

Урологія, андрологія і нефрологія

УДК: 616.62-003.7-073.432.19

**ДОПЛЕРОГРАФІЧНА ОЦІНКА
ЕЛІМІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ СЕЧОВОДУ
У ПАЦІЄНТІВ З НЕОБСТРУКТИВНИМ НЕФРОЛІТІАЗОМ****Колупаєв С.М., Лісовий В.М.***Харківський національний медичний університет, Харків, Україна*

Робота присвячена дослідженню елімінаційної здатності сечоводу у пацієнтів з не-обструктивним нефролітіазом, в аспекті прогнозування тривалості періоду відходження конкрементів після екстракорпоральної ударно-хвильової літотрипсії (ЕУХЛ). До дослідження було включено 134 пацієнти з не-обструктивним камінням ниркової миски, яким було проведено ЕУХЛ. Всі обстежені хворі були поділені на 2 групи: першу групу склали 105 (78,4 %) хворих, у яких цей статус був констатований протягом 14 днів після ЕУХЛ; друга група була представлена 29 (21,6 %) пацієнтами з більш тривалішими термінами досягнення цього стану або з наявністю резидуальних фрагментів каменю на 28 день спостереження. Елімінаційна здатність сечовивідних шляхів визначалася на підставі оцінки перистальтичної активності сечоводу на стороні ураження, шляхом вивчення доплерівських параметрів сечовідних струменів. Були оцінені форма доплерівського спектру, тривалість (Т), пікова (ПШ) та середня (СШ) швидкість сечовідних струменів. В обстежених пацієнтів були виявлені монофазний, двофазний, трифазний та продовжений типи сечовідних струменів. За результатами дослідження, у достовірно більшій кількості пацієнтів 2 групі пацієнтів спостерігався подовжений тип доплерівського спектру та достовірно нижчий показник СШ. Відношення шансів мати більш тривалий період відходження каменів у хворих з рівнем СШ < 10 см/сек у порівнянні з пацієнтами зі значеннями даного показника ≥ 10 см/сек складало 5,3. Результати дослідження дозволяють стверджувати, що елімінаційна здатність сечоводу у пацієнтів з нефролітіазом визначається його перистальтичною активністю, неінвазивним методом оцінки якої є доплерографія сечовідних струменів. Маркерами низької елімінаційної здатності сечоводу слід розглядати продовжений тип доплерівського спектру, а також середню швидкість сечовідного струменю менше 10 см/сек.

Ключові слова: сечокам'яна хвороба, сечовідні струмені, доплерографія, перистальтична активність.

Відповідальний автор: Колупаєв С.М.
Україна, 61037, м. Харків,
пр. Героїв Харкова, 195.
E-mail: sm_kolupayev@ukr.net

Corresponding author: Kolupayev S.M.
Ukraine, 61037, Kharkiv,
Heroiv Kharkova Ave., 195.
E-mail: sm_kolupayev@ukr.net



Цитуйте українською: Колупаєв СМ, Лісовий ВМ.
Доплерографічна оцінка елімінаційної здатності сечоводу у пацієнтів з необструктивним нефролітіазом.
Експериментальна і клінічна медицина. 2021;90(3):56-63.
<https://doi.org/10.35339/ekm.2021.90.3.ksl>

Cite in English: Kolupayev SM, Lisovyi VM.
Dopplerographic assessment of the ureter elimination ability in patients with non-obstructive nephrolithiasis.
Experimental and Clinical Medicine. 2021;90(3):56-63.
<https://doi.org/10.35339/ekm.2021.90.3.ksl> [in Ukrainian].

Вступ

В даний час у зв'язку з удосконаленням візуалізаційних методів діагностики спостерігається збільшення частоти виявлення необструктивних ниркових каменів [1]. Сучасні протоколи лікування даної патології передбачають застосування малоінвазивних методик, серед яких методом першого вибору у пацієнтів з розмірами каменю менше 2 см розглядається екстракорпоральна ударно-хвильова літотрипсія (ЕУХЛ) [2; 3]. Ефективність даного методу визначається фізико-хімічними параметрами каменю, а також станом верхніх сечовивідних шляхів, зокрема перистальтичною активністю сечоводу, що забезпечує елімінацію фрагментів каменю [4]. З метою дослідження електричних і механічних параметрів перистальтики сечовивідних шляхів, різними авторами були застосовані електроміографічні методики, зокрема імпедансометрія та вимірювання внутрішньопросвітного тиску в сечоводі, які через свою інвазивність, пов'язану з ендоскопічним або лапароскопічним введенням електродів, мають обмежені можливості застосування у клінічній практиці [5–7].

Результатом проведення перистальтичних хвиль по верхніх сечовивідних шляхах є поява ультразвукового феномену сечовідних струменів з вічка сечоводу [8]. У попередніх досліджен-

нях була продемонстрована можливість застосування ультразвукової доплерографії сечовідних викидів у діагностиці обструкції верхніх сечовивідних шляхів [9], міхурово-сечовідної рефлюксної хвороби у дітей [10], диференціювання обструктивної та фізіологічної дилатації сечового тракту при вагітності [11; 12]. Цей метод може бути доцільним інструментом неінвазивної оцінки функціонального стану сечоводу в аспекті прогнозування тривалості періоду елімінації фрагментів каменю після проведення ЕУХЛ.

Мета дослідження – визначити елімінаційну здатність верхніх сечовивідних шляхів у пацієнтів з необструктивним нефролітіазом на підставі оцінки доплерографічних параметрів сечовідних струменів.

Матеріал та методи

Було обстежено 134 пацієнти (74 чоловіка та 60 жінок) з необструктивним камінням ниркової миски, які перебували на лікуванні в КНПХОР «Обласний медичний клінічний центр урології та нефрології ім. В.І. Шаповала» (Харків, Україна). Всім пацієнтам було проведено клініко-лабораторне обстеження, яке включало оцінку показників загального аналізу крові та сечі, біохімічних показників крові (сечовина, креатинін), мультиспіральна комп'ютерна томографія з контрастуванням на рентгенівському комп'ютерному томографі

Toshiba Aquilion 16 (Японія). У дослідження були включені пацієнти з необструктивними каменями ниркової миски, що мають подібні томографічні параметри: максимальний лінійний розмір 10–15 мм, рентгенівська щільність 1000–1500 НУ.

Елімінаційна здатність сечовивідних шляхів визначалася на підставі оцінки перистальтичної активності сечоводу на стороні ураження шляхом вивчення доплерівських параметрів сечовідних струменів. Перед дослідженням пацієнтам було запропоновано випорожнити сечовий міхур з подальшою гідратацією, яка передбачала прийом 700 мл води (приблизно 20–30 мл/кг), розділених на три дози з інтервалом 5 хвилин. Ультразвукове дослідження сечоводових викидів починалося приблизно через 10 хвилин після останньої дози. З метою візуалізації сечоводів викидів ультразвукового датчик розміщували в надлобковій ділянці таким чином, щоб площина сканування проходила через вічка сечоводів. Доплерівський кут встановлювався в межах 30–60°. Були оцінені такі доплерівські параметри сечовідних струменів: форма доплерівського спектру, тривалість (Т), пікова (ПШ) та середня (СШ) швидкість.

Всім пацієнтам було проведено ЕУХЛ на апараті Dornier Delta (Німеччина). Середня тривалість процедури становила від 30 до 50 хвилин. Кількість ударних хвиль коливалося від 1000 до 3000, у середньому 2297 ± 378 за одну процедуру за частоті імпульсів 90/хв.

Результати ЕУХЛ оцінювалися шляхом проведення ультразвукового дослідження на 7, 14 та 28 день після процедури. При візуалізації фрагментів каменю розмірами 5 мм та більше проводився повторний сеанс ЕУХЛ. Відсутність фрагментів каменю та ознак обструкції сечовивідних шляхів при ульт-

развуковому дослідженні були показаннями до проведення контрольної комп'ютерної томографії без контрастування. Стан "stone free" констатувався у разі відсутності фрагментів каменю у проекції нирок та сечовивідних шляхів на комп'ютерних томограмах.

Статистична обробка даних, отриманих у процесі дослідження, проводилася за допомогою електронних таблиць Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, США) та програми Statistica 10.0 (StatSoft, США). Кількісні дані представлені у вигляді середнього значення та стандартного відхилення ($M \pm SD$). Отримані цифрові експериментальні дані опрацьовані методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента. Якісні дані представлені у вигляді абсолютних чи відносних (%) величин. Порівняння якісних ознак у двох групах проводилося за допомогою критерію χ^2 -квадрату Пірсона. Для оцінки ризику появи ознаки розраховували відношення шансів (odds ratio) з обчисленням 95 % довірчого інтервалу (CI). Відмінності визначали за рівнем значущості $p < 0,05$.

Протокол дослідження схвалено етичним комітетом КНПХОР «Обласний медичний клінічний центр урології та нефрології ім. В.І. Шаповала». Перед початком дослідження всі пацієнти були інформовані про цілі, завдання та метод дослідження, після чого добровільно підписали інформовану згоду.

Результати та їх обговорення

Сечокам'яна хвороба широко поширена у сучасній популяції [13]. Сучасним трендом у лікуванні даного захворювання є застосування широкого спектра неінвазивних та малоінвазивних методик, серед яких одне з перших місць, протягом останніх десятиліть стабільно займає ЕУХЛ [14]. Показником ефективності ЕУХЛ, а також інших альтернативних методів, які застосовуються у пацієнтів з нефролітіазом, є стан

"stone free", а також терміни його досягнення [15–16], які, у разі ЕУХЛ, визначаються низкою факторів, одним з яких є функціональний стан верхніх сечовідних шляхів [4; 17]. У даному дослідженні проведено аналіз перистальтичної активності сечоводу, яка може визначати його здатність до елімінації фрагментів каменю. Статус "stone free" на 28 день після ЕУХЛ було досягнуто у 123 (91,8 %) пацієнтів. 11 (8,2 %) хворих наприкінці періоду спостереження мали місце резидуальні фрагменти каменю у нижній групі чашок. Залежно від часу настання статусу "stone free", всі обстежені пацієнти були поділені на 2 групи: першу групу склали 105 (78,4 %) хворих, у яких цей статус був констатований протягом 14 днів після ЕУХЛ; друга група була представлена 29 (21,6 %) пацієнтами з більш тривалішими термінами досягнення цього стану або мали

резидуальні фрагменти каменю на 28 день спостереження. Обидві групи були зіставні за статтю, віком, стороною локалізації каменю (табл. 1).

Елімінаційна здатність сечоводу оцінювалася на підставі аналізу доплерограм сечоводових викидів. Серед описаних у попередніх роботах типів доплерівських спектрів [18; 19], у обстежених пацієнтів були виявлені наступні: монофазний, двофазний, трифазний, продовжений.

Кількісна присутність перших трьох типів доплерограм у пацієнтів двох груп не відрізнялася. Подовжений тип доплерівського спектру у достовірно більшій кількості випадків спостерігався у пацієнтів 2-ї групи. Показник СШ був достовірно вищими у пацієнтів 1-ї групи. Достовірної різниці за показниками ПШ та Т у пацієнтів двох груп виявлено не було. (табл. 2).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика досліджуваних груп пацієнтів за статтю, віком, стороною локалізації каменю.

Показники	1 група (n=105)	2 група (n=29)	P
Стать			
- чоловіки	59 (56,2 %)	17 (58,6 %)	0,82
- жінки	46 (43,8 %)	12 (41,4 %)	
Вік	37,6±7,8	41,5±6,4	0,5
Сторона локалізації каменю			
- права нирка	49 (46,7 %)	13 (44,8 %)	0,86
- ліва нирка	56 (53,3 %)	16 (55,2 %)	

Таблиця 2. Порівняльна характеристика досліджуваних груп за доплерографічними показниками сечовідних струменів

Показник	1 група (n=105)	2 група (n=29)	P
Тип доплерівського спектру			
- монофазний	34 (32,4 %)	8 (27,6 %)	0,62
- двофазний	30 (28,6 %)	6 (20,7 %)	0,40
- трьохфазний	25 (23,8 %)	4 (13,8 %)	0,25
- продовжений	16 (15,2 %)	11 (37,9 %)	0,007
ПШ, см/сек	52±4,6	61±7,2	0,1
СШ ave, см/сек	13,6±2,4	9,8±1,2	0,03
Т, сек	4,3±0,7	4,1±0,5	0,8

Отримані результати дозволяють розглядати тип доплерівського спектру, а також середню швидкість сечоводового викиду як доплерографічні критерії оцінки перистальтичної активності сечоводу, що визначають його елімінаційну здатність у пацієнтів з нефролітіазом.

З метою аналізу взаємозв'язку показника СШ та тривалості періоду елімінації фрагментів каменю, було розраховано відношення шансів (ВШ). Значення медіани середньої швидкості сечовідних струменів у пацієнтів 1 та 2 груп були 12,7 см/сек та 9,9 см/сек відповідно. Для розрахунку ВШ, в якості порогового значення (cut off value) зниженої перистальтичної активності сечоводу було обрано значення СШ 10 см/сек. СШ ≤ 10 см/сек спостерігалася у 31 (29,52 %) пацієнтів першої групи та 20 (68,96%) пацієнтів другої групи ($p < 0,001$). При порівнянні груп пацієнтів з величиною СШ ≤ 10 см/сек ($n=51$) та СШ > 10 см/сек ($n=83$), відношення

шансів склало 5,3 (95 % СІ: 2,1751–12,9368; $p=0,0002$), що свідчить про те, що пацієнти з доплерографічним показником середньої швидкості сечовідного струменю ≤ 10 см/сек мають у 5,3 рази більші шанси тривалого (більше 14 днів) періоду відходження каменів після ЕУХЛ.

Висновки

Елімінаційна здатність сечоводу у пацієнтів з нефролітіазом визначається його перистальтичною активністю, неінвазивним методом оцінки якої є доплерографія сечовідних струменів. Маркерами низької елімінаційної здатності сечоводу слід розглядати продовжений тип доплерівського спектру, а також середню швидкість сечовідного струменю ≤ 10 см/сек.

Перспективність подальших досліджень полягає у вивченні додаткових візуалізаційних критеріїв оцінки перистальтичної активності сечоводу.

Конфлікт інтересів відсутній.

Література

1. Golan R, Cooper KL, Shah O. Management of Small, Non-obstructing Renal Stones in Adults With Recurrent Urinary Tract Infections. *Rev Urol.* 2020;22(2):52-6. PMID: 32760228.
2. Doherty R, Manley K, Gordon S, Irving S, Kumar S, Masood J, et al. Current ESWL practice and outcomes in the UK: A multicentre snapshot. *Journal of Clinical Urology.* 2017;10(4):340-6. DOI:10.1177/2051415817696438
3. Turk C, Neisius A, Petrik A, Seitz C, Skolarikos A, Thomas K, et al. EAU Guidelines on Urolithiasis. Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam 2020. Available at: <https://uroweb.org/guideline/urolithiasis>
4. Sorensen MD, Stoller ML. *Nephrology Secrets.* 3rd ed. Mosby, 2012. Chapter 17, Obstructive uropathy; p. 119-22.
5. Page JB, Humphreys S, Davenport D, Crispin P, Venkatesh R. Second prize: In-vivo physiological impact of alpha blockade on the porcine ureter with distal ureteral obstruction. *Journal of Endourology.* 2011;25(3):391-6. DOI: 10.1089/end.2010.0252. PMID: 21401393.
6. Roshani H, Dabhoiwala NF, Dijkhuis T, Lamers WH. Intraluminal pressure changes in vivo in the middle and distal pig ureter during propagation of a peristaltic wave. *Urology.* 2002;59(2):298-302. DOI:10.1016/s0090-4295(01)01550-3. PMID: 11834415.
7. Roshani H, Dabhoiwala NF, Tee S, Dijkhuis T, Kurth KH, Ongerboer de Visser BW, et al. A study of ureteric peristalsis using a single catheter to record EMG, impedance, and pressure changes. *Tech Urol.* 1999;5(1):61-6. PMID: 10374803.

8. Dubbins PA, Kurtz AB, Darby J, Goldberg BB. Ureteric jet effect: the echographic appearance of urine entering the bladder. A means of identifying the bladder trigone and assessing ureteral function. *Radiology*. 1981;140(2):513-5. DOI: 10.1148/radiology.140.2.7255730. PMID: 7255730.
9. Hayan F, Bacha R, Farooq SMY, Hassan Z, Yousaf M, Gilani SA, et al. Doppler Comparison between Ureteric Obstruction and Ureteric Jet Velocity. *EAS J Radiol Imaging Technol*. 2019;1(6):106-12. DOI: 10.36349/EASJRIT.2019.v01i06.004.
10. Leung VY, Metreweli C, Yeung CK. Immature ureteric jet doppler patterns and urinary tract infection and vesicoureteric reflux in children. *Ultrasound Med Biol*. 2002;28(7):873-8. DOI: 10.1016/s0301-5629(02)00538-0. PMID: 12208328.
11. Awan MW, Yaqub W, Ather S, Abid A. Evaluation of Ureteral Jets in Pregnancy by Colour Doppler: Effect of Patients' Position. *Journal of Rawalpindi Medical College*. 2015;19(2). Available at: <https://www.journalrmc.com/index.php/JRMC/article/view/276>
12. Darwish SH. Evaluation of Ureteric Jet by Color Doppler Ultrasound in Pregnancy. *Med. J. Cairo Univ*. 2019;87(7):4031-5. DOI: 10.21608/mjcu.2019.76616.
13. Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, Rodgers A, Talati J, Lotan Y. Epidemiology of stone disease across the world. *World J Urol*. 2017;35(9):1301-20. PMID: 28213860. DOI: 10.1007/s00345-017-2008-6.
14. Neisius A, Lipkin ME, Rassweiler JJ, Zhong P, Preminger GM, Knoll T. Shock wave lithotripsy: the new phoenix? *World J Urol*. 2015;33(2):213-21. PMID: 25081010. DOI: 10.1007/s00345-014-1369-3.
15. Somani BK, Desai M, Traxer O, Lahme S. Stone-free rate (SFR): a new proposal for defining levels of SFR. *Urolithiasis*. 2014;42(2):95. DOI: 10.1007/s00240-013-0630-3. PMID: 24317839.
16. Shinde S, Al Balushi Y, Hossny M, Jose S, Al Busaidy S. Factors Affecting the Outcome of Extracorporeal Shockwave Lithotripsy in Urinary Stone Treatment. *Oman Med J*. 2018;33(3):209-17. DOI: 10.5001/omj.2018.39. PMID: 29896328.
17. Snicorius M, Bakavicius A, Cekauskas A, Miglinas M, Platkevicius G, Zelvys A. Factors influencing extracorporeal shock wave lithotripsy efficiency for optimal patient selection. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*. 2021;16(2):409-16. DOI: 10.5114/wiitm.2021.103915. PMID: 34136039.
18. Leung VY, Chu WC, Yeung CK, et al. Doppler waveforms of the ureteric jet: an overview and implications for the presence of a functional sphincter at the vesicoureteric junction. *Pediatr Radiol*. 2007;37:417-25. DOI: 10.1007/s00247-007-0433-1. PMID: 17415600.
19. Leung VY, Metreweli C, Yeung CK. The ureteric jet doppler waveform as an indicator of vesicoureteric sphincter function in adults and children. An observational study. *Ultrasound Med Biol*. 2002;28:865-72. DOI: 10.1016/s0301-5629(02)00537-9. PMID: 12208327.

Kolupayev S.M., Lisovyi V.M.

DOPLEROGRAPHIC ASSESSMENT OF THE URETER ELIMINATION ABILITY IN PATIENTS WITH NON-OBSTRUCTIVE NEPHROLITHIASIS

The work is dedicated to the study of the elimination ability of the ureter in patients with non-obstructive nephrolithiasis, in the aspect of predicting the duration of the period of stone discharge after extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL). The study included 134 patients with non-obstructive renal pelvis stones who underwent ESWL. All studied patients were divided into 2 groups: the 1st group consisted of 105 (78.4%) patients in whom this status was stated within 14 days after ESWL; the 2nd group was represented by 29 (21.6%) patients with longer periods of achieving this condition or the presence of residual stone fragments on the

28th day of observation. The elimination capacity of the urinary tract was determined on the basis of an assessment of the peristaltic activity of the ureter on the side of the lesion, by studying the Doppler parameters of the ureteral jets. The shape of the Doppler spectrum, duration (T), peak (Jet_{max}) and average (Jet_{ave}) velocity of ureteral jets were evaluated. In the studied patients, monophasic, biphasic, triphasic and continuous types of ureteral emissions were found. According to the results of the study, a significantly larger number of patients in the 2nd group of patients had a continuous type of Doppler spectrum and a significantly lower Jet_{ave} value. The odds ratio to have a longer period of stone passage in patients with $CC < 10$ cm/sec compared to patients with values of this indicator ≥ 10 cm/sec was 5.3. The results of the study suggest that the elimination ability of the ureter in patients with nephrolithiasis is determined by its peristaltic activity, a non-invasive method for assessing which is Doppler investigation of ureteral jets. Markers of low elimination ability of the ureter should be considered an continuous type of Doppler spectrum, as well as an average ureteral jet's velocity of less than 10 cm/sec.

Keywords: urolithiasis, ureteric jets, dopplerography, peristaltic activity.

Колупаев С.М., Лесовой В.Н.

ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛИМИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МОЧЕТОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С НЕОБСТРУКТИВНЫМ НЕФРОЛИТИАЗОМ

Работа посвящена исследованию элиминационной способности мочеточника у пациентов с необструктивным нефролитиазом, в аспекте прогнозирования продолжительности периода отхождения конкрементов после экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии (ЭУВЛ). В исследование было включено 134 пациента с необструктивными камнями почечной лоханки, которыми была проведена ЭУВЛ. Все обследованные больные были разделены на 2 группы: в 1-ую группу вошло 105 (78,4 %) больных, у которых этот статус был констатирован в течение 14 дней после ЭУХЛ; во 2-ую – 29 (21,6 %) пациентов с более длительными сроками достижения этого состояния или наличием резидуальных фрагментов камня на 28-й день наблюдения. Элиминационная способность мочевыводящих путей определялась на основании оценки перистальтической активности мочеточника на стороне поражения, путем изучения доплеровских параметров мочеточников. Были оценены форма доплеровского спектра, длительность (Т), пиковая (ПС) и средняя (СС) скорость мочеточниковых выбросов. У обследованных пациентов были обнаружены монофазный, двухфазный, трехфазный и продолженный типы мочеточниковых выбросов. По результатам исследования у достоверно большего количества пациентов 2-й группы наблюдался удлинённый тип доплеровского спектра и достоверно более низкий показатель СС. Отношение шансов иметь более длительный период отхождения камней у больных с уровнем $CC < 10$ см/сек по сравнению с пациентами со значениями данного показателя ≥ 10 см/сек составляло 5,3. Результаты исследования позволяют утверждать, что элиминационная способность мочеточника у пациентов с нефролитиазом определяется его перистальтической активностью, неинвазивным методом оценки которой является доплерография мочеточниковых выбросов. Маркерами низкой элиминационной способности мочеточника следует рассматривать продлённый тип доплеровского спектра, а также среднюю скорость мочеточникового выброса менее 10 см/сек.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, мочеточники, доплерография, перистальтическая активность.

Надійшла до редакції 14.07.2021

Відомості про авторів

Колупаєв Сергій Михайлович – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри урології, нефрології та андрології ім. А.Г. Подреза Харківського національного медичного університету.

Адреса: Україна, 61037, м. Харків, пр. Героїв Харкова, 195.

E-mail: sm_kolupayev@ukr.net

ORCID: 0000-0001-7128-4555.

Лісовий Володимир Миколайович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри урології, нефрології та андрології ім. проф. А.Г. Подреза. Харківського національного медичного університету.

Адреса: Україна, 61037, м. Харків, пр. Героїв Харкова, 195.

E-mail: vm.lisovyi@knmu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-8149-1232.