

Порівняльна оцінка вибору методу перкутанної нефролітотрипсії при нефролітіазі

А.І. Сагалеви́ч¹, Я.О. Дубовий^{1,2}, Я.М. Постол^{1,2}, Б.В. Джуран¹, В.В. Когут¹, А.В. Корицький², Р.В. Сергійчук^{1,2}, В.В. Ожогін^{1,2}, А.Ю. Храпчук¹

¹Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

²Київська обласна клінічна лікарня, м. Київ

Мета дослідження: проведення аналізу ефективності та безпеки виконання міні-перкутанної нефролітотрипсії (мПНЛ) із стандартною черезшкірною нефролітотрипсією (сПНЛ) при лікуванні нефролітіазу.

Матеріали та методи. У дослідженні проаналізовано результати лікування 1021 пацієнта із солітарними (10–30 мм), коралоподібними та множинними каменями нирок за період 2016–2022 рр.

Хворі були розподілені на дві групи: сПНЛ (500 пацієнтів) та мПНЛ (521 пацієнт). Середній вік пацієнтів обох груп становив 44,5±15 року. Результати лікування в обох групах порівнювались між собою за такими показниками: стан вільний від каменів (SFR), тривалість операції, наявність ускладнень та терміни післяопераційного перебування в лікарні.

Результати. Обидві методики є високоефективними в хірургічному лікуванні нефролітіазу. При цьому тривалість операції в групі мПНЛ була більшою, ніж у групі сПНЛ (81,0±15,5 хв проти 69,1±13,9 хв; $p<0,001$), мПНЛ частіше закінчувалась за бездренажними методиками (41,1% проти 6,8%; $p<0,001$).

Післяопераційний показник SFR після виконання мПНЛ загалом був вищим (96,4% проти 91,8%; $p=0,002$) як при лікуванні солітарних каменів (98,5% проти 97,4%; $p>0,05$), так і при лікуванні коралоподібного (90,1% проти 77,3%; $p<0,05$) та множинного нефролітіазу (89,5% проти 70,8%; $p=0,03$).

Післяопераційне падіння рівня гемоглобіну було меншим у групі мПНЛ (1,1±0,34 г/дл проти 2,1±0,26 г/дл; $p<0,001$). Частота інфекційних ускладнень та тривалість післяопераційного перебування в лікарні була нижчою у групі мПНЛ, ніж у групі сПНЛ – 7,3% проти 13,2% ($p=0,03$) і 1,9±0,6 дня проти 4,3±2,4 дня відповідно ($p<0,001$).

Висновки. Доведено, що безпечним та ефективним методом лікування нефролітіазу є міні-перкутанна нефролітотрипсія (м-ПНЛ). Порівняно із стандартною черезшкірною нефролітотрипсією (сПНЛ) у хворих після виконання мПНЛ відзначається вищий показник SFR, менша частота післяопераційних ускладнень та післяопераційне перебування в лікарні. Збільшення тривалості операції при виконанні мПНЛ пов'язана зі зменшенням діаметра тубуса.

Ключові слова: нефролітіаз, міні-перкутанна нефролітотрипсія, стандартна перкутанна нефролітотрипсія.

Comparative evaluation of the choice of the method of percutaneous nephrolithotripsy in patients with nephrolithiasis

A.I. Sahalevych, Ya.O. Dubovyi, Ya.M. Postol, B.V. Dzhuran, V.V. Kogut, A.V. Korytskyi, R.V. Sergiychuk, V.V. Ozhohin, A.Yu. Khrapchuk

The objective: to analyze the effectiveness and safety of mini-percutaneous nephrolithotripsy (mPCNL) compared to standard percutaneous nephrolithotripsy (sPCNL) in the treatment of nephrolithiasis.

Materials and methods. The study analyzed the results of treatment of 1021 patients with solitary (10–30 mm), coral-like and multiple kidney stones for the period from 2016 to 2022. Patients were divided into two groups: sPCNL (500 patients) and mPCNL (521 patients). The average age of patients in both groups was 44.5±15 years. The results of treatment in both groups were compared with each other according to the following parameters: stone-free rate (SFR), duration of surgery, presence of complications, and length of postoperative hospital stay.

Results. Both methods are highly effective in the surgical treatment of nephrolithiasis. At the same time, the duration of the operation in the mPCNL group was longer than in the sPCNL group (81.0±15.5 min vs. 69.1±13.9 min; $p<0.001$), mPCNL was more often finished with drainageless methods (41.1% vs. 6.8%; $p<0.001$).

The postoperative SFR after mPCNL was generally higher (96.4% vs. 91.8%; $p=0.002$) both in the treatment of solitary stones (98.5% vs. 97.4%; $p>0.05$) and in treatment of coral-like (90.1% vs. 77.3%; $p<0.05$) and multiple nephrolithiasis (89.5% vs. 70.8%; $p=0.03$).

The postoperative hemoglobin decrease was smaller in the mPCNL group (1.1±0.34 g/dL vs. 2.1±0.26 g/dL; $p<0.001$). The infectious complications frequency and length of postoperative stay in the hospital were less in the mPCNL group than in the sPCNL group – 7.3% vs. 13.2% ($p=0.03$) and 1.9±0.6 days vs. 4.3±2.4 days, respectively ($p<0.001$).

Conclusions. Mini-percutaneous nephrolithotripsy (m-PCNL) has been proven to be a safe and effective method of nephrolithiasis treatment. Compared with standard percutaneous nephrolithotripsy (sPCNL), patients after mPCNL have a higher SFR, a lower frequency of postoperative complications and duration of postoperative stay in the hospital. An increase operation time by mPCNL is associated with a decrease in the diameter of the tube.

Keywords: nephrolithiasis, mini-percutaneous nephrolithotripsy, standard percutaneous nephrolithotripsy.

Відповідно до клінічних рекомендацій Європейської та Американської асоціації урологів, перекутана нефролітотрипсія (ПНЛ) є процедурою першої лінії при лікуванні великих (>1,5–2,0 см) каменів у нирках [1]. Технічний прогрес і збільшення досвіду призвели до підвищення безпеки та ефективності цієї процедури [2]. Однак через інвазивний характер цього хірургічного підходу відомі ускладнення ПНЛ включають інфекцію сечовивідних шляхів, інтраопераційну кровотечу, пошкодження сусідніх органів і перфорацію збиральної системи нирки [3, 4].

Одним із методів мінімізації травми нирки є впровадження в урологічну практику мініатюрних інструментів [5–7], збільшення використання перкутанної міні-нефролітотрипсії (мПНЛ) з трактами менше 22 Ch замість стандартної перкутанної нефролітотрипсії (сПНЛ) з розміром тракту 24–30 Ch [8–10]. Незважаючи на вищий профіль безпеки мПНЛ, деякі автори повідомляють про різницю у стані, вільному від конкрементів (SFR), на користь сПНЛ. Ці відмінності найбільш помітні при порівнянні результатів лікування великих та коралоподібних конкрементів нирок [11–13].

Зі збільшенням кількості публікацій та досвіду впровадження мПНЛ виникає потреба в порівнянні результатів та безпеки цих методик у лікуванні нефролітизу.

Мета дослідження: порівняльне оцінювання ефективності та безпеки виконання міні-перкутанної нефролітотрипсії із стандартною перкутанною нефролітотрипсією при лікуванні нефролітизу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Було проведено ретроспективний та проспективний аналіз лікування пацієнтів, які перенесли оперативне лікування нефролітиазу з листопада 2016 до листопада 2022 року в урологічному відділенні Київської обласної лікарні. Усі процедури, проведені у цьому дослідженні, відповідали етичним стандартам інституційного та/або національного дослідницького комітету, Гельсінської декларації (1964) та її пізніших поправок, а також інших актуальних етичних стандартів. Для такого типу дослідження офіційна згода не потрібна.

Пацієнти з неконтрольованою коагулопатією, гострою інфекцією сечовивідних шляхів, тяжкою хронічною хворобою нирок, вагітні та пацієнти віком до 18 років були виключені з дослідження.

Загалом у дослідженні взяли участь 1021 пацієнта з поодинокими (10,0–30,0 мм) коралоподібними та множинними конкрементами нирок. Пацієнти були розподілені на дві групи залежно від методу лікування. До I групи увійшли 500 пацієнтів, яким проводили сПНЛ, до II групи – 521 хворий, яким виконували мПНЛ.

Пацієнти пройшли передопераційне обстеження, включаючи повну гемограму, сечовину та креатинін сироватки, культуральне дослідження сечі, сонографію та комп'ютерну томографію (КТ). Пацієнтів з інфекціями сечовивідних шляхів лікували культурально-специфічними антибіотиками. Усі процедури виконував один хірург із 20-річним досвідом виконання ПНЛ.

Середній вік пацієнтів обох груп становив $44,5 \pm 15$ року. За віком, статтю, індексом маси тіла, передопераційним рівнем гемоглобіну, наявністю гідронефрозу,

характеристик конкрементів (розмір каменів, щільність, локалізація та їх кількість) значущих відмінностей між групами не було (табл. 1).

Операції проводили під регіональною комбінованою спінально-епідуральною (чоловіки) та епідуральною (жінки) анестезією (бупівакаїн, 20 мл/50 мг), із внутрішньовенною седатією (пропофол, 10 мг/1 мл). Сечовідний катетер 6F спочатку вводили до ниркової миски в літотомічному положенні хворого, потім пацієнта перевертали в положення на живіт. Черезшкірний доступ до чашечко-мискової системи нирки виконувався шляхом комбінованої контрольованої ультразвуком пункції чашечки через її форнікс.

У групі мПНЛ тракт був розширений шляхом серійної дилатації до діаметрів трубки міні-нефроскопа 16/17,5/21 Ch (Karl Storz, Німеччина). У групі сПНЛ

Таблиця 1

Демографічні дані пацієнтів та характеристика каменів

Показник	Група I (сПНЛ), n=500	Група II (мПНЛ), n=521	Значення р*
Вік (роки)	46,7±16,4	43,3±14,1	0,305
Чоловіки, n (%)	226 (45,2)	287 (55,1)	0,002
Жінки, n (%)	274 (54,8)	234 (44,9)	
Індекс маси тіла (kg/m ²)	29,4±5,7	29,0±5,1	0,422
Доопераційний Hb (mg/dl)	13,51±1,25	13,42±1,25	0,195
Середній розмір каменю (мм)	27,5±7,3	25,7±6,4	0,479
Щільність каменів, HU	1195±174	1216±185	0,091
Сторона розташування каменю, n (%)			
Праворуч	236 (47,2)	262 (48,4)	0,324
Ліворуч	264 (52,8)	259 (51,6)	
Кількість каменів, n (%)			
Одиничні (10.0-30.0 мм)	305 (61,0)	325 (62,4)	0,651
Коралоподібний камінь (КК 1-2)	81 (16,2)	76 (14,6)	0,476
Коралоподібний камінь (КК 3)	66 (13,2)	63 (12,1)	0,595
Множинні	48 (9,6)	57 (10,9)	0,481
Локалізація каменю в нирці, n (%)			
Миска	227 (45,4)	208 (39,9)	0,077
Нижня чашечка	186 (37,2)	184 (35,3)	0,532
Середня чашечка	26 (5,2)	35 (6,7)	0,307
Верхня чашечка	33 (6,6)	42 (8,1)	0,371
Множинні	28 (5,6)	52 (9,9)	0,010
Гідронефроз, n (%)			
Немає	121 (24,2)	145 (27,8)	0,187
Незначний	197 (39,4)	178 (34,2)	0,083
Помірний	142 (28,4)	145 (27,8)	0,840
Виразений	40 (8,0)	53 (10,2)	0,228

Примітка. * – Статистично достовірно, якщо $p < 0,05$.

черезшкірний тракт розширювали за допомогою телескопічних металевих розширювачів Alken до діаметра трубки нефроскопа 24–26 Ch (Karl Storz, Німеччина) або із застосуванням оболонки Amplatz до 28–30 Ch. Вибір розміру нефроскопа ґрунтувався на підставі його наявності, анатомічних особливостей нирки, будови чашково-мискової системи (ЧМС), розміру та щільності конкременту і побажання хірурга.

Дроблення конкрементів проводили за допомогою пневматичного Calculusplit (Karl Storz) або лазерного Ho:YAG Medilas H (Dornier) літотрипторів. При виконанні мПНЛ перевагу віддавали лазерній літотрипсії, а при виконанні сПНЛ – пневмотичній. Проте остаточне рішення про вид літотрипсії ухвалював оперуючий хірург з урахуванням клінічного сценарію (розмір нефроскопа, розмір каменю, його щільність). Після видалення фрагментів каменів проводили огляд порожнинної системи нирки шляхом візуального (ендоскопічного) огляду та флюорографії, а в окремих випадках – сонографії. Гнучку реноскопію не проводили через економічні обмеження. Операцію завершували дренажуванням нирки силіконовим катетером Фолея (відкритий кінець) 14/16 Ch при сПНЛ, 12 Ch при мПНЛ або завершували безнефростомно (tubeless) з антеградним встановленням стента в сечовід, чи повністю бездренажно (без нефростоми та без стенту – total tubeless).

Стан, вільний від конкрементів (SFR), оцінювали в першу добу після операції за допомогою ультразвукового моніторингу, у поодиноких випадках – СКТ. Успішним лікуванням вважали 100% SFR або наявність клінічно незначущих залишкових фрагментів (<3–4 мм).

Статистичний аналіз

Дані обробляли за допомогою пакета програм Statistica 10 for Windows (виробник – StatSoft.Inc, США). Кількісні параметри представлені середніми рівнями показників – (M) ± стандартне відхилення (SD), якісні параметри частотними характеристиками. Достовірність відмінностей між групами визначали на основі t-критерію Стьюдента або U-критерію Манна–Уїтні.

Порівняльний аналіз статистичної значущості відмінностей між групами проводили за допомогою χ^2 або χ^2 з поправкою Йетса. У деяких випадках (невелика кількість спостережень) використовували точний критерій Фішера. Для всіх статистичних оцінок статистичну значущість перевіряли на рівні не нижче 95,0%.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під спостереженням перебував 1021 пацієнт: 500 пацієнтам проведено лікування методом сПНЛ і 521 пацієнту – методом мПНЛ. Одиночний транспарентнохіматозний доступ виконано у 395 (79,0%) випадках групи сПНЛ і у 365 (70,1%) хворих із групи мПНЛ ($p < 0,001$). Доступ через нижні полюси проводили частіше в групі сПНЛ – 345 (87,3%) проти мПНЛ – 275 (76,0%); $p < 0,001$. Частота доступів через середній та верхній полюси була вищою у групі мПНЛ, а саме: 51 (12,9%) і 90 (7,5%) проти 32 (6,4%) і 18 (3,6%) відповідно. У групі мПНЛ частіше використовували кілька

Інтраопераційні результати операцій

Показник	Група I (сПНЛ), n=500	Група II (мПНЛ), n=521	Значення р*
Місце доступу до порожнинної системи нирки, n (%)			
Один доступ до чашечки	395 (79,0)	365 (70,1)	<0,001
нижній	344 (87,1)	275 (76,0)	<0,001
середній	33 (8,4)	51 (13,6)	0,014
верхній	18 (4,6)	39 (10,4)	0,002
Два доступи до чашечок	67 (13,4)	83 (15,9)	0,254
нижній + середній	35 (52,2)	30 (36,1)	0,048
нижній + верхній	25 (37,4)	19 (22,9)	0,05
середній + верхній	7 (10,4)	34 (41,0)	0,001
Три доступи до чашечок	29 (5,8)	51 (9,8)	0,018
нижній + середній + верхній	19 (65,5)	45 (88,2)	0,032
нижній + середній + середній	10 (34,5)	6 (11,8)	0,032
Чотири доступи до чашечок	9 (1,8)	22 (4,2)	0,039
нижній + нижній + середній + верхній	3 (33,3)	16 (72,7)	0,041
нижній + середній + середній + верхній	6 (66,7)	6 (27,3)	0,041
Розміри тубуса (Ch) з одним доступом, n (%)	395 (79,0)	365 (70,1)	<0,001
30	6 (1,5)	-	
28	17 (4,3)	-	
26	159 (40,3)	-	
24	213 (53,9)	-	
21		114 (31,2)	
17,5		163 (44,7)	
16		88 (24,1)	
Тривалість операції (хв)			
Усього	69,1±13,9	81,0±15,5	<0,001
Одиничні (10,0–30,0 мм)	35,3±10,2	46,3±12,4	<0,001
K1-K2	41,1±11,4	57,4±10,3	<0,001
K3	78,4±15,2	91,5±19,1	<0,001
Множинні каміння	91,2±11,8	106,5±19,3	<0,001
SFR, n (%)			
Усього	459 (91,8)	502 (96,4)	0,002
Поодинокі (10,0–30,0 мм)	297 (97,4)	320 (98,5)	>0,05
K1-K2	77 (95,1)	73 (96,1)	>0,05
K3	51 (77,3)	58 (90,1)	<0,05
Множинні каміння	34 (70,8)	51 (89,5)	0,03
Завершення операції			
Нефростома	391 (78,2)	210 (40,3)	<0,001
Нефростома + сечовідний стент	75 (15,0)	97 (18,6)	0,123
Tubeless	23 (4,6)	129 (24,8)	<0,001
Total tubeless	11 (2,2)	85 (16,3)	<0,001
Повторні операції, n (%)	29 (5,8)	5 (0,9)	<0,001
Перебування у стаціонарі, дні	4,3±2,4	1,8±0,6	<0,001

Примітка. * – Статистично достовірно, якщо $p < 0,05$.

трактів: два доступи – 83 (15,9%) проти 67 (13,4%); $p < 0,254$; три – 51 (9,8%) проти 29 (5,8%); $p < 0,018$; чотири – 22 (4,2%) проти 9 (1,8%); $p < 0,039$ (табл. 2).

При виконанні одного доступу серед 395 сПНЛ тубуси нефроскопа розміром 24/26/28/30 Ch використовували у 213 (53,9%), 159 (40,3%), 17 (4,3%) та 6 (1,5%) випадках відповідно. При виконанні одного доступу серед 365 мПНЛ тубуси 16/17,5/22 Ch використовували відповідно у 114 (31,2%), 163 (44,7%) та 88 (24,1%) випадках. У групі сПНЛ додатковий доступ частіше проводили тубусом нефроскопа 24 Ch, а в групі мПНЛ – 16 або 17,5 Ch.

Середня тривалість операції становила $81,0 \pm 15,5$ хв у групі мПНЛ та $69,1 \pm 13,9$ хв у групі сПНЛ ($p < 0,001$). Тривалість хірургічного втручання була довшою у хворих із коралоподібними та множинними конкрементами в обох групах: при виконанні мПНЛ – $91,5 \pm 19,1$ та $106,5 \pm 19,3$ хв, а при сПНЛ – $78,4 \pm 15,2$ та $91,2 \pm 11,8$ хв відповідно ($p < 0,001$).

Стан, вільний від каміння (SFR), досягнуто у 459 (91,8%) пацієнтів групи сПНЛ проти 502 (96,4%) осіб групи мПНЛ ($p = 0,002$). Найвищі показники SFR фіксували у пацієнтів із солітарним нирковим конкрементом: 97,4% у групі сПНЛ проти 98,5% у групі мПНЛ ($p > 0,05$). Нижчий показник SFR спостерігали у пацієнтів із коралоподібними каменями в обох групах: з однаковим показником SFR у пацієнтів із K1-K2 каменями в обох групах – сПНЛ та мПНЛ (95,1 проти 96,1%; $p > 0,05$), однак у пацієнтів із коралоподібними конкрементами K3 – SFR був значно вищим у групі мПНЛ (90,1 проти 77,3%; $p < 0,05$). У пацієнтів із множинними каменями в нирках SFR також був значно вищим у групі мПНЛ – 89,5 проти 70,8% ($p = 0,03$).

Повторні втручання у зв'язку з резидуальними конкрементами у пацієнтів із складним коралоподібними

і множинними конкрементами виконували 29 (5,8%) пацієнтам у групі сПНЛ і лише 5 (0,9%) особам у групі мПНЛ ($p < 0,001$). Середня тривалість післяопераційного перебування в лікарні становила $4,3 \pm 2,4$ дня (від 2 до 10) у групі сПНЛ та $1,8 \pm 0,6$ дня (від 1 до 7) у групі мПНЛ ($p < 0,001$).

Бездренажну процедуру було виконано у 214/521 (41,1%) пацієнтів у групі мПНЛ порівняно з 34/500 (6,8%) у групі сПНЛ ($p < 0,001$): безнефростомна (tubeless) у 129 (24,8%) хворих групи мПНЛ проти 23 (4,6%) – групи сПНЛ ($p < 0,001$) і бездренажна (total tubeless) – 85 (16,3%) проти 11 (2,2%) пацієнтів відповідно ($p < 0,001$).

Ускладнення не спостерігали у 465 (89,3%) хворих групи мПНЛ та 394 (78,8%) сПНЛ ($p < 0,001$). Інтраопераційну кровотечу (більше 400 мл) фіксували у 28 (5,6%) пацієнтів з сПНЛ проти 9 (1,7%) осіб групи мПНЛ ($p = 0,002$), інфекцію сечовивідних шляхів реєстрували у 66 (13,2%) проти 38 (7,3%) пацієнтів відповідно ($p < 0,001$).

Середній рівень зниження гемоглобіну у післяопераційний період у пацієнтів з мПНЛ був нижчим, ніж після сПНЛ: $1,1 \pm 0,34$ г/дл проти $2,1 \pm 0,26$ г/дл ($p < 0,001$). Ускладнень більше рівня IIIa за класифікацією Clavien у групі мПНЛ не фіксували на відміну від пацієнтів групи сПНЛ, де гемотрансфузію проводили 3 (0,6%) хворим, а в одному випадку (0,2%) була потрібна післяопераційна селективна емболізація псевдоаневризми. В обох групах не відзначено пошкоджень близько розташованих до нирки органів та летальності (табл. 3).

На сьогодні основними хірургічними методами лікування ниркових конкрементів розміром до 1,5–2,0 см є ударно-хвильова літотрипсія (УХВЛ) та ретроградна внутрішньониркова хірургія (РВНХ), а ПНЛ рекомендують виконувати при великих і ко-

Таблиця 3

Ускладнення операцій

Показник	Група I (сПНЛ), n=500	Група II (мПНЛ), n=521	Значення p*
Ускладнення, Clavien, n (%)			
0	394 (78,8)	465 (89,3)	<0,001
I	59 (11,8)	37(7,1)	0,011
II	26 (5,2)	11(2,1)	0,009
IIIa	19 (3,8)	8 (1,5)	0,04
IIIb	1 (0,2)**	0**	>0,05
IVa	1(0,2)	0	>0,05
IVb-V	0	0	
Характеристика ускладнень, n (%)			
Інтраопераційна кровотеча	28 (5,6)	9 (1,7)	0,002
Середнє зниження Hb (g/dl)	$2,1 \pm 0,26$	$1,1 \pm 0,34$	<0,001
Сечова інфекція	66 (13,2)	38 (7,3)	0,003
Поранення сусідніх органів	0	0	
Псевдоаневризма	1 (0,2)	0	
Летальність	0	0	
Лікування ускладнень, n (%)			
Гематрансфузія	3 (0,6)	0	>0,05
Селективна емболізація	1 (0,2)	0	>0,05
Післяопераційне стентування сечоводу	19 (3,8)	8 (1,5)	0,04

Примітки: * – статистично достовірно, якщо $p < 0,05$; ** – без урахування повторних операцій при лікуванні складних коралоподібних каменів.

ралопоподібних конкрементах нирки або у випадках, коли анатомічні аномалії перешкоджають успішному лікуванню за допомогою УХВЛ або РВНХ. Найважливішою перевагою РВНХ перед ПНЛ є менша інвазивність і відповідно менша частота ускладнень [13, 14]. Однак вища вартість експлуатації обладнання, необхідність повторних процедур і нижчі показники відсутності каменів (SFR) є вагомим недоліком на відміну від перкутанних методів лікування [15, 16].

Стандартна ПНЛ має низку специфічних ускладнень, зокрема геморагічних, де 29–83% з них зумовлені розширенням паренхіматозного тракту нирки та інтраопераційними маніпуляціями. Прагнення знизити травматичність ПНЛ призвело до мініатюризації інструментарію із впровадженням нефроскопів меншого діаметра: міні-, ультраміні-, мікро-, суперміні-ПНЛ [9, 17].

Існують дані, що підтверджують негативний вплив перкутанної хірургії на функціональний стан нирки у випадках, коли паренхіматозний тракт формується за допомогою тубуса нефроскопа більше 26 Ch, що може призвести до розвитку локальних рубців у паренхімі із залученням до 2–5% від загального об'єму функціональної тканини нирки. Результати різних досліджень продемонстрували зменшення крововтрати, післяопераційного перебування у стаціонарі та ускладнень із зменшенням діаметра транспаренхіматозних шляхів із співставною ефективністю від 75% до 98% [18].

Проте із зменшенням діаметра тубуса нефроскопа виникає низка недоліків, зокрема підвищення тиску у збиральній системі нирки та необхідність більшої фрагментації конкрементів для видалення, що збільшує тривалість операції, особливо у пацієнтів з великим кам'яним навантаженням [18–20].

Позитивними сторонами мПНЛ є наявність простору між нефроскопом і тубусом, що дозволяє краще візуалізувати та евакуювати дрібні уламки каменів завдяки ефекту «пилососа» (принцип Бернуллі), що може сприяти покращенню показників SFR. Подібно до нашого дослідження, покращення ефективності мПНЛ спостерігалось в дослідженнях W. Zhong та ін. [21], де мПНЛ асоціювався із значно кращим SFR (89,7 проти 68,0%; $p=0,049$) порівняно із сПНЛ та меншою потребою у повторній процедурі (13,8 проти 28,0%; $p=0,048$). Водночас у мета-аналізі J. Deng та ін. [22] показник SFR становив 87,6% із сПНЛ і 87,8% з мПНЛ ($p=0,57$).

Згідно з нашим досвідом, вищий SFR був у хворих після мПНЛ серед усіх типів ниркових конкрементів порівняно із сПНЛ (96,4 проти 91,8%; $p=0,002$). Найбільш суттєві відмінності були помічені при лікуванні великих коралоподібних каменів, де результати SFR серед мПНЛ та сПНЛ становили 90,1% проти 77,3% ($p<0,05$); а при лікуванні множинних каменів у нирках – 89,5% проти 70,8% ($p=0,03$). Ця особливість пов'язана з можливістю більш активного використання додаткових (від 1 до 4) черезшкірних доступів завдяки їх меншій травматичності.

У цьому дослідженні множинний нирковий доступ у групі сПНЛ виконано у 105 (21,0%) випадках, а в групі мПНЛ – у 156 (29,9%), що безпосередньо впливає на вищий SFR ($p<0,05$).

З метою зниження ризиків інтраопераційної кровотечі ми намагалися не виконувати додаткові доступи при сПНЛ (24–26 Ch), коли розмір ниркової чашечки з конкрементом був меншим за розмір нефроскопа (<24 Ch). Для мінімізації ризику кровотечі не проводили розширення вузьких шийок чашечки (<20–22 Ch) з наступним введенням стандартного нефроскопа, оскільки більший розмір і кількість трактів підвищує частоту геморагічних ускладнень [23].

Загальновідомо, що доступ через верхній полюс нирки найчастіше виконується в міжребер'ї, де ризик ушкодження плеври та легенів (5–32%) підвищується порівняно з підреберним доступом. Низка досліджень відзначає суттєве зменшення ушкоджень плеври у разі черезшкірної пункції та дилатації нирки до тракту меншого діаметра [24, 25]. У цьому дослідженні в жодній із досліджуваних груп не відзначено ушкоджень плеври та органів черевної порожнини. Виконуючи черезшкірний доступ, ми завжди дотримувались методики комбінованого використання сонографії та флюорографії, що згідно з деякими дослідженнями і підкріплено нашими висновками, підтверджує безпеку доступу завдяки цій методиці, а не лише завдяки мінімізації діаметра використовуваного нефроскопа [25, 26].

Під час мПНЛ видавали перевагу лазерній літотрипсії. Цей метод літотрипсії вимагає формування менших фрагментів і більш тривалого часу операції. Пневматичну літотрипсію проводили значно рідше під час мПНЛ через великий діаметр пневматичного зонда, який погіршував потік іригаційної рідини в мінінефроскопі. У групі сПНЛ фрагментацію конкрементів найчастіше проводили за допомогою пневматичного літотриптора. У своєму дослідженні G. Zeng та ін. [21] порівнювали різні літотриптори в групах сПНЛ та мПНЛ за технікою хірургічного втручання та за різницею у внутрішньому просторі робочого каналу нефроскопа – автори виявили, що тип апаратів для літотрипсії не впливає на різницю в SFR.

Отже, мПНЛ є оптимальною альтернативою стандартної перкутанної нефролітотрипсії, де відомі недоліки використання мініатюрного нефроскопа не настільки виражені, а розміри інструмента (14–21 Ch) достатні для самостійної евакуації уламків каменю, без використання захватних пристроїв (щипців і кошиків). Ця особливість дозволила довести, що евакуація уламків каменю під час мПНЛ є комфортнішою та швидшою, ніж при сПНЛ, де для екстракції фрагментів часто використовують захоплюючі щипці або кошики. Припускаємо, що набуття досвіду та правильні методи фрагментації також можуть допомогти скоротити час операції.

Однак ці особливості впливають на тривалість операції. Так, у даному дослідженні тривалість мПНЛ була більшою порівняно із сПНЛ: $81,0\pm 15,5$ проти $69,1\pm 13,9$ хв ($p<0,001$). Більша тривалість операції була відзначена серед пацієнтів групи мПНЛ із коралоподібними ($91,5\pm 19,1$ проти $78,4\pm 15,2$; $p<0,001$) та множинними конкрементами ($106,5\pm 19,3$ проти $91,2\pm 11,8$; $p<0,001$). Ця ознака може залежати не лише від діаметра нефроскопа, методу і техніки фрагментації конкрементів, а й від кількості додаткових черезшкірних доступів, яких, за рахунок меншої

травматизації, було більше в групі мПНЛ (29,9 проти 21,0%; $p < 0,05$).

Основні переваги мПНЛ проявилися під час аналізу операційних ускладнень. Згідно з класифікацією Clavien–Dindo, у групі сПНЛ відзначено лише одне (0,2%) вагоме ускладнення (Clavien IIIb) – кровотеча з псевдоаневризми, що потребувало проведення селективної емболізації пошкодженої артерії. У групі мПНЛ не зафіксовано ускладнень вище категорії Clavien IIIa, навпаки, кількість ускладнень категорії Clavien I–IIIa була вдвічі меншою, ніж після сПНЛ – 10,7% проти 20,8% відповідно. У групі мПНЛ спостерігалася статистично менше зниження рівня гемоглобіну ($1,1 \pm 0,34$ г/дл проти $2,1 \pm 0,26$ г/дл; $p < 0,001$), тоді як у групі сПНЛ переливання крові було необхідним у 3 (0,6%) випадках, що логічно в силу більшої різниці площі травмованої поверхні ниркової паренхіми при використанні тубуса сПНЛ 24–26 Ch, ніж при мПНЛ 16–21 Ch.

Виконання сПНЛ супроводжується більшою кровотечею з формуванням згустів у ЧМС, що впливає на порушення уродинаміки у верхніх сечових шляхах у ранній післяопераційний період. Так, наявність залишкових згустків або набряків слизової оболонки верхніх сечових шляхів вимагала встановлення сечовідного стента, що відбувалося частіше в групі сПНЛ (3,8% проти 1,5%; $p = 0,04$). Більшість повторних втручань з приводу резидуальних фрагментів також проводили частіше серед хворих після сПНЛ – 5,8% проти 0,9% ($p < 0,001$) внаслідок більш низького показника SFR після сПНЛ (91,8% проти 96,4%; $p = 0,002$).

Досліджуючи інфекційні ускладнення, було відзначено їх помітне зниження у групі мПНЛ (7,3 проти 13,2; $p = 0,003$). Враховуючи доопераційну однорідність досліджуваних груп, це можна пояснити нижчим тиском у порожнинній системі нирки при використанні мПНЛ. Так, Т. Токас та ін. [27] зазначають, що конструкція міні-нефроскопа розроблена зокрема для зниження внутрішньониркового тиску та нівелювання впливу тиску системи зрошення, а найбільшій ефект можна спостерігати при використанні нефроскопа 16 Ch. Ця обставина вигідно відрізняє мінінефроскоп від нефроскопів меншого діаметру (ультра-, міні- та мікро-ПНЛ), де внутрішньопорожнинний тиск залишається неконтрольованим.

У досліджуваній популяції спостерігали коротший післяопераційний період серед пацієнтів, які перенесли мПНЛ із середньою тривалістю перебування

$1,8 \pm 0,6$ днів проти $4,3 \pm 2,4$ днів серед хворих після сПНЛ ($p < 0,001$). Вважаємо, що зменшення травми, пов'язаної з меншим діаметром нефроскопа, може частково пояснити різницю в знеболюванні в післяопераційних умовах. Зазвичай на тривалість післяопераційного перебування в стаціонарі впливає не лише кількісний та якісний склад ускладнень, а й можливість використання бездренажних варіантів закінчення операції [28–30].

Було успішно завершено мПНЛ без встановлення нефростомічного дренажу у 214 (41,1%) пацієнтів: 129 (24,8%) безнефростомних (tubeless) мПНЛ з антеградним стентуванням сечоводу та 85 (16,3%) абсолютно бездренажних (total tubeless) мПНЛ. Ці варіанти завершення операції були значно нижчими ($p < 0,001$) у групі сПНЛ від загальних 34 (6,8%) – 23 (4,6%) були безнефростомні, 11 (2,2%) – бездренажні.

Одним із основних обмежень цього дослідження була відсутність порівняльної характеристики методів та техніки фрагментації конкрементів.

ВИСНОВКИ

Міні-ПНЛ є безпечним та ефективним методом лікування хворих із солітарними, множинними та коралоподібними конкрементами нирок. Незважаючи на більшу тривалість міні-перкутанної нефролітотрипсії (мПНЛ) порівняно із стандартною черезшкірною нефролітотрипсією (сПНЛ), мПНЛ асоціюється зі значно вищим показником SFR, нижчою частотою інтра- та післяопераційних ускладнень, збільшенням частоти бездренажних методів завершення операції і скороченням періоду госпіталізації.

Отже, мПНЛ слід розглядати як адекватну альтернативу сПНЛ.

Заява про розкриття інформації. Автори заявляють, що не мають фінансових інтересів. Це дослідження не отримало жодного гранту від фінансових установ у державному, комерційному чи некомерційному секторах. Автори не мають жодного фінансового чи майнового інтересу в будь-якому матеріалі, обговорюваному в цій статті.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають конфлікту інтересів.

Усі автори зробили внесок у концепцію та дизайн дослідження. Усі автори прочитали та схвалили остаточний рукопис.

Відомості про авторів

Сагалевич Андрій Ігорович – д-р мед. наук, проф., кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (050) 326-63-55. *E-mail:* sagalevich260570@gmail.com.
ORCID: 0000-0001-5273-6907

Дубовий Ярослав Олександрович – аспірант, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (093) 743-70-74. *E-mail:* dp241193dja@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0671-8753

Постол Ярослав Миколайович – аспірант, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (095) 470-13-76. *E-mail:* urolog.postol@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2361-5211

Джуран Богдан Васильович – канд. мед. наук, доцент, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (067) 508-56-22. *E-mail:* b.dzhuran@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3085-5862

Когут Віктор Вікторович – канд. мед. наук, доцент, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (067) 745-66-35. *E-mail: kogutviktor72@gmail.com*
ORCID: 0000-0002-8210-326X

Корицький Андрій Вікторович – завідувач, урологічне відділення, Київська обласна клінічна лікарня, м. Київ; тел.: (067) 951-93-57. *E-mail: andrijkorickij@gmail.com*
ORCID: 0000-0001-9607-591X

Сергійчук Роман Володимирович – аспірант, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (096) 655-66-12. *E-mail: sergiychukrv@ukr.net*
ORCID: 0000-0002-4414-5565

Ожогін Владислав Валерійович – аспірант, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (096) 445-98-18. *E-mail: empatium@icloud.com*
ORCID: 0000-0002-2589-9409

Храпчук Андрій Юрьевич – аспірант, кафедра урології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ; тел.: (093) 346-93-05. *E-mail: andryi0855@gmail.com*
ORCID: 0000-0003-4218-180X

Information about the authors

Sahalevych Andriy I. – MD, PhD, DSc, Professor, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (050) 326-63-55. *E-mail: sagalevich260570@gmail.com*
ORCID: 0000-0001-5273-6907

Dubovyi Yaroslav O. – MD, PhD-student, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (093) 743-70-74. *E-mail: dp241193dja@gmail.com*
ORCID: 0000-0003-0671-8753

Postol Yaroslav M. – MD, PhD-student, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (095) 470-13-76. *E-mail: urolog.postol@gmail.com*
ORCID: 0000-0003-2361-5211

Dzhuran Bogdan V. – MD, PhD, Associate Professor, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (067) 508-56-22. *E-mail: b.dzhuran@gmail.com*
ORCID: 0000-0003-3085-5862

Kogut Viktor V. – MD, PhD, Associate Professor, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (067) 745-66-35. *E-mail: kogutviktor72@gmail.com*
ORCID: 0000-0002-8210-326X

Korytskyi Andriy V. – MD, Head of the Department of Urology, Kyiv Regional Clinical Hospital, Kyiv; tel.: (067) 951-93-57. *E-mail: andrijkorickij@gmail.com*
ORCID: 0000-0001-9607-591X

Sergiychuk, Roman V. – MD, PhD-student, Department of Urology, Kyiv Regional Clinical Hospital. Ukraine, Kyiv; tel.: (096) 655-66-12. *E-mail: sergiychukrv@ukr.net*
ORCID: 0000-0002-4414-5565

Ozhohin Vladislav V. – MD, PhD-student, Department of Urology, Kyiv Regional Clinical Hospital. Ukraine, Kyiv; tel.: (096) 445-98-18. *E-mail: empatium@icloud.com*
ORCID: 0000-0002-2589-9409

Khrapchuk Andriy Yu. – MD, PhD-student, Department of Urology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv; tel.: (093) 346-93-05. *E-mail: andryi0855@gmail.com*
ORCID: 0000-0003-4218-180X

ПОСИЛАННЯ

- EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Barcelona [Internet]. In: 37th Annual EAU Congress; 2022 Jul 1-4; Barcelona. Amsterdam: EAU Guidelines; 2022. Available from: <https://uroweb.org/education-events/37th-annual-eau-congress>.
- De la Rosette J, Assimos D, Desai M, Gutierrez J, Lingeman J, Scarpa R et al. CROES PCNL Study Group. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: indications, complications and outcomes in 5803 patients. *J Endourol.* 2011;25(1):11-7. doi:10.1089/end.2010.0424.
- Kallidonis P, Panagopoulos V, Kyriazis I, Liatsikos E, Liatsikos E. Complications of percutaneous nephrolithotomy: classification, management and prevention. *Curr Opin Urol.* 2016;26(11):88-94. doi: 10.1097/MOU.000000000000232.
- Vicentini FC, Serzedello FR, Thomas K, Marchini GS, Torricelli FCM, Srougi M, et al. What is the quick-est scoring system to predict percutaneous nephrolithotomy outcomes? A comparative study among S.T.O.N.E score, guy's stone score and croes nomogram. *Int Braz J Urol.* 2017;43(6):1102-09. doi: 10.1590/S16775538.IBJU.2016.0586.
- Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, Docimo SG. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urol.* 1998;52(4):697-701. doi: 10.1016/s0090-4295(98)00315-x.
- Lahme S, Bichler KH, Strohmaier WL, Götz T. Minimally invasive PCNL in patients with renal pelvic and calyceal stones. *Eur Urol.* 2001;40(6):619-24. doi: 10.1159/000049847.
- Lahme S. Miniaturisation of PCNL. *Urolithiasis.* 2018;46(1):99-106. doi: 10.1007/s00240-017-1029-3.
- Heinze A, Gozen AS, Rassweiler J. Tract sizes in percutaneous nephrolithotomy: does miniaturization improve outcome? *Curr Opin Urol.* 2019;29(2):118-23. doi: 10.1097/MOU.0000000000000574.
- Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, Desai M, Giusti G, Okhunov Z, et al. Percutaneous nephrolithotomy: update, trends, and future directions. *Eur Urol.* 2016;70(2):382-96. doi:10.1016/j.eururo.2016.01.047.
- Khan AA, Malkani I, Khattak JJ, Mumtaz H, Mazhar M, Naz F, Riaz A. Comparison of Standard Percutaneous Nephrolithotomy with Mini-Percutaneous Nephrolithotomy for Removal of Renal Stones in Adults. *J Ren Hepat Disord.* 2021;5(2):20-5. doi: 10.15586/jrenhep.v5i2.118.
- Loftus CJ, Hinck B, Makovey I, Sivalingam S, Monga M. Mini versus standard percutaneous nephrolithotomy: the impact of sheath size on intrarenal pelvic pressure and infectious complications in a porcine model. *J Endourol.* 2018;32(4):350-3. doi: 10.1089/end.2017.0602.
- Druskin SC, Ziemba JB. Minimally Invasive ("Mini") Percutaneous Nephrolithotomy: Classification, Indications, and Outcomes. *Curr Urol Rep.* 2016;17(4):30. doi: 10.1007/s11934-016-0591-5.
- EiSheemy MS, Elmarakbi AA, Hytham M, Ibrahim H, Khadgi S, Al-Kandari AM. Mini vs Standard Percutaneous Nephrolithotomy for Renal Stones: a Comparative Study. *Urolith.* 2019;47(2):207-14. doi: 10.1007/s00240-018-1055-9.
- Han W, Ge J, Xu X. Comparison of the Efficacy and Complications of Soft

- Ureterscopy Lithotripsy and Percutaneous Nephrolithotomy in the Treatment of Urinary Calculi: A Systematic Review and Meta-analysis. *Comput Math Methods Med.* 2022;2022:5829205. doi: 10.1155/2022/5829205.
15. Zeng G, Zhu W, Lam W. Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy: Its Role in the Treatment of Urolithiasis and Our Experience. *Asian J Urol.* 2018;5(4):295-302. doi: 10.1016/j.ajur.2018.05.001.
16. Datta SN, Chalokia RS, Wing KW, Patel K, Solanki R, Desai J. Ultramini-percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in the treatment of 10-30 mm calculi: a randomized controlled trial. *Urolith.* 2022;50(3):361-7. doi: 10.1007/s00240-022-01304-7.
17. Zeng G, Cai C, Duan X, Xu X, Mao H, Li X, et al. Mini Percutaneous Nephrolithotomy Is a Noninferior Modality to Standard Percutaneous Nephrolithotomy for the Management of 20 - 40 mm Renal Calculi: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Eur. Urol.* 2021;79(1):114-21. doi: 10.1016/j.eururo.2020.09.026.
18. Kamal W, Kallidonis P, Kyriazis I, Liatsikos E. Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy: What Does It Mean? *Urolith.* 2016;44(3):195-201. doi: 10.1007/s00240-016-0881-x.
19. Stepanova N. Hyperoxaluria; a risk factor or a consequence of recurrent pyelonephritis? *J Nephropathol.* 2020;10(4):e36. doi: 10.34172/jnp.2021.36.
20. Jiao B, Luo Z, Huang T, Zhang G, Yu J. A systematic review and meta-analysis of minimally invasive vs. standard percutaneous nephrolithotomy in the surgical management of renal stones. *Exp Ther.* 2021;21(3):213. doi: 10.3892/etm.2021.9645.
21. Zhong W, Zeng G, Wu W, Chen W, Wu K. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy with multiple mini tracts in a single session in treating staghorn calculi. *Urol Res.* 2011;39(2):117-22. doi: 10.1007/s00240-010-0308-z.
22. Deng J, Li J, Wang L, Hong Y, Zheng L, Hu J, et al. Standard versus Mini-Percutaneous Nephrolithotomy for Renal Stones: A Meta-Analysis. *Scand J Surg.* 2021 Sep;110(3):301-11. doi: 10.1177/1457496920920474.
23. Feng D, Hu X, Tang Y, Han P, Wei X. The efficacy and safety of miniaturized percutaneous nephrolithotomy versus standard percutaneous nephrolithotomy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Investig Clin Urol.* 2020;61(2):115-26. doi: 10.4111/icu.2020.61.2.115.
24. Khadgi S, El-Nahas AR, Darrad M, Al-Terki A. Safety and efficacy of a single middle calyx access (MCA) in mini-PCNL. *Urolithiasis.* 2020;48(6):541-6. doi: 10.1007/s00240-019-01176-4.
25. Ganpule AP, Naveen Kumar Reddy M, Sudharsan SB, Shah SB, Sabnis RB, Desai MR. Multittract percutaneous nephrolithotomy in staghorn calculus. *Asian J Urol.* 2020;7(2):94-101. doi:10.1016/j.ajur.2019.10.001.
26. Ng FC, Yam WL, Lim TYB, Teo JK, Ng KK, Lim SK. Ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy: advantages and limitations. *Investig Clin Urol.* 2017;58(5):346-52. doi: 10.4111/icu.2017.58.5.346.
27. Tokas T, Skolarikos A, Herrmann TRW, Udo N. Pressure matters 2: intrarenal pressure ranges during upper-tract endourological procedures. *World J Urol* 2019;37(1):133-42. doi: 10.1007/s00345-018-2379-3.
28. Sagalevich AI, Vozianov SA, Juran BV, Kogut VV, Gaysenyuk FZ, Marinechenko MV. Drainless transcutaneous nephrolithotripsy. Our first experience. *Klin Khir.* 2016;(9):43-6.
29. Fared R, Shamim H, Kumar AB. Tubeless percutaneous nephrolithotomy (PCNL) as a standard treatment: observations from a tertiary care hospital. *Int J of Surg Sci.* 2021;5(1):277-80. doi. org/10.33545/surgery.2021.v5.i1e.623.
30. Vozianov SO, Sahalevych AI, Boiko AI, Haiseniuk FZ, Kohut W, Dzhuran BV, et al. A modern view on tubeless percutaneous nephrolithotomy. *Zaporozh Med J.* 2021;23(4):575-82. doi: 10.14739/2310-1210.2021.4.226895.

Стаття надійшла до редакції 21.09.2022. – Дата першого рішення 26.09.2022. – Стаття подана до друку 07.11.2022