



Ukrainian Journal of Nephrology and Dialysis

Scientific and Practical, Medical Journal

Founders:

- State Institution «Institute of Nephrology NAMS of Ukraine»
- National Kidney Foundation of Ukraine

ISSN 2304-0238;

eISSN 2616-7352

Journal homepage: <https://ukrjnd.com.ua>

Research article

O. Gogayeva, V. Lazoryshynets, A. Rudenko,
L. Dzakhoeiva, O. Yuvchik

doi: 10.31450/ukrjnd.4(68).2020.08

Perioperative evaluation of kidney function for patients with complicated forms of coronary artery disease

Government Facility «Amosov National Institute of cardiovascular surgery NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Citation:

Gogayeva O, Lazoryshynets V, Rudenko A, Dzakhoeiva L, Yuvchik O. Perioperative evaluation of kidney function for patients with complicated forms of coronary artery disease. Ukr J Nephrol Dial. 2020;4(68):52-58. doi: 10.31450/ukrjnd.4(68).2020.08

Abstract. *The study aimed to analyze kidney function for patients with complicated forms of coronary artery disease (CAD) in the perioperative period.*

Methods. *It was a retrospective analysis of 110 high-risk patients with complicated forms of CAD, who were operated on and discharged from the National M. Amosov Institute for the period from 2009 till 2019 years. Kidney function was evaluated by glomerular filtration rate (GFR), calculated online with CKD-EPI formula.*

Results. *Among the included patients there were 86 (78.1%) patients with metabolic syndrome, 81 (73.59%) patients with disorders of glucose metabolism, 82 (74.5%) subjects with chronic obstructive pulmonary disease and 38 (34.5%) patients had chronic kidney disease (CKD) 3-5 stage. Preoperative risk stratification with EuroScore II scale was 9.4%. All operations performed in cardiopulmonary bypass; Custodial cardioplegia was used in 53 (48.1%) patients. The average perfusion time was 111 minutes, average cross-clamping time was 73.9 minutes. Acute kidney injury in the early postoperative period had 9 (8.1%) patients.*

Conclusions. *At the admittance 38 (34.5%) patients with complicated forms of CAD had CKD 3-5 st. Analysis of the GFR dynamic in the early postoperative period shown a decrease in GFR in 71.05% of patients. Transient acute kidney injury with 50% sCr growth had 9 (8.1%) patients but didn't require hemodialysis.*

Article history:

Received July 31, 2020

Received in revised form

August 11, 2020

Accepted August 19, 2020

Key words: *high-risk patient, coronary artery disease, comorbidity, chronic kidney disease, glomerular filtration rate, cardiopulmonary bypass.*

Conflict of interest statement. The authors declare no competing interest.

© Gogayeva O., Lazoryshynets V., Rudenko A., Dzakhoeiva L., Yuvchik O., 2020.

Correspondence should be addressed to Olena Gogayeva olenagogayeva@gmail.com



© Гогаєва О.К., Лазоришинець В.В., Руденко А.В., Дзахоєва Л.С., Ювчик О.В., 2020

УДК: 616.12-005.4:616.51]-089.16

О.К. Гогаєва, В.В. Лазоришинець, А.В. Руденко, Л.С. Дзахоєва, О.В. Ювчик

Периопераційна оцінка функції нирок у пацієнтів високого ризику з ускладненими формами ІХС

Державна Установа «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Резюме. Метою роботи був аналіз функції нирок пацієнтів з ускладненими формами ішемічної хвороби нирок (ІХС) у периопераційному періоді.

Методи. Проведений ретроспективний аналіз 110 пацієнтів високого ризику з ускладненими формами ІХС, які були прооперовані та виписані з НІССХ ім. М.М. Амосова в період з 2009 по 2019 роки. Функція нирок оцінювалась за швидкістю клубочкової фільтрації (ШКФ), яка розраховувалась за формулою СКД-ЕРІ.

Результати. Аналіз коморбідного статусу обстежених пацієнтів засвідчив метаболічний синдром у 86 (78.1%) пацієнтів, у 81 (73.59%) хворого визначено порушення вуглеводного обміну, хронічне обструктивне захворювання легень мали 82 (74.5%) пацієнта, хронічна хвороба нирок (ХХН) III-V ст. діагностована у 38 (34.5%) пацієнтів. Під час передопераційної стратифікації ризику за шкалою EuroScore II (ES II), середній ризик летального результату кардіохірургічного втручання дослідної групи становив 9.4%. Оперативне втручання виконувалось в умовах штучного кровообігу, кардіоплегія кустодіолом використовувалась у 53 (48.1%) пацієнтів, середній час перфузії складав 111 хвилин, час перетискання аорти в середньому становив 73.9 хвилин. ГПН виникло у 9 (8.1%) пацієнтів.

Висновки: при інтубалізації ХХН III-V ст. верифіковано у 38 (34.5%) пацієнтів. При аналізі динаміки змін швидкості клубочкової фільтрації після операції в умовах штучного кровообігу виявили, що в ранньому післяопераційному періоді збільшується кількість пацієнтів з ХХН III-IV ст. на 71.05%. Гостре пошкодження нирок, яке характеризується збільшенням рівня креатиніну більше 50%, виникло у 9 (8.1%) пацієнтів, але носило транзиторний характер та не потребувало сеансів гемодіалізу.

Ключові слова: ризик, ускладнені форми ІХС, коморбідні стани, хронічна хвороба нирок, швидкість клубочкової фільтрації, штучний кровообіг.

Вступ. Патологічні процеси в серцево-судинній системі та нирках складають порочне коло, так званий — кардіоренальний континуум. Прогресування хронічної серцевої недостатності призводить до формування хронічної ниркової недостатності, це так званий кардіоренальний синдром II типу, який реалізується за рахунок активації ренін-ангіотензинової системи, артеріальної гіпертензії, дисфункції ендотелію, прозапальної активації, прогресування атеросклерозу та зниження скоротливої здатності міокарду. Наявність у пацієнта коморбідних станів запускає ще більше патологічних реакцій та вимагає своєчасного реагування мультидисциплінарної команди. Стратифікація ризику особливо важлива в кардіохірургії, периопераційна оцінка функції нирок впливає як на результат операції, так і на подальший прогноз. Відомо, що до 30% пацієнтів після кардіохірургічних втручань мають гостре пошкодження нирок, з яких 2% пацієнтів вимагають проведення гемодіалізу [1, 2].

В хірургії ішемічної хвороби серця (ІХС) вже декілька років продовжуються дебати, стосовно вибору методики ревазуляризації, більшість авторів надають перевагу методиці працюючого серця, яка асоціюється з меншою кількістю нефрологічних та інших системних ускладнень [3, 4]. Зменшення кліренсу креатиніну до 80, 60 та 20 мл/хв відповідно призводила до збільшення економічних витрат на 10%, 20% та 30%, а також виникала необхідність в гемодіалізі та спостерігалось збільшення післяопераційної смертності [5]. Зменшення швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ) < 35 мл/хв/1.73м² є предиктором кардіоваскулярної смертності, інфаркту міокарду (ІМ), серцевої недостатності (СН) [6]. Особливий інтерес становлять пацієнти високого ризику з ускладненими формами ІХС, де оперативне втручання як правило проводиться в умовах штучного кровообігу, а високий індекс коморбідності може негативно вплинути на перебіг та прогноз захворювання.

Мета. Метою роботи було проаналізувати функцію нирок пацієнтів з ускладненими формами ІХС у периопераційному періоді.

Матеріал та методи. Проведений ретроспективний аналіз 110 пацієнтів високого ризику з ускладненими формами ІХС, які були прооперовані та виписані з ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова» в період з 2009 по 2019 роки. Середній вік пацієн-

Гогаєва Олена
olenagogayeva@gmail.com

тів складав 57,8+10.5 років. Всім пацієнтам проведені стандартні методи дослідження: електрокардіографія (ЕКГ), ехокардіографія (ЕХО КГ), коронарорентрикулографія (КВГ) та оперативне втручання в умовах штучного кровообігу (ШК). В періопераційному періоді всім пацієнтам проводились загально-клінічні дослідження (загальний аналіз крові, сечі), біохімічні дослідження крові (глюкоза, креатинін, азот сечовини, сечовина, загальний білок, натрій, калій, загальний холестерин, тригліцериди). Функція нирок оцінювалась за швидкістю клубочкової фільтрації (ШКФ), що розраховувалась за формулою Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI).

Всі пацієнти надали інформовану письмову згоду на участь у науковому дослідженні. На засіданні комісії з біомедичної етики ДУ «НІССХ ім. М.М. Амосова» схвалено протокол науково-дослідної роботи, яка не обмежує права пацієнтів, а морально-етичні норми дослідження відповідають основним положенням належної медичної практики GCP ICH, чинних законів України, наказів МОЗ та Кабінету Міністрів України та між-

народних етичних принципів згідно конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину та Гельсінської декларації.

Критеріями включення до дослідження були: пацієнти, які підписали згоду на участь у дослідженні, з ускладненими формами ІХС, віком > 18 років, які при стратифікації ризику за шкалою EuroSCORE II відносились до категорії високого ризику та мали більше 5% вірогідності летального результату.

База даних пацієнтів створена у додатку Microsoft Excel 2010 з можливістю обчислення середнього значення та похибки середньої величини. Статистичне опрацювання даних виконували за допомогою пакета програм Statistica for Windows (StatSoft Inc.). Відмінності вважали статистично значущими при $p < 0,05$.

Результати. Усі пацієнти мали ускладнені форми ІХС. Так, аневризма лівого шлуночка (АЛШ) передньої локалізації діагностована у 102 (92.7%) пацієнтів, задньо-базальну аневризму лівого шлуночка (ЗБАЛШ) мали 8 (7.3%) пацієнтів. Структура захворювань пацієнтів дослідної групи представлена на рис. 1.

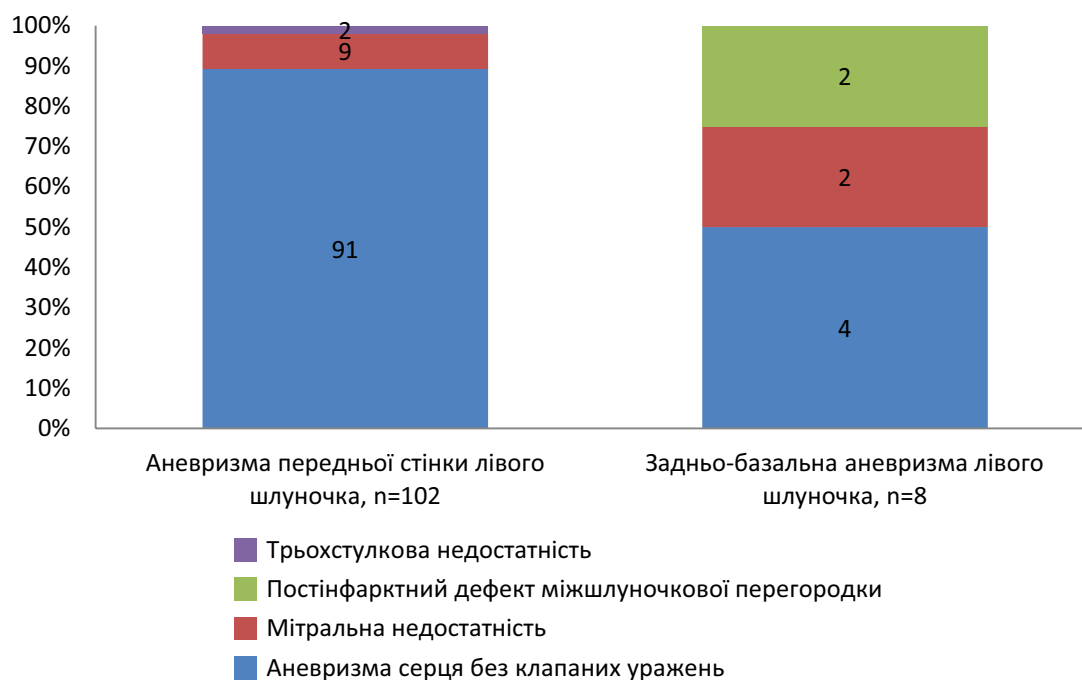


Рис. 1. Структура захворювань пацієнтів з ускладненими формами ІХС (n=110).

Серцева недостатність III Ф.К. за NYHA діагностована у 91 (82.7%) пацієнтів, IV Ф.К. за NYHA – 9 (8.18%).

При аналізі вихідного статусу пацієнтів виявили багато факторів ризику та супутніх захворювань, які ускладнюють перебіг хвороби. Так, 86 (78.1%) пацієнтів мали метаболічний

синдром, у 81 (73.59%) випадку виявлено порушення вуглеводного обміну, хронічне обструктивне захворювання легень мали 82 (74.5%) пацієнта, хронічна хвороба нирок (ХХН) III-V ст. виявлена у 38 (34.5%) пацієнтів. Всі коморбідні стани пацієнтів дослідної групи представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Коморбідні стани пацієнтів дослідної групи, n-110

Коморбідний стан	Кількість	%
Цукровий діабет II типу	27	24.5%
Порушення толерантності до глюкози	54	49.09%
Ожиріння (ІМТ > 30 кг/м ²)	35	31.8%
Зайва вага (ІМТ 25-30 кг/м ²)	51	46.3%
Артеріальна гіпертензія	105	95.4%
Бронхіт курця	82	74.5%
Хронічна хвороба нирок III-V ст.	38	34.5%
Атеросклероз брахіоцефальних артерій	68	61.8%
Стентування вінцевих артерій в анамнезі	19	17.2%
Порушення мозкового кровообігу в анамнезі	10	9.09%
Подагричний артрит	8	7.2%

*ІМТ – індекс маси тіла.

Оцінювання функції нирок здійснювалось після розрахунку швидкості клубочкової фільтрації за формулою СКД-ЕРІ, так 38 (34.5%) пацієнтів

мали ХХН III-V ст., що відповідає хронічній нирковій недостатності. Розподіл пацієнтів за стадіями ниркової недостатності представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Розподіл пацієнтів дослідної групи за стадією ХХН, n-110, (n, M±m)

Стадії ХХН за ШКФ (KDIGO)	Кількість пацієнтів, %	Середня ШКФ, мл/хв/1.73м ²
I – ШКФ > 90 мл/хв/1.73м ²	15	100.6+8.2
II – ШКФ 60-89 мл/хв/1.73м ²	57	72.1+8.2
IIIa – ШКФ 45-59 мл/хв/1.73м ²	27	51.7+3.1
IIIb – ШКФ 30-44 мл/хв/1.73м ²	10	39.9+5.02
IV – ШКФ 15-29 мл/хв/1.73м ²	1	28
V – ШКФ < 15 мл/хв/1.73м ²	-	-

При електрокардіографічному дослідженні синусовий ритм зафіксований у 104 (94.5%) пацієнтів, фібриляцію/трипотіння передсердь виявлено у 5 (4.5%) пацієнтів, 1 (0.9%) – штучне ритмоведення. АЛШ методом ЕКГ діагностована у 105 (95.4%) пацієнтів, тромбоз порожнини ЛШ діагностований за ЕКГ у 54 (94.7%) пацієнтів.

За даними ЕХО КГ при шпиталізації середня фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) складала 36.8+7.06%, кінцево-діастолічний об'єм (КДО) ЛШ 234+55.2 мл, кінцево-систолічний об'єм (КСО) ЛШ 150+47.2 мл, ударний об'єм (УО) 108+15.3 мл.

При проведенні передопераційної стратифікації ризику за шкалою EuroScore II (ES II), пацієнтом високого ризику вважається той, що має > 5% ризику виникнення летального результату. В середньому пацієнти дослідної групи за європейською шкалою ES II мали 9.4% вірогідності летальності, тобто відносились до категорії високого ризику.

Внутрішньоаортальна балонна контрапульсація встановлена 5 (4.5%) пацієнтам до операції через нестабільну гемодинаміку. Оперативне втручання виконувалось в умовах штучного кровообігу, кардіоплегія кустодіолом використовувалась у 53 (48.1%) пацієнтів, середній час перфузії складав 111 хвилин, час перетискання аорти в середньому становив 73.9 хвилин. Всім пацієнтам була виконана резекція АЛШ, яка у 57 випадках поєднувалась з тромбектомією. Корекція мітральної недостатності у 9 пацієнтів виконано протезування мітрального клапану механічними протезами St.Jude Medical, у 2-х випадках мітральна недостатність коригувалась опірним кільцем. У 4 пацієнтів проведена шовна пластика трьохстулкової недостатності, у 2 випадках проведена шовна пластика дефекту міжшлуночкової перегородки. Середня кількість шунтів становила 2,7, внутрішня грудна артерія використовувалась у 18 (16.3%) пацієнтів. Тривалість штучної вентиляції легень в середньому становила 8.03 годин.

Час перебування пацієнтів з ускладненими формами ІХС в відділенні реанімації в середньому склав 3.6 доби. В післяопераційному періоді при ЕХО КГ дослідженні середня ФВ становила 40.05±6.4%, КДО – 192±37.9 мл, КСО – 107±31.3 мл, УО – 75.6±11.6 мл.

Не дивлячись на вихідну тяжкість пацієнтів та прогнозовану летальність за шкалою ES II 9.4%, госпітальна летальність склала 0% та всі

пацієнти були виписані із Інституту в середньому на 9 добу.

При аналізі показників крові виявили, підвищення рівня креатиніну, глюкози крові та зниження рівня гемоглобіну крові у першу післяопераційну добу з субкомпенсацією всіх показників до моменту виписки. Динаміка середнього рівня показників крові в періопераційному періоді представлена в таблиці 3.

Таблиця 3

Середній рівень показників креатиніну, цукру та гемоглобіну в періопераційному періоді, n=110 (n, M±m)

Середні показники	При вступі	1 доба після операції	При виписці
Креатинін, мкмоль/л	108.3±26.3	126.2±38.9	106.2±33.3
Глюкоза, ммоль/л	6.7±2.2	10.7±3.1	6.3±1.9
Гемоглобін, г/л	141±21.3	108±19.6	116±15.3

При аналізі динаміки змін функції нирок в періопераційному періоді після розрахунку ШКФ виявили, що в ранньому післяопераційному пері-

оді транзиторно збільшується кількість пацієнтів з ХХН III-IV ст., що представлено в таблиці 4 та на рисунку 2.

Таблиця 4

Розподіл пацієнтів за стадіями ХХН при вступі, в першу добу після операції та при виписці, n=110 (n, M±m)

Стадії ХХН за ШКФ (KDIGO)	n при шпиталізації, %	Середня ШКФ, мл/хв/1.73 м ²	n, 1 доба після операції	Середня ШКФ в реанімації	n, при виписці	Середня ШКФ на виписку	P
I – ШКФ > 90 мл/хв/1.73 м ²	15	100.6±8.2	12	100.5±6.06	15	103.8±15.6	NS
II – ШКФ 60-89 мл/хв/1.73 м ²	57	72.1±8.2	33	70.8±9.6	60	74.1±8.3	<0.01
IIIa – ШКФ 45-59 мл/хв/1.73 м ²	27	51.7±3.1	34	52.5±4.1	19	53.9±3.6	NS
IIIb – ШКФ 30-44 мл/хв/1.73 м ²	10	39.9±5.02	27	38.8±4.02	14	37.6±3.2	<0.01
IV – ШКФ 15-29 мл/хв/1.73 м ²	1	28	4	20±5.9	2	27±0.7	NS
V – ШКФ < 15 мл/хв/1.73 м ²	0	-	0	-	0	-	NS

*NS –not significant

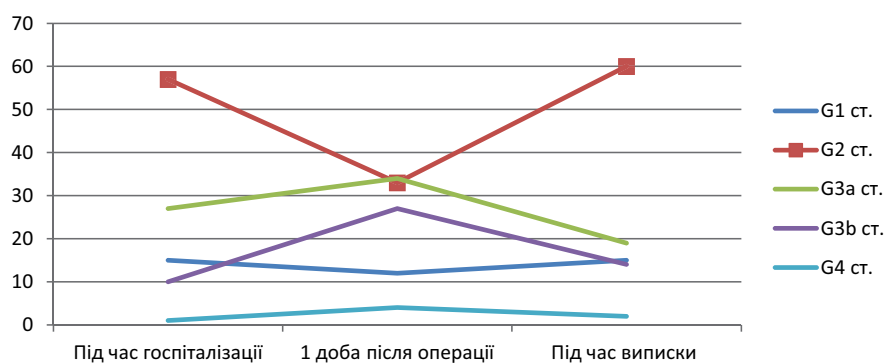


Рис. 2. Розподіл пацієнтів за стадією ХХН у періопераційному періоді.

При розрахунку динаміки показників у першу добу після операції виявили, що кількість пацієнтів з ХХН III-IV ст. збільшилось на 71.05%, а кількість пацієнтів з ХХН I-II зменшилась на 37.5% (рис. 3).

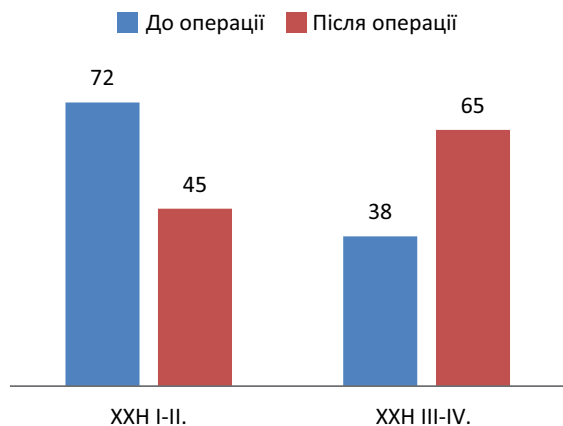


Рис. 3. Периопераційна динаміка кількості пацієнтів з ХХН I-II ст. та III-IV ст.

Згідно класифікації KDIGO, гостре пошкодження нирок (ГПН) діагностують при збільшенні рівня креатиніну (sCr) більше ніж на 50%. При аналізі періопераційної динаміки змін рівня sCr, виявили, що ГПН виникло у 9 (8.1%) пацієнтів, а середнє збільшення sCr становило $95.7\% \pm 45.1\%$. При порівнянні рівня sCr при вступі та на виписку, у 3 (2.7%) пацієнтів спостерігалось підвищення рівня sCr більше ніж на 50% від вихідного, а ШКФ відповідав III ст. ХХН та становив в середньому $48 \text{ мл/хв}/1.73 \text{ м}^2$, проте пацієнти не потребували діалізної ниркової замісної терапії (ДНЗТ).

Обговорення. За даними Mitchell H Rosner [1] ГПН виникає у 30% пацієнтів після кардіохірургічних втручань, серед цих пацієнтів 1% потребує проведення ДНЗТ. Патогенез виникнення ГПН багатофакторний та включає гемодинамічні, запальні та нефротоксичні фактори, які призводять до пошкодження нирок. Пацієнти з високим ризиком ГПН потербують стратегії нефропротекції. Навіть незначне збільшення рівня креатиніну асоційоване зі зменшенням виживаності. Кардіохірургічне втручання в умовах штучного кровообігу асоційовано з нефрологічними ускладненнями, на розвиток яких також чинять вплив: зменшення ФВ ЛШ, наявність ЦД, атеросклерозу артерій нижніх кінцівок, ХОЗЛ, використання ВАБК, екстреність виконання операції та початково високий рівень sCr. Саме підвищення до операції рівня sCr $176\text{-}353 \text{ мкмоль/л}$ ($2\text{-}4 \text{ мг/дл}$) є найбільш прогнозованим фактором ризику розвитку ГПН, яка потребує ДНЗТ у 10-20%. Під час штучного кровообігу індукується гемодилуція, що направлена на покращення регіонального кровотоку в умовах гіперперфузії та гіпотермії. Однак гемодилуція до гематокриту $<25\%$ пов'язана з підвищеним ризиком пошкодження нирок та збільшенням рівню sCr, що

пов'язано з порушенням доставки кисню до вже гіпоксичної нирки.

Клінічно патогенез ГПН, асоційований із ШК, можна розділити на передопераційні, інтраопераційні та післяопераційні події. Сума різних порушень в кінцевому рахунку відображається на розвитку каналцевої травми, яка при достатньо важкій формі проявляється підвищенням sCr, часто пов'язане зі зниженням сечовиділення [1, 5].

Вихідний преренальний стан може посилюватися при застосуванні діуретиків, нестероїдних протизапальних препаратів (НПЗП), інгібіторів АПФ або сартанів. Крім того, епізоди передопераційної гіпотензії можуть призвести до травми ендотелію, яка може погіршити вироблення оксиду азоту, та сприяти звуженню судин внаслідок вивільнення ендотеліну, катехоламінів та ангіотензину II, сприяючи подальшій каналцевій ішемії та травмі. Передопераційний період - це критичний час, коли можуть відбуватися події (гемодинамічні, нефротоксичні та запальні), що можуть призвести до незначного пошкодження нирок, яке може не відобразитись змінами ШКФ.

Інтраопераційний період - це критичний час, коли пацієнт знаходиться під наркозом та в умовах штучного кровообігу, що призводить до гемодинамічних ефектів, а також активізації імунних реакцій, які можуть ініціювати ураження нирок. ШК пов'язаний зі значними гемодинамічними змінами, а підтримка серцево-судинної стабільності під час ШК вимагає взаємозв'язку між АШК та пацієнтом. Кінцевою метою є підтримка регіонарної перфузії на рівні, який підтримує оптимальну функцію клітин та органів. Таким чином, будь-яке зниження ниркової перфузії під час ШК, залежно від її величини та тривалості, може призвести до значного пошкодження клітин [2, 4].

Післяопераційні події, які мають вирішальне значення в порушенні функції нирок, схожі на традиційні причинно-наслідкові механізми, що спостерігаються в загальних умовах інтенсивної терапії. Використання вазоактивних агентів, гемодинамічна нестабільність, вплив нефротоксичних препаратів, зменшення ОЦК та сепсис - події, які можуть призвести до травми нирок. Найважливішим фактором є післяопераційна робота серця та необхідність інотропної або механічної підтримки. За наявності післяопераційної дисфункції ЛШ ризик значного ураження нирок стає дуже високим.

Для пацієнтів, після кардіохірургічного втручання, критично важливим є виявлення пацієнтів, які мають високий ризик виникнення ГПН. Фактори, що змінюють нирковий кровотік і призводять до преренальної азотемії, повинні бути своєчасно виявлені та виправлені.

Висновки. Аналіз функції нирок пацієнтів високого ризику з ускладненими формами ІХС діагностував наявність ХХН III-V ст під час госпіталізації у 38 (34.5%) пацієнтів. Гостре пошкоджен-

ня нирок з підвищенням рівня креатиніну понад 50% діагностовано у 9 (8.1%) пацієнтів, але носило транзиторний характер та не потребувало діалітичної ниркової замісної терапії.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Інформація про внесок кожного учасника.

О.К. Гогасва: концепція та дизайн дослідження, збір даних, аналіз та інтерпретація даних, написання та редагування статті;

В.В. Лазоришинець: концепція та дизайн дослідження, редагування та остаточне затвердження статті;

А.В. Руденко: аналіз та інтерпретація даних, редагування та остаточне затвердження статті;

Л.С. Дзахосва: концепція та дизайн дослідження, збір даних, написання та редагування статті;

О.В. Ювчик: збір даних, аналіз та їх інтерпретація даних.

Література (References):

1. *Rosner MH, Okusa MD.* Acute kidney injury associated with cardiac surgery. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006; 1:19-32. DOI: <https://doi.org/10.2215/CJN.00240605>.
2. *Ronco C, Bellomo R, Kellum JA.* Acute kidney injury. *Lancet* 2019 Nov 23;394(10212):1949-1964. DOI: [10.1016/S0140-6736\(19\)32563-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32563-2).
3. *Ueki C, Miyata H, Motomura N. et al.* Off-pump technique reduces surgical mortality after elective coronary artery bypass grafting in patients with preoperative renal failure. *The Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2018; 156: 976–83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.03.145>.
4. *Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D. et al.* Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med*. 2012; 366: 1489–97. doi: [10.1056/NEJMoa1200388](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1200388).
5. *LaPar DJ, Rich JB, Isbell JM. et al.* Preoperative Renal Function Predicts Hospital Costs and Length of Stay in Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg*. 2016; 101: 606–12. doi: [10.1016/j.athoracsur.2015.07.079](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.07.079).
6. *Gelsomino S, Del Pace SD, Parise O. et al.* Impact of renal function impairment assessed by CKDEPI estimated glomerular filtration rate on early and late outcomes after coronary artery bypass grafting. *Int J Cardiol*. 2017; 227: 778–87. doi: [10.1016/j.ijcard.2016.10.059](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.10.059).