іммобілізація усуває застійні явища, що також прискорює загоєння, у ряді модифікацій використовуються м'які пористі матеріали в області виразки (створюється невелика западина на внутрішній поверхні пов'язки), що також зменшує навантаження на цей локус ступінь зниження навантаження на стопу при подібних методах іммобілізації вивчалася за допомогою подографії (Cavanagh, 2001) [9].

Тотально контактна іммобілізуюча (Total Contact Cast) пов'язка типу «чобітків» зменшує навантаження в області рани на 80-90%, в той час як укорочений «чобітків» (з платформою) лише на 64-66%. Зіставну з ними ступінь розвантаження забезпечують готові розвантажувальні пристосування у вигляді стандартних пластикових ортезів.

За швидкістю загоєння трофічних виразок тотально контактна іммобілізуюча пов'язка (методика Total Contact Cast) визнана найбільш ефективним методом розвантаження. Середній час загоєння виразок (за даними огляду 18 досліджень, представленого Sinacore, 2001) складає 36-43 днів. Успішність лікування (число заживших виразок) коливається від 50% за 30 днів (Caravaggi, 1999) [12] до 88% за 44 днів (Hissink, 1999) [8,12] і навіть до 100% за 49 днів. Останній результат був отриманий в роботі (Noff, 1997) [5,10], що явилася перша описом застосування напівжорсткої думку авторів, це вказує на той факт, що великий палець ефективніше знаходить точку тотально контактної пов'язки у 10 хворих з діабетичними виразками стоп. Ясно, що представлені результати сильно залежать від контингенту хворих, включених у дослідження (площа та глибина виразок, їх локалізація, наявність ішемії, інфекції тощо). Також вважається, що вони

забезпечують більш повне розвантаження передньої частини стопи, ніж середній і задній. Так, в одному з досліджень (Sinacore, 1998) [5,12] середній час загоєння виразок в передній частині стопи склало  $35 \pm 12$  днів, у середній -  $73 \pm 23$ , а в задній -  $90 \pm 12$  (середній показник по всіх типах поразки, з урахуванням їх зустрічальності в практиці -  $67 \pm 29$  днів), але слід пам'ятати, що розвантаження задніх відділів стопи вкрай важке, і ефективність лікування таких виразок іншими методами ще нижче. Контрольовані дослідження даного методу лікування, на жаль, нечисленні. Найбільш відомо рандомізоване дослідження (Mueller, 1989) [5], розвантаження за допомогою ІПП (у 21 пацієнта) порівнювали з постільною режимом у поєднанні з милицями та спеціальним взуттям для випадків, коли доводиться наступати на уражену стопу (у 19 пацієнтів). У 1-й групі виразки зажили у 91 % хворих (середній час загоєння склало 42 дні), а в 2-й - лише у 32 %, в середньому - за 65 днів. Автори також роблять висновок, що іммобілізація ефективніше, ніж постільний режим (який теоретично повинен забезпечувати 100 %-ве розвантаження, але на практиці ніколи не дотримується належним чином).

Аналогічні результати показало подібне рандомізоване дослідження (Caravaggi, 1999) [5,12], в якому ефективність напівжорсткої іммобілізації гомілки і стопи зпівставлялася з носінням ортопедичного взуття.

Опубліковано ще одне порівняльне нерандомізоване дослідження, в якому незнімна тотально контактна пов'язка типу «чобітків» порівнювалася з «півчобітками» (Ha Van, 2002) [7]. У цій роботі лікування за допомогою пов'язки забезпечує більшу ступінь іммобілізації також показало більш високу ефективність. Згідно огляду (Cavanagh, 2001) [9] частота ускладнень ІПП коливається від 6 до 43%. Але цей показник дуже сильно залежить від того, що вважати ускладненням: невеликі потертості шкіри зазвичай не вимагають припинення лікування і гояться до

наступній зміні пов'язки; виражені потертості (тобто, нові трофічні виразки), так само як і інші ускладнення, зустрічаються рідко. У ряді робіт (Caravaggi, 1999, Clerici, 2000) [4,11,12] з невеликим (26 і 16) числом хворих ускладнень не відзначено взагалі. Крім того, частоту ускладнень необхідно зіставляти з іншими методами лікування. У згаданому дослідженні (Ha Van, 2002) [7] порівнювали розвантаження за допомогою незнімної тотально контактної пов'язкою типу «чобітків» (з вікном в області рани) і за допомогою пов'язки «напівчобітків» (який опинився менш ефективним). У 1-й групі у 7 % хворих розвинувся остеомієліт, але у 2-й це ускладнення мало місце в 25 % випадків. У згаданому вище рандомізованому дослідженні (Mueller, 1989) [5] у групі, що одержувала лікування за допомогою ІПП, інфекція в ранах та виразках (що вимагала госпіталізації) не розвинулася в жодного пацієнта, а в групі контролю (де процес загоєння йшов значно повільніше) - у 26 % (5 хворих), серед яких у 2 випадках була потрібна ампутація.

### Висновки

Враховуючи анатомічні особливості стопи, для збереження основних функцій необхідна відносна м'якість ортезів, натомість вони мають забезпечити виправлення анатомічних вроджених та набутих дефектів під вагою тіла.

Застосування тотально контактних іммобілізуючих (Total Contact Cast) пов'язок типу «чобітків» є науково обґрунтованим методом лікування прессорних виразок стоп, та може контролюватись за допомогою подографії.

Накладання тотально контактних іммобілізуючих (Total Contact Cast) пов'язок призводить до покращення результатів лікування, зменшення розвитку остеомієліту та кількості ампутацій у хворих на цукровий діабет, проте є невирішеною проблема контролю за виразкою в динаміці лікування та повного розвантаження над виразковим дефектом, що може значно прискорити їх загоєння.

**Література**

1. Дедов И.И., Анциферов М.Б., Галстян Г.Р., Токмакова А.Ю. Синдром диабетической стопы. М.: Федеральный диабетологический центр МЗ РФ, 1998
2. Международное соглашение по диабетической стопе. Составлено Международной рабочей группой по диабетической стопе. / М.Берег, 2000.
3. Токмакова А.Ю., Галстян Г.Р., Анциферов М.Б. / Современные иммобилизационные материалы в лечении синдрома диабетической стопы / Сахарный диабет, 2001. \_2, с. 29-31.
4. Armstrong D., Kimbriel H., Lavery L., Nixon B., Boulton A. / Activity patterns of persons with diabetic foot ulceration: persons with active ulceration may not adhere to a standard pressure offloading regimen. / Materials of the 4th International Symposium on the Diabetic Foot (May 22-24, Noordwijkerhout, the Netherlands), p. 67.
5. Bowker J., Pfeifer M., Ed. / The Diabetic Foot, 6th edition. Mosby, 2001.
6. Breznik A./Clinical outcome of distal radius fractures: soft cast versus Plaster-of-Paris./ In: Working with soft cast (Symposia proceedings & abstracts of publications). J. Schuren (Ed.). Borken, Germany, 2000., p. 66
7. Ha Van G. / Non-removable windowed fiberglass boot in the treatment of diabetic plantar ulcers: efficacy, safety and compliance. Abstractbook of the 3rd meeting of the Diabetic Foot Study Group of the EASD (Balatonfured, Hungary, 27-29 August, 2002), p. 157.
8. Дедов И.И., Галстян Г.Р., Токмакова А.Ю., Удовиченко О.В. Синдром диабетической стопы. (пособие для врачей). Москва, 2003
9. Cavanagh P., Ulbrecht J., Caputo G. / The biomechanics of the foot in diabetes mellitus. / In: The diabetic foot (6th edition). Eds. Bowker J., Pfeifer M. / Mosby, 2001, p. 125-195.
10. Удовиченко О.В., Галстян Г.Р. / Иммобилизирующая разгрузочная повязка (Total Contact Cast) в лечении трофических язв у больных сахарным диабетом. / Сахарный диабет, 2003. №4 стр. 29-34.
11. Удовиченко О.В., Галстян Г.Р., Ерошкин И.А., Ефимов А.А, Носов О.В., Васильев Ю.Г./ Применение новых технологий в лечении синдрома диабетической стопы: клинический случай. / Лечащий врач, 2003. №10, стр. 8-13.
12. Dennis Shavelson / The Biomechanics of the Diabetic Foot / Global Perspective on Diabetic Foot Ulcerations ,2010. p.103-128

*Науковий рецензент кандидат медичних наук, доцент Воронко А.А.*