

©Ю. М. ФУТУЙМА, А. Д. БЕДЕНЮК, І. Я. КУЛЬБАБА

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Алгоритм тактико-хірургічного підходу до виконання черезшкірної транслюмінальної баланоангіопластики за даними транскутанної оксиметрії у хворих з критичною ішемією при синдромі діабетичної стопи

Мета роботи: вивчити особливості кровообігу на периферії нижніх кінцівок за даними транскутанної оксиметрії у хворих з невроішемічною формою синдрому діабетичної стопи до та після виконання баланоангіопластики, розробити алгоритм до її виконання залежно від особливостей гнійно-некротичних ускладнень.

Матеріали і методи. Дослідження виконано 67 хворим на цукровий діабет 2 типу, яким за клінічними даними, УЗД артерій нижніх кінцівок, показниками кісточно-плечового індексу (КПІ), КТ судин нижніх кінцівок, а також методом транскутанної оксиметрії підтверджено невроішемічну форму синдрому діабетичної стопи. Враховуючи особливості перебігу гнійно-некротичних ускладнень, виявлених у хворих при даній формі, останні можуть проявлятися як у вигляді сухої гангрені, так і вологої, з наявністю гнійних артропатій, флегмон, а також довгонезагоєваних ран на поверхні стопи та гомілки, що відповідають III та IV стадіям за класифікацією Meggit–Wagner. Тому хворих розділено на 3 групи дослідження: в 1-шу ввійшли 18 хворих з сухою гангrenoю одного або кількох пальців чи дистального відділу стопи; в 2-гу – 35 пацієнтів з вологою гангrenoю, ознаками гнійної артропатії пальців стоп, флегмоною стопи, хворі з незагоєвальними куцками, яким виконали ампутації в анамнезі та з обширними хронічними гнійно-некротичними ранами на стопах та гомілках; 3-тю групу порівняння склали 14 хворих, в яких діагностовано гнійно-некротичні ускладнення, що спостерігалися як в 1-й, так і 2-й групах, однак вони відмовились від проведення баланоангіопластики через фінансові труднощі, оскільки, як відомо, дана методика лікування, поки що, не входить в перелік послуг, які покриває НСЗУ, та на даному етапі залишається дороговартісною для пацієнта. Таким хворим після виконання хірургічної корекції проводили консервативну терапію згідно з “Протоколом надання медичної допомоги хворим з синдромом діабетичної стопи”, затвердженого Міністерством охорони здоров’я України від 22.05.2009 р. № 356 в редакції наказу МОЗ України 05.08.2009 № 574.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати досліджень засвідчили, що у всіх хворих з критичною ішемією нижніх кінцівок при СДС з ознаками сухої чи вологої гангрені відмічається низький рівень $tspO_2$, а саме – менше 30 мм. рт. ст., що відповідає декомпенсованому тканинному метаболізму та є прямим показанням до виконання будь-якого методу реваскуляризації чи навіть ампутації. Разом із тим, відмічено особливості відмінностей у відновленні кровообігу в часовому проміжку в пацієнтів без гнійних ускладнень порівняно з тими, в кого діагностовано вологу гангрену, яка супроводжувалася набряком м’яких тканин чи наявністю довгонезагоєвальних гнійно-некротичних ран. Тому питання етапності, а саме – пріоритетність баланоангіопластики чи все ж первинної хірургічної обробки при тій чи іншій ситуації, є першочерговим у подальшому досягненні позитивних результатів комплексного підходу до хірургічного лікування даної патології.

Ключові слова: синдром діабетичної стопи; критична ішемія нижніх кінцівок; транскутанна оксиметрія; черезшкірна транслюмінальна баланоангіопластика.

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень та публікацій. На сучасному етапі синдром діабетичної стопи (СДС) – це специфічний симптомокомплекс ураження нижніх кінцівок при цукровому діабеті, основою патогенезу якого є діабетичні мікро- та макроангіопатії, периферична нейропатія нижніх кінцівок та остеоартропатія [2, 3].

Згідно з класифікацією за патогенетичними формами ураження (А. Boulton, 1991 р.), розрізняють невропатичну, невроішемічну та ішемічну форми СДС, що передбачають певні ускладнення. Однак з практики видно, що немає ідеального перебігу захворювання, характерного для тієї чи іншої форми, пацієнт має як ознаки невропатії, так і ознаки ішемії, тому ми більшою мірою схильні до класифікації П. О. Герасимчука (2004 р.), де ці

моменти враховані [4, 11]. Таким чином, розвиток діабетичних ангіопатій, невропатій та остеоартропатій потрібно розглядати як взаємозумовлені процеси, перебіг яких відбувається паралельно та взаємообтяжливо, а від переважання їх проявів залежить розвиток певної клінічної форми [7]. Ряд дослідників пропонує взагалі не розділяти невроішемічну та ішемічну форми, аргументуючи тим, що ішемічна форма без ознак невропатії зустрічається вкрай рідко (близько 5–10 % випадків), а наявність ішемії є визначальним фактором для прогнозу і лікування хворих [1, 9].

Разом із тим, при невропатичній формі, як правило, спостерігаються гнійні ураження м’яких тканин та остеоартропатії, що потребують негайного операційного втручання – санацію гнійного вогнища та, нерідко, з ампутацією пальців части-

ни стопи внаслідок гнійного розплавлення суглобового апарату чи деструктивних змін кістки, причому судинний компонент ураження, якщо він і присутній, має компенсаторний характер. При змішаній невроішемичній формі присутні два моменти ураження – як мікро-, макроангіопатії, так і гнійно-некротичні ураження, що проявляються сухою чи вологою гангреною, довгонезагоювальними гнійно-некротичними ранами як в ділянці стопи, так і на гомілкях чи в'ялогранулюючими ранами в ділянці кукси після ампутації одного, кількох чи усіх пальців стопи [5]. А це значний економічний тягар як для пацієнта, так і системи охорони здоров'я в цілому світі [19].

Критична ішемія нижніх кінцівок (КІНК), що супроводжує СДС, згідно з Міжнародним консенсусом по діабетичній стопі (2011 р.), характеризується такими критеріями: 1) постійний біль в спокої, що потребує регулярного приймання анагетиків протягом 2-х тижнів і більше чи/або 2) трофічна виразка або гангрена пальців чи стопи на ґрунті хронічної артеріальної недостатності [18].

Консервативне лікування КІНК як на практиці, так і за даними науково обґрунтованих досліджень має незначний і недовготривалий ефект, а впровадження в практику хірургічних методів прямої реваскуляризації значно розширило діапазон судинної хірургії і знизило частоту виконання високих ампутацій та післяопераційну летальність [14, 20, 21]. Враховуючи те, що при СДС у пацієнтів уражаються більшою мірою дистальні відділи артеріального русла, а саме гомілковий та гомілково-ступневий сегменти, ефективність прямих відкритих реконструкцій даних артерій залишає бажати кращого [12]. Тому в лікуванні артеріопатій у хворих із цукровим діабетом в останні роки пріоритетним є виконання прямої реваскуляризації, а саме – ендovasкулярної черезшкірної балонної ангіопластики [6, 13].

Технічний успіх після таких операцій сягає до 95 % із зникненням або зменшенням симптомів ішемії в 90–95 % випадків. Прохідність протягом 5 років після ендovasкулярних операцій сягає до 85–90 % у клубових артеріях та 60–75 % – у стегнових, а збереження кінцівки в період 1–3 роки досягнуто в більш ніж 80 % таких пацієнтів. Результати реваскуляризації тим гірші, чим дистальніше розташований оперований сегмент і менший його діаметр, частота рестенозів в таких випадках складає від 1 до 40 % [8].

На даний час немає надійного та ідеального критерію оцінки рівня життєздатності тканин при КІНК у хворих з СДС, що не дозволяє провести чіткий відбір пацієнтів для виконання успішної реваскуляризації. Важливим для об'єктивної оцінки

тяжкості КІНК є дослідження порушень мікроциркуляції і тканинного метаболізму. Саме таким критеріям відповідає метод транскутанної оксиметрії, перевагою якого є: відсутність залежності від тяжкості медіакальцинозу периферичних артерій, можливість визначення рівня ампутації кінцівки та прогнозу загоєння виразкового дефекту. Пороговим показником для діагностики критичної ішемії є значення транскутанного напруження кисню (t_{spO_2}) на рівні 30 мм. рт. ст. [16]. Обмеження широкого використання даного обстеження в Україні зумовлене високою вартістю обладнання, розхідних матеріалів та обслуговування, а також його відсутністю в лікувальних установах (використовується, як правило, в наукових цілях та закуповується дослідниками особисто). Не до кінця вивчено питання щодо інформативності даного методу при гнійно-некротичних процесах на стопі, що супроводжуються набряком м'яких тканин на периферії чи їх некрозом.

Мета роботи: вивчити особливості кровообігу на периферії нижніх кінцівок за даними транскутанної оксиметрії у хворих з невроішемичною формою синдрому діабетичної стопи до та після виконання балонної ангіопластики та розробити алгоритм до її виконання залежно від особливостей гнійно-некротичних ускладнень.

Матеріали і методи. Дослідження виконані на кафедрі хірургії №1 з урологією та малоінвазивною хірургією імені Л. Я. Ковальчука Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України на базі відділення хірургії Тернопільської обласної клінічної лікарні 67 хворим із цукровим діабетом 2 типу на обох кінцівках впродовж 2020–2022 рр., яким за клінічними даними, УЗД артерій нижніх кінцівок, показниками кісточно-плечового індексу (КПІ), КТ судин нижніх кінцівок, а також методом транскутанної оксиметрії, підтверджено невроішемичну та ішемично-гангренозну форми синдрому діабетичної стопи. Хронічна артеріальна недостатність на стадії КІНК, згідно з трансатлантичною угодою TASK II (2007) [15], діагностована у всіх пацієнтів. Тяжкість захворювань периферичних артерій оцінювали за класифікацією Рутерфорда [17]. До 4 категорії ввійшли – 16 (23,8 %) хворих із болем у спокої, 5 і 6 категорію склали 51 (76,2 %), в яких виявлено довгонезагоювальні ранові дефекти на стопах та гангрена одного, двох чи більше пальців стопи. Враховуючи особливості перебігу гнійно-некротичних ускладнень, виявлених у хворих при даній формі, останні можуть проявлятися як у вигляді сухої гангренни, так і вологої з ураженням дрібних суглобів, флегмон, а також довгонезагоювальних ран на поверхні стопи та гомілки,

що відповідають III та IV стадіям за класифікацією Meggit–Wagner. Усім хворим з гнійно-некротичними ураженнями виконували багатоетапні хірургічні операції на стопі, місцеве лікування ран, антибактеріальну терапію, фізіотерапевтичні методи, корекцію метаболічних порушень з урахуванням патогенетичного підходу. Хворих розділено на 3 групи дослідження: в 1-шу ввійшли 18 (26,9 %) хворих із сухою гангrenoю одного або кількох пальців чи дистального відділу стопи; 2-гу – 35 (52,2 %) пацієнти із вологою гангrenoю з ознаками гнійного ураження міжфалангових та плюснефалангових суглобів пальців стоп, п'яткової ділянки, супутньою флегмоною стопи, хворі з довгонезагоювальними куксами, яким виконали ампутації в інших лікувальних установах та з обширними хронічними гнійно-некротичними ранами на стопах та гомілкях; 3-тю групу – порівняння – склали 14 (20,9 %) хворих, в яких діагностовано гнійно-некротичні ускладнення, що спостерігалися як в 1-й, так і 2-й групах, які відмовились від проведення баланоангіопластики через фінансові труднощі, оскільки, як відомо, дана методика лікування поки що не входить у перелік послуг, які покриває НСЗУ та на даному етапі залишається дороговартісною для пацієнта. Таким хворим після виконання хірургічної корекції проводили консервативну терапію згідно з “Протоколом надання медичної допомоги хворим із синдромом діабетичної стопи”, затвердженого Міністерством охорони здоров'я України від 22.05.2009 р., за № 356 в редакції наказу МОЗ України 05.08.2009 за № 574. Із загальної групи пацієнтів за локалізацією гнійно-некротичного процесу в 59 (88,1 %) виявлено ураження пальців та дистальної половини ступні; у 8 (11,9 %) – ураження п'яткової ділянки.

Прояви ішемічних порушень як в до, так і в післяопераційному періоді, консервативних методів корекції КІНК оцінювали за такими показниками: наявністю пульсації на периферичних артеріях; даних УЗД судин ніг із визначенням КПІ, КТ судин нижніх кінцівок, контрастної рентгенографії, транскутанної оксиметрії, контроль змін ранових поверхонь.

Ефективністю успішних результатів операції були ангіографічний показник відновлення безперервного антеградного кровообігу до стопи по одній з артерій гомілки без залишкових стенозів більше 50 %, зникнення об'єктивних та суб'єктивних ознак симптомів ішемії, зростання показників $tcPO_2$ як інтраопераційно, так і в післяопераційному періоді, позитивна динаміка загоєння ран.

Для вивчення стану мікроциркуляції та тканинного метаболізму ми застосували сучасний метод оцінки гемодинаміки – транскутанну оксиметрію,

що характеризує транскутанне напруження кисню в поверхневих м'яких тканинах, в даному випадку – уражених нижніх кінцівок. Позитивною ознакою даного методу є реальна можливість довготривалого неінвазивного моніторингу рівня транскутанного (черезшкірного) напруження кисню.

Механізм отримання результатів полягає в довготривалому визначенні pO_2 за допомогою електрода Clark, що має спеціальний нагрівальний пристрій. Внаслідок утворення з допомогою тепла локальної реактивної гіперемії виникає посилення локального кровообігу і дифузії газів через мембрану електрода. Транскутанне напруження кисню достовірно корелює з pO_2 артеріальної крові в новонароджених та в дорослих і кількісно характеризує шкірний кровообіг. Для виконання дослідження використовували переносний транскутанний монітор із сенсорним екраном та двома електродами “TCM 4 series” (Radiometer/Copenhagen, Данія). Точкою прикладання є перший міжпальцевий проміжок із рівномірним капілярним ложем без великих артерій та вен, виразкових дефектів чи волосяного покриву. Перед дослідженням виконували калібрування електрода атмосферним повітрям. Обробляли ділянку дослідження спиртовим розчином, після чого наклеювали фіксує кільце, в порожнину якого наносили 2-3 краплі розчину електроліту, встановлювали датчик електрода, повертаючи його в фіксує кільці за годинниковою стрілкою до упору. Час дослідження по одному чи двох каналах одночасно складає 15–20 хв та досягненні локальної температури шкіри 43 °С. Важливими умовами в досягненні якісних результатів є: температура в палаті 21–23 °С; пацієнт до дослідження не повинен курити; перед дослідженням виключити вживання кави, міцного чаю, кофеїновмісних безалкогольних напоїв, що важливо для запобігання артеріальній вазоконстрикції [10]. Нормальним вважається показник $tcPO_2$ 50–60 мм. рт. ст.; при значеннях > 40 мм. рт. ст. характеризує компенсований тканинний метаболізм, де ймовірність загоєння ран висока, можливе консервативне лікування судинних порушень. Значення показника $tcPO_2$ менше 25 мм. рт. ст. свідчить про значне порушення кровообігу, розвиток КІНК, зниження ймовірності самостійного загоєння ран і трофічних виразок та потреби в реконструктивних операціях на судинах чи консервативної корекції для успішного загоєння ранових дефектів. $TCPO_2$ від 10 мм. рт. ст. і нижче взагалі вказує на ймовірність ампутації кінцівки [10, 16]. Дослідження транскутанної оксиметрії застосовували перед виконанням черезшкірної баланоангіопластики, під час операційного втручання для моніторингу інтраопераційних результатів ревазуляризації,

через 5–7 діб після втручання а також через 1, 3 та 6 місяців післяопераційного періоду, а також у хворих, яким проводили комплексну консервативну терапію, що включала препарати алпростадилу в дозі 40 мг на добу, амінокислоти (Тіворель) – 100 мл – 1 р. в/в протягом 10 днів та сулодексиду 500 ЛПО на добу протягом 2-3 місяців.

Ультразвукове дуплексне сканування виконували для оцінки рівня і тяжкості артеріальних уражень за допомогою ультразвукової діагностичної системи Acuson S2000 (Siemens Medical Solutions USA, Inc. Mountain View, CA 94043 USA).

Пацієнтам 1-ї та 2-ї груп виконували ендovasкулярну черезшкірну балонну ангіопластику артерій нижніх кінцівок загальноприйнятим методом з інтраопераційною контрольною ангіографією на сучасному цифровому ангіографі Toshiba Infinix 8000.

Результати досліджень та їх обговорення. Середній вік обстежених пацієнтів склав $(61,2 \pm 0,4)$ року, середня тривалість захворювання становить $(10,7 \pm 0,26)$ року. Чоловіки переважали та склали 48 (71,6 %), жінок – 19 (28,4 %). Зауважимо, що у всіх пацієнтів з КІНК на фоні ЦД виявлено гемодинамічні стенози чи оклюзії як в поверхневій стегновій артерії, так і в підколінній, передній і задній великогілкових та малогілкових артеріях. Дослі-

дження артерій за допомогою УЗД та рентгеноконтрастної ангіографії виявив наявність стенотичних та оклюзійних уражень в тих, чи інших сегментах артеріальної системи уражених нижніх кінцівок. Причому оклюзійні ураження переважали в гомілково-ступневому сегментах над стенотичними – в клубово-стегновому та стегно-підколінному, що власне і є характерним для макро- та мікроангіопатії у хворих з ЦД. Поєднані багаторівневі ураження з втягненням стегно-підколінного та гомілково-ступневого сегментів мали місце у 35 (52,2 %), решту – в гомілково-ступневому сегментах – у 24 (35,8 %) та клубово-стегновому (2) й стегно-підколінному сегментах (6) – у 12 % обстежуваних (рис. 1).

Діабетичну полінейропатію при виконанні тестів на тактильну, температурну та вібраційну чутливість виявили у 65,7 % осіб, що підтверджує змішаний характер в патогенезі уражень даних хворих. Супутніми у даній категорії обстежуваних хворих переважно були серцево-судинні захворювання, що діагностовані у 38 (56,7 %), а саме ішемічна хвороба серця, гіпертонічна хвороба, у 12 (17,9 %) – постінфарктний кардіосклероз; перенесене гостре порушення мозкового кровообігу в анамнезі було у 5 (7,5 %) обстежуваних; діабетична ретинопатія – у 23 (34,3 %); хронічна хвороба нирок – у 21 (31,3 %) з яких 3 (4,5 %) перебували на програмному гемодіалізі.

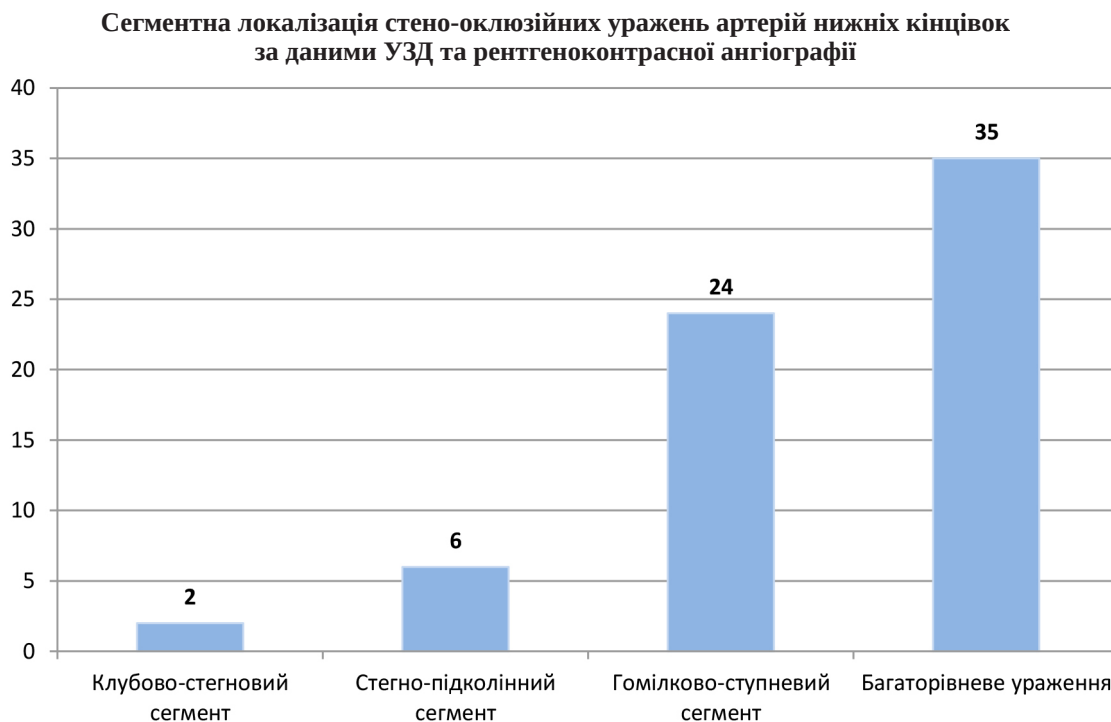


Рис. 1. Розподіл пацієнтів за рівнем ураження артерій нижніх кінцівок.

Дослідження КПП у всіх пацієнтів вказують, що даний показник не дає чіткої візуалізації критеріїв відповідності щодо тяжкості критичної ішемії. Якщо при відборі хворих у даному дослідженні показник tcrO_2 у всіх 100 % пацієнтів не перевищував 25 мм рт. ст. (з медіаною від 2 до 22 мм рт. ст.), що вказує на КІНК, то показник КПП, якщо в середньому значенні усіх обстежуваних осіб і склав $(0,53 \pm 0,04)$, то в якісному значно відрізнявся від показника транскутанного напруження кисню (рис. 2).

За даними рисунка, підвищений показник виявлено у 5 (7 %) пацієнтів, що свідчить про кальцифікуючий артеріосклероз Менкеберга, нормальний – у 4 (6 %) хворих, помірної ішемії у 8 (12 %), ішемії середньої тяжкості – у 26 (39 %), тяжка ішемія – у 24 (36 %), з яких у 4 хворих в зв'язку з ригідністю артерій на голітках не вдалось провести вимірювання систолічного тиску. Щодо розподілу середнього показника КПП по групах, то останній склав $(0,53 \pm 0,08)$ – у першій, $(0,51 \pm 0,09)$ – у другій та $(0,54 \pm 0,1)$ – у третій, різниця між якими майже не відрізняється ($p > 0,05$).

У періоді до операції середній вихідний рівень показника tcrO_2 у пацієнтів 1 групи без гнійних ускладнень склав $(15,0 \pm 1,31)$ мм рт. ст., у 2-й групі, де спостерігалися судинні порушення із супутньою тяжкою інфекцією, цей рівень склав $(10,35 \pm 0,74)$ мм рт. ст., з достовірністю різни-



Рис. 2. Розподіл загальної групи пацієнтів за рівнем КПП до виконання БАП.

ці ($P < 0,05$) щодо 1-ї групи. Показник в 3-й групі, за даними таблиці 1, достовірно не відрізнявся

Таблиця 1. Значення показника tcrO_2 у дослідних групах до та після вибраної тактики хірургічного чи консервативного лікування

Показник tcrO_2	Групи спостережень		
	1-ша, n=18	2-га, n=35	3-тя, n=14
До БАП (чи консервативної терапії)	15,0 ± 1,31	10,35 ± 0,74*	12,14 ± 0,86
Після хірургічної корекції гнійного вогнища в 2-й групі	–	13,4 ± 0,66*	–
5–7 доба після БАП (10 доба консервативної терапії)	35,53 ± 2,92 ^{°°}	25,06 ± 1,13 ^{*°°}	17,14 ± 0,9 [°]
Через 1 місяць після БАП (консервативної терапії)	33,18 ± 1,80 ^{°°}	28,49 ± 0,97 ^{°°°}	20,36 ± 0,93 ^{°°}
Через 3 місяці після БАП (консервативної терапії)	38,28 ± 1,9 ^{°°°}	35,8 ± 1,8 ^{°°°×}	19,0 ± 1,51 [°]
Через 6 місяців після БАП (консервативної терапії)	36,67 ± 2,35 ^{°°}	34,43 ± 1,97 ^{°°°}	13,71 ± 2,20

Примітки: 1. * $p < 0,05$ достовірність показників порівняно з першою групою.

2. – $^{\circ}p < 0,05$; $^{\circ\circ}p < 0,01$ $^{\circ\circ\circ}p < 0,001$ – достовірність між вихідним та наступними показниками в одній окремій групі.

3. – $^{\times}p < 0,05$ – достовірність показників між значенням попереднього показника в одній групі.

від показників обох груп. Зауважимо, що в групі без гнійних ускладнень ми проводили лікування – БАП у найкоротші строки від госпіталізації, відразу ж після проведення передопераційних обстежень, що включали загальноклінічні обстеження, КПП, tCrO_2 , УЗД чи КТ, консультації суміжних спеціалістів.

Після виконання БАП на наступну добу виконували ампутації на рівні життєздатних тканин із наступним раннім закриттям дефекту власними тканинами або ксено- чи автотрансплантатом. Цікаво, що у 3-х хворих, де виявлена суха гангрена, і ми не виконали ампутацію на наступну добу після БАП, а на третю, через вихідні дні, ми спостерігали перехід сухої гангрену у вологу, що характеризувалося виникненням гіперемії та набряку проксимально від зони некрозу, появою гнійних виділень на межі здорової та змертвої тканин, та після хірургічної обробки з виконанням ампутації в межах здорових тканин спостерігали швидкий регрес, однак закриття ранового дефекту потребувало більшого часового проміжку. Це пов'язуємо з явищами як реперфузії, так і активацією бактеріальної флори, що присутня в гангренозно зміненій тканині.

У хворих, де виявлено гнійно-некротичні ускладнення, першим етапом була хірургічна обробка такого вогнища та, за потреби, доповнювалася ампутацією уражених пальців чи дистальної частини стопи, антибіотикотерапією. Після зменшення набряку виконували БАП. Саме в 2-й групі після санації гнійних вогнищ показник ще до виконання БАП tCrO_2 зріс від $10,35 \pm 0,74$ до $13,4 \pm 0,66$, ($p < 0,05$).

Найкраще відновлення показника транскутанного напруження кисню в післяопераційному періоді спостерігали у 1-й групі, який склав ($35,53 \pm 0,71$) мм рт. ст. ($p < 0,01$), там же і найменше спостерігали ознаки реперфузійного синдрому. У 6-ти хворих з цієї групи реперфузійний синдром мав місце у випадку, коли під час виконання БАП було одночасно відновлено кровобіг в стегно-підколінному та гомілково-ступневому сегментах при розкритті усіх трьох артерій гомілки. Середнє значення парціального напруження кисню в них склало ($19,5 \pm 0,71$) мм рт. ст. та після зникнення даних симптомів через місяць сягало середніх значень в групі. В 2-й групі, де після виконання основного етапу хірургічної обробки гнійно-некротичних вогнищ набряк ще зберігався через 5-7 днів після БАП, показник tCrO_2 був нижчим, порівняно з 1 групою з достовірною різницею ($p < 0,05$) та становив ($25,06 \pm 1,13$) мм рт. ст. В цій групі в 11 осіб, в яких були значні прояви реперфузійного синдрому, середній показник становив ($18,64 \pm 0,71$) мм рт. ст.

Як у 1-й, так і в 2-й групах, вже після закінчення операції спостерігали позитивну клінічну динаміку: зростання температури на стопі та гомілці на дотик та за даними термометрії гіперемія гомілки та стопи. Вже на другу добу в пацієнтів зникав больовий синдром, у тієї категорії, в яких були ранові поверхні спостерігали їх почервоніння; у 4-х хворих 2-ї групи, в яких на фоні гнійно-некротичного процесу з наявною флегмоною на першому етапі була проведена хірургічна обробка флегмони та ампутація пальців, в період до 10 годин після виконання БАП виникла кровотеча, що характеризувалася значним просякненням марлевої пов'язки та потребувала хірургічної зупинки методом перев'язки чи прошивання кровоточивих судин. В подальшому рани швидко вкривались здоровими дрібнозернистими грануляціями та з'являлися вогнища крайової епітелізації, що на тлі зменшення кількісного показника бактеріальної флори дозволило нам провести закриття рани авто- чи алотрансплантатом.

У 3-й групі пацієнтів, де не виконували БАП на фоні хірургічного та консервативного лікування, покращився загальний стан, очистилися рани, зменшилося бактеріальне навантаження в рані, однак повного загоєння ран не досягали. Таких хворих виписували із стаціонару під подальший нагляд хірургів за місцем проживання з щотижневим моніторингом на базі клініки.

Щодо динаміки показника tCrO_2 , то через місяць він незначно знизився в 1-й групі та склав ($33,18 \pm 1,8$) мм рт. ст., порівняно із післяопераційним значенням, в 2-й групі, навпаки, зріс до ($28,49 \pm 0,97$) мм рт. ст., що пов'язано не тільки із поступовим розрешенням реперфузійного синдрому, а й зникненням набряків в зв'язку з лікуванням гнійних ускладнень та закриттям ранових дефектів. Ефект від консервативної терапії у 3-й групі теж максимальний, середній показник tCrO_2 склав ($20,36 \pm 0,93$) мм рт. ст., де ($P < 0,01$) щодо показника до лікування.

Найкращий приріст значення TcrO_2 був через 3 місяці після БАП як в 1-й, так і в 2-й групі, саме в цей період мікроциркуляторне русло поступово адаптувалося до відновленого кровобігу, повністю розрішився реперфузійний синдром та інфекції м'яких тканин, зажили рани. Так, у 1-й групі середній показник tCrO_2 становив ($38,28 \pm 1,9$) мм рт. ст. з найвищим показником достовірності ($p < 0,001$) щодо вихідного значення, в 2-й групі ($35,8 \pm 1,8$) мм рт. ст., що вище місячного показника в однойменній групі ($p < 0,05$). В 3-й групі показник мав тенденцію до зниження та був на рівні ($19,0 \pm 1,51$) мм рт. ст.

Динамічне спостереження за всіма пацієнтами протягом піврічного терміну не виявило по-

рушення прохідності у вигляді реоклюзій в 1-й групі хворих; в 2-й групі з 35 пролікованих у 1 (2,8 %) хворого через один, 4 (11,4 %) хворих – через три та 9 (25,7 %) хворих – через 6 місяців виявлено реоклюзії оперованих судин. У таких хворих не було даних показника tcrO_2 , що б підтверджували критичну ішемію, однак частина з них зверталася з рецидивами СДС, які успішно корегувалися в амбулаторних умовах. Лише у двох (5,7 %) хворих з 2-ї групи в періоді 3–6 місяців виникли гнійно-некротичні ускладнення на стопі з розплавленням зв'язково-суглобового апарату та поширенням флегмони на нижню третину гомілки, що потребувало швидкої ампутації, яку в 2-х випадках вдалося провести на рівні верхньої третини гомілки. Через 6 місяців після операції середній рівень парціального напруження кисню склав в 1-й групі – $(36,67 \pm 2,35)$ мм рт. ст., в 2-й – $(34,43 \pm 1,97)$ мм рт. ст., що є нижчим від рівня попереднього значення. В 3-й гру-

пі цей показник значно знизився та становив $(13,71 \pm 1,51)$ мм рт. ст., що підтверджує дані багатьох вчених щодо піврічної нестійкої ефективності консервативної терапії у даної категорії хворих. Саме з цієї групи пацієнти повторно зверталися в стаціонар в піврічному періоді з рецидивами гнійно-некротичних ускладнень, 4-м (28,6 %) виконано ампутацію на рівні нижньої третини стегна.

На основі вказаних досліджень, досвіду з практики ми розробили та запропонували алгоритм тактико-хірургічного підходу щодо пріоритетності та почерговості виконання хірургічної обробки та БАП у хворих з невро-ішемічною формою СДС, що супроводжується КІНК (рис. 3).

Висновки. 1. Застосування транскутанної оксиметрії в діагностиці КІНК у 100 % є інформативним та легким у використанні порівняно з КПП, особливо у хворих з СДС; недоліком цього методу є його вартісність.

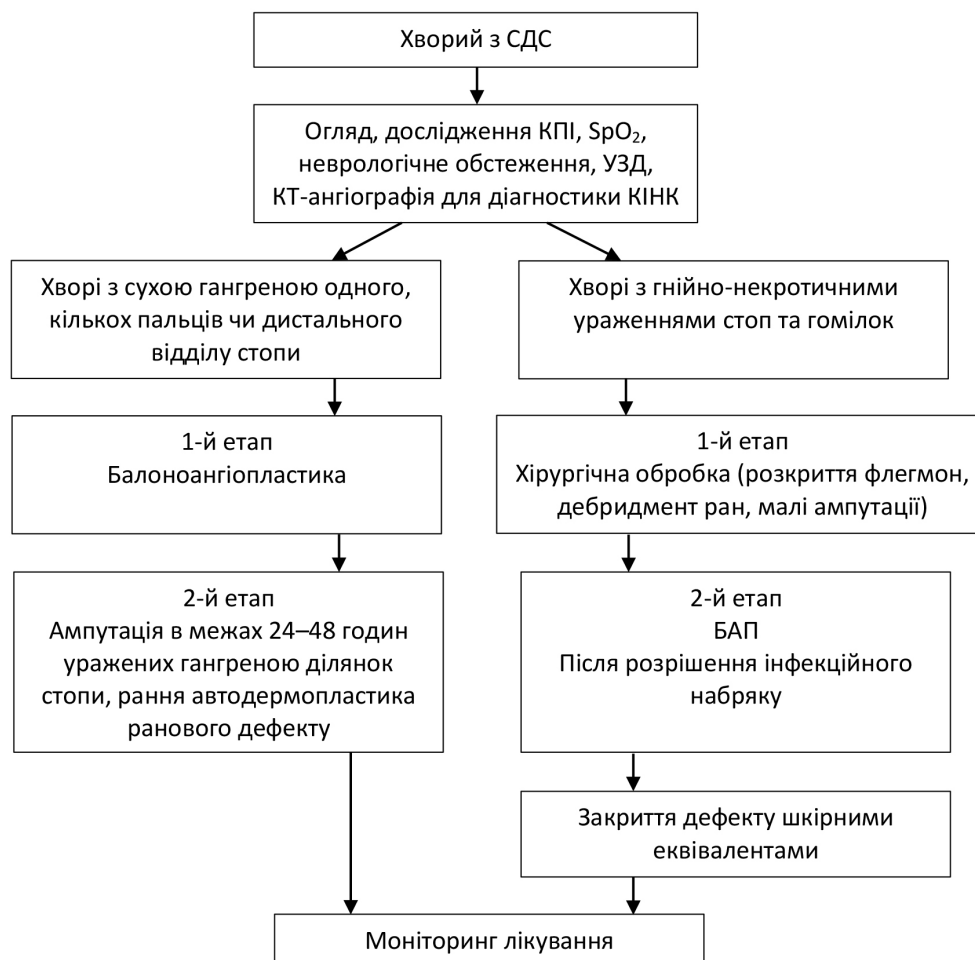


Рис. 3. Алгоритм тактико-хірургічного підходу в лікуванні КІНК у хворих з СДС.

2. Після відновлення кровообігу у всіх хворих спостерігається різного роду виражений реперфузійний синдром, який тим більший, чим більша кількість реваскуляризованих судин в стегно-підколінному та гомілково-ступневому сегментах.

3. Наявність інфекції м'яких тканин у хворих з СДС у 25,7 % випадків сприяє виникненню реоклюзій після виконання БАП.

4. БАП як прямий метод реваскуляризації у хворих з СДС є одним із пріоритетних у виборі методу хірургічного лікування при КІНК, де переважають ураження гомілково-ступневого сегмента артеріального русла.

5. У віддаленому періоді після операції показники tcPO_2 мають тенденцію до зниження, однак перебувають на достатньому рівні, що забезпечує довготривалий стійкий ефект лікування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бенсман В. М. Дискуссионные вопросы классификации синдрома диабетической стопы / В. М. Бенсман, К. Г. Триандафилов // Хирургия. – 2009. – № 4. – С. 37–41.
- Вплив озонотерапії та локальної вакуумної терапії на активацію репаративного процесу у хворих на ішемічно-гангренозну форму синдрому стопи діабетика / А. Г. Іфтодій [та ін.] // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2017. – Т. 16, № 4. – С. 42–45.
- Геник С. М. Хірургічне лікування синдрому діабетичної стопи / С. М. Геник // Серце і судини. – 2017. – № 2. – С. 121–125.
- Герасимчук П. О. Хірургічна класифікація синдрому діабетичної стопи / П. О. Герасимчук // Клінічна хірургія. – 2004. – № 9. – С. 37–39.
- Дзюбановський І. Я. Комплексне хірургічне лікування хворих із гнійно-некротичними ускладненнями на ґрунті синдрому діабетичної стопи / І. Я. Дзюбановський, Р. Я. Антошук // Вісник наукових досліджень. – 2016. – № 4 (85). – С. 52–54.
- Ендоваскулярна черезшкірна балонна ангіопластика при хронічній артеріальній недостатності нижніх кінцівок / В. І. Русин [та ін.] // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина». – 2013. – Вип. 1(46). – С. 104–107.
- Кризина О. В. Трофічні порушення м'яких тканин нижніх кінцівок при цукровому діабеті 2 типу (огляд) / О. В. Кризина // Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. – 2018. – № 1(61). – С. 15–24.
- Літвінова Н. О. Методи непрямой реваскуляризації при критичній ішемії нижніх кінцівок / Н. О. Літвінова, В. А. Черняк, О. В. Панчук // Серце і судини. – 2015. – № 1. – С. 110–115.
- Причини виникнення та діагностика синдрому діабетичної стопи / В. І. Ляховський та ін. // Вісник ВДНЗУ “Українська медична стоматологічна академія”. – 2018. – Т. 18, Вип. 1 (61). – С. 318–322.
- Транскутанная оксиметрия как методика выявления угрозы критической ишемии у больных с синдромом диабетической стопы и окклюзирующими поражениями артерий нижних конечностей / Д. В. Терсков, Н. А. Шнайдер // Вестник клинической больницы. № 51. – 2020. – Т. 3, № 8. – С. 56–61.
- Boulton A. J. The diabetic foot: from art to science. The 18th Camillo Golgi lecture / A. J. M. Boulton // Diabetologia. – 2004. – V 47 (8). – P. 1343–1353.
- Do surgical distal bypasses still play a role in the treatment of critical limb ischemia? / De Vos B. et al. // Acta Chir. Belg. – 2009. – Vol. 109, № 4. – P. 465–476.
- IWGDF guidance on the diagnosis, prognosis and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers in diabetes / R. J. Hinchliffe et al. // Diabetes/ Metabolism Research and Reviews. – 2016. – Vol. 32, Suppl. 1. – P. 37–44.
- Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries: the Task Force on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Artery Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) / V. Aboyans, J.-B. Ricco, M.-L. Bartelink [et al.] // Eur. Heart J. – 2011. – Vol. 32, № 22. – P. 2851–2906.
- Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II) / L. Norgren, W. R. Hiatt, J. A. Dormandy [et al.] // The European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. – 2007. – Vol. 33, Suppl. 1. – P. S1–75.
- Prevention and management of foot problems in diabetes: a Summary Guidance for Daily Practice 2015, based on the IWGDF Guidance Documents / N. C. Schaper, J. J. Van Netten, J. Apelqvist // Diabetes/Metabolism Research and Reviews. – 2016. – Vol. 32. – P. 7–14.
- Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version / R. B. Rutherford, J. D. Baker, C. Ernst [et al.] // Journal of Vascular Surgery. – 1997. – Vol. 26 (3). – P. 517–538.
- Specific guidelines for the diagnosis and treatment of peripheral arterial disease in a patient with diabetes and ulceration of the foot. The international Working Group of the Diabetic Foot, 2011 (IWGDF) / N. C. Schaper, G. Andros, J. Apelqvist [et al.] // Diabetes/Metabolism Research and Reviews. – 2012. – Vol. 28, Suppl 1. – P. 236–237.
- Elevated costs and high one-year mortality in patients with diabetic foot ulcers after surgery / L. N. Sundergaard, A. B. Christensen, A. L. Vinding [et al.] // Danish Medical Journal. – 2015. – Vol. 62 (4). – A5050.
- Systematic review and meta-analysis of medication reviews conducted by pharmacists on cardiovascular diseases risk factors in ambulatory care / F. Martmez-Mardones, F. Fernandez-Llimos, S. I. Benrimoj [et al.] // Journal of the American Heart Association. – 2019. – Vol. 8, No. 22. – P. e013627.
- The effect of metabolic surgery on nonobese patients (BMI<30 kg/m²) with type 2 diabetes: a systematic review / Z. P. Huang, Y. Guo, C. Q. Liu [et al.] // Surgery for Obesity and Related Diseases. – 2018. – Vol. 14, No. 6. – P. 810–820.

REFERENCES

1. Bensman, V.M., Triandafilov, K.G. (2009). Diskussionnye voprosy klassifikatsii sindroma diabeticheskoy stopy [Controversial issues of classification of diabetic foot syndrome]. *Hirurgiya – Surgery*, 4, 37-41 [in Russian].
2. Iftodij, A.G., Fundyur, V.D., Grodeckij, V.K., Yakobchuk S.O., Fundyur, Yu.V., Fundyur, O.V. (2017). Vplyv ozonoterapii ta lokalnoi vakuumnoi terapii na aktyvatsiiu reparatyvnoho protsesu u hvorykhh na ishemicno-hanhrenoznu formu syndromu stopy diabetyka [The effect of ozone therapy and local vacuum therapy on the activation of the reparative process in patients with the ischemic-gangrenous form of the diabetic foot syndrome]. *Klin. anatomii ta operat. khirur. – Clinical Anatomy and Operative Surgery*, 16 (4), 42-45 [in Ukrainian].
3. Genik, S.M. (2017). Khirurhichne likuvannya syndromu diabetichnoi stupni [Surgical treatment of diabetic foot syndrome]. *Sertse i sudyny – Heart and Blood Vessels*, 2, 121-125 [in Ukrainian].
4. Gerasimchuk, P.O. (2004). Khirurhichna klasyfikatsiia syndromu diabetichnoi stopy [Surgical classification of diabetic foot syndrome]. *Klinichna khirurhiia – Clinical Surgery*, 9, 37-39 [in Ukrainian].
5. Dziubanovskiy, I.Ya., & Antoshuk, R.Ya. (2016). Kompleksne hirurhichne likuvannya khvorykh iz hniino-nekrotychnymy uskladnenniami na hrunti syndromu diabetichnoi stopy [Complex surgical treatment of patients with purulent-necrotic complications due to diabetic foot syndrome]. *Visnyk naukovykh doslidzen – Herald of Scientific Research*, 4 (85), 52-54 [in Ukrainian].
6. Rusin, V.I., Korsak, V.V., Popovich, YA.M., Rusin, V.V. (2013). Endovaskuliarna cherezshkurna balonna anhioplastyka pry khronichnii arterialnii nedostatnosti nyzhnikh kintsivok [Endovascular percutaneous balloon angioplasty in chronic arterial insufficiency of the lower extremities]. *Nauk. visn. Uzhhorod univer. – Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 1 (46), 104-107 [in Ukrainian].
7. Krizina, O.V. (2018). Trofichni porushennia miakykh tkanyn nyzhnikh kintsivok pry tsukrovomu diabete 2 typu (ohliad) [Trophic disorders of the soft tissues of the lower extremities in type 2 diabetes (review)]. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery*, 1 (61), 15-24 [in Ukrainian].
8. Litvinova, N.O., CHernyak, V.A., Panchuk, O.V. (2015). Metody nepriamoi revaskulyaryzatsii pry krytychnii ishemitii nyzhnikh kintsivok [Methods of indirect revascularization in critical ischemia of the lower extremities]. *Sertse i sudyny – Heart and Vessels*, 1, 110-115 [in Ukrainian].
9. Lyahovskij, V.I., Gavlovskij, O.L., Kizimenko, O.O., Lyulka, O.M., Gorodova-Andryeyeva, T.V. (2018). Prychyny vynyknennia ta diahnozyka syndromu diabetichnoi stopy [Causes and diagnosis of diabetic foot syndrome]. *Bulletin of VDNZU "Ukrainian Medical Stomatological Academy"*, 18(1((61))), 318-322 [in Ukrainian].
10. Terskov, D.V., SHnajder, N.A. (2020). Transkutannaya oksimetriya kak metodika vyyavleniya ugrozy kriticheskoy ishemitii u bolnyh s sindromom diabeticheskoy stopy i oklyuziruyushhimi porazheniyami arteriy nizhnih konechnostey [Transcutaneous oximetry as a technique for detecting the threat of critical ischemia in patients with diabetic foot syndrome and occlusive lesions of the arteries of the lower extremities]. *Herald of the Clinical Hospital No, 51*, 3 (8), 56-61 [in Ukrainian].
11. Boulton, A.J. (2004). The diabetic foot: from art to science. The 18th Camillo Golgi lecture. *Diabetologia*, 47 (8), 1343-1353.
12. De Vos, B., Vandueren, E., Dubois, E., Raynal, P., Verhelst, G. (2009). Do surgical distal bypasses still play a role in the treatment of critical limb ischemia? *Acta Chir. Belg*, 109 (4), 465-476.
13. Hinchliffe, R.J., Brownrigg, J.R., Apelqvist, J.E., Boyko, J., Fitridge, R., Mills, J.L., Reekers, J., ... Schaper, N.C. (2016). IWGDF guidance on the diagnosis, prognosis and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers in diabetes. *Diabetes/ Metabolism Research and Reviews*, 32 (1), 37-44.
14. Aboyans, V., Ricco, J.-B., Bartelink, M.-L., Björck, M., Brodmann, M., Cohnert, T., Collet, J.-P., ... Desormais, I. (2011). Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries: the Task Force on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Artery Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.*, 32 (22), 2851-2906.
15. Norgren, L., Hiatt, W. R., Dormandy, J. A., Nehler, M. R., Harris, K. A., Fowkes, F. G., & TASC II Working Group (2007). Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 33 (1), S1-75.
16. Schaper, N.C., Van Netten, J.J., Apelqvist, J., Lipsky, B.A., Bakker, K. (2016). Prevention and management of foot problems in diabetes: a Summary Guidance for Daily Practice 2015, based on the IWGDF Guidance Documents. *Diabetes Metab Res Rev*, 32, 7-14.
17. Rutherford, R.B., Baker, J.D., Ernst, C., Johnston, K.W., Porter, J.M., Ahn, S., Jones, D.N. (1997). Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J. Vasc. Surg.*, 26 (3), 517-538.
18. Schaper, N.C., Andros, G., Apelqvist, J., Shearman, C.P., Zierler, R.E., Hinchliffe, R.J. (2012). International Working Group on Diabetic foot/ Specific guidelines for the diagnosis and treatment of peripheral arterial disease in a patient with diabetes and ulceration of the foot. The international Working Group of the Diabetic Foot, 2011 (IWGDF). *Diabetes Metab. Res. Rev.*, 28 (1), 36-237.
19. Sundergaard, L.N., Christensen, A.B., Vinding, A.L., Kig, I.L., Larsen, P. (2015). Elevated costs and high one-year mortality in patients with diabetic foot ulcers after surgery. *Dan. Med. J.*, 62 (4), A5050.
20. Martmez-Mardones, F., Fernandez-Llimos, F., Benrimoj, S.I., Ahumada-Canale, A., Plaza-Plaza, J.C., Tonin, F.S., Garcia-Cardenas, V. (2019). Systematic review and meta-analysis of medication reviews conducted by pharmacists on cardiovascular diseases risk factors in ambulatory care. *J. Am. Heart Assoc*, 8 (22), e013627.
21. Huang, Z.P., Guo, Y., Liu, C. Q., Lin, Q., Zoub, D.-J., Zhou, W.-P. (2018). The effect of metabolic surgery on nonobese patients (BMI<30 kg/m²) with type 2 diabetes: a systematic review. *Surg. Obes. Relat. Dis.*, 14 (6), 810-820.

Отримано 02.05.2022

Електронна адреса для листування: futujma_jum@tdmu.edu.ua

YU. M. FUTUYMA, A. D. BEDENYUK, I. YA. KULBABA

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

ALGORITHM OF TACTICAL-SURGICAL APPROACH TO PERFORMANCE OF PERCUTANEOUS TRANSLUMINAL BALLOON ANGIOPLASTY ACCORDING TO THE DATA OF TRANSCUTANEOUS OXIMETRY IN PATIENTS WITH CRITICAL ISCHEMIA WITH DIABETIC FOOT SYNDROME

The aim of the work: to study the peculiarities of blood circulation in the periphery of the lower extremities according to the data of transcutaneous oximetry in patients with the neuroischemic form of the diabetic foot syndrome before and after the performance of balloon angioplasty, to develop an algorithm for its performance depending on the characteristics of purulent-necrotic complications.

Materials and Methods. The study was performed on 67 patients with type II diabetes, who, according to clinical data, ultrasound of the arteries of the lower extremities, indicators of the ankle-brachial index, computer tomography of the vessels of the lower extremities, as well as the method of transcutaneous oximetry, confirmed the neuroischemic form of the diabetic foot syndrome. The patients were divided into 3 groups: group 1 included 18 patients with dry gangrene of one or more fingers or the distal part of the foot; group 2 – 35 patients with wet gangrene, signs of purulent arthropathy of the toes, phlegmon of the foot, patients with non-healing stumps who had amputations in the anamnesis and with extensive chronic purulent-necrotic wounds on the feet and lower legs; Group 3 – comparison group consisted of 14 patients who were diagnosed with purulent-necrotic complications, which were observed in both groups 1 and 2, but they refused to undergo balloon angioplasty. Such patients, after performing surgical correction, were given conservative therapy according to the "Protocol for the provision of medical care to patients with diabetic foot syndrome".

Results and Discussion. The results of the research showed that all patients with critical ischemia of the lower extremities with diabetic foot syndrome with signs of dry or wet gangrene have a low TcpO₂ level, namely, less than 30 mmHg, which corresponds to decompensated tissue metabolism and is a direct indication of performance of any method of revascularization or even amputation. At the same time, the features of the differences in the restoration of blood circulation in the time interval in patients without purulent complications compared to those diagnosed with wet gangrene, which was accompanied by swelling of soft tissues or the presence of long non-healing purulent-necrotic wounds, were noted. Therefore, the question of phasing, namely – the priority of balloon angioplasty or still primary surgical treatment in this or that situation is of primary importance in the further achievement of positive results of a complex approach to the surgical treatment of this pathology.

Key words: diabetic foot syndrome; critical ischemia of the lower extremities; transcutaneous oximetry; percutaneous transluminal balloon angioplasty.