

УДК 616.61:[616.136.7+616.146.2]-073-08

**В.Ю. Кундін, М.В. Сатир, А.В. Хохлов, А.Г. Мазур,
І.В. Новерко, М.В. Шиманко**

ДУ «Інститут серця МОЗ України», Київ

Реноваскулярна хвороба. Сучасний підхід до діагностики та лікування

У представленому огляді розглянуто питання етіології та патогенезу реноваскулярної хвороби, її клінічні вияви та підходи до діагностики. Проаналізовано основні неінвазивні діагностичні методи: функціональні тести та діагностичні зображення. Велику увагу приділено методам ультразвукової діагностики, розглянуто значення комп'ютерно-томографічної та магнітно-резонансної ангіографії в діагностиці реноваскулярної хвороби, їх переваги та недоліки, показання і перспективи застосування. Визначено проблеми й ускладнення при проведенні цих досліджень та шляхи запобігання їм. Наведено і проаналізовано дані літератури щодо інформативності різних діагностичних методів, їх впливу на вибір лікувальної тактики та подальшу ефективність лікування, зокрема для визначення показань до ревааскуляризації ниркових артерій.

Ключові слова: реноваскулярна хвороба, дуплексна доплерівська ультрасонографія, магнітно-резонансна ангіографія, комп'ютерно-томографічна ангіографія, ревааскуляризація ниркових артерій.

Посилання: Кундін В.Ю., Сатир М.В., Хохлов А.В. та ін. Реноваскулярна хвороба. Сучасний підхід до діагностики та лікування // Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія.– 2018.– № 1.– С. 6–13.

To cite this article: Kundin VYu, Satyr MV, Khokhlov AV, Mazur AG, Noverko IV, Shymanko MV. Renovascular disease. A contemporary approach to the diagnosis and treatment. *Cardiac Surgery and Interventional Cardiology*. 2018;1(20):6-13 (in Ukr.).

Реноваскулярна хвороба (РВХ) – комплексне захворювання, що призводить до розвитку вазоренальної артеріальної гіпертензії (ВАГ), а найбільш поширеними її чинниками є фібромускулярна дисплазія (ФМД) та атеросклеротична хвороба (АСХ) [9].

Вторинна гіпертензія, спричинена РВХ, досить часто трапляється у клінічній практиці, її поширеність оцінюється в межах 1–5 % від усіх випадків гіпертензій і до 30 % у високоселективній референтній популяції [17]. Завдяки зростанню можливостей сучасної променевої діагностики раннє виявлення РВХ дозволяє значно покращити ефективність лікування гіпертензії та порушення функції нирок, тому все більше клінічних досліджень спрямовується на вдосконалення діагностики і лікування цих станів.

Виділяють три основні форми РВХ [9], котрі деякі автори розглядають як етапи її клінічної

маніфестації [15]: асимптоматичний стеноз ниркової артерії (СНА), ВАГ та ішемічна нефропатія. Анатомічна обструкція ниркової артерії (НА) при СНА призводить до зниження перфузійного тиску та активації ренін-ангіотензинової системи, прямим фізіологічним наслідком якої є розвиток ВАГ. Зменшення перфузії нирок, особливо при загальній нирковій ішемії (білатеральний СНА, СНА єдиної нирки або унілатеральний СНА при ураженій контралатеральній нирці), також призводить до прогресивного зниження функціональної здатності нирок та розвитку ішемічної нефропатії. Слід зазначити, що наявність СНА в пацієнтів з артеріальною гіпертензією або ренальною дисфункцією не обов'язково свідчить про наявність ВАГ або ішемічної нефропатії [9].

Як було зазначено, причинами виникнення РВХ можуть бути ФМД (10–15 %) та АСХ (85–90 % усіх випадків) [21]. ФМД – це неза-

пальне захворювання судин, що виявляється переважно в молодих жінок, при якому можуть бути уражені будь-які артерії, однак найчастіше це ниркові (середні та дистальні відділи основної НА), сонні та хребтові артерії. Клінічно для ФМД властива артеріальна гіпертензія, що зазвичай ефективно лікується інгібіторами ангіотензинперетворювального ферменту і блокаторами рецепторів ангіотензину II (ІАПФ/БРА), при цьому розвиток ниркової недостатності не характерний [9, 21].

На АСХ хворіють переважно чоловіки похилого віку, при цьому атеросклеротичне ураження судин частіше системного характеру, уражуються проксимальна частина основної НА, характерним є поєднання ВАГ з есенціальною гіпертензією; при лікуванні ІАПФ/БРА унаслідок ураження ниркової паренхіми та зниження транскапілярного артеріального тиску прищвиджується розвиток ниркової недостатності (особливо при двобічному ураженні НА або ураженні єдиної функціонуючої нирки); АСХ часто супроводжується серцево-судинними ускладненнями (ССУ), такими як інсульт, інфаркт міокарда та гостра коронарна смерть [9]. Часто спостерігається поєднання ФМД та АСХ у пацієнтів старшого віку.

Первинна клінічна діагностика реноваскулярної хвороби

За результатами клінічних досліджень, викладених у сучасних практичних настановах з діагностики серцево-судинних захворювань (2013) [21], про високу вірогідність РВХ свідчать такі клінічні синдроми: ранній початок артеріальної гіпертензії в осіб віком до 30 років (переважно в жінок) з полікістозом нирок в анамнезі; підсилена, резистентна, злоякісна артеріальна гіпертензія; раптовий початок артеріальної гіпертензії у віці понад 55 років (при підозрі на АСХ); погіршення функціонального стану нирок у відповідь на лікування ІАПФ/БРА; різниця в розмірах нирок більше 1,5 см (за даними ультразвукового дослідження); інше непояснене зниження функції нирки (спонтанне або у відповідь на призначення вищезгаданих препаратів), що підтверджується підвищенням рівня креатиніну $> 30\%$ рівня до лікування.

Як зазначалося вище, ФМД та АСХ – два принципово різних патологічних процеси, діагностика та лікувальна стратегія при яких значно відрізняються [9]. Причиною артеріальної гіпертензії у 85–90% випадків є АСХ, більшість випадків РВХ спричинена атеросклеротичним ураженням судин, унаслідок чого цьому патоло-

гічному стану приділяється більше уваги клініцистів.

Останніми роками проблема діагностики й лікування пацієнтів з РВХ стала досить актуальною внаслідок збільшення кількості таких хворих, погіршення якості їх життя та підвищення смертності внаслідок ССУ, тому виникла необхідність детального вивчення доступних на сьогодні методів діагностики, їх переваг та обмежень. У теперішній час впроваджуються в практику нові неінвазивні діагностичні методики, що пов'язано з прогресивним розвитком сучасних технологій променевої діагностики для обстеження судин. Це значно підвищує можливості раннього виявлення РВХ та впливає на підходи до лікування цього захворювання.

Основні неінвазивні методи обстеження, що застосовуються для діагностики реноваскулярної хвороби

Неінвазивні методи діагностики РВХ поділяють на дві групи: функціональні тести та діагностичні зображення [9].

До функціональних тестів відносять визначення активності реніну плазми, каптоприловий тест, селективне дослідження реніну в ниркових венах, сцинтиграфію нирок з каптоприлом. При їх використанні виявляються тільки фізіологічно та гемодинамічно значущі ураження НА, що мають клінічні ознаки РВХ. У деяких випадках за результатами цих тестів можна передбачати клінічну відповідь на інтервенційне лікування. Відповідно до європейських рекомендацій з діагностики США [36], функціональні тести мають III клас рекомендацій, рівень доказів В. Важливими обмеженнями до застосування цих методів є те, що точність їх знижується при нирковій недостатності або білатеральному ураженні ниркових судин; також використання цих методів часто потребує припинення антигіпертензивної терапії, яка впливає на ренін-ангіотензинову систему. Найбільш прийнятними такі тести є в пацієнтів з підозрюваною ФМД та неускладненою АСХ при нормальній функції нирок.

До неінвазивних модальностей для отримання діагностичних зображень належать дуплексна доплерівська ультрасонографія (ДДУС) нирок, магнітно-резонансна ангіографія (МРА) та комп'ютерно-томографічна ангіографія (КТА) [5]. Жоден із цих методів не дозволяє повністю заперечити РВХ у разі негативного результату, однак вони високоінформативні при позитивному результаті в пацієнтів з високим ризиком. ДДУС нирок рекомендується застосовувати як метод візуалізації першої лінії для вияв-

лення СНА (клас рекомендацій I, рівень доказів B) [36]. При недостатній інформативності ДДУС пацієнтам із кліренсом креатиніну понад 60 мл/хв рекомендують провести КТА, при рівні креатиніну більше 30 мл/хв – МРА, які мають той самий клас рекомендацій і рівень доказів, однак можуть надати інформацію щодо судинної анатомії, характеристики функції нирок та виявлення аномалій розвитку. При підозрі на високі клінічні індекси й неоднозначні результати неінвазивних тестів як діагностичний тест для виявлення СНА рекомендують провести субтракційну ангіографію з цифровою обробкою: клас рекомендацій I, рівень доказів C. Проведення цих обстежень дозволяє виявити анатомічний стеноз НА, а також визначити локалізацію та кількість уражених судин (важливим є виявлення білатерального ураження), прогнозувати технічні можливості ендovasкулярного або хірургічного поновлення їх функціонування. Значення і послідовність діагностичних досліджень визначаються індивідуально для кожного пацієнта.

Якщо неінвазивні тести залишаються неефективними, але клінічно зберігається високий рівень підозри на атеросклеротичний СНА, виконують селективну ангіографію НА з метою планування подальшого інтервенційного або хірургічного лікування.

Ультразвукова діагностика реноваскулярної хвороби

Дуплексна ультразвукографія з кольоровим кодуванням (ДУСКК) – це методика ДДУС, що використовується як скринінговий метод першої лінії для діагностики СНА [35]. Завдяки неінвазивності, широкій доступності та невисокій собівартості ДУСКК можна використовувати як для первинної оцінки структурного і функціонального стану ниркових судин, так і для визначення змін у динаміці, до та після ревааскуляризації.

Протягом останніх 25 років вивчали та оцінювали 4 основні критерії оцінки РВХ за допомогою методу ДУСКК. Два з них засновані на вимірюванні прямих ознак СНА, два – на визначенні непрямих параметрів ступеня звуження НА, що отримують при візуалізації внутрішньониркових міждольових та сегментарних артерій.

Прямі критерії:

1. Максимальна систолічна швидкість току крові в нирковій артерії (PSV) – визначає рівень стенозу на основі постстенотичної турбулентності кровоплину відповідно до рівняння безперервності і є обернено пропорційною до площі стенозу та звуження просвіту НА. За результа-

тами багатьох досліджень, значення PSV > 200–320 см/с вважається підтвердженням СНА більше 60 % [5]. Діагностична ефективність цього показника для СНА вважалася досить високою (чутливість – 71–98 %, специфічність – 62–98 %) [7, 13, 40]. Однак дослідження останніх років свідчать, що результати неінвазивної оцінки тяжіють до перебільшення ступеня СНА та можуть бути наслідком publication bias (коли частіше публікуються результати, отримані в клініках з більшим досвідом і є більш компетентними в цих дослідженнях, тоді як протилежні результати не публікуються, і відповідно, не враховуються), або selection bias (враховуються тільки клінічно і сонографічно підтверджені результати). Тому надійнішим показником для підтвердження СНА більше 60 % є значення PSV > 300 см/с [11].

2. Нирково-аортальне співвідношення (RAR) – співвідношення PSV стенозованої ниркової артерії та PSV аорти, що порівнює швидкість кровоплину в стенозованій НА з індивідуальним референтним значенням його в аорті. Значення RAR > 3,5–3,8 вважаються підтвердженням СНА більше 60 % [5].

Непрямі критерії:

1. Індекс резистентності внутрішньониркових артерій (RI) характеризує сегментарний артеріальний кровоплин, відображає стан мікроциркуляторного русла нирок:

$$RI = (PSV - EDV) / PSV.$$

Зниження RI більш як на 0,05 є показником іпсилатерального СНА. Підвищення RI вказує на обмеження ниркового кровоплину під час діастолі і може відобразити паренхіматозні або мікроциркуляторні порушення в нирках. Цей параметр використовувався для передбачення ефективності ревааскуляризації, оскільки багатьма дослідниками встановлено, що при значенні RI > 0,8 до ревааскуляризації (стенування) результати були гіршими, порівняно з пацієнтами, в яких цей показник був вищим [16, 28, 32]. Однак сучасне використання цього прогностичного фактора залишається контраверсійним, а низьке значення RI інтерпретується скоріше як свідчення збереженого ниркового кровоплину та достатньої функції нирок у цілому, але не повинно впливати на остаточне рішення щодо ревааскуляризації [19].

2. Подовження часу прискорення – відображає затримку систолічного підвищення PSV відносно кінцевої діастолічної при спектральному аналізі.

Оскільки визначення PSV у проксимальних НА – це досить складний, трудомісткий процес, який потребує затрат часу, частіше користу-

ються непрямими критеріями (які отримують у ділянці воріт нирки). Однак достовірну точність непрямих критеріїв відзначено лише при США високого ступеня. Специфічність цих критеріїв становить 50–70 %, чутливість зазвичай не перевищує 70 % [33].

На сьогодні немає єдиної думки щодо визначення ступеня США за допомогою ДУСКК, крім того, метод має певні обмеження та недоліки (оператор-залежність та залежність від особливостей тіла пацієнта).

Автори сучасної дослідницької роботи [33] щодо визначення критеріїв США запропонували алгоритм діагностичного підходу до визначення тактики лікування залежно від ступеня США, заснованого на значенні PSV, по можливості підтвердженого непрямими критеріями: PSV < 180 см/с – відсутність стенозу або низький ступінь – не потребує подальшої діагностики, не потребує лікування; PSV > 260 см/с – відповідає США більше 60–70 % та є прямим показанням до транслюмінальної балонної ангіопластики (ТБА), стентування або хірургічного лікування; невизначені або граничні результати, погана якість ультразвукового зображення зумовлює необхідність додаткових обстежень (МРА, КТА або контраст-підсилене ультразвукове дослідження) для підтвердження релевантності стенозу і відбору пацієнтів для ендovasкулярного лікування.

Рентгенівська комп'ютерна томографія та магнітно-резонансна томографія в діагностиці реноваскулярної хвороби

Спіральна мультидетекторна КТА та тривимірна МРА характеризуються високою чутливістю (вище 90 %) в діагностиці гемодинамічно значущого США [38, 14, 29]. Обидва методи розглядають як загальноприйнятні для візуалізації США [37]. Порівняно із селективною ангіографією НА (із застосуванням катетеризації НА), ці модальності менш інвазивні, дозволяють візуалізувати як судини, так і навколишні тканини та підходять для комплексної реконструкції й аналізу зображення [22]. За даними багатьох досліджень, діагностична ефективність КТА та МРА не поступається результатам селективної ангіографії НА (зокрема, чутливість і специфічність КТА становить 90–100 % та 92–98 %, відповідно) [14, 29].

Встановлено, що МРА ниркових артерій – високоінформативний клінічно-прийнятний метод для виявлення США [27]. З огляду на досить високу кількість випадків асимптоматичного перебігу США, деякі методи вивчаються як допо-

міжні до структурно-анатомічних, щоб допомогти визначити функціональну значущість стенозу, моніторингу терапії, та визначити прогностичні чинники для відбору пацієнтів, у яких ревааскуляризація буде максимально корисною.

Результати МРА ниркових судин добре корелюють з результатами КТА і дозволяють проводити неінвазивну оцінку ниркових судин без застосування нефротоксичних контрастних речовин. Вибіркове застосування МРА в пацієнтів з високим ризиком (ідентифікованим завдяки визначенню судинних факторів ризику або стандартними методами дослідження нирок) може замінити потенційно нефротоксичну КТА у 80 % випадків та допомагає відібрати групу пацієнтів для ревааскуляризації [26]. Останніми роками стали доступними інноваційні технології МРТ, що не вимагають застосування парамагнітних контрастних речовин, і стали реальною альтернативою МРА для оцінки ниркових артерій [3].

До побічних реакцій при проведенні МРТ належать дискомфорт унаслідок тривалого перебування під детектором, у замкненому просторі (клаустрофобія) та підвищення температури ділянки тіла, що сканується.

Ускладнення контрастування. Алергійна реакція на контрастну речовину (розвивається вкрай рідко, приблизно в 1 % випадків). Віддаленим грізним ускладненням гадоліній-вмісних контрастних агентів є розвиток нефрогенного системного фіброзу. Частота його виникнення в пацієнтів з хронічною нирковою недостатністю та гострим ураженням нирок становить 2–5 %, що вимагає зваженого підходу до призначення дослідження в таких пацієнтів [8].

Особливості призначення магнітно-резонансної томографії в пацієнтів з тимчасово або постійно імплантованими пристроями

Швидкий розвиток методик МРТ за останні два десятиріччя привів до збільшення його приєднаності та зростання кількості досліджуваних пацієнтів із серцево-судинними захворюваннями, серед яких велика кількість з тимчасово або постійно імплантованими пристроями (судинними стентами, штучними клапанами, імплантованими водіями ритму тощо). З огляду на це, питання безпеки застосування МРТ за наявності цих пристроїв набуло важливого значення та необхідності роз'яснення. Для безпечного виконання МРТ необхідно провести ретельне первинне обстеження пацієнта, точно визначити розташування і властивості постійно або тимчасово імплантованого серцево-судинного пристрою, а

також проаналізувати ризики і переваги застосування дослідження. G.N. Levine та співавтори [23] узагальнили та уточнили питання безпеки при проведенні МРТ у хворих із серцево-судинними пристроями.

Потенційні ризики, що можуть призвести до ускладнень МРТ в пацієнтів із специфічними серцево-судинними пристроями, зазвичай є результатом трьох різних факторів, пов'язаних з механізмом отримання МРТ-зображень: 1) основне статичне магнітне поле; 2) радіочастотна енергія; 3) градієнт магнітного поля.

У 2006 р. для класифікації постійно або тимчасово імплантованих пристроїв Американським товариством з випробування матеріалів були впроваджені такі терміни: МР-безпечний, МР-умовно безпечний (небезпечний при стандартних умовах використання) та МР-небезпечний (що містить магнітні елементи) [2].

Периферичні судинні стенти, що застосовують при лікуванні СНА, найчастіше виготовляються з нержавіючої сталі 316L або нітинолу. Рідше стенти можуть містити різні кількості платини, сплав кобальту, золота, танталу, МР35N або інших матеріалів. У більшості з них феромагнітні властивості слабкі або відсутні [34]. Дані досліджень свідчать про безпечність більшості стентів, навіть з мінімальними феромагнітними властивостями (за винятком деяких елементів з нержавіючої сталі, які відповідно промарковані).

Підходи до лікування реноваскулярної хвороби. Визначення показань до реваскуляризації

Сучасні досягнення в галузі неінвазивної візуалізації судин значно покращили можливість виявлення й оцінки ступеня РВХ. Раніше вважали цілком логічним запропонувати проведення реваскуляризації НА особам з РВХ з високим ризиком, однак останнім часом думки клініцистів різних спеціальностей розійшлися щодо ролі інвазивних методів відновлення кровопостачання нирок. Більшість спеціалістів з інтервенційної радіології і кардіології схильється до думки, що реваскуляризація сприяє збереженню перфузії нирок та їх функціональної здатності, призводить до зворотного розвитку РВХ, а також покращує ефективність лікування пацієнтів з рефрактерними формами природжених вад серця [15]. Водночас у публікаціях нефрологічної спільноти обґрунтовується інша точка зору, адже деякі дослідження не підтверджують відновлення контрольованого артеріального тиску після реваскуляризації, однак ризик ускладнень інтервенційних процедур вважається суттєвим.

Найбільш загрозливі ускладнення – утворення псевдоаневризми, гематоми, контраст-індукованої нефропатії та емболізації холестеролом, що призводять до погіршення перфузії і зниження функціональної здатності нирок; ці ризики підвищуються при дифузних атеросклеротичних ураженнях судин, тяжкій артеріальній гіпертензії, нирковій недостатності [9, 25]. Отримані дані підсилюють переважання консервативних підходів до лікування РВХ [15, 24], зокрема в пацієнтів із захворюваннями нирок.

Лікування РВХ на тлі АСХ, окрім вторинної профілактики атеросклерозу, спрямоване на збереження функції паренхіми нирки, нормалізацію артеріального тиску та зниження ризику ССУ. Основні напрямки терапії – медикаментозна терапія та реваскуляризація.

Медикаментозна терапія ІАПФ/БРА та антагоністами кальцію призначається при РВХ, пов'язаній з одностороннім СНА помірного або тяжкого ступеня (клас рекомендацій I, рівень доказів B), і вважається ефективною при досягненні контрольованого артеріального тиску протягом кількох місяців без погіршення функції нирок [25, 18]. Медикаментозне лікування протипоказане при двобічному тяжкому СНА та при СНА єдиної функціонуючої нирки (клас рекомендацій III, рівень доказів B), а також за наявності анатомічно і функціонально значущого стенозу НА, при виникненні ССУ у вигляді періодичної застійної серцевої недостатності й раптового набряку легень зі збереженою систолічною функцією лівого шлуночка та гострою оліго/ануричною нирковою недостатністю з ішемією нирок.

Розроблення та широке застосування нових поколінь ефективних високоселективних антигіпертензивних препаратів (ІАПФ/БРА) привели до виведення пацієнтів з РВХ з поля зору спеціалістів, тому виникла потреба зміщення акценту у веденні цих хворих з нормалізації артеріального тиску на контроль за збереженням функції нирок [9].

Для цього необхідно оцінити два основні фактори: 1) клінічно визначити, чи достатньо ефективна медикаментозна терапія, дослідити та обґрунтувати виправданість відновлення кровоплину в нирці; 2) дослідити, чи присутній гемодинамічно значущий СНА і чи виліковний він [19].

Реваскуляризація може бути ендovasкулярна і хірургічна. Ендovasкулярна терапія виконується двома методами – перкутанної ТБА та стентування НА.

Визначення показань до реваскуляризації в пацієнтів з РВХ залишається важливою проблемою і визначається конкретною клінічною карти-

ною [20]. Для виділення групи пацієнтів з АСХ, ревазуляризація ниркових артерій у яких буде максимально ефективною, розроблено класифікацію атеросклеротичного СНА, що базується на оцінці кількості функціонуючої паренхіми (наявність або відсутність нефропатії) та перфузії нирки (наявність або відсутність ішемії) [30]. Кращими кандидатами є пацієнти без або з мінімальними виявами нефропатії та з доведеною ішемією ниркової артерії (тип 1В клас рекомендацій I, рівень доказів B).

Актуальність визначення показань до ревазуляризації підтверджує проведення «великих» проспективних рандомізованих клінічних досліджень, в яких порівнюються результати лікування РВХ з виконанням ревазуляризації і без неї: ASTRAL [39], STAR [6], CORAL [12], DRASTIC [10] та інші. Висновки досліджень ASTRAL, STAR та CORAL продемонстрували відсутність статистично значущої різниці щодо ефективності ТБА і стентування (з медикаментозною терапією або без неї) порівняно з медикаментозною терапією щодо стабілізації артеріального тиску, функції нирок і частоти виникнення ССУ та смерті. Водночас виявлено значний ризик ендovasкулярних процедур. Селективна ангіографія та стентування НА у 13,4 % випадків супроводжуються погіршенням функції нирки [31].

У дослідженні DRASTIC доведено, що в пацієнтів з атеросклеротичним СНА після проведення ендovasкулярного лікування в подальшому зменшувалися дози антигіпертензивних препаратів і стабілізувався діастолічний артеріальний тиск.

Показаннями до хірургічного лікування атеросклеротичного СНА є неуспішна ТБА/стентування, складна анатомія судин (множинні ниркові артерії малого діаметра, оклюзія НА зі збереженою функцією паренхіми нирки, ранній поділ НА на гілки, клас ІВ) та необхідність корекції

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: проект статті – В.К., М.С., А.Х.; збір матеріалу – М.С., А.М., І.Н., М.Ш.; критичний огляд матеріалу, редагування статті – В.К., А.Х.; написання статті – М.С., А.Х., В.К.

Література

1. Abela R., Ivanova S., Lidder S. et al. An analysis comparing open surgical and endovascular treatment of atherosclerotic renal artery stenosis // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.– 2009.– Vol. 38 (6).– P. 666–675.
2. American Society for Testing and Materials (ASTM) International. ASTM F2503-05: Standard Practice for Marking Medical Devices and Other Items for Safety in the Magnetic Resonance Environment. West Conshohocken, Pa: ASTM International; 2005. Available at: <http://www.astm.org>.
3. Angeretti M.G., Lumia D., Cani A. et al. Non-enhanced MR angiography of renal arteries: comparison with contrast-enhanced MR angiography // Acta Radiol.– 2013.– Vol. 54 (7).– P. 749–756.
4. Balzer K.M., Pfeiffer T., Rossbach S. et al. Prospective randomized trial of operative vs interventional treatment for renal artery ostial occlusive disease (RAOOD) // J. Vasc. Surg.– 2009.– Vol. 49 (3) – P. 667–674.
5. Baumgartner I., Lerman L.O. Renovascular hypertension: screening and modern management // Eur. Heart J.– 2011.– Vol. 32 (13).– P. 1590–1598.
6. Bax L., Woittiez A.J., Kouwenberg H.J. et al. STAR Stent Placement in Patients With Atherosclerotic Renal Artery

- Stenosis and Impaired Renal Function. Stent placement in patients with atherosclerotic renal artery stenosis and impaired renal function: a randomized trial // *Ann. Intern. Med.*– 2009.– Vol. 150 (12).– P. 840–848.
7. Bertino R.E., Bluth E.J., Frates M.C. et al. AIUM practice guideline for the performance of renal artery duplex sonography // *J. Ultrasound. Med.*– 2009.– Vol. 28 (1).– P. 120–124.
 8. Bhawe G., Lewis J.B., Chang S.S. Association of gadolinium based magnetic resonance imaging contrast agents and nephrogenic systemic fibrosis // *J. Urol.*– 2008.– Vol. 180 (3).– P. 830–835.
 9. Bloch M.J., Basile J. The diagnosis and management of renovascular disease: a primary careperspective. Part I. Making the diagnosis // *J. Clin. Hypertens. (Greenwich).*– 2003.– Vol. 5 (3).– P. 210–218.
 10. Caielli P., Frigo A.C., Pengo M.F. et al. DRASTIC Dutch Renal Artery Stenosis Intervention Cooperative Study Treatment of atherosclerotic endovascular hypertension: review of observational studies and a meta-analysis of randomized clinical trials // *Nephrol. Dial. Transplant.*– 2015.– Vol. 30 (4).– P. 541–553.
 11. Chi Y.W., White C.J., Thornton S., Milani R.V. Ultrasound velocity criteria for renal in-stent restenosis // *J. Vasc. Surg.*– 2009.– Vol. 50 (1)– P. 119–123.
 12. Cooper C.C., Murphy T.P., Cutlip D.E. et al. and CORAL Investigators CORAL Cardiovascular Outcomes in Renal Atherosclerotic Lesions. Stenting and Medical Therapy for Atherosclerotic Renal-Artery Stenosis // *New Engl. J. Med.*– 2014.– Vol. 370 (1).– P. 13–22.
 13. Drieghe B., Madaric J., Sarno G. et al. Assessment of renal artery stenosis: side-by-side comparison of angiography and duplex ultrasound with pressure gradient measurements // *Eur. Heart J.*– 2008.– Vol. 29.– P. 517–524.
 14. Eklöf H., Ahlström H., Magnusson A. et al. A prospective comparison of duplex ultrasonography, captopril renography, MRA, and CTA in assessing renal artery stenosis // *Acta Radiol.*– 2006.– Vol. 47 (8).– P. 764–774.
 15. Garovic V.D., Textor S.C. Renovascular hypertension and ischemic nephropathy // *Circulation.*– 2005.– Vol. 112 (9).– P. 1362–1364.
 16. Garcia-Criado A., Gilbert R., Nicolau C. et al. Value of Doppler sonography for predicting clinical outcome after renal artery revascularization in atherosclerotic renal artery stenosis // *J. Ultrasound Med.*– 2005.– Vol. 24 (12).– P. 1641–1647.
 17. Greco B.A., Breyer J.A. Atherosclerotic ischemic renal disease // *Am. J. Kidney Dis.*– 1997.– Vol. 29 (2).– P. 167–187.
 18. Hackam D.G., Duong-Hua M.L., Mamdani M. et al. Angiotensin inhibition in renovascular disease: a population-based cohort study // *Am. Heart J.*– 2008.– Vol. 156 (3).– P. 549–555.
 19. Herrmann S.M.S., Textor S.C. Diagnostic criteria for renovascular disease: where are we now? // *Nephrol. Dial. Transplant.*– 2012.– Vol. 27 (7).– P. 2657–2663.
 20. Hirsch A.T., Haskal Z.J., Hertzner N.R. et al. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Associations for Vascular Surgery / Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease) – summary of recommendations // *J. Vasc. Interv. Radiol.*– 2006.– Vol. 17 (9).– P. 1383–1397.
 21. Katritsis D.G., Gersh B.J., Camm A.J. *Clinical Cardiology: Current Practice Guidelines: updated edition.*– Oxford University Press, 2016.– 1008 p.
 22. Leiner T., de Haan M.W., Nelemans P.J. et al. Contemporary imaging techniques for the diagnosis of renal artery stenosis // *Eur. Radiol.*– 2005.– Vol. 15 (11).– P. 2219–2229.
 23. Levine G.N., Gomes A.S., Arai A.E. et al. Safety of Magnetic Resonance Imaging in Patients With Cardiovascular Devices // *Circulation.*– 2007.– Vol. 116.– P. 2878–2891.
 24. Mailloux L.U. Atherosclerotic ischemic renal vascular disease: do published outcomes justify the overzealous diagnostic approaches? // *Semin. Nephrol.*– 2003.– Vol. 23 (3).– P. 278–282.
 25. Plouin P.F. Stable patients with atherosclerotic renal artery stenosis should be treated first with medical management // *Am. J. Kidney Dis.*– 2003.– Vol. 42 (5).– P. 851–857.
 26. Prasad S., Bannister K., Taylor J. Is magnetic resonance angiography useful in renovascular disease? // *Intern Med J.*– 2003.– Vol. 33 (3).– P. 84–90.
 27. Prince M.R., Schoenberg S.O., Ward J.S. et al. Hemodynamically significant atherosclerotic renal artery stenosis: MR angiographic features // *Radiology.*– 1997.– Vol. 205 (1).– P. 128–136.
 28. Radermacher J., Chavan A., Bleck J. et al. Use of Doppler ultrasonography to predict the outcome of therapy for renal-artery stenosis // *New Engl. J. Med.*– 2001.– Vol. 344 (6).– P. 410–417.
 29. Rountas C., Vlychou M., Vassiou K. et al. Imaging modalities for renal artery stenosis in suspected renovascular hypertension: prospective intraindividual comparison of color Doppler US, CT angiography, GD-enhanced MR angiography, and digital subtraction angiography // *Ren. Fail.*– 2007.– Vol. 29 (3).– P. 295–302.
 30. Safian R.D., Maddar R.D. Refining the approach to renal artery revascularization // *JACC Cardiovasc. Interv.*– 2009.– Vol. 2 (3).– P. 161–174.
 31. Sahin S., Cimşit C., Andaç N. et al. Renal artery stenting in solitary functioning kidneys: technical and clinical results // *Eur. J. Radiol.*– 2006.– Vol. 57 (1).– P. 131–137.
 32. Santos S., Leite L.R., Tse T.S. et al. Renal resistance index predicting outcome of renal revascularization for renovascular hypertension // *Arq. Bras. Cardiol.*– 2010.– Vol. 94 (4).– P. 452–456.
 33. Schäberle W., Leyerer L., Schierling W., Pfister K. Ultrasound diagnostics of renal artery stenosis. Stenosis criteria, CEUS and recurrent in-stent stenosis // *Gefasschirurgie.*– 2016.– Vol. 21.– P. 4–13.
 34. Shellock F.G., Cruess J.V. MR Safety and the American College of Radiology White Paper // *Am. J. Roentgenol.*– 2002.– Vol. 178 (6).– P. 1349–1352.
 35. Spyridopoulos T.N., Kaziani K., Balanika A.P. et al. Ultrasound as a first line screening tool for the detection of renal artery stenosis: a comprehensive review // *Med. Ultrason.*– 2010.– Vol. 12 (3).– P. 228–232.
 36. Tenders M., Aboyans V., Bartelink M.-L. 2011 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases // *Eur. Heart J.*– 2011.– Vol. 32.– P. 2851–2906.
 37. Vasbinder G.B., Nelemans P.J., Kessels A.G. et al. Diagnostic tests for renal artery stenosis in patients suspected of having renovascular hypertension: a meta-analysis // *Ann. Intern. Med.*– 2001.– Vol. 135 (6).– P. 401–411.
 38. Vasbinder G.B., Nelemans P.J., Kessels A.G. et al. Accuracy of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for diagnosing renal artery stenosis // *Ann. Intern. Med.*– 2004.– Vol. 141 (9).– P. 674–682.
 39. Wheatley K., Ives N., Gray R., Kalra P.A. et al. ASTRAL Investigators. Revascularization versus medical therapy for renal-artery stenosis // *New Engl. J. Med.*– 2009.– Vol. 361 (20).– P. 1953–1962.
 40. White C.J., Jaff M.R., Haskal Z.J. et al. Indications for renal arteriography at the time of coronaryarteriography: a science advisory from the American Heart Association Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology, and the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention and on Kidney in Cardiovascular Disease // *Circulation.*– 2006.– Vol. 1140.– P. 1892–1895.

В.Ю. Кундин, М.В. Сатыр, А.В. Хохлов, А.Г. Мазур, И.В. Новерко, М.В. Шиманко

ГУ «Институт сердца МЗ Украины», Киев

Реноваскулярная болезнь. Современный подход к диагностике и лечению

В представленном обзоре рассмотрены вопросы этиологии и патогенеза реноваскулярной болезни, ее клинические проявления и подходы к диагностике. Проанализированы основные неинвазивные диагностические методы: функциональные тесты и диагностические изображения. Большое внимание уделено методам ультразвуковой диагностики, рассмотрены значение компьютерно-томографической и магнитно-резонансной ангиографии в диагностике реноваскулярной болезни, их преимущества и недостатки, показания и перспективы применения. Определены проблемы и осложнения при проведении этих исследований и пути их предупреждения. Приведены и проанализированы данные литературы относительно информативности разных диагностических методов, их влияния на выбор лечебной тактики и последующую эффективность лечения, в том числе для определения показаний к реваскуляризации почечных артерий.

Ключевые слова: реноваскулярная болезнь, дуплексная доплеровская ультрасонография, магнитно-резонансная ангиография, компьютерно-томографическая ангиография, реваскуляризация почечных артерий.

V.Yu. Kundin, M.V. Satyr, A.V. Khokhlov, A.G. Mazur, I.V. Noverko, M.V. Shymanko

Heart Institute of Healthcare Ministry of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Renovascular disease. A contemporary approach to the diagnosis and treatment

The article reviews etiology and pathogenesis, clinical manifestations and diagnosis of the renovascular disease. Main non-invasive diagnostic methods – functional tests and diagnostic images – are discussed. Much attention has been paid to methods of ultrasound diagnosis, value of magnetic resonance angiography and computed tomography angiography in the diagnosis of renovascular disease, their advantages, disadvantages, indications and perspectives for usage, taking into account indications for revascularization and assessment of the treatment efficacy. Problems and complications of the diagnostic methods are discussed as well.

Key words: renovascular disease, Doppler ultrasonography, magnetic resonance angiography, computed tomography angiography, renal artery revascularization.