

Стрижак Микола Сергійович,
кандидат-медичних наук, лікар-уролог,
директор ПП «МЦ» Гармонія»
stryzhak101@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-1623-7262>
м. Ужгород, Україна

Характеристика сучасних методів діагностики уролітіазу

Вступ. Сечокам'яна хвороба (СКХ) є досить частим захворюванням. Тому проблема нефролітіазу набуває все більшої актуальності. Важливість проблеми зумовлена ще й тим, що захворювання найчастіше зустрічається серед людей найбільш працездатного віку – від 20 до 50 років. Абсолютна кількість зареєстрованих хворих на сечокам'яну хворобу зростає щороку на 12–20%. Нирковокам'яна хвороба є однією з найчастіших причин хронічної ниркової недостатності (ХНН) у урологічних хворих. Розвиток найважчого ускладнення – гострого калькульозного пієлонефриту – створює ургентну ситуацію.

Мета роботи. Провести аналіз літературних джерел з метою аналізу ефективності застосування сучасних методів в діагностиці уролітіазу.

Матеріали та методи. Здійснено науковий пошук за період з 2000 по 2022 рр. за первинною пошуковою стратегією «діагностика уролітіазу» (diagnosis of urolithiasis), «сечокам'яна хвороба» (urolithiasis), та комбінацією AND/OR в наукометричних базах MEDLINE (PubMed), Scopus, Web of Science.

Результати дослідження. За наявності конкремента або розширення порожнинної системи нирки проводиться оглядова урографія; яка, поділяє конкременти нирок на дві групи, рентгеннегативні та рентгенпозитивні, що дозволяє побічно судити про хімічний склад конкременту. За результатами оглядової урографії та ультразвуковому дослідженні нирок на основі клініки та лабораторних даних можна припустити можливість застосування малоінвазивних методів видалення конкрементів. Достатньою підставою для відмови від рентгенологічного дослідження виявлення при ехографії конкрементів у чашково-лоханковій системі, а також ускладнень у вигляді гідрокалікозу або гідронефрозу. Інформативність екскреторної урографії обмежена також у хворих при нирковій коліці на висоті болювого нападу, при нефункционуючій нирці та хронічній нирковій недостатності.

Висновки. Пріоритетними методами дослідження нефро-уролітіазу слід вважати радіологічні, де перевага віддається мультиспіральній комп'ютерній томографії, у решті випадків першою лінією діагностики є ультразвукова доплерометрія з картуванням. Функція нирки остаточно вирішується при виборі радіоізотопних рентгеносцинтиграфій.

Ключові слова: сечокам'яна хвороба, нефроуролітіаз, ультразвукова доплерометрія, сцинтиграфія, конкремент.

Stryzhak Mykola Serhiyovych, PhD, urologist, director of "MC Harmony", stryzhak101@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-1623-7262>, Uzhgorod, Ukraine

Characteristics of modern methods of diagnosis of urolithiasis

Introduction. Urinary stone disease (USD) is a fairly common disease. Therefore, the problem of nephrolithiasis is gaining more and more relevance. The importance of the problem is also due to the fact that the disease most often occurs among people of the most working age – from 20 to 50 years. The absolute number of registered patients with urolithiasis increases every year by 12–20%. Kidney stone disease is one of the most frequent causes of chronic renal failure (CRF) in urological patients. The development of the most severe complication – acute calculous pyelonephritis – creates an urgent situation.

Aim. To conduct an analysis of literary sources in order to analyze the effectiveness of the use of modern methods in the diagnosis of urolithiasis.

Materials and methods. A scientific search was carried out for the period from 2000 to 2022. according to the primary search strategy "diagnosis of urolithiasis", "urolithiasis", and the AND/OR combination in the scientific databases MEDLINE (PubMed), Scopus, Web of Science.

Results. In the presence of a calculus or expansion of the cavity system of the kidney, an inspection urography is performed; which divides kidney stones into two groups, X-ray negative and X-ray positive, which makes it possible to indirectly judge the chemical composition of the stone. According to the results of urography and ultrasound examination of the kidneys based on clinical and laboratory data, it is possible to assume the possibility of using minimally invasive methods of stone removal. Sufficient grounds for refusing X-ray examination are the detection of calculi in the pelvic-pelvic system during ultrasound, as well as complications in the form of hydrocalycosis or hydronephrosis. The informativeness of excretory urography is also limited in patients with renal colic at the height of a pain attack, with a non-functioning kidney and chronic renal failure.

Conclusions. Priority methods of nephro-urolithiasis research should be considered radiological, where preference is given to multispiral computed tomography, in other cases, the first line of diagnosis is ultrasound dopplerometry with mapping. Kidney function is finally decided when choosing radioisotope X-ray scintigraphs.

Key words: urolithiasis, nephrourolithiasis, ultrasound dopplerometry, scintigraphy, calculus.

Вступ. Діагностика сечокам'яної хвороби включає різні лабораторні та інструментальні методи. При зборі анамнезу слід приділити особливу увагу кліматичним умовам місця проживання та роботи

пацієнта, особливостям його дієти, питного режиму, наявності захворювань щитовидної та паразитовидних залоз, переломів кісток в анамнезі, спадковості [1].

Широко застосовуються променеві методи діагностики. Вони дають необхідні відомості про анатомічний і функціональний стан сечостатевої системи, дозволяють діагностувати та диференціювати різні патологічні стани нирок та сечових шляхів, здійснювати динамічний контроль лікування та оцінювати його ефективність [2–4].

У діагностиці уролітіазу донедавна рентгенологічний метод дослідження був єдиним. Однак із впровадженням сучасних технологій лікування межі можливостей рентгенологічного дослідження та досить часті помилкові висновки змушують шукати інші методи діагностики [4, 5].

На сьогоднішній день недостатньо тільки виявити локалізацію конкременту, але необхідно визначити його щільність та конфігурацію, оцінити функціональний стан сечових шляхів вище та нижче за обструкцію, уретеропієлокалікоектазія може спостерігатися при гострих запальних змінах, в нормі - при збільшеному діурезі, при поліурії внаслідок ураження ниркової паренхіми і т.д. [6].

Методологія та методи дослідження. Метою роботи було провести аналіз літературних джерел з метою аналізу ефективності застосування сучасних методів в діагностиці уролітіазу.

Здійснено науковий пошук за період з 2000 по 2022 рр. за первинною пошуковою стратегією «діагностика уролітіазу» (diagnosis of urolithiasis), «сечокам'яна хвороба» (urolithiasis), та комбінацією AND/OR в наукометричних базах MEDLINE (PubMed), Scopus, Web of Science.

Виклад основного матеріалу дослідження. Поширення в останні роки ультразвукових приладів, використання доплерографії та кольорового доплеровського картування (ДС) потоків сечі з термінальних відділів сечоводів свідчать про те, що визначення сечоводових викидів може бути корисним як метод, що доповнює ехографію, а також для виявлення порушень уродинаміки, що особливо важливо при виборі тактики лікування [6–8].

Алгоритми із застосуванням методів ехографії та доплерографії дозволяють значною мірою прискорити та спростити процес обстеження пацієнтів з симптомами ниркової коліки, легко диференціювати урологічні, гострі хірургічні, гінекологічні захворювання, виявити конкременти у сечоводі хворого, визначити наявність порушень уродинаміки, що потребують ургентної застосування рентгенологічних та інвазивних методик [9–11].

Ультразвукове дослідження є безпечним, високоінформативним та неінвазивним методом діагностики, що широко застосовується в сучасній урології, його інформативність незаперечна для оцінки стану верхніх сечових шляхів та паренхіми нирки [12].

Великою перевагою цієї методики є відсутність променевого навантаження, можливість багаторазового використання для моніторингу розвитку патологічного процесу та терапії, що проводиться. При сечокам'яній хворобі ультразвукове дослідження дозволяє побачити наявність конкременту у нирці, сечоводі, сечовому міхурі у вигляді ехопозитивних структур з наявністю

еходоріжки, визначити локалізацію, розміри та форму конкременту, непрямі ознаки конкременту сечоводу у вигляді порушення уродинаміки з розширенням чашково-мискувальної системи, потовщення паренхіми нирки.

Найбільш інформативною ознакою ниркової коліки, обумовленої сечокам'яною хворобою, є розширення чашково-лоханкової системи, у той час як потовщення паренхіми нирки не є достовірним і свідчить про набряк паренхіми у зв'язку з порушенням мікроциркуляції [13]. Обидві ознаки використовуються в комплексі для діагностики та моніторингу лікування у хворих з нирковою колікою, обумовленої сечокам'яною хворобою [14].

Однак не завжди розширення чашково-лоханкової системи за даними ультразвукового дослідження підтверджується результатами рентгенологічного дослідження. За даними авторів часто виникають помилки при диференціальній діагностиці розширення чашково-мисливської системи та паралельвікальних кіст [15].

Ультразвукове дослідження широко застосовується при обстеженні вагітних та дітей у зв'язку знеінвазивністю та безпекою [14], тому у дітей рекомендують виконання екскреторної урографії тільки при виявленні патології за даними ультразвукового дослідження.

Поєднання ультразвукового дослідження з доплерівським дослідженням дозволяє якісно та кількісно оцінити нирковий кровотік [16].

Одним з параметрів, що оцінюються при доплерографії, є резистивний індекс, який визначається як відношення різниці максимальної систолічної швидкості кровотоку та кінцевої діастолічної швидкості кровотоку до максимальної систолічної швидкості. Індекс безрозмірний. За даними багатьох авторів, резистивний індекс (індекс Пурсело) служить добрим показником ниркового кровотоку, в порівнянні з іншими показниками, і однією з достовірних діагностичних ознак ниркової коліки [17, 18]. Думки дослідників розходяться щодо специфічності даного методу при тривалості нападу ниркової коліки понад 72 години. Індекс також відрізняється при повній та частковій обструкції сечоводу [18]. Найбільш показовими для диференціальної діагностики ниркової коліки, обумовленої сечокам'яною хворобою, за нашими даними є зміни резистивного індексу в міжчастинних судинах нирок [19]. Показником ниркової коліки служить підвищення резистивного індексу за обструкції більше 0, також вважають, що найбільш цінні дані приносить порівняльна оцінка кровотоку у ураженій та здоровій нирці. Порівняно з іншими методиками доплерівське дослідження є неінвазивним, дешевим та легко відтворюваним методом дослідження [18].

Однак не позбавлене недоліків і ультразвукове дослідження (УЗД). Більшість авторів вказує, що при УЗД розпізнаються камені розміром більше 5 мм. Головне складне становище при виявленні каменів у нирках пов'язане з однаковою ехоплотністю їх і чашково-лоханкового комплексу. Ще більші складнощі виникають при діагностиці каменів у сечоводах, що пояснюється їх невеликими розмірами та умовами проходження ультразвукових хвиль. Зіставлення інформативності рент-

генологічних та ультразвукових методів дослідження дозволяє висловити такі міркування щодо тактики обстеження: всім хворим з підозрою на нефролітіаз у першу чергу слід проводити поліпозиційне УЗД, і по можливості використовувати доплерографію [20].

За наявності конкремента або розширення порожнинної системи нирки проводиться оглядова урографія; яка, поділяє конкременти нирок на дві групи, рентгеннегативні та рентгенпозитивні, що дозволяє побічно судити про хімічний склад конкременту [21]. За результатами оглядової урографії та УЗД нирок на основі клініки та лабораторних даних можна припустити можливість застосування малоінвазивних методів видалення конкрементів [22].

Достатньою підставою для відмови від рентгенологічного дослідження виявлення при ехографії конкрементів у чашково-лоханковій системі, а також ускладнень у вигляді гідрокалікозу або гідронефрозу.

Інформативність екскреторної урографії обмежена також у хворих при нирковій коліці на висоті болювого нападу, при нефункціонуючій нирці та ХНН [22, 23].

Променеві методи діагностики включають: рентгенівські, радіонуклідні, ультразвукові, магнітно-резонансні. Кожен із перерахованих методів має свої показання та протипоказання. Усі методи є взаємозамінними, а доповнюють одне одного. І лише їх комплексне використання дозволяє своєчасно та правильно поставити діагноз та призначити відповідне лікування.

Рентгенологічне обстеження хворих включає оглядову та екскреторну урографію, спіральну комп'ютерну томографію, а також за показаннями ретроградну та антеградну піелоуретерографію. При оглядовій урографії оцінюється чіткість контурів поперекових м'язів, контурів нирок, наявність тіней підозрілих на конкремент, описується їх розмір та положення. Рентгенопозитивні конкременти виявляються у 85–90% хворих, однак у огрядних пацієнтів та осіб з добре розвинутою мускулатурою інформативність оглядової рентгенографії знижується. Крім того, її можливості обмежені при малокоонтрастному камені та їх розташуванні в проекції кісток [21, 24].

Проведення екскреторної урографії є обов'язковим при підозрі на сечокам'яну хворобу. Одночасно з інформацією про наявність або відсутність конкременту вона дає інформацію про функціональні та анатомічні порушення верхніх сечових шляхів [25]. При екскреторній урографії звертається увага на своєчасність виділення контрастної речовини, форму чашечок та їх шийок, наявність розширення чашково-мисливської системи та сечоводу, стаз контрастної речовини над перешкодою у сечових шляхах. При нирковій коліці у 68–95% випадків на боці обструкції виявляється дилатація верхніх сечових шляхів, а задовільне виділення ниркою рентгеноконтрастної речовини не виключає зниження її функції, як і не свідчить про її функціональну повноцінність [26]. У той же час не завжди розширення чашково-багаткової системи свідчить про наявність обструкції сечовивідних шляхів.

Комп'ютерна томографія не дозволяє отримати справжню картину анатомічних змін верхніх сечових шляхів, але визначення щільності конкременту може

вплинути на вибір лікувальної тактики у хворих на сечокам'яну хворобу [27].

Спіральна комп'ютерна томографія, на думку деяких авторів, може замінити оглядову та екскреторну урографію і дати інформацію про розташування конкремента, ступеня дилатації сечоводу з визначенням місця обструкції, патологічних змін стінки сечоводу, парауретеральної та паранефральної клітковини [28].

Але висока вартість цієї процедури обмежує можливість її застосування, особливо у ургентній урології.

Такі інвазивні методики обстеження, як антеградна уретеропієлографія, ретроградна уретеропієлографія, пневмопієлографія вважаються резервними методиками і дозволяють діагностувати конкремент, коли це неможливо зробити іншими методами дослідження [28].

Використання рентгенологічних та радіонуклідних методів обстеження жінок під час вагітності небажано через можливу дію на плід [29]. Таким чином, рентгенологічні методи обстеження, незважаючи на суттєві обмеження у їх застосуванні, зберігають провідні позиції в діагностиці сечокам'яної хвороби [30, 31].

У хворих з уролітіазом, при первинному обстеженні яких не вдалося виявити камені в сечових шляхах за допомогою рутинних методів візуалізації, тільки магнітно-резонансна спіральна комп'ютерна томографія (МСКТ) з мультипланарними реконструкціями дозволяє точно визначити їх локалізацію навіть при рентген-негативних каменях без застосування контрастних речовин [32].

Особливістю МСКТ є об'ємний характер сканування. Вона виявляє індивідуальні анатомічні особливості чашково-лоханкової системи (ЧЛС) та сечоводу, ступінь їх анатомо-функціональних змін. Однак, незважаючи на високу інформативність та об'єктивність, МСКТ ще не знайшла широкого застосування. У вітчизняній літературі є поодинокі повідомлення використання МСКТ в урологічній практиці, хоча дослідження сечових шляхів цим методом є перспективним напрямом наукового дослідження [33].

Порівняно з традиційними методами променевої діагностики (УЗД, екскреторна урографія) МСКТ із тривимірною реконструкцією зображень є високоінформативним (чутливість 95,7%, специфічність 97,4%, точність 98,9%) методом діагностики СКХ [34].

Використання сучасних методів діагностики значно покращило результати лікування хворих на СКХ. Це з уточненням прогностичних критеріїв (локалізація, розміри, структура щільність каменю, функціональний стан верхніх сечових шляхів тощо.) у передопераційному періоді. Використання сучасних методів КТ (СКТ, МСКТ) дозволяє деталізувати показання та прогнозувати ефективність різних методів лікування нефролітіазу [35].

Основними особливостями сучасних методів комп'ютерної візуалізації є об'єктивність, висока роздільна здатність, можливість створення тривимірної віртуального зображення органу (віртуальна ендоскопія) [35, 36].

Ангіографічні методи діагностики застосовують у хворих на СКХ, яким планується проведення

ендоурологічного посібника при аномалійних нирках, уретеровазальному конфлікті, єдиній нирці, що функціонує [37]. Ангіографія дасть цінну інформацію про анатомічний стан судинного русла, проте не дозволяє визначити його функціональні показники.

Для отримання повної інформації про судинну мережу нирки необхідна поліпозиційна артеріографія, що вимагає підвищеної витрати контрастних речовин і збільшує променеве навантаження. Ангіографія не може бути рекомендована як метод для постійного динамічного контролю за станом ниркової гемодинаміки [38].

Серед відомих методів оцінки функціонального стану нирок при СКХ лише радіоізотопні дослідження (ренографія, фармакоренографія, динамічна нефросцинтиграфія) можна вважати найбільш достовірними [39]. Для визначення справжніх параметрів кровотоку в нирці необхідні такі дослідження, як непряма радіоізотопна реноангіографія, електромагнітна флоуметрія (здатна визначити об'ємний кровотік нирки, але тільки інтраопераційно) [39].

За допомогою екскреторної магнітно-резонансної урографії (МРУ) каміння безпосередньо не візуалізується. Тому даний метод дозволяє визначити наявність каменів у ЧЛС або сечовода у вигляді дефекту наповнення [40]. МРУ також з успіхом можна застосовувати для встановлення точної локалізації каменю та анатомії ниркових порожнин, що містять камінь, а також для

визначення міграції конкременту сечовими шляхами після літотрипсії [41].

Ще одним методом діагностики ниркової кольки, а саме для оцінки мікроциркуляції в паренхімі нирки є глибинна радіотермометрія.

Метод мікрохвильової радіотермометрії заснований на вимірюванні інтенсивності власного електромагнітного випромінювання внутрішніх тканин пацієнта в діапазоні надвисоких частот, що пропорційно температурі тканин.

Так як біотканини прозорі для електромагнітних хвиль радіодіапазону, це дозволяє вимірювати температуру тканин на глибині кількох сантиметрів. Оскільки при нирковій коліці відбувається спазм дрібних судин нирки із зміною мікроциркуляції у ній, то, відповідно, змінюються і температурні показники нирки на боці коліки. При глибинній радіотермометрії відзначається зниження температурних показників нирки на боці обструкції до 34,6°C, підвищення різниці температурних показників нирок більш ніж на 0,3°C [42].

Висновки.

1. Пріоритетними методами дослідження нефроуролітіазу слід вважати радіологічні, де перевага віддається МСКТ, у решті випадків першою лінією діагностики є ультразвукова доплерометрія з картуванням.

2. Функція нирки остаточно вирішується при динамічній реносцинтиграфії.

Інформація про конфлікт інтересів. Конфлікту інтересів немає.

Інформація про фінансування. Автор гарантує, що не отримувал жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

Особистий внесок автора у виконання роботи:

Стрижак М.С. – аналіз роботи, ідея, підготовка статті.

ЛІТЕРАТУРА

- Chigerwe M, Shiraki R, Olstad EC, Angelos JA, Ruby AL, Westropp JL. Mineral composition of urinary calculi from potbellied pigs with urolithiasis: 50 cases (1982–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2013 Aug 1;243(3):389–93.
- Halland SK, House JK, George LW. Urethroscopy and laser lithotripsy for the diagnosis and treatment of obstructive urolithiasis in goats and pot-bellied pigs. *J Am Vet Med Assoc*. 2002;220:1831–1834.
- Streeter RN, Step DL. Diagnostic ultrasonography in ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2007;23:541–574.
- Kinsley MA, Semevolos S, Parker JE, Duesterdieck-Zellmer K, Huber M. Use of plain radiography in the diagnosis, surgical management, and postoperative treatment of obstructive urolithiasis in 25 goats and 2 sheep. *Vet Surg*. 2013;42:663–668.
- Jones ML, Miesner MD. Urolithiasis. In: Anderson DE, Rings DM, eds. *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. 5th ed. Saunders; 2009:322–325.
- Mirfazaelian H, Doosti-Irani A, Jalili M, Thiruganasambandamoorthy V. Application of decision rules on diagnosis and prognosis of renal colic: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Emergency Medicine*. 2020 Apr 1;27(2):87–93.
- Laher AE, McDowall J, Gerber L, Aigbodion SJ, Enyuma CO, Buchanan S, et al. The ultrasound 'twinkling artefact' in the diagnosis of urolithiasis: hocus or valuable point-of-care-ultrasound? A systematic review and metaanalysis. *Eur J Emerg Med* 2020; 27:13–20.
- Roth CS, Bowyer BA, Berquist TH. Utility of the plain abdominal radiograph for diagnosing ureteral calculi. *Ann Emerg Med* 1985; 14:311–315.
- Westphalen AC, Hsia RY, Maselli JH, Wang R, Gonzales R. Radiological imaging of patients with suspected urinary tract stones: national trends, diagnoses, and predictors. *Acad Emerg Med* 2011; 18:699–707
- Shafi ST, Anjum R, Shafi T. Clinical predictors of an abnormal ultrasound in patients presenting with suspected nephrolithiasis. *Pak J Med Sci* 2017; 33:545–548
- Aubrey-Bassler FK, Lee SD, Barter RB, Asghari S, Cullen R, Godwin M. Utility of computed tomography and derivation and validation of a score to identify an emergent outcome in 2,315 patients with suspected urinary tract stone. *CJEM* 2013; 15:261–269

12. Mills L, Morley EJ, Soucy Z, Vilke GM, Lam SH. Ultrasound for the diagnosis and management of suspected urolithiasis in the emergency department. *The Journal of Emergency Medicine*. 2018 Feb 1;54(2):215-20.
13. Laher AE, McDowall J, Gerber L, Aigbodion SJ, Enyuma CO, Buchanan S, Adam A. The ultrasound 'twinkling artefact' in the diagnosis of urolithiasis: hocus or valuable point-of-care-ultrasound? A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Emergency Medicine*. 2020 Feb 1;27(1):13-20.
14. Shalaby EA, Ragab AA, Tawfik ER, Faisal M. Ultrasound diagnosis and active ureteroscopy for obstructive ureteral calculi during pregnancy: multicenter experience. *Journal of Endourology*. 2021 Oct 1;35(10):1460-6.
15. Wahab M, Tariq K, Ishtiaq M, Ahmad K, Aslam M, Khan S. Diagnostic accuracy of ultrasound in detecting ureteric stone keeping non-enhanced CT as gold standard. *Annals of Punjab Medical College (APMC)*. 2019 Sep 28;13(3):223-5.
16. Salmalıođlu A, Bulakçı M, Bakır B, Yılmaz R, Akpınar YE, Tefik T, Şanlı Ö, Özel S, Acunas B. The usefulness of agent emission imaging-high mechanical index ultrasound mode in the diagnosis of urolithiasis: a prospective preliminary study. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2018 May;24(3):169.
17. Milišić E, Zvizdić Z, Jonuzi A, Hiroš M, Milišić L, Mešić A, Begić E. Extracorporeal shock wave lithotripsy effect on renal arterial resistive index changing. *Medicinski Glasnik*. 2019 Feb 1;16(1).
18. Senthilkumar P. Renal Resistive Index as a predictor of Acute Hydro Nephrosis in patients with Renal Colic (Doctoral dissertation, Kilpauk Medical College, Chennai).
19. Legrand MM, Darmon M. Renal imaging in acute kidney injury. *Acute Nephrology for the Critical Care Physician*. 2015:125-38.
20. Viprakasit DP, Sawyer MD, Herrell SD, Miller NL. Limitations of ultrasonography in the evaluation of urolithiasis: a correlation with computed tomography. *Journal of endourology*. 2012 Mar 1;26(3):209-13.
21. Thomson JM, Gloecer J, Abbott C, Maling TM. Computed tomography versus intravenous urography in diagnosis of acute flank pain from urolithiasis: a randomized study comparing imaging costs and radiation dose. *Australasian radiology*. 2001 Aug 15;45(3):291-7.
22. Nolte-Ernsting CC, Adam GB, Günther RW. MR urography: examination techniques and clinical applications. *European Radiology*. 2001 Feb;11:355-72.
23. Worster A, Preyra I, Weaver B, Haines T. The accuracy of noncontrast helical computed tomography versus intravenous pyelography in the diagnosis of suspected acute urolithiasis: a meta-analysis. *Annals of emergency medicine*. 2002 Sep 1;40(3):280-6.
24. Langston C, Gisselman K, Palma D, McCue J. Diagnosis of urolithiasis. *Compendium*. 2008 Aug;30(8):447-50.
25. Gray Sears CL, Ward JF, Sears ST, Puckett MF, Kane CJ, Amling CL. Prospective comparison of computerized tomography and excretory urography in the initial evaluation of asymptomatic microhematuria. *The Journal of urology*. 2002 Dec;168(6):2457-60.
26. Siraj R, Shamim B, Mansoor MA, Ali I, Kumar A, Siraj MI. Effect of Intravenous Pyelogram on Vital Parameters: A Study Focusing on Complications. *Asian Journal of Research in Medicine and Medical Science*. 2021 Nov 9:55-61.
27. McGrath TA, Frank RA, Schieda N, Blew B, Salameh JP, Bossuyt PM, McInnes MD. Diagnostic accuracy of dual-energy computed tomography (DECT) to differentiate uric acid from non-uric acid calculi: systematic review and meta-analysis. *European Radiology*. 2020 May;30:2791-801.
28. Chang DH, Slebocki K, Khristenko E, Herden J, Salem J, Große Hokamp N, Mammadov K, Hellmich M, Kabbasch C. Low-dose computed tomography of urolithiasis in obese patients: a feasibility study to evaluate image reconstruction algorithms. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*. 2019 Apr 5:439-45.
29. Morgan K, Rees CD, Shahait M, Craighead C, Connelly ZM, Ahmed ME, Khater N. Urolithiasis in pregnancy: Advances in imaging modalities and evaluation of current trends in endourological approaches. *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*. 2022 May 9;46(5): 259-267
30. Saeed S, Ullah A, Ahmad J, Hamid S. The prevalence of incidentally detected urolithiasis in subjects undergoing computerized tomography. *Cureus*. 2020 Sep 11;12(9).
31. Aqel OH, Baha'a AM. Systematic Review on Current Technologies for Kidney Stone Disease Detection and Management. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2022;9(7):6678-88.
32. Aqel OH, Baha'a AM. Systematic Review on Current Technologies for Kidney Stone Disease Detection and Management. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2022;9(7):6678-88.
33. ElGendy K, Twemlow M, Wilkinson M. Is stone score still effective for predicting diagnosis of ureteric stones on CT/KUB in emergency settings? A clinical re-audit. *Clinical Radiology*. 2019 Oct 1;74:e25.
34. Ward D, Dwivedi K, Tse G, Martin A, Connolly DJ, Burton E. Imaging according to NICE head injury guidelines—an audit of requesting and reporting over three years. *Clinical Radiology*. 2019 Oct 1;74:e25-6.
35. Hu Q, Liang H, Wang Z, Deng Q, Zhang J, Wang H, Zhi F, Zhao H. Medical Diagnosis of Upper Urinary Calculi Based on Image Filtering in Ureteroscopic Lithotripsy. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*. 2019 Feb 1;9(2):376-83.
36. Antoniou V, Gauhar V, Kallidonis P, Skolarikos A, Veneziano D, Liatsikos E, Somani BK. Education and training evolution in urolithiasis: A perspective from European School of Urology. *Asian Journal of Urology*. 2023 Feb 10.
37. Fornazari VA, Santos RF, Nunes TF, Perrella R, Freire TM, Vicentini FC, Claro JF, Szejnfeld D. Hemorrhagic complications after percutaneous nephrolithotomy: angiographic diagnosis and management by transcatheter arterial embolization. *Radiologia Brasileira*. 2020 Nov 20;53:390-6.
38. Delabie A, Bouzerar R, Pichois R, Desdoit X, Vial J, Renard C. Diagnostic performance and image quality of deep learning image reconstruction (DLIR) on unenhanced low-dose abdominal CT for urolithiasis. *Acta Radiologica*. 2022 Sep;63(9):1283-92.

39. Nilufar R, Asalya A. Prevention and Diagnosis of Nephrological Diseases. Research Journal of Trauma and Disability Studies. 2023 Jan 24;2(1):40-3.
40. Verma N, Rastogi R, Singh AK, Khare V, Bhandari V, Pratap V, Pushkarna A. Comparative role of computed tomography and magnetic resonance urography in urinary tract calculi. European Journal of Molecular & Clinical Medicine.;7(10):2020.
41. Rakhmonovna SZ, Kizi AM. Possibilities of Computed Tomography and Magnetic Resonance Urography as Modern Techniques in the Diagnosis of Volumetric Ureteral Processes. Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 2022 Jun 8;3(3):408-13.
42. Reza F, Seidinov S. Evaluation of the effectiveness of non-invasive instrumental diagnostics in the detection of urolithiasis. Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan. 2021 Aug 31;18(4):58-63.