

©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>

©О. І. КОСТИВ

kostivolga@tdmu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5421-9532>

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

## Оцінка рівня кислотно-основного стану в умовах хронічної артеріальної ішемії при проведенні реконструктивних операційних втручань

**Мета роботи:** вивчити показники кислотно-основного стану (КОС) у пацієнтів із стенотично-оклюзійним атеросклеротичним процесом інфраінгвінального русла із супутнім цукровим діабетом (ЦД) та без в умовах проведення реконструктивних втручань.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз обстеження та хірургічного лікування 241 пацієнта. Хворих поділили на 2 групи. У першу (I) увійшли 144 (59,7 %) пацієнти з атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента, в другу (II) – 97 (40,2 %) з атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента із супутнім ЦД 2 типу. За типами проведених операційних втручань (ендоваскулярні та гібридні) хворих із кожної групи поділили на дві підгрупи: А та В. У ІА-підгрупу увійшло 98 (40,6 %) осіб із атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента, яким виконано ендovasкулярну реvascularизацію, в ІВ-підгрупу – 46 (19,0 %) пацієнтів, які перенесли гібридні методи втручання. ІІА-підгрупу склали 63 (26,1%) хворих на атеросклероз інфраінгвінального сегмента і супутній ЦД 2, яким проведено ендovasкулярні операції, ІІВ – 34 (14,1 %) хворим виконано гібридні втручання.

**Результати.** Визначення показників КОС проводили на декількох етапах дослідження. У пацієнтів із ІА-підгрупи до операції та в інтраопераційному періоді спостерігалось зниження рівня водневого показника (рН) на 0,4 та 1,1 % відповідно. рН-фактор у ІВ-підгрупі знаходився нижче від норми (1,1%) на доопераційному етапі та на 1,9 % в інтраопераційному періоді. Вміст бікарбонатів ( $\text{HCO}_3^-$ ), базової надлишковості ( $\text{BE}^-$ ) та  $\text{Cl}^-$  був знижений, а лактату – підвищений до лікування. Концентрація йонів водню в осіб із ІІА-підгрупи знаходилась нижче від меж норми на 2,7 % до проведення операції, на що впливало зменшення показників парціального тиску кисню ( $\text{pO}_2$ ),  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BE}^-$  та підвищення рівнів парціального тиску вуглекислого газу ( $\text{pCO}_2$ ), лактату, кетонів тіл. Вміст кетонів тіл у пацієнтів із ІІА-підгрупи до реvascularизації перевищував норму на 33,3 %. Рівень рН в осіб із ІІВ-підгрупи до операційного втручання становив 7,04, і перевищував норму на 4,2 %. Після корекції даних порушень на інтраопераційному етапі, у ранньому та пізньому післяопераційних періодах показник рН був у межах норми. Зсув метаболічних показників  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BE}^-$  відбувався у бік зниження, а рівні  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , лактату, кетонів тіл – підвищувались.

**Висновки.** В умовах хронічної артеріальної ішемії нижніх кінцівок відбуваються порушення КОС, найважливішими з яких є метаболічний ацидоз, гіперкаліємія та зміни у рівні  $\text{pCO}_2$ . Відновлення кровотоку є важливим етапом для нормалізації КОС та покращення метаболізму в тканинах.

**Ключові слова:** кислотно-основний стан; атеросклероз; цукровий діабет; хронічна артеріальна ішемія.

**Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень та публікацій.** Оцінка рівня мікроциркуляції та кислотно-основного стану (КОС) є важливим аспектом вивчення функціональних порушень у пацієнтів із хронічною артеріальною ішемією. Ці параметри мають значний вплив на прогноз та ефективність лікування, особливо в умовах проведення реконструктивних операційних втручань, спрямованих на відновлення кровопостачання кінцівок чи інших органів. Зміни в КОС можуть вказувати на наявність метаболічних порушень та мати вагомий вплив на загальний стан пацієнта, особливо після хірургічних втру-

чань [1, 8]. Метаболічний ацидоз при хронічній критичній ішемії нижніх кінцівок (ХКІНК) часто вказує на тяжкість ішемії та порушення кровообігу в кінцівках. Важлива характеристика ацидозу – це не тільки зміна рН, а й підвищення рівня лактату, що свідчить про анаеробний метаболізм [2, 10]. Пацієнти з вираженим ацидозом мають високий ризик розвитку ускладнень, таких, як інфекційні процеси, ниркова недостатність чи навіть ампутація кінцівки через прогресуючі ішемічно-трофічні порушення [3, 11]. Відновлення кровообігу в кінцівках за допомогою хірургічних втручань або ангіопластики може значно покращити кисневий об-

мін у тканинах і зменшити рівень ацидозу. Це дозволяє відновити нормальний метаболізм в уражених тканинах [4, 9].

Дослідження цих показників у контексті хронічної артеріальної ішемії дозволяє не лише оцінити тяжкість порушень кровопостачання, а й прогнозувати можливі ускладнення, що можуть виникнути в процесі та після операцій. Вивчення цих аспектів має суттєве значення для вибору оптимальної тактики лікування, покращення результатів операцій та підвищення якості життя пацієнтів.

**Мета роботи:** вивчити показники кислотно-основного стану (КОС) у пацієнтів із стенотично-оклюзійним атеросклеротичним процесом інфраінгвінального русла з супутнім цукровим діабетом (ЦД) та без в умовах проведення реконструктивних втручань.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз обстеження та хірургічного лікування 241 пацієнта 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 поділили на 2 групи. У першу (I) увійшли 144 (59,7 %) хворих із атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента, другу (II) – 97 (40,2 %) пацієнтів з атеросклеротичним стенотично-оклюзійним процесом інфраінгвінального сегмента із супутнім ЦД 2 типу. За типами проведених операційних втручань (ендоваскулярні та гібридні) хворих з кожної групи поділили на дві підгрупи: А та В. Так, ІА-підгрупу (ендоваскулярні реконструктивні втручання) склали 98 (40,6 %) осіб, а ІВ-підгрупу (гібридні реконструктивні втручання) – 46 (19,0 %) пацієнтів. Серед хворих із другої групи у ІІА-підгрупу увійшли 63 (26,1 %) пацієнти, а в ІІВ – 34 (14,1 %) хворих. Газовий склад крові визначали на аналізаторі газів крові EasyBloodGasMedica (США). Досліджували артеріальну кров тричі. Перший забір крові виконували до хірургічного втручання. Другий отримували інтраопераційно. Третій – через три доби після ревааскуляризації. Забір крові для дослідження виконували з радіальної артерії до операції.

Визначення показників КОС здійснювали з артеріальної крові – до операції та у післяопераційний період забір виконували з радіальної артерії, інтраопераційно – зі стегової артерії.

**Результати.** Усі пацієнти, яких включили у дослідження, мали показання до проведення реконструктивного втручання з метою віднов-

лення кровотоку на рівні інфраінгвінального артеріального русла. Середній вік хворих склав  $(64 \pm 11,3)$  року. Пацієнтів чоловічої статі в обох групах було 241 (78,0 %) особа, а жіночої – 53 (22,0 %).

Ступінь ураження артеріального русла та вибір показань до проведення певного типу реконструктивного втручання ґрунтувався на даних ультразвукового дуплексного ангиосканування та результатах контрастної комп'ютерної томографії в ангиорежимі аорто-клубового та інфраінгвінального сегментів.

Визначення показників КОС проводили на декількох етапах дослідження, а саме, до операції, під час операційного втручання, в ранньому післяопераційному періоді (3–6 год після операції) та пізньому післяопераційному періоді (24–48 год після операції).

У пацієнтів із ІА-підгрупи до операції та в інтраопераційному періоді спостерігалось зниження рівня рН на 0,4 та 1,1 % відповідно. Дані показники свідчать про наявність компенсаторного ацидозу (табл. 1).

У ранньому та пізньому післяопераційних періодах рівні рН відновлюються до меж норми. Кількісні показники бікарбонатів ( $\text{HCO}_3^-$ ) та базової надлишковості ( $\text{BE}^-$ ) знижені  $< 22$  ммоль/л та менше  $-2$  ммоль/л, оскільки організм намагається компенсувати надлишок водневих іонів, а бази знижуються в результаті надлишку кислот або втрати бікарбонатів. Після операції дані показники унормовуються. Водневий показник у пацієнтів із ІВ-підгрупи знаходився нижче норми (1,1 %) на доопераційному етапі та на 1,9 % в інтраопераційному періоді. Дані показники є вищими, ніж в осіб із ІА-підгрупи, що свідчить про глибші ішемічні порушення (табл. 2).

Рівень  $\text{pO}_2$  знижений, а значення  $\text{pCO}_2$  було вище від норми до операції, проте інтраопераційно дані показники було відкореговано та знаходились у межах норми після операційного втручання. Вміст  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BE}^-$  та  $\text{Cl}^-$  був зменшений, а лактату – підвищений до лікування, що вказує на метаболічний ацидоз (табл. 2).

В умовах ЦД порушення регуляції гомеостазу глюкози призводить до великої кількості прямих і непрямих впливів на водно-електролітний і кислотно-основний баланси пацієнта.

У таблиці 3 наведено зміни в КОС у пацієнтів із супутнім ЦД, яким виконували ендovasкулярну ревааскуляризацію.

Концентрація йонів водню в осіб із ІІА-підгрупи була нижче від меж норми на 2,7 % перед операцією, на що впливало зменшення показників

### З ДОСВІДУ РОБОТИ

**Таблиця 1. Параметри газового складу артеріальної крові пацієнтів із ІА-підгрупи**

Показник	Норма	До операції	Інтра-операційний період	Ранній після-операційний період	Пізній після-операційний період
pH, Од	7,35–7,45	7,32±0,02	7,27±0,01	7,37±0,01	7,40±0,01
pO <sub>2</sub> , mm Hg	75–100	73±0,57	70±0,61	89±0,61	95±0,61
pCO <sub>2</sub> , mm Hg	35–45	44,6±0,61	39,2±0,56	39,9±0,58	40,4±0,58
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л	22–28	19±0,22	18±0,18	21±0,18	24±0,18
BE <sup>-</sup> , мЕкв/л	-2,3 до +2,3	-2,5±0,09	-2,7±0,10	-1,9±0,10	-1,5±0,10
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	135–145	136±0,55	134±0,60	135±0,60	139±0,59
K <sup>+</sup> , ммоль/л	3,5–5,5	4,97±0,46	3,61±0,41	3,65±0,42	3,64±0,42
Ca <sup>+</sup> , ммоль/л	1,1–1,3	1,1±0,06	1,1±0,04	1,1±0,04	1,1±0,04
Cl <sup>-</sup> , ммоль/л	98–106	101±0,8	105±0,7	101±0,7	100±0,7
Лактат, ммоль/л	0,5–2,2	2,2±0,08	2,4±0,1	2,0±0,1	1,6±0,1
Кетони, ммоль/л	<0,3	0,12±0,03	0,13±0,02	0,12±0,02	0,10±0,02

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

**Таблиця 2. Параметри газового складу артеріальної крові у пацієнтів із ІВ-підгрупи**

Показник	Норма	До операції	Інтраоперацій-ний період	Ранній післяоперацій-ний період	Пізній після-операційний період
pH, Од	7,35–7,45	7,27±0,02	7,21±0,01	7,34±0,01	7,36±0,01
pO <sub>2</sub> , mm Hg	75–100	70±0,42	77±0,47	82±0,47	91±0,47
pCO <sub>2</sub> , mm Hg	35–45	47,9±0,62	34,0±0,61	36,2±0,62	40,4±0,62
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л	22–28	17±0,29	18±0,32	23±0,31	24±0,29
BE <sup>-</sup> , мЕкв/л	-2,3 до +2,3	-2,6±0,6	-2,8±0,7	-2,0±0,7	-1,5±0,7
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	135–145	140±0,55	136±0,50	138±0,50	139±0,50
K <sup>+</sup> , ммоль/л	3,5–5,5	5,67±0,43	4,74±0,38	3,91±0,38	4,24±0,38
Ca <sup>+</sup> , ммоль/л	1,1–1,3	1,1±0,06	1,0±0,3	1,2±0,03	1,2±0,03
Cl <sup>-</sup> , ммоль/л	98–106	99±0,8	102±0,9	105±0,8	104±0,8
Лактат, ммоль/л	0,5–2,2	2,6±0,08	2,9±0,05	2,2±0,05	1,5±0,05
Кетони, ммоль/л	<0,3	0,25±0,03	0,27±0,04	0,20±0,04	0,17±0,04

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

pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE<sup>-</sup> та підвищення рівнів pCO<sub>2</sub>, лакта-ту, кетонових тіл (табл. 3).

При ішемії та гіпоксії клітини тканин починають руйнуватися, що призводить до вивільнення K<sup>+</sup> з клітин у міжклітинний простір і кров. Також зниження кровопостачання може порушувати функцію нирок, що ускладнює виведення K<sup>+</sup> з організму.

Вміст кетонових тіл у пацієнтів із ІА-підгрупи до реваскуляризації перевищував норму на 33,3 %, проте на кожному наступному етапі їхня кількість наближувалась до меж норми (табл. 3).

Рівень pH у хворих із ІВ-підгрупи до операційного втручання був зміщений у бік збільшення кислотності й становив 7,04±0,02, що свідчить про декомпенсований ацидоз і перевищував норму на 4,2 %. Після корекції даних порушень на інтраопераційному етапі, у ранньому та пізньому післяопераційному періодах показник pH знаходився в межах норми (табл. 4).

Рівень pO<sub>2</sub> був нижче від норми на доопераційному етапі на 20 %. З кожним наступним етапом лікування відмічали позитивну динаміку змін pO<sub>2</sub> у бік норми.

### З ДОСВІДУ РОБОТИ

**Таблиця 3. Параметри газового складу артеріальної крові у пацієнтів із ІІА-підгрупи**

Показник	Норма	До операції	Інтраопераційний період	Ранній післяопераційний період	Пізній післяопераційний період
pH, Од	7,35–7,45	7,15±0,02	7,27±0,01	7,36±0,01	7,39±0,01
pO <sub>2</sub> , mm Hg	75–100	65±0,49	61±0,54	77±0,51	94±0,51
pCO <sub>2</sub> , mm Hg	35–45	51,3±0,62	30,0±0,65	35,2±0,65	37,4±0,65
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л	22–28	13±0,26	17±0,31	22±0,30	24±0,30
BE <sup>-</sup> , мЕкв/л	-2,3 до +2,3	-3,0±0,04	-2,4±0,06	-1,8±0,06	-1,4±0,06
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	135–145	138±0,61	141±0,59	142±0,58	139±0,58
K <sup>+</sup> , ммоль/л	3,5–5,5	5,96±0,38	4,55±0,42	4,51±0,42	4,30±0,42
Ca <sup>+</sup> , ммоль/л	1,1–1,3	1,15±0,05	1,18±0,03	1,21±0,03	1,21±0,03
Cl <sup>-</sup> , ммоль/л	98–106	107±1,1	104±0,8	101±0,8	100±0,8
Лактат, ммоль/л	0,5–2,2	3,3±0,06	2,3±0,05	2,0±0,06	1,9±0,06
Кетони, ммоль/л	<0,3	0,45±0,06	0,38±0,04	0,29±0,04	0,25±0,04

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

**Таблиця 4. Параметри газового складу артеріальної крові у пацієнтів із ІІВ-підгрупи**

Показник	Норма	До операції	Інтраопераційний період	Ранній післяопераційний період	Пізній післяопераційний період
pH, Од	7,35–7,45	7,04±0,02	7,27±0,01	7,39±0,01	7,42±0,01
pO <sub>2</sub> , mm Hg	75–100	60±0,52	89±0,43	91±0,43	95±0,43
pCO <sub>2</sub> , mm Hg	35–45	59,3±0,57	36,6±0,61	38,4±0,61	39,8±0,61
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л	22–28	10±0,36	19±0,28	23±0,29	25±0,28
BE <sup>-</sup> , мЕкв/л	-2,3 до +2,3	-3,9±0,07	-2,3±0,09	-2,0±0,09	-1,8±0,09
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	135–145	157±0,64	142±0,58	140±0,54	136±0,56
K <sup>+</sup> , ммоль/л	3,5–5,5	6,64±0,57	5,25±0,44	4,49±0,44	4,45±0,44
Ca <sup>+</sup> , ммоль/л	1,1–1,3	1,25±0,06	1,24±0,03	1,22±0,04	1,23±0,3
Cl <sup>-</sup> , ммоль/л	98–106	115±0,5	109±0,6	100±0,7	100±0,7
Лактат, ммоль/л	0,5–2,2	4,2±0,06	2,1±0,04	1,7±0,04	1,2±0,04
Кетони, ммоль/л	<0,3	0,47±0,05	0,33±0,04	0,24±0,05	0,20±0,05

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

Аналогічно ІІА-підгрупі, у пацієнтів із ІІВ-підгрупи зсув метаболічних показників – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE<sup>-</sup> відбувався у бік зниження, а рівні pCO<sub>2</sub>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, лактату, кетонових тіл, навпаки, підвищувались (табл. 4).

Після проведеної консервативної терапії інтраопераційно та відновлення кровотоку в ішемізованій кінцівці спостерігали тенденцію до зниження даних показників на кожному наступному етапі лікування.

Відновлення нормального кровотоку може сприяти виведенню молочної кислоти і норма-

лізації pH, але в деяких випадках можуть бути потрібні додаткові заходи, такі, як введення буферних розчинів або застосування медикаментів для корекції метаболічного ацидозу. Корекцію метаболічних порушень здійснювали 4 % розчином гідрокарбонату натрію (сода-буфер) з розрахунку: кількість моль NaHCO<sub>3</sub> = BE<sup>-</sup> • 0,2 • масу тіла, де кожен 1 % розчину дорівнює 0,12 ммоль/л. При цьому намагались уникати перевантаження Na<sup>+</sup>, що могло призвести до гіперосмолярності та підвищення рівня CO<sub>2</sub>.

**Обговорення.** Кисотно-основний стан є критично важливим аспектом у фізіології людини, оскільки навіть незначні порушення можуть призвести до серйозних наслідків. Результати останніх досліджень та статистичних даних свідчать про важливість моніторингу та корекції КОС у різних клінічних ситуаціях [5]. При ХКІНК КОС часто порушений, що є результатом недостатнього кровопостачання та зниження кисневого постачання тканин. Ішемія тканин призводить до порушення кровообігу, що обмежує кисневе постачання тканин. У результаті клітини переходять до анаеробного метаболізму, що призводить до утворення молочної кислоти. Це викликає метаболічний ацидоз, зниження рН крові.

Метаболічний ацидоз є одним із найбільш поширених порушень КОС у критичних пацієнтів. Згідно з дослідженнями, його частота серед хворих у відділеннях інтенсивної терапії може досягати 20–30 % [6, 10].

Оцінка рівня мікроциркуляції та КОС є важливим аспектом вивчення функціональних порушень у пацієнтів із хронічною артеріальною ішемією. Ці параметри мають значний вплив на прогноз та ефективність лікування, особливо в умовах проведення реконструктивних операційних втручань, спрямованих на відновлення кровопостачання кінцівок чи інших органів. Зміни КОС можуть вказувати на наявність метаболічних порушень та мати вагомий вплив на загальний стан пацієнта, особливо після хірургічних втручань [7, 9].

Дослідження цих показників у контексті хронічної артеріальної ішемії дозволяє не лише оцінити тяжкість порушень кровопостачання, а й прогнозувати можливі ускладнення, що можуть виникнути в процесі та після операцій. Вивчення цих аспектів має суттєве значення для вибору оптимальної тактики лікування, покращення результатів операцій та підвищення якості життя пацієнтів.

В умовах ХКІНК відбувається порушення як магістрального, так і регіонарного кровообігу, що може призвести до гіпоксії тканин, ацидозу та зміни показників у КОС, зумовлені порушенням нор-

мальної циркуляції крові та кисневого постачання тканин [2, 10].

Реваскуляризація через хірургічне втручання або ангіопластику покращує постачання кисню у тканини, знижуючи рівень молочної кислоти та ацидозу.

У проведеному дослідженні детально вивчено зміни метаболічних параметрів у пацієнтів обстежуваних груп, а також процеси корекції метаболічних порушень під час лікування, де відзначено, що в обох групах спостерігається компенсаторний ацидоз, який виражається у зниженні рівня рН, що спричинено змінами в рівнях різних показників ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , лактату).

Ключовим моментом відновлення рівня рН до норми стало відновлення адекватної перфузії кінцівок, що допомагає зменшити рівень молочної кислоти та нормалізувати КОС, а також додаткове використання в деяких випадках буферних розчинів та медикаментів для корекції ацидозу, що підкріплено інформацією даних, наведених у поданих таблицях.

Загалом, сучасні дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до оцінки та корекції КОС, що включає використання новітніх методів діагностики для покращення результатів лікування пацієнтів.

**Висновки.** В умовах хронічної артеріальної ішемії нижніх кінцівок відбуваються порушення КОС, найважливішими з яких є метаболічний ацидоз, гіперкаліємія та зміни у рівні  $\text{pCO}_2$ . Це супроводжується порушенням нормальної роботи тканин і органів, що вимагає своєчасної діагностики та корекції для запобігання тяжким ускладненням. Відновлення кровотоку є важливим етапом для нормалізації КОС та покращення метаболізму в тканинах.

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

**Джерела фінансування.** Власні кошти авторів.

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

### СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Іванюшко О. В. Вплив альтерації гомеостазу глюкози на водно-електролітний баланс та кисотно-основний стан у пацієнтів із цукровим діабетом. *Медицина невідкладних станів*. 2016. № 8. С. 16–26.
2. Лисенко О. В. Кислотно-основний стан організму як діагностичний, прогностичний, патогенетичний маркер формування клітинного резерву при патологічних станах. *Збірник*

*наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика*. 2016. № 25. С. 623–629.

3. Методи визначення кисотно-основного стану і метаболічної системи його регуляції / С. П. Мельничук та ін. Одеса, 2023. 58 с.
4. Hopkins E., Sanvictores T., Sharma S. *Physiology, acid base balance*. 2018.

## З ДОСВІДУ РОБОТИ

5. Patil R. S., Szolovits P., Schwartz W. B. Modeling knowledge of the patient in acid-base and electrolyte disorders. In *Artificial Intelligence in Medicine*. Routledge. 2019. P. 191–226.
6. Berend K., Duits A. J. The role of the clinical laboratory in diagnosing acid–base disorders. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. 2019. Vol. 56 (3). P. 147–169.
7. Mechanisms and interventions on acute lower limb ischemia/reperfusion injury: a review and insights from cell to clinical investigations / P. Apichartpiyakul et al. *Annals of Vascular Surgery*. 2022. Vol. 86. P. 452–481.
8. Yusufjanovich E. U. Management of Patients with Acute Arterial Ischemia of the Lower Limb. *International Journal of Scientific Trends*. 2023. Vol. 2 (2). P. 43–48.
9. Kamel K. S., Halperin M. L. Acid-base problems in diabetic ketoacidosis. *New England Journal of Medicine*. 2015. Vol. 372 (6). P. 546–554.
10. Comparison of Acid Base Status and Electrolytes in Individuals with Prediabetes, Diabetes and Normoglycemia / A. Khan et al. *Pakistan Armed Forces Medical Journal*. 2023. Vol. 73. P. S344–S347.
11. Electrolyte and acid–base disturbances in patients with diabetes mellitus / G. R. Kokil et al. *New England Journal of Medicine*. 2015. Vol. 373 (6). P. 548–559.

## REFERENCES

1. Ivanyushko OV. Vplyv al'teratsiyi homeostazu hlyukozy na vodno-elektrolitnyy balans ta kyslotno-osnovnyy stan u patsiyentiv iz tsukrovym diabetom [Influence of glucose homeostasis alteration on water-electrolyte balance and acid-base state in patients with diabetes mellitus]. *Medycyna nevidkladnykh staniv*. 2016; 8:16-26. Ukrainian.
2. Lysenko OV. Kyslotno-osnovnyy stan orhanizmu yak diahnostychnyy, prohnostychnyy, patohenetychnyy marker formuvannya klitynnoho rezervu pry patolohichnykh stanakh [Acid-base state of the organism as a diagnostic, prognostic, pathogenetic marker of the formation of cellular reserve in pathological conditions]. *Collection of scientific works of employees of the P.L. Shupyk National Academy of Medical Sciences*. 2016; 25:623-29. Ukrainian.
3. Mel'nychuk SP, Pakhomova VA, Pakhomova OO. Metody vyznachennya kyslotno-osnovnoho stanu i metabolichnoyi systemy yoho rehulyatsiyi [Methods for determining the acid-base state and the metabolic system of its regulation]. Odesa, 2023; 58. Ukrainian.
4. Hopkins E, Sanvictores T, Sharma S. Physiology, acid base balance. 2018.
5. Patil RS, Szolovits P, Schwartz WB. Modeling knowledge of the patient in acid-base and electrolyte disorders. In: *Artificial Intelligence in Medicine*. Routledge, 2019;191-226.
6. Berend K, Duits AJ. The role of the clinical laboratory in diagnosing acid–base disorders. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. 2019, 56(3): 147-169.
7. Apichartpiyakul P, Shinlapawittayatorn K, Rerkasem K, Chattipakorn SC, Chattipakorn N. Mechanisms and interventions on acute lower limb ischemia/reperfusion injury: a review and insights from cell to clinical investigations. *Annals of Vascular Surgery*. 2022; 86:452-81.
8. Yusufjanovich EU, Minavarkhojyev RR, Malikov NM, Ortiqboev FD, Mukhamedova ShYu. Management of Patients with Acute Arterial Ischemia of the Lower Limb. *International Journal of Scientific Trends*. 2023, 2(2): 43-8.
9. Kamel KS, Halperin ML. Acid-base problems in diabetic ketoacidosis. *New England Journal of Medicine*. 2015; 372(6):546-54.
10. Khan A, Naveed A, Taimoor AK, Azadi K, Sana I, Mehreen AK. Comparison of Acid Base Status and Electrolytes in Individuals with Prediabetes, Diabetes and Normoglycemia. *Pakistan Armed Forces Medical Journal*. 2023; 73:S344-47.
11. Palmer BF, Clegg DJ. Electrolyte and acid–base disturbances in patients with diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*. 2015; 373(6):548-59.

Отримано 03.02.2025

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

S. YA. KOSTIV, N. I. TSIUPRYK, O. I. KOSTIV

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ACID-BASE STATUS IN THE CONDITIONS OF CHRONIC ARTERIAL ISCHEMIA DURING RECONSTRUCTIVE SURGICAL INTERVENTIONS

**The aim of the work:** to study the indicators of acid-base status (ABS) in patients with stenotic-occlusive atherosclerotic process of the infrainguinal bed with and without concomitant diabetes mellitus (DM) in the conditions of reconstructive interventions.

**Materials and Methods.** An analysis of the examination and surgical treatment of 241 patients was conducted. Patients were divided into 2 groups. The first group (Group I) included 144 (59.7 %) patients with atherosclerotic stenotic-occlusive process of the infrainguinal segment, the second group (Group II) included 97 (40.2 %) with atherosclerotic stent-occlusive process of the infrainguinal segment with concomitant type 2 diabetes mellitus (DM). According to the types of surgical interventions performed (endovascular and hybrid), patients from each group were divided into two subgroups: A and B. The IA subgroup included 98 (40.6 %) patients with atherosclerotic stenotic-occlusive process of the infrainguinal segment who underwent endovascular revascularization, and the IB subgroup included 46 (19.0 %)

### З ДОСВІДУ РОБОТИ

patients who underwent hybrid methods of intervention. The IIA subgroup consisted of 63 (26.1 %) patients with atherosclerosis of the infrainguinal segment and concomitant type 2 diabetes mellitus, who underwent endovascular operations, and the IIB subgroup consisted of 34 (14.1 %) patients who underwent hybrid interventions.

**Results.** Determination of ABS indicators was carried out at several stages of the study. In patients from the IA subgroup, a decrease in the level of hydrogen indicator (pH) was observed before surgery and in the intraoperative period by 0.4 and 1.1 %, respectively. The pH factor in the IB subgroup was lower than normal (1.1 %) at the preoperative stage and by 1.9 % in the intraoperative period. The content of bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), base excess ( $\text{BE}^-$ ) and  $\text{Cl}^-$  was reduced, and lactate was increased before treatment. The concentration of hydrogen ions in individuals from the IIA subgroup was below the normal range by 2.7 % before the operation, which was influenced by a decrease in the partial pressure of oxygen ( $\text{pO}_2$ ),  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BE}^-$  and an increase in the levels of the partial pressure of carbon dioxide ( $\text{pCO}_2$ ), lactate, and ketone bodies. The content of ketone bodies in patients from the IIA subgroup before revascularization exceeded the norm by 33.3 %. The pH level in individuals from the IIB subgroup before surgery was 7.04, and exceeded the norm by 4.2 %. After correction of these violations at the intraoperative stage, in the early and late postoperative periods, the pH indicator was within the normal range. The shift of metabolic indicators  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BE}^-$  occurred in the downward direction, and the levels of  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , lactate, and ketone bodies increased.

**Conclusions.** In conditions of chronic arterial ischemia of the lower extremities, violations of the ABS occur, the most important of which are metabolic acidosis, hyperkalemia and changes in the level of  $\text{pCO}_2$ . Restoration of blood flow is an important stage for the normalization of ABS and improvement of metabolism in tissues.

**Key words:** acid-base status; atherosclerosis; diabetes mellitus; chronic arterial ischemia.