

## Ангіосомна реваскуляризація стопи у хворих на цукровий діабет

Ю.М. Гупало, Д.Ю. Шаповалов, В.В. Шапринський, А.В. Шамрай-Сас, О.А. Голяченко, Б.Л. Куліковський

*Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини Державного управління справами, Київ*

### Реферат

Під спостереженням було 35 хворих на цукровий діабет з атеросклеротичним ураженням гомілкових артерій Chroniclimb-threaten in gischaemia (CLTI) трофічними порушеннями стопи theWound, IschaemiaandfootInfection (WIFI) 3-4 ст., яким виконано 55 оперативних втручань: чоловіків 25 (71,4%), жінок – 10 (28,6%); середній вік – 68 років [7]. Вказаним пацієнтам виконували ультразвукове дуплексне сканування (УЗДС) артерій. За даними результатів реваскуляризації ми виділили 3 групи: пряма ангіосомна реваскуляризація була виконана 16 пацієнтам, хірургічних втручань – 22 (40%). Непряму ангіосомну реваскуляризацію виконано у 16 пацієнтів, хірургічних втручань – 28 (50,9%).

Неангіосомну реваскуляризацію виконано 3 пацієнтам, втручань – 5 (9,1%). В I групі хворих 16 пацієнтів, у 2 (12,5%) виконувались повторні хірургічні втручання для покращення кровопостачання ураженої нижньої кінцівки. Із них у 1 (6,25%) виконана висока ампутація нижньої кінцівки. В II групі із 16 пацієнтів у 5 (31,25%) виконані повторні втручання. Із них у 4 (25%) як результат виконана висока ампутація, а у 1 (20%) відбулось загоєння трофічних порушень. У III групі пацієнтів 3, у 1 (33%) двічі виконані повторні втручання, як результат виконана висока ампутація, у 1 (33%) – загоєння трофічних порушень впродовж 2 міс., у 1 (33%) – трофічні порушення не загоїлись (через 2 міс. після операції смерть з інших причин).

**Ключові слова:** цукровий діабет, оклюзійно-стенотичні ураження гомілкових артерій, реваскуляризація артерій, ангіосомна теорія, ультразвукове дуплексне сканування.

### Angiosome revascularization of foot in patients with diabetes

Hupalo Y., Shapovalov D., Shaprynskyi V., Shamraiyas A., Holyachenko O., Kulikovskiy B.  
*Research and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine, Kyiv*

### Abstract

For the last observation of the research result, there has been presented 35 patients with diabetes with atherosclerotic lesions of the fibular artery Chroniclimb-threateningischaemia (CLTI) with trophic foot changes theWound, IschaemiaandfootInfection (WIFI) 3-4 degrees, which have been made 55 surgical interventions for 25 men (71,4%) and for 10 women (28,6%); the average age more or then was 68 years old [7]. The mentioning patients used to be made artery ultrasound duplex scanning. According to the results of the revascularization, we identified 3 groups: angiosome-directed revascularization (16 patients); 40% of the surgical interventions (22 patients). Angiosome-indirect revascularization (16 patients); 50,9% of the surgical interventions (28 patients). Non-angiosome revascularization (3 patients); 9,1% of the surgical interventions (5 patients). There were participated 16 patients in the first group of patients; 2 (12,5%) from them were participated in the repeated surgical interventions to improvement of the blood circulation in the affected lower limb. The major part of amputation had placed among 6,25 % (one patient) of lower limb. There were participated 16 patients in the second group of patients; 5 (31,25 %) from them had repeated surgical interventions; at last the major part of amputation had placed among 25 % (4 patients); and one person had a healing of trophic foot changes. There were participated 3 patients in the third group of the patients; one (33%) from them had repeated surgical interventions, as the result, the major part of amputation; and one person had healing of trophic foot changes within 2 months; one (33%) from them had fatal injury after 2 months of the operation.

**Key words:** the diabetes, the tibial artery occlusive disease (stenosis), the revascularization of the arteries, the angiosome's theory, the artery duplex scanning.

**Вступ.** Оклюзійно-стенотичне ураження артерій нижніх кінцівок є частою віковою патологією, що суттєво погіршує якість життя та призводить до інвалідизації людей старших 50-ти років. У межах дослідження PARTNERS [1] щодо захворювань периферійних артерій було обстежено 6979 осіб старших 50-ти років у 320 закладах США. Захворювання периферійних артерій були виявлені у 1865 хворих, що складає 29% від кількості обстежених. Важливо, що з 1865 хворих більше 80% мали клінічні ознаки PAD (хвороб периферичних артерій) [1], але лише 49% були обстежені та мали відповідний діагноз.

Оклюзійно-стенотичні ураження артерій нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет трапляються в 2–2,5 рази частіше, ніж у пацієнтів відповідного віку без цукрового діабету.

Ураження артерій гомілки та стопи атеросклерозом у поєднанні з цукровим діабетом залишається основною причиною нетравматичних ампутацій нижніх кінцівок. Згідно зі звітом Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [2], в Україні кількість хворих на цукровий діабет складає 9,1 % і має тенденцію до зростання, як у нас, так і в усьому світі. Діабетики схильні до хвороб периферійних артерій у 2,7 рази більше в порівнянні з

людьми того ж віку без діабету [3]. Загальновизнана ймовірність ризику виникнення трофічних виразок стопи у діабетиків 25% [4]. Однак, за результатами деяких досліджень, може досягати 34% [5]. За даними Міжнародної федерації діабету, щорічно трофічні виразки стопи виникають у 9,1 млн. із 26,1 млн. діабетиків (34,9%) в світі [6]. За даними Міжнародної робочої групи з діабетичної стопи, близько 50% хворих на діабетичну стопу мають конкуруючі хвороби периферійних артерій [5]. Однак у когортному дослідженні E. Fagliaetal наведені інші дані [8]. Була виконана ангіографія 567 діабетикам з ознаками критичної ішемії стопи (трофічні порушення, біль спокою). За її результатами із 567 лише 3 хворих не мали гемодинамічно значущих (>50% просвіту) стенозів артерій нижніх кінцівок. У решти були покази для ревазуляризації. За даними the National Health Interview Survey (USA) за 2015р. кількість хворих на цукровий діабет 30 млн. осіб. Кількість високих ампутацій серед всіх діабетиків 108 тис. (0,5%), серед хворих на діабетичну стопу – 27%, з них 15% на рівні стегна та 12% на рівні гомілки. Ампутації пальців та резекції стопи виконані у 6,1% та 7,8% відповідно. Смертність після операцій високих ампутацій впродовж 2 років досягає 47% [9]. Застосування хірургічних методів ревазуляризації дозволяє значно покращити результати лікування хворих на діабетичну стопу. Збереження кінцівки після ревазуляризації протягом 1 року складає 78–85% в порівнянні з 54% у хворих, що лікувались консервативно [10,11]. Світові дані результатів застосування рентгенендоваскулярних втручань такі. Збереження кінцівки після рентгенендоваскулярних втручань протягом 1 року відзначено в 70-89%, 3 років – 63-80 %, 5 років – 56-77 %. Високі ампутації в 2-5% були виконані протягом 30 днів. Збереження кінцівки після відкритих втручань протягом року – 80-90%, 3 років – 71-80% [12]. Окклюзійно-стенотичне ураження артерій середнього і малого калібру більш характерне при ЦД. Згідно з ангіосомною теорією, кровопостачання певних ділянок шкіри та підшкірної клітковини відбувається по гілках магістральних артерій, які перфорують поверхневу фасцію тіла. Суміжні артеріальні гілки сполучені однією комунікантною артерією. Ділянка шкіри та підшкірної клітковини, яку живить одна перфорантна артерія, називається ангіосомною [13]. Дотримання ангіосомної концепції ревазуляризації при рентгенендоваскулярних втручаннях дозволяє суттєво покращити результати. При виконанні прямої ревазуляризації кількість високих ампутацій нижньої кінцівки майже вдвічі менше, ніж при непрямій [14]. Загоєння ран та трофічних порушень при прямій ревазуляризації відбувається майже вдвічі частіше [OR] 0,51; 95% CI 0,39–0,68,  $p < 0,001$ ), а функціональне рятування кінцівки – майже втричі [OR] 0,37; 95% CI 0,24–0,58,  $p < 0,001$ ) [15].

**Мета дослідження.** Провести аналіз результатів ревазуляризації стопи у хворих на цукровий діабет відповідно ангіосомної концепції.

**Матеріали та методи.** Під час спостереження було 35 хворих на цукровий діабет з атеросклеротичним ураженням гомілкових артерій та трофічними порушеннями стопи WHI 3-4, CLTI[7], яким виконано 55 оперативних втручань, чоловіків 25 (71,4%), жінок – 10 (28,6%); середній вік – 68 років. Усім пацієнтам виконували УЗДС артерій за допомогою апаратів Mindray M5 та Samsung Medison R3 та включили в групу дослідження при виявленні двофазної, або трифазної хвилі кровотоку на підколінній артерії нижньої кінцівки та відсутності ураження загальної та глибокої артерії стегна або стенозів більше 50% на стороні атеросклеротичного ураження гомілкових артерій. Планування операції здійснювали на основі показників УЗДС.

Під контролем УЗДС виконували пункцію загальної стегнової артерії в дистальному напрямку та встановлювали інтродюсер Terumo 6 F, через який вводився контраст 20 мл Ультравіст 370 зі швидкістю 4-6 мл/с та виконувалась артеріографія за допомогою ангіографічного апарату Philips Alura F920. Заводили гідрофільний провідник Guidewire M35 Terumo з підтримкою катетера Glidecathvertebral 5FTerumo до зони оклюзії. Проходження зони оклюзії виконували інтраламінарно 14 провідником Pilot 200 компанії Abbott або Hydro-TrackMedtronic з підтримкою балон-катетера Tercross (Terumo) відповідного розміру. При неможливості проходження з балон-катетером, використовувався Micro Catheter компанії Micro Therapeutics EV3. Після заведення та позиціонування балон-катетера в зоні оклюзії чи стенозу виконували ангіопластику. Після видалення катетера на контрольній артеріографії оцінювали відновлення кровотоку в басейні ангіосоми та кінцівці в цілому.

**Результати досліджень та їх обговорення.** За даними результатами ревазуляризації ми виділили 3 групи: пряма ангіосомна ревазуляризація, характеризує собою відновлення кровотоку артерій ураженої нижньої кінцівки, в басейні якої спостерігаються трофічні зміни, було виконано 16-ти пацієнтам, хірургічних втручань – 22 (40%). Непряму ангіосомну ревазуляризацію ми вважали не повне відновлення кровотоку по гомілкових артеріях в басейні трофічних змін, виконано у 16 пацієнтів, хірургічних втручань – 28 (50,9%). Неангіосомною ревазуляризацією називали відновлення кровотоку в одній із артерій гомілки доступної для ревазуляризації з боку трофічних порушень стопи, виконано 3 пацієнтам, втручань – 5 (9,1%). При трофічних порушеннях пальців стопи повною та прямою ангіосомною ревазуляризацією ми вважали відновлення кровотоку по передній та задній великогомілковій артеріях, непрямую або частковою ревазуляризацією – по одній із гомілкових артерій нижньої кінцівки, яка віддає

коллатеральну гілку кровотоку в ішемізовану ділянку ангіосоми.

У I групі хворих, яким було виконано пряму ангіосомну ревазуляризацію, із 16 пацієнтів у 6 пацієнтів були виявлені трофічні зміни на 1-3 пальці ураженої нижньої кінцівки критичною ішемією за класифікацією WIfI 3 ст, у 7 пацієнтів були виявлені трофічні зміни в декількох ангіосомних ділянках: в ділянці підшовної поверхні п'яти та 2-5 пальців та у 3-х хворих некрози 1-5 пальця та тильної поверхні стопи, виконувались повторні хірургічні втручання через неспроможність загоєння трофічних змін для покращення кровопостачання ураженої нижньої кінцівки у 2 (12,5%). Одному пацієнту повторна операція була виконана аспірація на тромбектомію передньої великогомілкової артерії (ПВГА), другому через 2 міс. спостереження, – трофічні зміни не загоювались. Із них виконана висока ампутація нижньої кінцівки у зв'язку із розповсюдженням некрозу проксимально ураженої стопи у 1 (6,25%).

У II групі було виконано непряму ангіосомну ревазуляризацію із 16 пацієнтів, у 11 хворих відзначались трофічні зміни 2–4 пальців стопи, за класифікацією WIfI 3–4 ст., під час виконання ревазуляризації у цих пацієнтів було ревазуляризовано лише задня великогомілкова артерія (ЗВГА) у зв'язку із неспроможністю відновити кровоток по ПВГА; через виражене оклюзійно-стенотичне ураження були виконані повторні втручання; із-за тромбозу ревазуляризованої артерії у 5 хворих (31,25%). Виконувалась аспіраційна тромбектомія із наступною балонною ангіопластиком цієї ж артерії. Із них врешті виконана висока ампутація у 4 (25%), а загоєння трофічних порушень відбулось у 1 (20%). У 5 пацієнтів були виявлені трофічні зміни до 2–6 см в діаметрі в ділянці п'яти, яким виконано ревазуляризацію ПВГА, після балонної ангіопластики виконано діагностичну артеріографію, на якій візуалізувалось контраст: заповнена коллатеральна гілка ПВГА, яка підходила до ангіосомної ділянки, де були виявлені трофічні порушення п'яти, у яких впродовж 2 міс. часу спостерігалось загоєння трофічних змін у 3 (18,9%) та впродовж 6 міс. – у 2 (12,6%).

В III групі пацієнтів застосовано неангіосомну ревазуляризацію із 3 пацієнтів, трофічні зміни спостерігались у 3-5 пальців стопи та медіальної щиколотки, за WIfI класифікацією 4 ст. у 1 (33%), під час рентгеноваскулярної балонної пластики пройти оклюзійно-стенотичні ураження ЗВГА та ПВГА не вдалось, виконали ревазуляризацію малоогомілкової артерії (МГА), після чого на повторній ангіографії коллатеральний кровотік у ділянці ураженої ангіосоми не визначався, двічі виконані повторні втручання в об'ємі аспіраційної тромбектомії та повторної ангіопластики внаслідок тромбозу МГА, як результат виконана висока ампутація, з трофічним ураженням п'яти (WIfI

3 ст.) у 1 пацієнта (33%), під час ревазуляризації виконано ангіопластику ПВГА, балонну делятацію ЗВГА та МГА – внаслідок оклюзійно-стенотичних уражень виконати не вдалось, коллатеральний кровотік після контрольної ангіографії не візуалізувався. Загоєння трофічних порушень впродовж 2 міс., після чого виконано повторну діагностичну артеріографію, під час якої спостерігався коллатеральний кровотік в ділянці трофічних змін. У 1 (33%) – трофічні порушення не загоїлись (через 2 міс. після операції смерть з інших причин).

Ангіосомна теорія один зі способів лікування хронічної ішемії на сьогоднішній день; найменш вивчене та науково доведене обґрунтування ревазуляризації артерій гомілки, що немає широкого впровадження в практичну медицину. У ангіосомній теорії багатьма дослідженнями Австралії та європейської асоціації судинних хірургів, що згідно з ангіосомною концепцією, кровопостачання певних ділянок шкіри та підшкірної клітковини відбувається по гілках магістральних артерій, які перфоруєть поверхневу фасцію тіла. Суміжні артеріальні гілки сполучені однією комунікантною артерією. Ділянка шкіри та підшкірної клітковини, яку живить одна перфорантна артерія, називається ангіосомною [13]. Згідно з ангіосомною теорією виникає розвиток коллатерального кровотоку, який може розвинути після ревазуляризації неангіосомно важливої артерії та знизити ішемію кінцівки [14]. Підводячи підсумок проведеного дослідження, встановили, що у хворих на ЦД при хронічній ішемії нижніх кінцівок під час виконання реконструктивних операцій, згідно з ангіосомною теорією, протягом двох років збережено кінцівку у 30 (83,3%), виконана ампутація у 6 хворих (16,6%), один хворий помер (7,2%) за інших причин. У зв'язку зі збільшенням кількості хворих з атеросклеротичним оклюзійно-стенотичним ураженням артеріальних басейнів стопи на фоні ЦД, у яких відкрита операція на артеріях нижніх кінцівок є ризикованою для пацієнта, а також високим ризиком виникнення ускладнень після відкритих оперативних втручань. Тому пошук ефективних методів ревазуляризації прямої і в тому числі й непрямої ангіосомної теорії, пояснюється помітними результатами та його методом вибору.

**Висновки.** 1. Ефективність ревазуляризації гомілкових артерій оклюзійно-стенотичними ураженнями значно вища при відновленні кровотоку згідно з ангіосомною концепцією.

2. При неможливості дотримуватись ангіосомного принципу доцільно намагатись відновити кровотік по будь-якій магістральній артерії гомілки.

3. Ангіосомна концепція не дає вичерпної відповіді щодо ролі кожної з магістральних артерій у кровопостачанні гомілки та стопи. Невизначеність меж ангіосом, а також ефективність непрямої та неангіосомної ревазуляризації залишає відкритими певні питання щодо стратегії і тактики ревазуляризації гомілки та стопи.

**Інформація про конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при виконанні наукового дослідження та підготовці даної статті.

**Інформація про фінансування.** Автори гарантують, що вони не отримували жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

**Особистий внесок кожного автора у виконання роботи:**

Гупало Ю.М. – розробка концепції і дизайну дослідження, аналіз отриманих даних, редагування, статистична обробка даних.

Шаповалов Д.Ю. – збір матеріалу дослідження, розробка дизайну дослідження, аналіз отриманих даних.

Шапринський В.І. – збір матеріалу дослідження, аналіз отриманих даних, підготовка тексту статті.

Шамрай-Сас А.В. – збір матеріалу дослідження, аналіз отриманих даних, підготовка тексту статті.

Голяченко О.А. – збір матеріалу дослідження, аналіз отриманих даних.

Куліковський Б.Л. – збір матеріалу дослідження, аналіз отриманих даних.

**Список використаної літератури**

1. PAD, Awareness, Risk and Treatment: New Resources for Survival 2007.
2. GlobalreportondiabetesWorldHealthOrganization 2016.
3. SelvinE, ErlingerTP. Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey.Circulation. 2004 Aug 10;110(6):738-43. Epub 2004 Jul 19 1999-2000.
4. PreventingFootUlcersinPatientsWithDiabetes. NaliniSinghet alt., JAMA The Journal of the American Medical Association February 2005.
5. DiabeticFootUlcersandTheirRecurrence. David G. Armstrong et al. The New England Journal of Medicine. 2017.
6. Abbott CA, Carrington AL, Ashe H, et al. The North-West Diabetes Foot Care Study: incidence of, and risk factors for, new diabetic foot ulceration in a community-based patient cohort. Diabet Med 2002.
7. InternationalWorkingGroupontheDiabeticFoot, Guidelinesonpreventionandmanagementofdiabeticfootdiseases. 2019.
8. E. Faglia,Early and Five-year Amputation and Survival Rate of Diabetic Patients with Critical Limb Ischemia: Data of a Cohort Study of 564 Patients Eur J VascEndovascSurg 32, 484-490. 2006.
9. Carmona та співавт. DiabetesMetab 2005; v.31 №5; 449-454), а протягом 5 років – до 85% (DiabetesMetabResRev 2012; 28(Suppl 1): 179–217.
10. OutcomeofUnreconstructedChronicCriticalLegIschaemia. MauriLepantalo, SorjoMiitzke. 1996. EurJVascEndovascSurg 11/
11. Outcome of Ischemic Foot Ulcer in Diabetic Patients Who Had no Invasive Vascular Intervention. T. Elgzyri et al. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery Volume 46 Issue 1 July/2013.
12. A systematic review of the effectiveness ofrevascularization of the ulcerated foot in patientswith diabetes and peripheral arterial disease. R. J. Hinchliffe1et al. 2016.
13. The angiosomes of the body and their supply to perforator f laps. G. Ian Taylor, MD. Department of Plastic Surgery, Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Australia. 2003.
14. Angiosome Targeted PTA is More Important in EndovascularRevascularisation than in Surgical Revascularisation: Analysis of 545 Patientswith Ischaemic Tissue Lesions. K. Spillerová, M. Venermoetal.,Helsinki University Hospital, Department of Vascular Surgery, FinlandEur J VascEndovascSurg (2017) 53, 567-575.
15. Editor’s Choice e Direct vs. Indirect Angiosomal Revascularisation ofInfrapopliteal Arteries, an Updated Systematic Review and Meta-analysis. NafiDilaver et al. Eur J VascEndovascSurg (2018) 56, 834-848.

**Стаття надійшла до редакції: 23.01.2020 р.**