

DOI 10.11603/2414-4533.2024.4.15068  
УДК 616.137.9-004.6-007.271/.272:089.819.5

©С. Я. КОСТИВ  
kostivsj@tdmu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7963-5425>

©Н. І. ЦЮПРИК  
tsyupryk\_cnad@tdmu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3989-1563>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна

## Реваскуляризація інфраінгвінального артеріального русла в умовах стенотично-оклюзійного ураження з використанням ендovasкулярних та гібридних методів

**Мета роботи:** вивчити та оцінити результати ендovasкулярних та гібридних методів реваскуляризації у пацієнтів із захворюваннями периферійних артерій і супутнім цукровим діабетом (ЦД).

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз обстеження та хірургічного лікування 241 пацієнта зі стенотично-оклюзійним атеросклеротичним ураженням інфраінгвінального сегмента. Хворих поділили на 2 групи. Першу (I) склали 144 пацієнти (59,7 %) із атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента, другу (II) групу – 97 (40,2 %) осіб з атеросклерозом інфраінгвінального сегмента і супутнім ЦД 2 типу. За типами проведених оперативних втручань пацієнтів кожної групи поділили на дві підгрупи – ендovasкулярні (А) та гібридні (В). Серед хворих першої групи у ІА-підгрупу увійшло 98 (40,6 %) осіб, а в ІВ-підгрупу – 46 (19,0 %). Серед пацієнтів другої групи ІІА-підгрупу склали 63 (26,1 %) хворих, а ІІВ – 34 (14,1 %). Для достовірної оцінки результатів операцій із дослідження були виключені пацієнти тільки з відкритими методами реконструкції.

**Результати.** Як на доопераційному етапі, так і в усіх періодах після проведення оперативного втручання спостерігали тенденцію до меншого значення кісточно-плечового індексу (КПІ) відносно норми в обох підгрупах, однак стосовно початкових показників, то після реваскуляризації індекс зростав у обох підгрупах. У пацієнтів із тривалістю ЦД більше 10 років на доопераційному етапі значення КПІ перевищували норму, на противагу цьому показники КПІ в осіб із супутнім ЦД, що тривав менше 10 років, були нижче від норми. Проте у даної групи пацієнтів на усіх етапах післяопераційного періоду, незалежно від вибору методу оперативного лікування, показник КПІ зростав. При порівнянні показників рівня  $TspO_2$  у першій та другій групах встановлено, що рівні напруги кисню були нижчими у пацієнтів із ЦД порівняно з особами без супутнього ЦД як на початку, так і після оперативного втручання.

**Висновки.** Застосування сучасних методів реваскуляризації у пацієнтів із стенотично-оклюзійними ураженнями інфраінгвінального артеріального русла дозволяє суттєво покращити кровопостачання ішемізованих сегментів у нижній кінцівці, особливо при супутньому ЦД.

**Ключові слова:** атеросклероз; ендovasкулярна реваскуляризація; гібридна реваскуляризація; цукровий діабет.

**Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень та публікацій.** Стенотично-оклюзійні захворювання магістральних артерій нижніх кінцівок, як результат захворювань периферійних артерій, а саме, облітеруючого атеросклерозу, залишаються актуальною проблемою у сучасній судинній хірургії. Поширеність захворювань периферійних артерій становить від 3 до 10 % серед популяції, із зростанням до 15–20 % серед осіб старших вікових груп. Летальність від атеросклеротичного ураження судин посідає 3-є місце у структурі смертності від серцево-судинних захворювань, поступаючись ішемічній хворобі серця та інсульту [1, 8]. При цьому більшість пацієнтів має множинне ураження. У 60–80 % хворих із множинними і дистальними формами ураження розвивається хронічна загрозлива ішемія нижньої кінцівки, що в 10–20 % випадків призводить до ампутацій кінцівки.

За захворювання периферійних артерій перебігають значно агресивніше при супутньому цукровому діабеті (ЦД). Кінцеві стадії хронічної артеріальної ішемії у хворих на ЦД розвиваються на 10–15 років раніше, ніж у хворих на облітеруючий атеросклероз без діабету, перебігають швидше та мають більш злоякісний перебіг [2, 9]. Специфічними морфологічними проявами ураження артерій інфраінгвінального сегмента у хворих на ЦД є медіакальциноз Менкеберга та дифузний фіброз інтими, що суттєво обмежує можливості застосування традиційних артеріальних реконструкцій нижче колінного суглоба [3].

**Мета роботи:** вивчити та оцінити результати ендovasкулярних та гібридних методів реваскуляризації у пацієнтів із захворюваннями периферійних артерій і супутнім цукровим діабетом.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз обстеження та хірургічного лікування 241 пацієн-

та зі стенотично-оклюзійним атеросклеротичним ураженням інфраінгвінального сегмента, які перебували на стаціонарному лікуванні у відділенні судинної хірургії КНП «Тернопільська обласна клінічна лікарня» ТОР упродовж 2021–2024 рр.

Пацієнтів, яких включили в дослідження, поділили на 2 групи. Так, у першу (I) увійшли 144 (59,7 %) хворих із атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента, другу (II) – 97 (40,2 %) пацієнтів з атеросклеротичним стентивно-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента із супутнім ЦД 2 типу.

За типами проведених оперативних втручань (ендоваскулярні та гібридні) хворих із кожної групи поділили на дві підгрупи: А та В. Так, серед пацієнтів першої групи ІА-підгрупу (ендоваскулярні реконструктивні втручання) склали 98 (40,6 %) хворих, а ІВ-підгрупу (гібридні реконструктивні втручання) – 46 (19,0 %) пацієнтів. Серед хворих другої групи у ІІА-підгрупу увійшли 63 (26,1 %) пацієнти, а в ІІВ – 34 (14,1 %) хворих. Для достовірної оцінки результатів операцій із дослідження виключили пацієнтів тільки з відкритими методами реконструкції.

Під час виконання ендovasкулярних та гібридних втручань дотримувались ангіосомної концепції. Залежно від локалізації трофічних порушень планували шляхи ревазуляризації відповідно до ангіосомних карт стопи та гомілки.

Обстеження пацієнтів проводили із використанням ультразвукової доплерографії артеріального русла нижніх кінцівок у стандартних точках лінійним датчиком 5,6–10,3 МГц або конвексним датчиком 3,3–5,6 МГц на апаратах Siemens Acuson S2000 і SonoScape S8 exp та комп'ютерної томографії з ангіопідсиленням на апараті PHILIPS Brilliance 64 System.

Пацієнтам обох груп у доопераційному періоді на інтраопераційному етапі та в ранньому і пізньому післяопераційних періодах проводили визначення кісточно-плечового індексу (КПІ) та транскутанної оксиметрії ( $T_{sp}O_2$ ) за допомогою апарату TCM 4 series (Radiometer/Copenhagen, Данія). Результати показників вказаних обстежень підтверджують ефективність проведених методів ревазуляризації. Переваги методу  $T_{sp}O_2$ , порівняно з вимірюванням КПІ і сегментарного тиску, полягають у вищій інформативності для стратифікації ризику ампутації, прогнозі загоєння виразового дефекту і незалежності від тяжкості ураження периферійних артерій. Оцінку дистальної перфузії за допомогою  $T_{sp}O_2$  рекомендують для використання у пацієнтів із захворюваннями периферійних артерій та ЦД.

**Результати.** Усі пацієнти, яких включили у дослідження, вимагали проведення реконструктивного втручання з метою відновлення кровотоку на рівні інфраінгвінального артеріального русла. Середній вік хворих складав ( $64 \pm 11,3$ ) року. Пацієнтів чоловічої статі серед обох груп було 241 (78,0 %), а жіночої – 53 (22,0 %).

Ступінь ураження артеріального русла та вибір показань до проведення певного типу реконструктивного втручання ґрунтувався на даних ультразвукового дуплексного ангіосканування та результатах контрастної комп'ютерної томографії в ангіорежимі аорто-клубового та інфраінгвінального сегментів (табл. 1).

Серед осіб із ІА-підгрупи, котрі перенесли ендovasкулярну ревазуляризацію артеріального русла, 38,8 % пацієнтів мали ураження стегнової артерії протяжністю менше 10 см. 61,2 % від усіх хворих із ІА-підгрупи підлягали ендovasкулярному реконструктивному втручання, оскільки в них, за даними інструментальних методів дослідження, мав місце тип В ураження стегнового сегмен-

**Таблиця 1.** Тип стенотично-оклюзійного ураження стегнового сегмента у підгрупах пацієнтів із першої та другої груп

Тип стенотично-оклюзивного ураження на рівні стегнового сегмента	ІА-підгрупа		ІВ-підгрупа		ІІА-підгрупа		ІІВ-підгрупа	
	п	%	п	%	п	%	п	%
Тип А – єдина оклюзія або критичний стеноз протяжністю <10 см	38	38,8	0	0	27	42,9	0	0
Тип В – множинні (2–6) ураження, кожне з яких <5 см	62	61,2	0	0	36	57,1	0	0
Тип С – множинне ураження протяжністю >15 см, без або з кальцинозом	0	0	29	63,0	0	0	23	67,6
Тип D – хронічна тотальна оклюзія протяжністю до 20 см	0	0	17	37,0	0	0	11	32,4

та, а саме, множинне ураження артерії, кожне з яких було протяжністю менше 5 см. Щодо хворих із ІВ-підгрупи, котрі перенесли гібридні методи оперативного лікування, тип С – множинне ураження протяжністю більше 15 см, без або з кальцинозом стегнової артерії мали 63,0 % із 46 пацієнтів. 37,0 % із цієї підгрупи становили хворі, в яких при дослідженні артеріального русла нижніх кінцівок виявили хронічну тотальну оклюзію стегнового сегмента довжиною не більше 20 см.

Пацієнти із другої групи, які становили 64,9 %, перенесли ендоваскулярні методи хірургічного лікування. Серед хворих із ІІА-підгрупи 42,9 % осіб мали тип А ураження стегнового сегмента – єдину оклюзію або критичний стеноз протяжністю менше 10 см, а 57,1 % із ІІА-підгрупи – тип В (множинні (2–6) ураження, кожне з яких становило менше 5 см). Враховуючи, що 34 пацієнти з ІІВ-підгрупи мали тип С (67,6 % осіб) – множинне ураження протяжністю більше 15 см, без або з кальцинозом стегнової артерії (СА) і тип D (32,4 % пацієнтів) – хронічну тотальну оклюзію стегнового сегмента протяжністю до 20 см, вони підлягали гібридним втручанням на артеріях нижніх кінцівок (табл. 1).

Показаннями до проведення ендоваскулярних методів ревааскуляризації інфраінгвінального артеріального русла був поширений багаторівневий стенотично-оклюзійний атеросклеротичний процес на рівні тібіоперинеального стовбура та гомілкових артерій (ГА) за відсутності поширеного стенотично-оклюзивного процесу на рівні СА і в умовах відсутності гемодинамічно значимого ураження аорто-клубового сегмента (пацієнти з ІА та ІІА-підгруп) (табл. 2).

У ІА-підгрупі, куди ввійшли пацієнти зі стенотично-оклюзійним захворюванням артерій нижніх кінцівок без ЦД і яким виконували ендоваску-

лярні методи лікування, серед 98 осіб 9,2 % було проведено балонну ангіопластику (БАП) СА та однієї ГА, 19,4 % пацієнтів перенесли БАП стегнової та 2-х ГА, а 32,6 % виконано БАП стегнової та 3-х ГА. Загалом, 7-м пацієнтам виконано аналогічний вид втручання із додатковим стентуванням ГА. Едоваскулярну ревааскуляризацію провели у 7,1 % хворих лише на СА із її стентуванням. БАП стегнової та ГА зі стентуванням стегнової виконано у 21,4 % пацієнтів із даної групи.

63 пацієнти із ІІА-підгрупи з атеросклеротичним ураженням артерій нижніх кінцівок та ЦД були кандидатами на ендоваскулярні втручання різних уражених сегментів артеріального русла (табл. 2).

Серед них 11,1 % хворих потребували БАП стегнової та однієї ГА, 14,3 % – перенесли даний вид втручання, проте з ангіопластиком 2-х артерій відтоку та 20,6 % – із БАП 3-х артерій на гомілці. Ревааскуляризацію 2-х артеріальних сегментів – БАП стегнової та ГА зі стентуванням провели 25-м пацієнтам, при цьому 6-м із них виконали стентування однієї ГА, 9-м – 2-х та 10-м – 3-х ГА. 6,4 % хворих перенесли операцію лише на СА – БАП та стентування. БАП та стентування СА із БАП ГА виконано 5-м пацієнтам, які обтяжені ЦД.

Показанням до проведення гібридних методів ревааскуляризації інфраінгвінального артеріального русла був поширений багаторівневий стенотично-оклюзійний атеросклеротичний процес на рівні тібіоперинеального стовбура та ГА в умовах поширеного стенотично-оклюзійного процесу на рівні СА за відсутності гемодинамічно значимого ураження аорто-клубового сегмента (пацієнти із ІВ та ІІВ-підгруп) (табл. 3).

Гібридну ревааскуляризацію стегно-дистального артеріального русла в умовах стенотично-оклюзійного ураження виконали 46-м пацієнтам із

Таблиця 2. Типи ендоваскулярних оперативних втручань у хворих із ІА та ІІА-підгруп

Вид оперативного втручання	ІА-підгрупа		ІІА-підгрупа	
	n=98	%	n=63	%
БАП СА, БАП однієї ГА	32	32,6	13	20,6
БАП СА, БАП 2-х ГА	19	19,4	7	11,1
БАП СА, БАП 3-х ГА	9	9,2	9	14,3
БАП СА, БАП однієї ГА зі стентуванням однієї ГА	4	4,1	10	15,9
БАП СА, БАП 2-х ГА зі стентуванням однієї ГА	3	3,1	9	14,3
БАП СА, БАП 3-х ГА зі стентуванням однієї ГА	3	3,1	6	9,5
БАП СА зі стентуванням СА	7	7,1	4	6,4
БАП СА зі стентуванням СА, БАП однієї ГА	21	21,4	5	7,9
Усього	98	100	63	100

Таблиця 3. Типи гібридних оперативних втручань у хворих із ІВ та ІВ-підгрупи

Вид оперативного втручання	ІВ-підгрупа		ІВ-підгрупа	
	n=46	%	n=34	%
СПШ, БАП однієї ГА	4	8,7	3	8,8
СПШ, БАП 2-х ГА	11	23,9	6	17,7
СПШ, БАП 3-х ГА	9	19,6	8	23,5
СПШ, БАП однієї ГА зі стентуванням однієї ГА	7	15,2	6	17,7
СПШ, БАП 2-х ГА зі стентуванням однієї ГА	9	19,6	8	23,5
СПШ, БАП 3-х ГА зі стентуванням однієї ГА	6	13,0	3	8,8
Усього	46	100	34	100

ІВ-підгрупи. Серед них лише 8,7 % хворим провели стегно-підколінне шунтування (СПШ) сегмента разом із БАП однієї ГА. 23,9 % пацієнтів підлягали під СПШ та БАП 2-х ГА, а 19,6 % виконано те ж втручання, але із балонною пластикою 3-х ГА. СПШ із БАП ГА та одночасним їх стентуванням проведено 15,2 % пацієнтам із БАП однієї ГА, 19,6 % – із БАП 2-х ГА та 13,0 % – із БАП 3-х уражених ГА.

У таблиці 3 наведено розподіл анатомічних ділянок та кількість пацієнтів із супутнім ЦД, які підлягали гібридному оперативному лікуванню. Всього було проведено 34 таких операції. У 50 % пацієнтів даної групи кровотік відновлювали шляхом СПШ та дилатації ГА ендovasкулярним методом. 8,8 % із них провели БАП однієї ГА, 17,7 % – БАП 2-х та 23,5 % – 3-х ГА.

У 17,7 % хворих атеросклеротичне ураження СА та підколінної артерії ліквідували їх шунтуванням із БАП та стентуванням однієї ГА, те ж втручання виконано 23,5 % пацієнтам із БАП та стентуванням 2-х гомілкових, та 8,8 % хворим – СПШ, БАП та стентування 3-х ГА.

Визначення КПІ є рутинним обстеженням, що дозволяє встановити не лише наявність стенотично-оклюзійних змін в артеріальному руслі, а й корелює зі ступенем артеріальної ішемії. Рівень КПІ визначали в пацієнтів обох груп у доопераційному періоді, на інтраопераційному етапі,

пі, в ранньому та пізньому післяопераційних періодах (табл. 4).

Як на доопераційному етапі, так і в усіх періодах після проведення оперативного втручання спостерігали тенденцію до меншого значення КПІ відносно норми в обох підгрупах, що підтверджує ішемічне ураження артерій нижніх кінцівок за даним методом, проте відносно початкових показників, після ревазуляризації індекс зростав у обох підгрупах. Значення КПІ є ближчими до норми після операції в пацієнтів, у яких відновлювали кровотік за методом гібридних втручань, і вони зростали, порівняно з початковим показником в обох підгрупах, що свідчить про ефективність оперативного лікування. В осіб із ІА-підгрупи рівень КПІ збільшився на 8,5 % у ранньому та на 14,5 % в пізньому післяопераційному періодах. У пацієнтів із ІВ-підгрупи дані показники зросли на 10,9 та 19,8 % відповідно.

У таблиці 5 наведено дані результатів вимірювання КПІ у пацієнтів із супутнім ЦД та залежність між значеннями показників і тривалістю діабету.

У пацієнтів із тривалістю діабету більше 10 років на доопераційному етапі значення КПІ перевищували норму, що свідчить про жорсткість артерій, уражених діабетом, на противагу цьому показники КПІ у хворих на супутній ЦД, що тривав менше 10 років, були нижче від норми. Проте у

Таблиця 4. Рівень кісточно-плечового індексу в ІА та ІВ-підгрупах

Показник	ІА-підгрупа	ІВ-підгрупа
Норма	1,0±0,2	1,0±0,2
До операції	0,65±0,03	0,65±0,03
Інтраопераційний період	0,69±0,05	0,69±0,5
Ранній післяопераційний період	0,71±0,03*	0,73±0,02*
Пізній післяопераційний період	0,76±0,02*	0,81±0,03*

Примітка. \* – достовірна різниця між показниками до операції та іншими періодами спостереження,  $p \leq 0,05$ .

Таблиця 5. Рівень кісточно-плечового індексу в пацієнтів із ІА та ІВ-підгруп

Показник	ІА-підгрупа		ІВ-підгрупа	
	тривалість діабету менше 10 років	тривалість діабету більше 10 років	тривалість діабету менше 10 років	тривалість діабету більше 10 років
Норма	1,0±0,2	1,0±0,2	1,0±0,2	1,0±0,2
До операції	0,65±0,03	1,41±0,08	0,65±0,03	1,41±0,08
Інтраопераційний період	0,66±0,04	1,39±0,09	0,68±0,03	1,40±0,04
Ранній післяопераційний період	0,69±0,02*	1,42±0,01	0,73±0,01*	1,40±0,03
Пізній післяопераційний період	0,73±0,01*	1,41±0,02	0,77±0,02*	1,39±0,11

Примітка. \* – достовірна різниця між показниками до операції та іншими періодами спостереження,  $p \leq 0,05$ .

даної групи пацієнтів на усіх етапах післяопераційного періоду, незалежно від вибору методу оперативного лікування, показник КПП зростає. Найбільш наближеного значення до норми він досягнув у пізньому післяопераційному періоді й становив 0,73 ( $p \leq 0,05$ ) проти 0,65 ( $p \leq 0,05$ ) у доопераційному періоді в осіб, котрим виконували ендovasкулярну реваскуляризацію, та 0,77 ( $p \leq 0,05$ ) проти 0,65 ( $p \leq 0,05$ ) у хворих із відновленням кровотоку, поєднаним методом шунтування та ендovasкулярного втручання. Зменшення показників КПП у пацієнтів, котрі хворіли на діабет більше 10 років та перенесли ендovasкулярну реваскуляризацію, спостерігаємо на інтраопераційному етапі – 1,39 ( $p \leq 0,05$ ) проти 1,41 ( $p \leq 0,05$ ) до операції, на наступних етапах бачимо, що КПП повернувся до свого початкового значення – 1,41 ( $p \leq 0,05$ ). Деяко кращі результати відмічаємо у даної групи пацієнтів, котрих оперовано за гібридними методами. В даному випадку співвідношення систолічних тисків на рівні стопи до рівня плеча поступово зменшувалось і на пізньому етапі після проведеного втручання становило 1,39 ( $p \leq 0,05$ ), що на 1,4 % менше, ніж до операції.

Визначення рівня  $TcPO_2$  проводили в усіх підгрупах пацієнтів з обох груп зі стенотично-оклюзійним ураженням стегно-дистального артеріального

русла в доопераційному періоді, на інтраопераційному етапі в ранньому та пізньому післяопераційних періодах (табл. 6).

При оцінці значень  $TcPO_2$  встановлено, що до операції показники напруги кисню в обох групах суттєво не відрізнялись, проте можемо відзначити, що на усіх етапах післяопераційного лікування параметри  $TcPO_2$  були вищими у пацієнтів, яким виконували гібридні методи реваскуляризації.

Так, в інтраопераційному періоді рівень тканинної оксигенації у пацієнтів із ІВ-підгрупи на 6,1 % перевищував значення в ІА-підгрупі. Різниця перфузії у ранньому післяопераційному періоді становила 5,0 % на користь групи, де застосовували гібридні втручання. На пізньому післяопераційному етапі рівні  $TcPO_2$  зростали в обох групах, але все ж у ІВ-підгрупі вони перевищували значення ІА-підгрупи на 3,3 %.

На інтраопераційному етапі у другій групі рівень  $TcPO_2$  в обох підгрупах знаходився нижче від норми, проте зріс порівняно з його значенням на доопераційному етапі. В ІА-підгрупі  $TcPO_2$  збільшився на 5,4 %, у ІВ – на 7,8 %. З кожними наступними годинами післяопераційного періоду рівень транскутанного напруження кисню зростає в обох підгрупах як відносно значень до операції, так і кожного попереднього періоду. Так,  $TcPO_2$  на

Таблиця 6. Рівень  $TcPO_2$

Показник	ІА-підгрупа, мм рт. ст.	ІВ-підгрупа, мм рт. ст.	ІА-підгрупа, мм рт. ст.	ІВ-підгрупа, мм рт. ст.
Норма	55,7±11,2	55,7±11,2	55,7±11,2	55,7±11,2
До операції	37,8±1,3	37,5±1,6	35,1±1,4	35,3±1,2
Інтраопераційний період	41,2±2,7*	43,9±3,4*	37,1±1,6*	38,3±1,1*
Ранній післяопераційний період	41,9±2,5*	44,1±3,1*	39,2±1,5*	40,3±1,5*
Пізній післяопераційний період	43,4±2,9*	44,9±2,8*	42,2±1,7*	43,3±1,4*

Примітка. \* – достовірна різниця між показниками до операції та іншими періодами спостереження,  $p \leq 0,05$ .

ранньому післяопераційному етапі у ІА-підгрупі збільшився на 10,5 %, порівняно з показником до оперативного лікування, та на 5,4 % відносно рівня під час операції. У ІВ-підгрупі ці показники становили 12,4 та 5,0 % відповідно. Пізній післяопераційний етап відзначався ще більшим наближенням  $TcPO_2$  до норми в обох групах та становив 75,8 % від норми у групі пацієнтів, котрі перенесли ендovasкулярні методи лікування, та 77,7 % від норми у хворих, котрим виконували гібридну реvascularизацію.

При порівнянні показників із першої та другої груп встановлено, що рівні напруги кисню були нижчими у пацієнтів із ЦД, ніж в осіб без супутнього ЦД як на початку, так і після оперативного втручання.

**Обговорення.** Згідно зі статистичними даними, на критичну ішемію нижніх кінцівок, що загрожує життю, хворіють 500–1000 осіб із 1 млн населення, у країнах Скандинавії – 800 жителів з 1 млн, 25 % із цих пацієнтів виконують високу ампутацію нижніх кінцівок [4, 11]. За даними епідеміологічних досліджень, частка хворих із різними формами хронічної ішемії нижніх кінцівок зростає до 30 % серед населення понад 50 років при наявності певних факторів ризику, а саме: гіперліпідемії, тютюнокуріння, артеріальної гіпертензії, ЦД. Реваскуляризація нижніх кінцівок за допомогою ендovasкулярних, відкритих хірургічних і комбінованих або гібридних методів є ключовим елементом лікування хворих на критичну ішемію [5, 10].

Для вибору методу хірургічного лікування багато досліджень спираються на рекомендації TASC II, які виокремлюють анатомічні типи оклюзійних уражень артерій на нижніх кінцівках. Залежно від довжини і складності уражень артерій

нижніх кінцівок, було виокремлено 4 типи уражень: А, В, С і D як в аорто-клубовому сегменті, так і в інфраінгвінальному [6, 12].

Для визначення хронічної ішемії кінцівок, виявлення життєздатних тканин використовують  $TcPO_2$  [7, 13]. Її значення залежить від стадії хронічної ішемії за класифікацією за Фонтейном, рівня стенозу чи оклюзії, гемодинамічної компенсації прохідності литкових артерій.

Також оцінюють КПП – метод, що дозволяє підтвердити чи спростувати наявність ураження артерій, а також і приблизно визначити рівень артеріального ураження. Зв'язок між КПП та захворюваністю/смертністю від серцево-судинних хвороб різна у пацієнтів із діабетом і без нього [14].

Актуальною залишається необхідність розробки та впровадження нових ефективних методів хірургічного лікування багаторівневого стенотично-оклюзійного ураження периферійних артерій у хворих з критичною ішемією нижніх кінцівок (КІНК) та супутнім ЦД.

**Висновки.** Застосування сучасних методів реvascularизації у пацієнтів із стенотично-оклюзійними ураженнями інфраінгвінального артеріального русла дозволяє суттєво покращити кровопостачання в ішемізованих сегментах нижньої кінцівки, особливо при супутньому ЦД.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Власні кошти авторів.

**Внесок авторів.** Костів С. Я. – мета, концепція, дизайн роботи. Цюприк Н. І. – збір клінічного матеріалу, написання тексту, обробка матеріалу, підготовка до друку, висновки.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Major adverse limb events and mortality in patients with peripheral artery disease / S. S. Anand, F. Caron, J. W. Eikelboom [et al.] // The COMPASS Trial. *J Am Coll Cardiol.* – 2018. – Vol. 71 (20). – P. 2306–2315. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.008, 369.
2. Predictors of delayed wound healing after successful isolated below-the-knee endovascular intervention in patients with ischemic foot ulcers / S. K. Das, Y. F. Yuan, M. Q. Li // *JVascSurg.* – 2018. – Vol. 67 (4). – P. 1181–1190. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.08.077.
3. Arteriographic findings in diabetic and nondiabetic patients with critical limb ischemia / V. dos Santos, C. Alves, C. Fidelis [et al.] // *Rev. Assoc. Med. Bras.* – 2013. – Vol. 59 (6). – P. 557–562.
4. AHA/ACC Lower Extremity PAD Guideline / M. D. Gerhard-Herman, H. L. Gornik, C. Barrett [et al.] // *Executive Summary.* – 2016. – P. 25.
5. Bypass surgery for chronic lower limb ischaemia / G. A. Antoniou, G. S. Georgiadis, S. A. Antoniou [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2017. – Vol. 4.
6. An update on methods for revascularization and expansion of the TASC lesion classification to include below-the-knee arteries: a supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) / M. R. Jaff, C. J. White, S. A. Antoniou [et al.] // *Vascular Medicine.* – 2015. – Vol. 20 (5). – P. 465–478.
7. What is currently the role of  $TcPO_2$  in the choice of the amputation level of lower limbs? A comprehensive review / J. Catella, A. Long, L. Mazzolai // *Journal of Clinical Medicine.* – 2021. – Vol. 10 (7). – P. 1413.
8. Multidisciplinary approach to the diagnosis and management of patients with peripheral arterial disease / C. M. Walker, F. T. Bunch, N. G. Cavros, E. J. Dippel // *Clin Interv Aging.* – 2015. – Vol. 10 (10). – P. 1147–1153. DOI: 10.2147/CIA.S79355.
9. Diabetes and vascular disease in different arterial territories / B. Shah, C. B. Rockman, Yu. Guo [et al.] // *Diabet Care.* – 2014. – Vol. 37 (6). – P. 1636–1642. DOI: 10.2337/dc13-2432.
10. Below-knee endovascular interventions have better outcomes compared to open bypass for patients with critical limb ischemia /

C. W. Hicks, A. Najafian, A. Farber [et al.] // *Vascular Medicine*. – 2017. – Vol. 22 (1). – P. 28–34.

11. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for endovascular treatment of chronic lower extremity peripheral artery disease / M. C. Stoner, K. D. Calligaro, R. A. Chaer [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2016. – Vol. 64 (1). – P. e1–e21.

12. «One-stop hybrid procedure» in the treatment of vascular injury of lower extremity / H. Tan, L. Y. Zhang, Q. S. Guo [et al.] // *Indian Journal of Surgery*. – 2015. – Vol. 77 (1). – P. 75–78.

13. Determination of transcutaneous oxygen tension for evaluating the degree of ischemia in patients with diabetic foot syndrome / I. Ya. Dzubanovskiy, R. Ya. Antoschuk, R. Y. Kurach [et al.] // *Journal of Education, Health and Sport*. – 2020. – Vol. 10 (8). – P. 542–548.

14. Outcome for Endovascular and Open Procedures in Infrapopliteal Lesions for Critical Limb Ischemia: Registry Based Single Center Study / F. Gentile, G. Lundberg, R. Hultgren // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2016. – Vol. 52 (5). – P. 643–649.

## REFERENCES

1. Anand SS, Caron F, Eikelboom JW, Bosch J, Dyal L, Aboyans V, et al. Major adverse limb events and mortality in patients with peripheral artery disease: the COMPASS trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018; 2306-2315.

2. Das SK, Yuan YF, Li MQ. Predictors of delayed wound healing after successful isolated below-the-knee endovascular intervention in patients with ischemic foot ulcers. *Journal of Vascular Surgery*. 2018; 1181-1190.

3. Santos VP, Alves CA, Fidelis C, & Araújo Filho, JS. Arteriographic findings in diabetic and nondiabetic patients with critical limb ischemia. *Revista da Associação Médica Brasileira (English Edition)*. 2013; 557-562.

4. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR., et al. AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2017; 686-725.

5. Antoniou GA, Georgiadis GS, Antoniou SA, et al. Bypass surgery for chronic lower limb ischaemia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017; 4.

6. TASC Steering Committee, Jaff MR, White CJ, et al. An update on methods for revascularization and expansion of the TASC lesion classification to include below-the-knee arteries: a supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Journal of Endovascular Therapy*. 2015; 663-677.

7. Catella J, Long A, Mazzolai L. What is currently the role of TcPO<sub>2</sub> in the choice of the amputation level of lower limbs? A

comprehensive review. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 1413.

8. Walker CM, Bunch FT, Cavros NG, Dippel EJ. Multidisciplinary approach to the diagnosis and management of patients with peripheral arterial disease. *Clinical interventions in aging*. 2015; 1147-1153.

9. Shah B, Rockman CB, Guo Y, Chesner J, Schwartzbard AZ, Weintraub HS, Adelman MA, Riles TS, Berger JS. Diabetes and vascular disease in different arterial territories. *Diabetes care*. 2014; 1636-1642.

10. Hicks CW, Najafian A, Farber A, et al. Below-knee endovascular interventions have better outcomes compared to open bypass for patients with critical limb ischemia. *Vascular Medicine*. 2017; 28-34.

11. Stoner MC, Calligaro KD, Chaer Stoner RA, et al. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for endovascular treatment of chronic lower extremity peripheral artery disease. *Journal of vascular surgery*. 2016; e1-e21.

12. Tan H, Zhang LY, Guo QS, et al. “One-Stop Hybrid Procedure” in the Treatment of Vascular Injury of Lower Extremity. *Indian Journal of Surgery*. 2015; 75-78.

13. Dzubanovskiy IY, Antoschuk RY, Kurach SS, Tanovetskiy VA. Determination of transcutaneous oxygen tension for evaluating the degree of ischemia in patients with diabetic foot syndrome. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020; 542-548.

14. Gentile F, Lundberg G, Hultgren R. Outcome for endovascular and open procedures in infrapopliteal lesions for critical limb ischemia: registry based single center study. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2016; 643-649.

Отримано 11.11.2024

Електронна адреса для листування: tsuupryk\_cnad@tdmu.edu.ua

S. YA. KOSTIV, N. I. TSIUPRYK

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

## REVASCULARIZATION OF THE INFRAINGUINAL ARTERIAL BED IN CONDITIONS OF STENOTIC-OCCLUSIVE LESION USING ENDOVASCULAR AND HYBRID METHODS

**The aim of the work:** to study and evaluate the results of endovascular and hybrid methods of revascularization in patients with peripheral artery disease with concomitant diabetes.

**Materials and Methods.** An analysis of the examination and surgical treatment of 241 patients with stenotic-occlusive atherosclerotic

## ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

lesions of the infrainguinal segment was carried out. Patients were divided into 2 groups. The first group included 144 patients (59.7 %) with atherosclerotic stenotic-occlusive process of the infrainguinal segment, the second group – 97 (40.2 %) patients with atherosclerosis of the infrainguinal segment with concomitant type 2 diabetes. According to the types of surgical interventions performed, the patients of each group were divided into two subgroups – endovascular (A) and hybrid (B). Among the patients of the I group, 98 (40.6 %) patients were included in the IA subgroup, and 46 (19.0 %) patients were in the IB subgroup. Among patients of the II group, the IIA subgroup included 63 (26.1 %) patients, and 34 (14.1 %) patients of the IIB. For a reliable assessment of the results of operations, only patients with open methods of reconstruction were excluded from the study.

**Results.** Both in the preoperative stage and in all periods after the surgical intervention, a tendency to a lower ankle-brachial index (ABI) value relative to the norm was observed in both subgroups, but relative to baseline indicators, after revascularization, the index increased in both subgroups. In patients with a duration of diabetes of more than 10 years at the preoperative stage, the ABI values exceeded the norm, in contrast, the indicators of the ABI in patients with concomitant diabetes, the duration of which was less than 10 years, were below the norm. However, in this group of patients, at all stages of the postoperative period, regardless of the choice of operative treatment method, the ABI index increased. When comparing  $TcpO_2$  levels of groups I and II, it was found that oxygen tension levels were lower in patients with diabetes, compared to people without concomitant diabetes, both at baseline and after surgery.

**Conclusions.** The use of modern methods of revascularization in patients with stenotic-occlusive lesions of the infrainguinal arterial bed allows to significantly improve the blood supply of the ischemic segments of the lower limb, especially with concomitant diabetes.

**Key words:** atherosclerosis; endovascular revascularization; hybrid revascularization; diabetes.