

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Н.В. Момот,
Ю.В. Рошин,
Є.М. Соловійова,
Д.Б. Рєзников

Обласне клінічне
територіальне медичне
об'єднання,
м. Донецьк

Значення комп'ютерної томографії та денситометричного аналізу в доопераційному дослідженні сечових каменів

The role of computed tomography
and densitometry in pre-operative investigation
of urinary calculi

Цель работы: Изучение возможностей компьютерной томографии в дооперационной оценке свойств и химического состава мочевых камней, а также прогнозирование степени и характера их разрушаемости при экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии.

Материалы и методы: Изучено 96 больных с мочекаменной болезнью (44 мужчины и 52 женщины) в возрасте от 28 до 54 лет. Из них у 57 (59,3 %) пациентов исследовались камни почек, у 39 (40,7 %) — камни мочеточника. Больным выполняли компьютерную томографию с применением денситометрического анализа камня на установке СТ-9000 фирмы «General Electric» (США) с применением в дальнейшем экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии на установке MPL-9000 «Dornier» (Германия).

Результаты: В ходе исследования выявлен значительный разброс плотностных показателей — от 120 до 1800 ед. Н. На основании соответствия показателей плотности камней, определяемой с помощью КТ-денситометрии, их химического состава, степени и характера разрушаемости мочевого камня была выявлена взаимосвязь между перечисленными показателями.

Выводы: Компьютерная томография является информативным методом не только в уточнении размеров и локализации, но и в оценке свойств мочевых камней, который позволяет в дооперационном периоде прогнозировать степень и характер разрушения мочевых камней.

Ключевые слова: компьютерная томография, литотрипсия, камни почек, камни мочеточников, прогноз разрушаемости мочевых камней.

Objective: To study the capabilities of computed tomography in pre-operative evaluation of the properties and chemical composition of urinary calculi as well as to predict the degree and character of destruction at extracorporeal shock-wave lithotripsy.

Material and Methods: The study involved 96 patients with urolithiasis (44 men and 52 women) aged 28-54. Of them, renal calculi were studied in 57 (59.3 %), ureteral calculi — in 39 (40.7 %). The patients were performed computed tomography with densitometry of the stone using CT-9000 (General Electric, USA) unit, which was followed by shock-wave lithotripsy (MPL-9000, Dornier, Germany).

Results: Considerable variations in the density (120-1800 HU) were observed. Interrelation of the stone density determined by CT-densitometry, their chemical composition, degree and character of the stone destruction were revealed.

Conclusion: Computed tomography is an informative technique which can define more exactly the size and localization of the stone as well as to assess the properties of urinary calculi, which allows to predict the degree and character of stone destruction before the surgery.

Key words: computed tomography, lithotripsy, renal calculi, ureteral calculi, prognosis of stone destruction.

Екстракорпоральна ударно-хвильова літотрипсія (ЕУХЛ) при сечокам'яній хворобі в даний час є одним із вискоєфективних методів лікування цього захворювання. Однак через можливість виникнення після літотрипсії різного роду ускладнень необхідне ретельне обстеження хворого при визначенні показань до застосування такого методу.

Оцінка властивостей сечових каменів (СК) *in vivo* у хворих з сечокам'яною хворобою ста-

новить значний інтерес для клініцистів, тому що дозволяє прогнозувати стратегію і тактику лікування хворого.

У зв'язку з розвитком нових технологій у світовій літературі з'явилися праці про використання комп'ютерної томографії (КТ) для вивчення СК і оцінки їх цільнісних характеристик у взаємозв'язку з хемічним складом [1–8]. У повсякденній практиці на сьогодні найбільш широко застосовують такі методи дослідження,

як оглядова та екскреторна урографія, томографія. Вони дозволяють візуально оцінити розмір, форму, локалізацію, інтенсивність і структуру каменя [9–12]. Ультразвукове дослідження дозволяє досить точно оцінити розміри каменя та його розташування, однак сонографічна денситометрія каменів унаслідок малої інформативності [10, 12] не набула належного поширення. Застосовувані на практиці перелічені методи дослідження СК досить суб'єктивні.

Нашою метою стало вивчення можливостей КТ у доопераційній оцінці властивостей і хемічного складу СК, а також прогнозування ступеня й характеру їх руйнування при екстракорпоральній ударно-хвильовій літотрипсії.

Методика дослідження

Було вивчено 96 хворих на сечокам'яну хворобу (44 чоловіки і 52 жінки) віком 28–54 років. Каміні нирок досліджували в 57 (59,3 %) пацієнтів, а каміні сечоводу в 39 (40,7 %). Хворим проводили КТ із застосуванням денситометричного аналізу каменя на установці СТ-9000 фірми «General Electric» і подальшим виконанням екстракорпоральної ударно-хвильової літотрипсії на установці MPL-9000 «Dornier».

При первинному виявленні каменів у нирках і сечоводах КТ-дослідження здійснювали за стандартною програмою з товщиною зрізу 1 см. Для денситометричної оцінки каменя застосовували тонкі зрізи товщиною 2 мм на відповідному рівні (2–3 зрізи) з метою зменшення помилки у визначенні щільнісних характеристик, що вивчали шляхом визначення середньої щільності каменя, оцінки розподілу щільності в площині зрізу (програма «Profile») і побудови гістограми (програма «Histogram»), з допомогою якої порівнювали графічні характеристики й ступінь розкиду щільності каменя. Для вимірювання щільності конкременту використовували систему відліку із застосуванням одиниць Hounsfield (од.Н).

Дозові навантаження при екскреторній урографії складали 2,1 мЗв, а при КТ досягали 5–10 мЗв, залежно від кількості зрізів.

Первинні ознаки дезінтеграції каменя оцінювали за сонографічними чи рентгенологічними ознаками протягом літотрипсії й визначали кількість ударних хвиль, необхідних для досягнення позитивного результату. Отримані дрібні фрагменти каменя й пісок піддавали додатковому аналізу з метою визначення їхнього хемічного складу на спектрофотометрі UR-20 «Carl Zeiss». Отримані дані статистично обробляли з використанням методів параметричної статистики. У табл. 1 наведені середні значення даних (M) і довірчі інтервали при ступені вірогідності 95 %. Кореляційний аналіз здійснювали із застосуванням методу параметричної кореляції Пірсона. Коефіцієнт кореляції (r) обчислювали за формулою

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

де \bar{X} і \bar{Y} — середні арифметичні досліджуваних груп ознак.

Вірогідність отриманого коефіцієнта кореляції оцінювали за допомогою критерію Стьюдента

$$t_{\text{exp}} = \frac{r\sqrt{(N-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

Статистично вірогідним вважали коефіцієнт кореляції, для якого t_{exp} перевищує додатковий t при ступені вірогідності 95 %.

Результати та їх обговорення

Результати досліджень конкрементів, виконаних у 96 пацієнтів, представлені в табл. 1.

Таблиця 1 — Залежність руйнування сечових каменів від їх денситометричних показників і хемічного складу ($M \pm m, p < 0,05$)

Correlation of the stone destruction and its densitometry findings and chemical composition ($M \pm m, p < 0,05$)

Сечовий камінь		Кількість ударних хвиль
Хемічний склад	КТ-денситометрія, од.Н.	
Оксалат (n = 27)	1114,24 ± 109,46	3158,33 ± 483,64
Урат (n = 17)	264,65 ± 55,47	2036,94 ± 351,77
Оксалат + фосфат (n = 34)	1147,06 ± 72,35	2746,14 ± 275,16
Оксалат + Урат (n = 18)	1132,45 ± 86,69	2897,35 ± 331,95

Було виявлено значний розкид щільнісних показників — від 120 до 1800 од. Н. На підставі відповідності показників щільності каменів, встановлених за допомогою КТ-денситометрії, та їхнього хемічного складу був зроблений висновок про взаємозв'язок між ними. Так, щільність уратного каменя становить 264,65 ± 55 од.Н, кальцію оксалату — 1114,24 ± 109,46 од. Н.

Для оцінки ступеня руйнування сечових каменів середні показники їхньої щільності необхідно розглядати невіддільно від відхилень гістограмних частотних смуг від арифметичної середньої щільності, що характеризує ступінь неоднорідності конкременту. Дане відхилення надалі ми називатимемо розкидом щільностей.

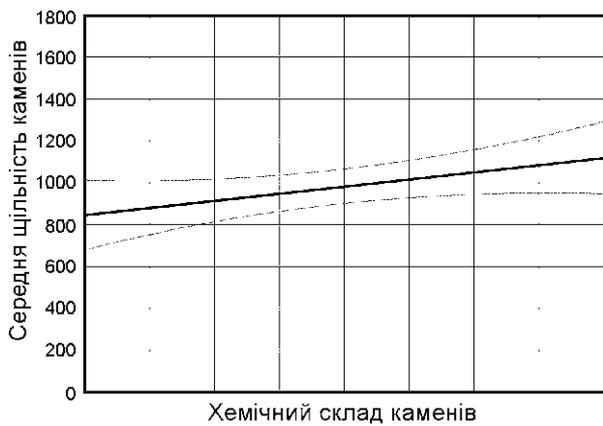


Рис. 1 — Кореляційна залежність середньої щільності каменя від хемічного складу ($r = 0,18$)

Fig 1 — Correlation between mean density of the stone and chemical composition ($r = 0.18$)

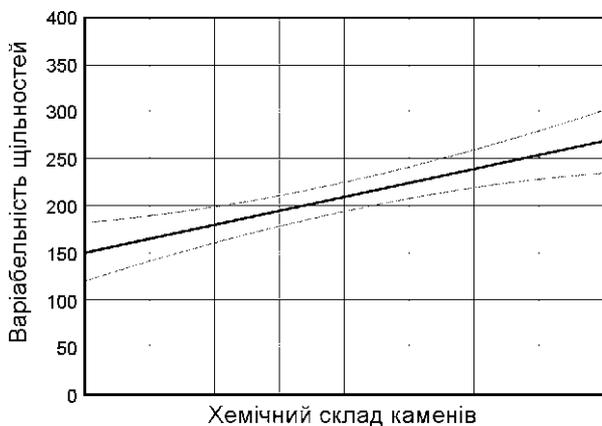


Рис. 2 — Кореляційна залежність розкиду щільності каменя від хемічного складу

Fig 2 — Correlation between the density fluctuation and chemical composition of the stone

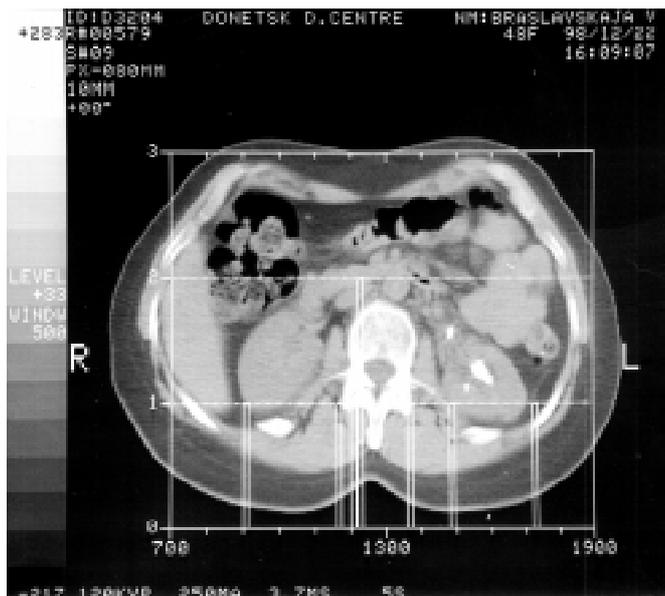


Рис. 3 — Комп'ютерна гістотомограма каменя лівої нирки. Середні показники щільності 1420 од.Н, її розкид 420 од. Н при інтервалі 900–1740 од.Н

Fig. 3 — CT histotomography of the stone in the left kidney. Mean density — 1420 HU. Density fluctuation — 420 HU withing the range of 900 — 1740 HU

При перевірці ступеня кореляційного зв'язку між хемічною будовою каменя і його середньою щільністю не виявлено статистично вірогідної кореляції (коефіцієнт кореляції $r = 0,18$) (рис. 1). Ми вважаємо, що для оцінки ступеня руйнування каменя перспективнішим є аналіз розкиду щільностей, який відображає неоднорідність досліджуваного фрагмента. Це підтверджують результати вивчення кореляційного зв'язку між розкидом щільностей і хемічним складом каменя (коефіцієнт кореляції $r = 0,4$) (рис. 2).

На рис. 3 подано КТ-гістотомограму каменя лівої нирки. На осі абсцис розташовані гістограмні стовпчики його щільностей, на осі ординат — частота повторюваності кожного щільнісного показника. Середній показник щільності — 1260 од. Н при розкиді останньої 460 од. Н.

З огляду на значні розміри каменя (28 мм) і високі показники КТ-щільності хворому в просвіт чашково-мискової системи було заздалегідь проведено катетер GG-stent з метою профілактики обструкції нирки великим фрагментом. Для руйнування даного конкременту знадобилося 3 сеанси ЕУХЛ. Загальна кількість ударних хвиль при потужності 14–18 кВт складала 5756. У післяопераційному періоді хемічний аналіз показав, що конкремент складався з двоводного кальцію оксалату — ведделіту.

Для порівняння на рис. 4 подано КТ-гістотомограму лівої нирки. Середній показник щільності 310 од. Н, розкид значень 50 од. Н. Даний конкремент зруйнований після першого сеансу (1125 ударних хвиль). Хемічний склад каменя — урат з 20 %-вим вмістом кальцію фосфату.

На жаль, комп'ютерно-томографічні гістотомограми не дають повного уявлення про просторовий розподіл щільностей у камені. З цієї метою ми виконували графічну оцінку розподілу показників щільності в площині зрізу.

На рис. 5 представлено розподіл щільностей в камені лівої нирки хворої в площині зрізу (у центрі вона максимальна — 1562 од.Н). Додатковим методом, що дозволяє розв'язати дану задачу, є оцінка лінійних характеристик щільності у виділеному відрізку КТ-зрізу конкременту (рис. 6). Досліджуваний відрізок

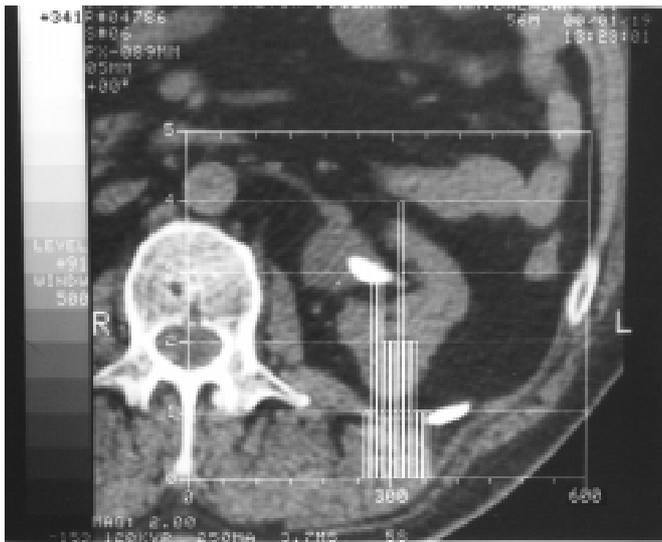


Рис. 4 — КТ-гістотомограма каменя лівої нирки. Середні показники щільності 310 од. Н, її розкид 50 од. Н, інтервал — 260–360 од.Н

Fig. 4 — CT histotomography of the stone in the left kidney. Mean density — 310 HU, fluctuation 50 HU within the range of 260 — 360 HU

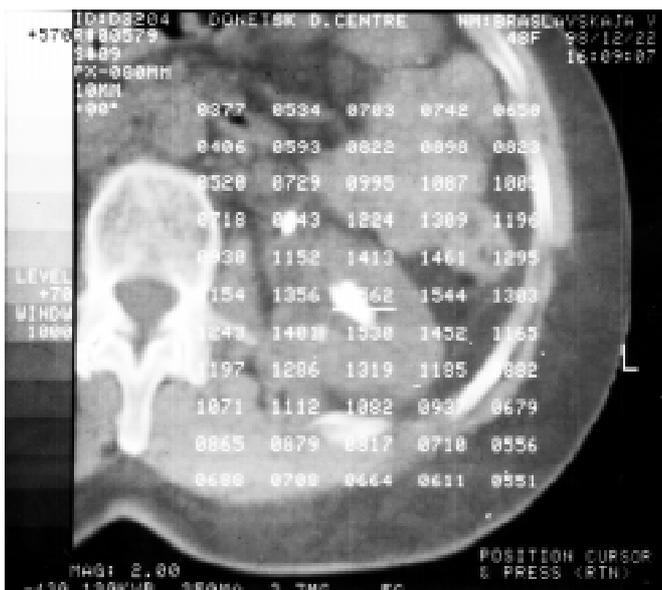


Рис. 5 — Комп'ютерна томограма каменя лівої нирки. Кількісний розподіл щільності в площині КТ-скана. У центрі каменя щільність 1562 од. Н

Fig. 5 — CT scan of the stone in the left kidney. Quantitative distribution of density in the area of the scan. Density in the center — 1562 HU

відокремлювали ручним способом шляхом фіксації хрестоподібних маркерів по краях конкременту. Лінійна крива показує розподіл щільностей між маркерами.

Післяопераційний макро- та мікроаналіз фрагментів зруйнованого каменя показав, що виконання КТ-денситометрії СК з вивченням показників середньої щільності каменя й

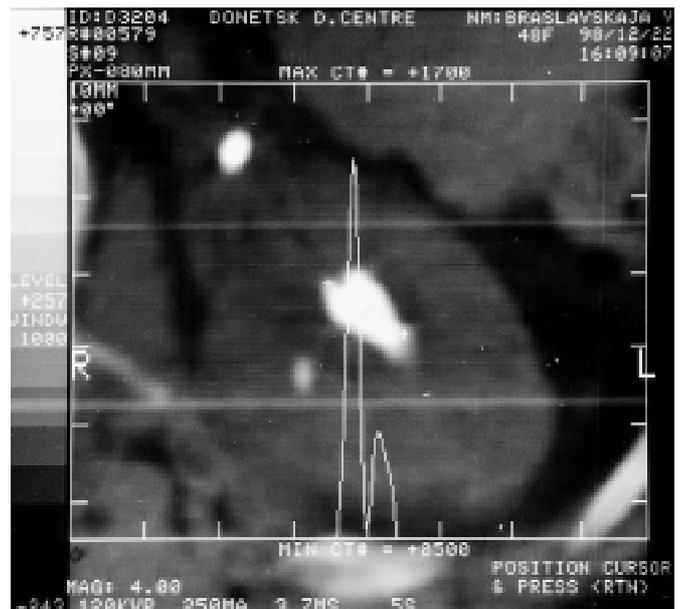


Рис. 6 — Комп'ютерна томограма каменя лівої нирки. Лінійна характеристика зміни щільності у виділеному відрізку КТ-скана конкременту

Fig. 6 — CT of the stone in the left kidney. Linear characteristics of density changes in the distant area of the CT scan of the stone

розкиду останньої дає можливість прогнозувати не лише кількість ударних хвиль, але й характер руйнування конкрементів.

Камені з середньою щільністю 235 ± 135 од.Н є уратами й не завдають труднощів для руйнування при літотрипсії. Найбільшу складність становлять оксалатні камені із середньою щільністю $1114,24 \pm 109,46$ од.Н. Розкид значень величини щільності при дослідженні оксалатних каменів склав $275 \pm 22,5$ од.Н від середніх значень, що поряд з їхньою високою щільністю в цілому пояснює труднощі руйнування в процесі літотрипсії. Як правило, таким фрагментам властиве виражене концентричне відкладання солей з різною щільністю.

Виявлено, що чим більший розкид щільності, тим вищий ступінь неоднорідності каменя й тим більша ймовірність його руйнування за типом магістральних розривів з формуванням великих фрагментів (до 5–7 мм), здатних викликати обструкцію верхніх сечових шляхів після сеансу літотрипсії. Коефіцієнт кореляції ступеня руйнування каменів від їх денситометричних характеристик (r) в середньому складає 0,64 з урахуванням розкиду щільності 0,4.

Дослідження показало, що найкращому руйнуванню піддаються камені з низькою щіль-

ністю, причому розкид величини останньої в даному випадку не має вирішального значення. Вони руйнуються за типом «опадання країв» з формуванням дрібних фрагментів розміром 1–3 мм правильної округлої форми без гострих країв і піску.

Найгірше руйнуються камені з високою щільністю й, що особливо важливо, з мінімальними значеннями її розкиду. Таким хворим необхідно рекомендувати інші види втручань, насамперед уретроскопію з контактною літотрипсією.

ВИСНОВКИ

1. Комп'ютерна томографія є інформативним методом не тільки в уточненні розмірів і локалізації, але й в оцінці властивостей СК.

2. Застосування КТ-денситометрії в доопераційному періоді дозволяє прогнозувати ступінь і характер руйнування СК.

3. Оцінка щільнісних характеристик конкременту дозволяє вибрати оптимальний вид літотрипсії (екстракорпорально-хвильовий чи контактний), використовуючи всі їхні переваги й недоліки.

Література

1. Аль-Шукри А.С., Ткачук В.Н. // Санкт-Петербург. *врачеб. вестн.* — 1997. — № 16. — С. 94–96.
2. Роцин Ю.В., Момот Н.В., Резников Д.Б., Соловьева Е.М. Значение КТ-денситометрии мочевого камня в прогнозировании степени их разрушаемости при экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии // Сб. тр. конф. — Донецк, 2000. — С. 53–56.
3. Dalrymple N.C., Verga M., Anderson K.R., et al. // *J. Urol.* — 1998. — Vol. 159. — P. 735–740.
4. Fielding J.R., Silverman S.G., Rubin G.D. // *AJR.* — 1999. — Vol. 172. — P. 1199–1206.
5. Mitcheson H.D., Zamenhof R.G., Bankoff M.S., Prien E.L. // *J. Urol.* — 1983. — Vol. 130. — P. 814–819.
6. Saw K.C., McAteer J.A., Fineberg N.S. et al. // *J. Endourol.* — 2000. — Vol. 14, № 6. — P. 471–474.
7. Saw K.C., McAteer J.A., Mogn A.G. et al. // *AJR Am. J. Roentgenol.* — 2000. — Vol. 175, № 2. — P. 329–32.
8. Vieweg J., The C., Freed K. et al. // *J. Urol.* — 1998. — Vol. 160. — P. 679–684.
9. Sourtzis S., Thibeau J.F., Damry N., Raslan A., Vandendris M., Bellemans M. // *AJR.* — 1999. — Vol. 172. — P. 1491–1494.
10. Степанов В. Н., Перельман В. М., Кадыров З. А. // *Урол. и нефрол.* — 1997. — № 2. — С. 8–9.
11. Olcott E.W., Sommer F.G., Napel S. // *Radiol.* — 1997. — Vol. 204. — P. 19–25.
12. Yilmaz S., Sindel T., Arslan G. et al. // *Eur. Radiol.* — 1998. — Vol. 8. — P. 212–217.

Дата надходження: 18.03.2003.

Адреса для листування:
Роцин Юрій Володимирович,
бульв. Пушкіна, 18, кв. 21, Донецьк, Україна