

# 24-годинний метаболічний профіль сечі: техніка та процедура збору, референтні значення

С. В. Кушніренко, Л. М. Савицька, С. О. Ротова, Т. Б. Бевзенко, О. Ю. Лисянська

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ

Сечокам'яна хвороба (СКХ) посідає одне з провідних місць у структурі урологічних захворювань за поширеністю, частотою звернень за медичною допомогою та госпіталізацій до стаціонару. Показники поширеності уролітіазу коливаються від 1 до 20%. У країнах із високим рівнем життя, як-от Швеція, Канада чи США, поширеність СКХ перевищує 10%. Усі пацієнти, які мали хоча б один задокументований випадок утворення конкрементів у нирках, мають бути поінформовані про важливість проведення 24-годинного аналізу сечі, який в Україні традиційно називають транспортом солей. У рекомендаціях Європейської асоціації урологів (EAU) та Американської урологічної асоціації (AUA) щодо СКХ зазначаються такі лабораторні дослідження для повної оцінки метаболічного статусу: аналіз сироваткового креатиніну; рівень сечової кислоти (СК); концентрація кальцію, натрію, калію, С-реактивного білка, хлориду; рівень інтактного паратгормону; 24-годинний аналіз сечі, який включає визначення концентрації кальцію, оксалату, цитрату, СК, фосфатів, сульфатів, натрію, калію, цистину, магнію та рН.

Важливо наголосити пацієнтам на правильній техніці збору сечі. Під час збору пацієнт повинен дотримуватися свого звичного питного режиму та раціону. Бажано, щоб дослідження виконувала лабораторія, яка має значний досвід у проведенні аналізів транспорту солей, оскільки це підвищує якість контролю та скорочує час отримання результатів. Кристалізація в сечі – це складний процес. Рівень перенасичення (суперсатурації) сечі певними речовинами є важливим показником оцінки ризику утворення конкрементів. Проте процес кристалізації залежить не лише від концентрації утворюючих конкременти іонів, а й від кількості хелаторів.

24-годинний метаболічний профіль сечі (транспорт солей) є невіддільним компонентом обстеження пацієнта із СКХ та кристалуріями. Він надає інформацію про екскрецію певних речовин, що дозволяє розробити персоналізовану програму дієтичних заходів і метафілактики, а також запобігти розвитку кардіо-рено-метаболічних ускладнень.

**Ключові слова:** сечокам'яна хвороба, 24-годинний метаболічний профіль сечі, транспорт солей, сечова кислота, оксалат, кальцій, фосфат, цитрат, рН, суперсатурація сечі.

## 24-hour urine metabolic profile: collection technique and procedure, reference values

S. V. Kushnirenko, L. M. Savytska, S. O. Rotova, T. B. Bevzenko, O. Y. Lysińska

Urolithiasis is one of the leading urological diseases in terms of prevalence, frequency of requests for medical care, and hospitalization. Prevalence rates of urolithiasis range from 1 to 20%. In countries with a high standard of living, such as Sweden, Canada, or the United States, the prevalence of urolithiasis exceeds 10%.

All patients with at least one documented case of kidney stone formation should be informed about the importance of 24-hour urinalysis, traditionally called salt transport in Ukraine. The European Association of Urology (EAU) and the American Urological Association (AUA) guidelines for urolithiasis mention the following tests for a complete assessment of metabolic status: tests of serum creatinine, uric acid (UA), calcium, sodium, potassium, C-reactive protein, chloride, intact parathyroid hormone, and 24-hour urinalysis which includes calcium, oxalate, citrate, UA, phosphate, sulfate, sodium, potassium, cystine, magnesium, and pH.

It is important to emphasize proper collection technique to patients. During urine collection, the patient should follow his or her usual fluid and dietary regimen. It is recommended that the test be performed in a laboratory that performs numerous salt transport tests on a regular basis, as quality control measures will usually be better and the time from sample collection to complete results will be shorter. Urine crystallization is a complex process. The degree of supersaturation of the urine with certain substances is an important indicator for assessing the risk of stone formation, but the crystallization process depends not only on the concentration of stone forming ions, but also on the amount of chelating agents.

The 24-hour urine metabolic profile (salt transport) is an integral part of the examination of a patient with urolithiasis and crystalluria, which provides information on the excretion of certain substances, which allows to develop a personalized program of dietary measures and metaphylaxis, and prevent the development of cardio-reno-metabolic complications.

**Keywords:** urolithiasis, 24-hour urine metabolic profile, salt transport, uric acid, oxalate, calcium, phosphate, citrate, pH, urine supersaturation.

Сечокам'яна хвороба (СКХ) посідає одне з провідних місць у структурі урологічних захворювань за поширеністю, частотою звернення за медичною допомогою і госпіталізацією в стаціонар. Показники поширеності уролітіазу коливаються від 1 до 20%. У країнах із високим рівнем життя, зокрема Швеції, Канаді чи США, поширеність СКХ перевищує 10% [1].

Усі пацієнти, які мали хоча б один задокументований випадок утворення конкрементів у нирках, повинні бути поінформовані про важливість проведення 24-годинного аналізу сечі. В Україні традиційно його називають аналізом на транспорт солей, водночас у світі він має назву 24-годинний метаболічний профіль сечі. Згідно з рекомендаціями Європейської Асоціації

Урологів (EAU) 2024 року та Американської Урологічної Асоціації (AUA) щодо СКХ, проводяться такі аналізи для повної оцінки метаболічного статусу: аналіз сироваткового креатиніну; рівень сечової кислоти (СК); концентрація кальцію, натрію, калію, С-реактивного білка, хлориду; рівень інтактного паратгормону; 24-годинний аналіз сечі, який включає визначення концентрації кальцію, оксалату, цитрату, СК, фосфатів, сульфатів, натрію, калію, цистину, магнію та рН [2].

### Техніка та процедура збору сечі для аналізу на транспорт солей

Збір сечі для аналізу на транспорт солей необхідно проводити протягом 24 годин. Хоча це може здаватися очевидним, деякі пацієнти неправильно інтерпретують інструкції лікаря, тому важливо витратити час на те, щоб переконатися, що вони правильно збирають і зберігають зразок.

Зазвичай перший зразок сечі вранці після пробудження не включають у дослідження, оскільки він відображає стан гідратації та рідину/їжу, спожиті напередодні. Збирають усі інші зразки, включно з першим зразком наступного ранку [3]. Важливо наголосити пацієнтам на правильній техніці збору сечі, щоб уникнути неповних або неправильно зібраних зразків, а також надмірного відбору. Оскільки існує ймовірність, що обстежуваний не збере необхідну кількість сечі або, навпаки, відбере надлишок, що включає кілька об'ємів сечового міхура [4]. Під час збору сечі пацієнт повинен дотримуватися звичного питного режиму та раціону [5]. Більшість обстежуваних вважають за зручне збирати матеріал у неділю, щоб доставити його до лабораторії вранці у понеділок.

Бажано, щоб дослідження виконувала лабораторія, яка має значний досвід у проведенні аналізів транспорту солей, оскільки це підвищує якість контролю та скорочує час отримання результатів.

Один зі способів оцінити надійність збору – виміряти 24-годинний рівень креатиніну в сечі. У нормі 24-годинна екскреція креатиніну із сечею становить від 955 до 2936 мг у чоловіків та від 601 до 1689 мг у жінок [6], або ж 13–29 мг/кг маси тіла за 24 год у чоловіків і 9–26 мг/кг маси тіла за 24 год у жінок [7]. Референтні значення 24-годинної екскреції креатиніну із сечею, що визначаються у межах від 177 до 221 мкмоль/кг/24 год (від 20 до 25 мг/кг/24 год) у чоловіків та від 133 до 177 мкмоль/кг/24 год (від 15 до 20 мг/кг/24 год) у жінок, ґрунтуються на спостереженнях, проведених у 1960–1970-х роках. Тому можна використовувати валідоване рівняння прогнозування 24-годинної екскреції креатиніну із сечею для загальної європейської популяції, яке ґрунтується на легкодоступних параметрах, як-от вік, стать, індекс маси тіла, а також кілька похідних нормограм для покращення його клінічного застосування [8]. Недостатній рівень креатиніну у 24-годинному аналізі сечі повинен викликати підозру на можливий неадекватний збір сечі.

Кілька досліджень показали, що два 24-годинні аналізи сечі дають значно точніші результати, ніж одноразовий збір. У близько 45% пацієнтів виявляються суттєві відмінності між двома 24-годинними зразками сечі. На-

приклад, майже у третини пацієнтів різниця між двома послідовними зборами сечі щодо рівня кальцію та об'єму сечі може становити 30% і більше. Відмінності часто можуть стосуватися кількох параметрів. Серед усіх пацієнтів, яким проводили два 24-годинні аналізи сечі, у 29% виявлено різницю за 2 параметрами, яка перевищувала 20%, а у 25% пацієнтів – за 3 параметрами [9]. Однак складність цієї ситуації полягає в ухваленні лікарем зваженого рішення, яке буде враховувати баланс додаткових витрат, гіршого комплаєнсу пацієнта і клінічної користі отриманих результатів. У цьому контексті важливою є рекомендація Канадської урологічної асоціації: за можливості бажано проводити два 24-годинні збори сечі, але це повинно бути збалансовано практичністю та важливістю отримання хоча б одного збору [10].

На думку провідних світових експертів у галузі СКХ, правильно зібраний та проведений 24-годинний аналіз сечі є золотим стандартом для виявлення метаболічних порушень і визначення оптимальної профілактичної терапії [11]. Недотримання методики збору або неякісне лабораторне дослідження здатне призвести до неповних чи недостовірних результатів, що, своєю чергою, може спричинити неадекватні рекомендації щодо лікування та потенційно зашкодити пацієнтам.

Основною метою проведення аналізу на транспорт солей є виявлення специфічних метаболічних порушень, корекція яких дозволяє зменшити ризик рецидивного утворення конкрементів за допомогою індивідуалізованої дієти та медикаментозної терапії. Водночас результати аналізу можуть бути нормальними у пацієнтів зі схильністю до утворення конкрементів і аномальними у тих, у кого вони не утворюються.

У дослідженні Eisner et al. проаналізували зміни у 24-годинному метаболічному профілі сечі у пацієнтів із вперше виявленими конкрементами та осіб із рецидивуючим сечокам'яним утворенням. Ймовірність наявності одного з порушень у 24-годинному аналізі сечі – гіперкальціурії, гіпероксалурії, гіперурикозурії або гіпоцитратурії – була подібною в обох групах (83,1% у групі з вперше виявленими конкрементами та 88,8% у групі з рецидивуючими утвореннями). Крім того, показники поширеності гіперкальціурії (39,4 проти 43,3%,  $p > 0,05$ ), гіпероксалурії (32,4 проти 33,3%,  $p > 0,05$ ), гіперурикозурії (29,6 проти 23,3%,  $p > 0,05$ ) та гіпоцитратурії (45,0 проти 45,0%,  $p > 0,05$ ) виявилися схожими в обох групах [12].

Дослідження, проведене Chan et al. на 80 пацієнтах дитячого віку із СКХ, продемонструвало, що для виявлення найбільш поширених метаболічних порушень достатньо обмеженої метаболічної оцінки, яка включає визначення рівня кальцію, оксалатів, цитратів та об'єму сечі у 24-годинному аналізі. Визначення повного метаболічного профілю доцільне у пацієнтів із рецидивом СКХ, якщо після епізоду з конкрементом результати обмеженого обстеження виявилися негативними. До обмеженого обстеження не включали такі електроліти сечі, як магній, фосфор, калій або натрій, оскільки більшість лікарів не використовують ці показники для розробки стратегії повторної профілактики [13].

Найбільш економічно ефективним тестом для діагностики СКХ є вимірювання СК в сечі [2]. Враховую-

Таблиця 1

**24-годинна екскреція СК, оксалатів, кальцію та фосфору**

Показник	Кров	Сеча
pH	7,35–7,45	6,2–6,5
Оксалати	–	< 0,5 ммоль (45 мг)
Сечова кислота	119–380 мкмоль/л	до 4,0 ммоль/добу (жінки) до 5,0 ммоль/добу (чоловіки)
Кальцій	2,2–2,6 ммоль/л	2,5–8,0 ммоль/добу
Фосфор	0,81–1,29 ммоль/л	27–35 ммоль/добу

чи це, консенсусна група щодо аналізу сечі та конкрементів для дослідження СКХ рекомендує для рутинного скринінгу використовувати такі показники добової сечі: кальцій, оксалат, цитрат і СК, оскільки вони є потенційними індикаторами гіперкальціурії, помірної та спадкової гіпероксалурії, гіпоцитратурії та гіперурикозурії [14]. Це свідчить про високу ефективність аналізів на транспорт солей, що виконуються в Україні.

**pH сечі**

pH сечі можна визначити за допомогою pH-метра або тест-смужок. Показник pH < 5,5 у 24-годинній сечі вказує на гіперкислу сечу (кислотний ацидоз). Значення pH сечі при 24-годинному зборі > 6,2 потребує виключення дистального ниркового тубулярного ацидозу. Згідно з Настановами EAU 2024 року, дистальний нирковий тубулярний ацидоз слід запідозрити, якщо pH сечі за 24 години > 6,2, а pH сечі натще у другій ранковій порції > 5,8. Якщо pH сечі > 7,0, це може свідчити про наявність інфекції сечовивідних шляхів [1].

**СК у сечі**

Концентрація СК визначається за допомогою ензиматичного колориметричного методу. В його основі лежить реакція СК з ферментом уриказою, оскільки вона має високу специфічність. Здійснюється визначення кінцевого продукту реакції уриказа-СК. У цьому методі використовується зв'язування 4-аміноантипірину (4-ААР), 2-гідрокси-3,5-дихлоро-бензолсульфонату (HDCBS) та перекису водню за наявності пероксидази, в результаті чого утворюється забарвлена речовина – червоний хромоген. Поглинання пропорційне концентрації СК у зразку.

СК майже повністю фільтрується в ниркових клубочках, після чого реабсорбується й піддається активним процесам секреції та постсекреторної реабсорбції у проксимальних звивистих каналцях. Постсекреторна реабсорбція, ймовірно, забезпечується насамперед транспортером URAT1, який експресується на апікальній мембрані щіточкової облямівки [15]. Близько 10% відфільтрованої СК зрештою виводиться із сечею.

Підвищений рівень СК в сечі зазвичай є наслідком надмірного споживання пуринів, які містяться у червоному м'ясі, особливо у внутрішніх органах (серце, печінка, нирки), деяких видах риби (анчоуси, форель, скумбрія, оселедець, тунець, лосось, сардини та молюски) та алкоголі [16]. Останнім часом також виявлено зв'язок між підвищеним рівнем СК у сироватці крові та надмірним вживанням продуктів із високим вмістом солі та фруктози. Більшість фруктози метаболізується фруктокіназою до фруктозо-1-фосфату. Фосфорилування фруктози призводить до виснаження внутрішньоклітинного запасу фосфатів та АТФ, що тимчасово пригнічує синтез білка. Утворення та деградація аденозинмонофосфату аденозинмонофосфатдезаміназою призводить до синтезу інозинмонофосфату та СК. Концентрація СК підвищується в клітині та може тимчасово підвищуватися на 59,5–119 мкмоль/л у сироватці крові [17]. Рідкісні генетичні розлади також можуть спричиняти високий рівень СК у сечі. Наприклад, синдром Леша – Ніхана – рідкісне зчеплене

з X-хромосою захворювання, спричинене мутаціями в гіпоксантин-гуанінфосфорибозилтрансферазі (HGPRT), призводить до надмірного розщеплення пуринів і, як наслідок, до підвищеного рівня СК у сироватці крові та сечі [18]. Вроджена ниркова гіпоурикемічна гіперурикозурія спостерігається внаслідок мутацій в каналі URAT1 [19].

Гіперурикозурію діагностують, якщо екскреція СК перевищує 4 ммоль/добу у жінок і 5 ммоль/добу у чоловіків [20], що також відображено в настановах EAU (табл. 1) [1].

**Оксалати у сечі**

Щавлева кислота – це проста дикарбонова кислота, яка наявна в природному середовищі, зокрема в різноманітних харчових продуктах. В організмі людини оксалат є кінцевим метаболітом гліоксалату та не піддається подальшому метаболізму. У здорових людей виведення оксалату майже повністю забезпечується нирками шляхом фільтрації та, можливо, секреції у проксимальних каналцях [21].

Оксалати можуть синтезуватися як ендогенно, так і абсорбуватися зі шлунково-кишкового тракту. Ступінь абсорбції залежить від споживання інших речовин, таких як кальцій, магній та клітковина, а також проникності кишкового бар'єра [22].

Оксалат має високу спорідненість до кальцію і утворює кристали оксалату кальцію, який має низьку розчинність і може відкладатися як у нирках, так і екстраренально [23]. Гіпероксалурія може проявлятися відкладенням оксалату в нирковому інтерстиції та клітинах каналців, рецидивуючими конкрементами в нирках, хронічною хворобою нирок і прогресуванням до термінальної стадії, а також системним оксалозом унаслідок зниження екскреції оксалатів із сечею [24], коли швидкість клубочкової фільтрації падає нижче 30–40 мл/хв/1,73 м<sup>2</sup> [25].

Для визначення концентрації оксалатів у сечі можуть застосовуватися різні аналітичні методи, зокрема ензиматичний, іонної хроматографії, газової хроматографії, високоефективної рідинної хроматографії, рідинної хроматографії – тандемною мас-спектрометрії, а також класичне осадження і титрування перманганатом калію [26]. Однак більшість із цих методів вимагають наявності високоякісного обладнання та/або складного процесу підготовки зразків сечі для дослідження. Це пояснює, чому лише обмежена кількість лабораторій може виконати такі дослідження.

Оцінка екскреції оксалатів із сечею протягом 24 год вважається золотим стандартом для діагностики гіпероксалурії у пацієнтів із рецидивуючою СКХ та у дітей [27, 28]. Проте збір зразків сечі протягом 24 год є громіздким і часто неточним, тому були запропоновані альтернативні методики, зокрема дослідження співвідношення оксалат/креатинін у другому ранковому випадковому зразку сечі [27]. Співвідношення оксалат/креатинін може бути кращим показником екскреції оксалатів, оскільки його застосування дозволяє уникнути помилок, пов'язаних із неточним визначенням часу збору. Крім того, методика розрахунку є простою і ґрунтується на випадковому зразку сечі. Дослідження випадкової порції сечі, безумовно, має перевагу, особливо коли йдеться про дітей та тяжкохворих пацієнтів.

Seema et al. повідомляють про достовірно вищі значення співвідношення оксалат/креатинін у випадкових зразках сечі пацієнтів із СКХ порівняно з контрольною групою [29]. У дослідженні Hong et al., де проводилися два парні дослідження 24-годинного рівня оксалатів у сечі та точкового співвідношення оксалат/креатинін у ранковій порції сечі, були встановлені значні кореляції між 24-годинною екскрецією розчинених речовин із сечею та відповідним співвідношенням розчинених речовин/креатиніну в ранковій порції сечі для кальцію, магнію, уратів, калію, оксалатів, цитратів. Однак усі ці вимірювання співвідношення концентрації розчинених речовин/креатиніну не відповідали допустимим межам за оцінкою «межі узгодженості» за тестом Бланда та Альтмана через часові коливання концентрації оксалатів у сечі, що залежать від стану гідратації організму, циркадного ритму та періоду після їди [30].

Використовуючи 24-годинний рівень оксалату сечі як золотий стандарт, чутливість, специфічність, позитивна прогностична цінність та негативна прогностична цінність співвідношення оксалат/креатинін у дослідженні Hashmi et al. становили 83,3, 17,8, 9,8 та 90,9% відповідно [27]. Тому випадкове співвідношення оксалат/креатинін у сечі не може замінити 24-годинне визначення рівня оксалатів у сечі в пацієнтів із СКХ (табл. 2) [1].

### Кальцій у сечі

В основі визначення рівня кальцію лежить реакція іонів кальцію з о-крезолфталеїн комплексом на лужному середовищі з утворенням фіолетового комплексу.

Інтенсивність фіолетового забарвлення утвореного комплексу вимірюється на довжині хвилі 570–580 нм і пропорційна концентрації кальцію в пробі.

Близько 80% конкрементів у нирках складаються з кальцію (оксалату або фосфату), а гіперкальціурія виявляється у 40% пацієнтів із конкрементами [31, 32]. Гіперкальціурія є важливим і оборотним фактором ризику утворення конкрементів.

Стандартом оцінки кальціурії є визначення добової екскреції. Щодо співвідношення кальцію/креатиніну клінічні дані досить суперечливі. Кілька досліджень показали хорошу кореляцію між цим співвідношенням та 24-годинною екскрецією кальцію, але у деяких із них повідомлялося про слабку кореляцію [33].

### Фосфор у сечі

Неорганічний фосфор реагує в кислому середовищі з молібдатом амонію, утворюючи фосформолібдатний комплекс жовтого кольору. Інтенсивність кольору пропорційна концентрації неорганічного фосфору в зразку. Фосфатурия часто трапляється серед пацієнтів з конкрементами, але донедавна їй приділялося мало уваги через обмежену кількість клінічної інформації. Фосфатурия асоціюється, але не корелює з гіперкальціурією, підвищеним рівнем 1,25-дигідроксिवітаміну D (1,25(OH)<sub>2</sub>D), а також із деякими ознаками порушень проксимальної канальцевої функції нирок [34].

Точкові зразки сечі є альтернативним методом дослідження у пацієнтів із СКХ, особливо коли збір добової сечі є складним, наприклад, у дітей, які не звикли до туалету. Дослідження разової сечі із розрахунком співвідношення досліджуваної речовини до креатиніну мають обмежене застосування, оскільки результати можуть варіюватися залежно від часу збору сечі, статі, маси тіла та віку пацієнта.

Перспективним у цьому напрямі є дослідження, проведене на здорових добровольцях, яке показало, що раціональним може бути збір сечі в певний час доби, залежно від типу конкрементів (наприклад із 8 вечора до 8 ранку для оксалату кальцію, з 2 до 4 години дня для СК або будь-який 2-годинний збір сечі вдень для фосфату кальцію). Можливо, майбутні дослідження серед пацієнтів із конкрементами сечовивідних шляхів підтвердять адекватність цього підходу і спростять діагностику метаболічних порушень [35].

Таблиця 2

Екскреція із сечею (у 24-годинних зразках сечі)

Екскреція кальцію		Екскреція цитрату		Екскреція цистину		Екскреція оксалату		Екскреція урату	
Усі вікові групи	< 0,1 ммоль/кг/добу або < 4 мг/кг/добу	Усі вікові групи	Хлопчики – > 1,9 ммоль/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу або > 365 мг/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу	< 10 років	< 55 мкмоль/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу або < 13 мг/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу	Усі вікові групи	< 0,5 ммоль/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу або < 45 мг/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу	< 1 р.	< 70 мкмоль/кг/добу або < 13 мг/кг/добу
			Дівчатка – > 1,6 ммоль/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу або > 310 мг/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу					> 10 років	< 200 мкмоль/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу або < 48 мг/ 1,73 м <sup>2</sup> /добу
				> 5 р.	< 55 мкмоль/кг/добу або < 9,3 мг/кг/добу				

Хоча це не є частиною аналізу транспорту солей, цистинурию слід розглядати у всіх пацієнтів, якщо склад конкрементів не був підтверджений лабораторно та/або якщо аналіз сечі на цистин ніколи не проводився [36]. Тому, якщо в анамнезі пацієнта або його сім'ї є цистинові конкременти, або якщо хімічний склад конкременту невідомий, необхідно провести скринінговий аналіз сечі на цистин (тест із нітропрусидом натрію). У цьому аналізі до зразка сечі додають ціанід натрію, який перетворює цистин сечі на цистеїн. Потім цистеїн зв'язується з нітропрусидом, забарвлюючи зразок в інтенсивний фіолетовий колір. Цей простий якісний тест на цистин у сечі зазвичай дає позитивний результат при концентрації 75 мг цистину на 1 г креатиніну [37]. У разі позитивного результату необхідно перевірити кількісний рівень цистину.

Кристалізація в сечі є складним процесом. Рівень перенасичення (суперсатурації) сечі певними речовинами є важливим показником оцінки ризику утворення конкрементів. Проте процес кристалізації залежить не лише від концентрації утворюючих конкременти іонів, а й від кількості хелаторів, як-от цитрат або магній, які зменшують концентрацію вільних іонів каль-

цію та оксалату, а також від іонної сили, що зменшує хімічну активність іонів [38].

## ВИСНОВКИ

24-годинний метаболічний профіль сечі (транспорт солей) є невіддільним компонентом обстеження пацієнта із СКХ та кристалуриями. Він надає інформацію про екскрецію певних речовин, що дозволяє розробити персоналізовану програму дієтичних заходів і метафілактики, а також запобігти розвитку кардіо-рено-метаболічних ускладнень.

Публікація є фрагментом ініціативно-пошукової науково-дослідної роботи кафедри нефрології та нирково-замісної терапії Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика «Вивчення впливу гіпоурикемічної терапії у пацієнтів із хронічною хворобою нирок та обґрунтування оптимальної терапії» (державний реєстраційний номер 0119U101718).

**Конфлікт інтересів.** Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

## Відомості про авторів

**Кушніренко Стелла Вікторівна** – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ.  
E-mail: [stella-alex@i.ua](mailto:stella-alex@i.ua)

ORCID: 0000-0001-5518-7210

**Савицька Любов Миколаївна** – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ.  
E-mail: [likar.l.savycka@gmail.com](mailto:likar.l.savycka@gmail.com)

ORCID: 0009-0005-8875-322X

**Ротова Світлана Олексіївна** – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ.  
E-mail: [rotova@ukr.net](mailto:rotova@ukr.net)

ORCID: 0000-0003-3324-3212

**Бевзенко Тетяна Борисівна** – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ.  
E-mail: [tanya.bevzenko@gmail.com](mailto:tanya.bevzenko@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9042-6651

**Лисянська Оксана Юріївна** – Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ.  
E-mail: [lisyanskaya.oksana@gmail.com](mailto:lisyanskaya.oksana@gmail.com)

ORCID: 0009-0001-2737-8738

## Information about the authors

**Kushnirenko Stella V.** – Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv. E-mail: [stella-alex@i.ua](mailto:stella-alex@i.ua)

ORCID: 0000-0001-5518-7210

**Savytska Liubov M.** – Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv. E-mail: [likar.l.savycka@gmail.com](mailto:likar.l.savycka@gmail.com)

ORCID: 0009-0005-8875-322X

**Rotova Svitlana O.** – Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv. E-mail: [rotova@ukr.net](mailto:rotova@ukr.net)

ORCID: 0000-0003-3324-3212

**Bevzenko Tetiana B.** – Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv. E-mail: [tanya.bevzenko@gmail.com](mailto:tanya.bevzenko@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9042-6651

**Lysianska Oksana Y.** – Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv. E-mail: [lisyanskaya.oksana@gmail.com](mailto:lisyanskaya.oksana@gmail.com)

ORCID: 0009-0001-2737-8738

## ПОСИЛАННЯ

- Skolarikos A, Jung H, Neisius A, Gambaro TTG. EAU Guidelines on Urolithiasis [Internet]. European Association of Urology; 2024. 117 p. Available from: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>.
- Mohammadi A, Farabi H, Baghdadabad LZ, Narouie B, Reis LO, Aghamir SMK. Serum and 24-hour urinary tests cost-effectiveness in stone formers. *BMC Urol.* 2023;23(1):141. doi: 10.1186/s12894-023-01310-w.
- Suh H, Summers LG, Seal AD, Colburn AT, Mauromoustakos A, Perrier ET, et al. Afternoon urine osmolality is equivalent to 24h for hydration assessment in healthy children. *Eur J Clin Nutr.* 2020;74(6):884-90. doi: 10.1038/s41430-019-0519-5.
- Wulkan RW, van der Horst M. Detection and correction of incomplete duplicate 24-hour urine collections – theory and practical evidence. *Biochem Med (Zagreb).* 2021;31(1):010706. doi: 10.11613/BM.2021.010706.
- Zeng G, Zhu W, Robertson WG, Peniston KL, Smith D, Pozdzik A, et al. International Alliance of Urolithiasis (IAU) guidelines on the metabolic evaluation and medical management of urolithiasis. *Urolithiasis.* 2022;51(1):4. doi: 10.1007/s00240-022-01387-2.
- Sarigul N, Korkmaz F, Kurultak İ. A New Artificial Urine Protocol to Better Imitate Human Urine. *Sci Rep.* 2019;9(1):20159. doi: 10.1038/s41598-019-56693-4.
- Jędrusik P, Symonides B, Gacjong Z. Performance of 24-hour urinary creatinine excretion-estimating equations in relation to measured 24-hour urinary creatinine excretion in hospitalized hypertensive patients. *Sci Rep.* 2019;9(1):3593. doi: 10.1038/s41598-019-40416-w.
- Forni OV, Ogna A, Vuistiner P, Pruijm M, Ponte B, Ackermann D, et al. New anthropometry-based age- and sex-specific reference values for urinary 24-hour creatinine excretion based on the adult Swiss population. *BMC Med.* 2015;13:40. doi: 10.1186/s12916-015-0275-x.

9. Hsi RS, Sanford T, Goldfarb DS, Stoller ML. The Role of the 24-Hour Urine Collection in the Prevention of Kidney Stone Recurrence. *J Urol.* 2017;197(4):1084-89. doi: 10.1016/j.juro.2016.10.052.
10. Bhojani N, Bjazevic J, Wallace B, Lee L, Kaler KS, Dion M, et al. UPDATE – Canadian Urological Association guideline: Evaluation and medical management of kidney stones. *Can Urol Assoc J.* 2022;16(6):175-88. doi: 10.5489/auaj.7872.
11. Manzo BO, Cabrera JD, Emiliani E, Manuel SH, Howard EB, Ernesto TJ, et al. Impact of the adherence to medical treatment on the main urinary metabolic disorders in patients with kidney stones. *Asian J Urol.* 2021;8(3):275-9. doi: 10.1016/j.ajur.2020.07.002.
12. Eisner BH, Sheth S, Dretler SP, Herrick B, Pais VM Jr. Abnormalities of 24-hour urine composition in first-time and recurrent stone-formers. *Urology.* 2012;80(4):776-9. doi: 10.1016/j.urol.2012.06.034.
13. Chan KH, Moser EA, Whittam BM, Misseri R, Cain MP, Krambeck A. The ability of a limited metabolic assessment to identify pediatric stone formers with metabolic abnormalities. *J Pediatr Urol.* 2018;14(4):331.e1-e6. doi: 10.1016/j.jpuro.2018.08.005.
14. Williams JC Jr, Gambaro G, Rodgers A, Asplin J, Bonny O, Costa-Bauzá A, et al. Urine and stone analysis for the investigation of the renal stone former: a consensus conference. *Urolithiasis.* 2021;49(1):1-16. doi: 10.1007/s00240-020-01217-3.
15. Halperin Kuhns VL, Woodward OM. Urate transport in health and disease. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2021;35(4):1017-17. doi: 10.1016/j.berh.2021.101717.
16. Helget LN, Mikuls TR. Environmental Triggers of Hyperuricemia and Gout. *Rheum Dis Clin North Am.* 2022;48(4):891-906. doi: 10.1016/j.rdc.2022.06.009.
17. Russo E, Leoncini G, Esposito P, Garibotto G, Pontremoli R, Viazzi F. Fructose and Uric Acid: Major Mediators of Cardiovascular Disease Risk Starting at Pediatric Age. *Int J Mol Sci.* 2020;21(12):4479. doi: 10.3390/ijms21124479.
18. Torres RJ, Puig JG. GLUT9 influences uric acid concentration in patients with Lesch-Nyhan disease. *Int J Rheum Dis.* 2018;21(6):1270-76. doi: 10.1111/1756-185X.13323.
19. Tasic V, Hynes AM, Kitamura K, Cheong HI, Lozanovski VJ, Gucev Z, et al. Clinical and functional characterization of URAT1 variants. *PLoS One.* 2011;6(12):e28641. doi: 10.1371/journal.pone.0028641.
20. Vozianov O, Sahalevych A. Current Opportunities of Litholytic Therapy in Multiple Bilateral Uric Acid Nephrolithiasis. *Health Man.* 2024;(4):17-22. doi: 10.30841/2786-7323.4.2024.322111.
21. Fargue S, Acquaviva BC. Primary hyperoxaluria type 1: pathophysiology and genetics. *Clin Kidney J.* 2022;15(1):i4-i8. doi: 10.1093/ckj/sfab217.
22. Crivelli JJ, Mitchell T, Knight J, Wood KD, Assimos DG, Holmes RP, et al. Contribution of Dietary Oxalate and Oxalate Precursors to Urinary Oxalate Excretion. *Nutrients.* 2020;13(1):62. doi: 10.3390/nu13010062.
23. Pyle HJ, Rutherford A, Vandergriff T, Rodriguez ST, Shastri S, Dominguez AR. Cutaneous oxalosis mimicking calcinosis cutis in a patient on peritoneal dialysis. *JAAD Case Rep.* 2021;17:73-6. doi: 10.1016/j.jdcr.2021.09.036.
24. Bao D, Wang Y, Zhao MH. Oxalate Nephropathy and the Mechanism of Oxalate-Induced Kidney Injury. *Kidney Dis (Basel).* 2023;9(6):459-68. doi: 10.1159/000533295.
25. Selistre LDS, Cochat P, Rech DL, Parant F, Souza VC, Dubourg L. Association between glomerular filtration rate (measured by high-performance liquid chromatography with iohexol) and plasma oxalate. *J Bras Nefrol.* 2018;40(1):73-6. doi: 10.1590/1678-4685-JBN-3743.
26. Shen Y, Luo X, Li H, Guan Q, Cheng L. Evaluation of a high-performance liquid chromatography method for urinary oxalate determination and investigation regarding the pediatric reference interval of spot urinary oxalate to creatinine ratio for screening of primary hyperoxaluria. *J Clin Lab Anal.* 2021;35(8):e23870. doi: 10.1002/jcla.23870.
27. Hashmi SB, Jafri L, Majid H, Talati J, Aziz W, Khan AH. Relationship of spot urine oxalate to creatinine ratio and 24 hours urinary oxalate excretion in patients with urolithiasis. *Ann Med Surg (Lond).* 2020;60:330-3. doi: 10.1016/j.amsu.2020.11.002.
28. Hashmi SB, Jafri L, Talati J, Majid H, Qazi S, Khan AH. Determination of reference interval (RI) of spot urinary oxalate to creatinine ratio in children of pakistani origin under six years of age: A cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond).* 2021;64:102251. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102251.
29. Jawalekar SL, Kulkarni UJ, Surve VT, Bhute A. Evaluation of different urinary constituent ratios in renal stone formers. *Ann. Biol. Res.* 2010;3(1):50-5.
30. Hong YH, Dublin N, Razack AH, Mohd MA, Husain R. Twenty-four hour and spot urine metabolic evaluations: correlations versus agreements. *Urology.* 2010;75(6):1294-8. doi: 10.1016/j.urology.2009.08.061.
31. Dawson CH, Tomson CR. Kidney stone disease: pathophysiology, investigation and medical treatment. *Clin Med (Lond).* 2012;12(5):467-71. doi: 10.7861/clinmedicine.12-5-467.
32. Devuyt O, Pirson Y. Genetics of hypercalciuric stone forming diseases. *Kidney Int.* 2007;72(9):1065-72. doi: 10.1038/sj.ki.5002441.
33. Marwaha RK, Garg MK, Dang N, Mithal A, Narang A, Chadha A, et al. Reference range of random urinary calcium creatinine ratio in North Indian children and adolescents. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2019;24(1):34-40. doi: 10.6065/apem.2019.24.1.34.
34. Walker V. Phosphaturia in kidney stone formers: Still an enigma. *Adv Clin Chem.* 2019;90:133-96. doi: 10.1016/bs.acc.2019.01.004.
35. Rodriguez A, Baccaro R, Gambaro G, Ferraro PM. Urinary supersaturation on fractionated urine collections: which urine sample can explain better the variability observed on 24-h urine? A proof-of-concept study. *Urolithiasis.* 2020;48(5):403-08. doi: 10.1007/s00240-020-01177-8.
36. Eisner BH, Goldfarb DS, Baum MA, Langman CB, Curhan GC, Preminger GM, et al. Evaluation and Medical Management of Patients with Cystine Nephrolithiasis: A Consensus Statement. *J Endourol.* 2020;34(11):1103-10. doi: 10.1089/end.2019.0703.
37. Krishnamurthy S, Pavani C, Kurup PM, Palanisamy S, Jagadeesh A, Sekar K, et al. Cystinuria in a 13-month-old Girl with Absence of Mutations in the SLC3A1 and SLC7A9 Genes. *Indian J Nephrol.* 2018;28(1):84-5. doi: 10.4103/ijn.IJN\_20\_17.
38. Baumann JM, Casella R. Prevention of Calcium Nephrolithiasis: The Influence of Diuresis on Calcium Oxalate Crystallization in Urine. *Adv Prev Med.* 2019;2019:3234867. doi: 10.1155/2019/3234867.

*Стаття надійшла до редакції 10.02.2025. – Дата першого рішення 24.02.2025. – Стаття подана до друку 25.03.2025*