

С.В. Федьків, ННЦ «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска» НАМН України, м. Київ

Магнітно-резонансна томографія як сучасний метод візуалізації в кардіології

За останні роки в клінічній практиці, зокрема в кардіології, відмічається прогресивний розвиток та імплементація нових технологій і сучасних методів візуалізації й діагностики з метою своєчасного виявлення патологічних змін з боку різних органів і систем, характеру їх прояву та ступеня тяжкості, серед яких магнітно-резонансна томографія (МРТ) є яскравим прикладом практичної реалізації новітніх досягнень у клінічній медицині, у тому числі в кардіології [9, 14, 22].

На сьогодні МРТ-діагностика дозволяє проводити оцінку багатьох випадків серцево-судинної патології. У кардіологічній практиці з використанням МРТ стали можливими дослідження внутрішньосерцевих і перикардіальних структур, середостіння, легневих судин з проведенням детальної візуалізації та аналізу серцевої й судинної патології [3, 4, 12].

У наш час інтенсивно розвивається магнітно-резонансна ангіографія, за допомогою якої стала можливою діагностика грудного і черевного відділів аорти та їх гілок, судин головного мозку та ший, а також вінцевих артерій і периферичних судин [7, 10, 13, 18].

Значення МРТ-діагностики в кардіології

Метод МРТ дозволяє проводити на сучасному діагностичному рівні розширені кардіологічні, ангіографічні дослідження будь-яких судинних басейнів, включаючи детальну візуалізацію й оцінку особливостей будови камер серця і судин з їх просторовим співвідношенням і вивченням структури міокарда. МРТ-вентрикулографія з високою точністю відображає основні морфометричні параметри й показники серцевої гемодинаміки й виступає одним з еталонних методів вивчення розмірів та об'ємів камер серця [5, 19].

МРТ-кардіологічне дослідження з функціональним аналізом значно розширює діагностичні можливості методу, що дозволяє проводити повну оцінку скоротливої здатності міокарда, точно визначити функціональні параметри серця (в систолу і діастолу) і виявляти порушення функції аортального, мітрального, трикуспідального й легеневого клапанів. Крім того, за допомогою стандартизованого томографічного сегментарного аналізу серця із застосуванням методики кіно-МРТ точно визначається регіональна і глобальна скоротлива здатність міокарда [6, 8, 21].

Особливе значення серед МРТ-кардіологічних досліджень мають методики з доведенням болюсним контрастуванням для оцінки перфузії міокарда: у ранню фазу контрастування для верифікації гострих процесів – інфаркту міокарда (ІМ), міокардиту та в пізню (відстрочену) фазу – контрастування на наявність запальних, фіброзних і постішемічних, рубцевих змін міокарда з оцінкою його життєздатності. У спеціалізованих кардіологічних установах під час МРТ-обстежень серця додатково проводяться стрес-фармакологічні тести, які більш точно дозволяють визначити зони ішемічного ураження міокарда.

Сучасний комплекс МРТ-кардіопакета із синхронізацією сканування за ЕКГ включає можливість вивчення морфології серця та його скорочувальної функції, оцінки функції клапанів і розрахунків параметрів функції шлуночків (маса, фракція викиду, хвилинний об'єм, ударний об'єм, товщина стінок та ін.) з табличними і графічними кольоровими відтвореннями результатів й обробкою даних у режимі «чорна кров» і «біла кров», у кінорежимі, а також у 2D-, 3D- та 4D-реконструкціях. Функціональний аналіз серця проводиться під час перегляду всього серцевого циклу у вигляді

відеоданих – кінопетлі у спокої, а також з можливістю проведення фармакологічних стрес-тестів.

МРТ-програми з кількісного аналізу кровообігу дають змогу проводити дослідження з контрастуванням і візуалізацією надходження контрастної речовини в реальному часі й здійснювати аналіз току крові з оцінкою напрямку, швидкості, вимірювання градієнтів тиску в порожнинах серця, аорти та легневих артеріях.

Але, незважаючи на діагностичні переваги методу МРТ перед іншими, він має застосовуватися на другому етапі діагностичного процесу серцево-судинних захворювань, після попереднього проведення інструментальних, лабораторних, функціональних методів та ехокардіографії (ЕхоКГ), коли є необхідність у подальшій верифікації кардіологічних патологічних змін за допомогою методів візуалізації.

Показання до застосування МРТ при діагностиці серцево-судинних захворювань

Сучасні МРТ-кардіологічні дослідження і МРТ-ангіографічні методики дають змогу проводити без інвазивних втручань та іонізуючих методів повне широке обстеження кардіологічних хворих з метою діагностики коронарогенних і некоронарогенних захворювань: ішемічної хвороби серця – ІХС (виявлення свіжих ішемічних змін міокарда й ділянок з постінфарктним кардіосклерозом), кардіоміопатії різного генезу, міокардитів і хвороб перикарда різної етіології, пухлин серця (доброякісних, злоякісних), захворювань клапанів серця (оцінка ступеня стенозування й ступеня регургітації та інших параметрів кровотоку), вроджених і набутих вад серця, патології магістральних судин, системних хвороб та ін.

Діагностичні можливості методу кардіо-МРТ та МР-ангіографії (МРА): детальна візуалізація анатомії і морфології камер серця; кількісна оцінка показників серцевої гемодинаміки (об'єму, розмірів і функції шлуночків серця); оцінка регіональної і глобальної скоротливої здатності серця; оцінка функції клапанів; оцінка перфузії міокарда; діагностика ускладнень гострого ІМ (справжні і несправжні аневризми, дефекти/надриви стінки, пристінкові тромби та ін.); виявлення захворювань міокарда (міокардити різної етіології, саркоїдоз, амілоїдоз); виявлення захворювань перикарда (гемоперикардит, перикардити різної етіології, травми перикарда); візуалізація внутрішньосерцевих і перикардіальних утворень (тромби, доброякісні/злоякісні пухлини); діагностика кардіоміопатій; діагностика аритмогенної дисплазії правого шлуночка (ПШ), некомпактного міокарда лівого шлуночка (ЛШ); дослідження анатомічних особливостей вроджених вад серця; оцінка вроджених вад розвитку аорти, магістральних судин та її гілок (коарктація аорти, аномалії дуги аорти, гіпоплазія судин, судинні кільця та ін.); аналіз результатів оперативного втручання з приводу вроджених вад серця та магістральних судин; виявлення ділянок патологічно зміненого кровотоку,

патології клапанів серця; кількісна оцінка клапанної регургітації; діагностика патології екстракраніальних артерій; виявлення аневризми, мальформацій інтракраніальних артерій; діагностика стенозів та оклюзії сонних артерій; візуалізація аномалій відходження вінцевих артерій, аневризми, атеросклеротичних і стенотичних змін вінцевих артерій; оцінка функціонального стану і прохідності аортокоронарних та мамарнокоронарних шунтів; виявлення тромбоемболії легневих артерій (ТЕЛА); захворювань грудної й черевної аорти, включаючи розшарування, аневризми, розриви, тромбози стінки аорти; стенозів і оклюзії ниркових артерій; стенозів, оклюзії, тромбозу, аневризми артерій нижніх кінцівок (клубових, стегнових, колінних та інших судин); тромбозу вен нижніх кінцівок [1, 2].

Переваги МРТ:

- Відсутність променевого навантаження.
- Неінвазивність.
- Висока тканинна контрастність і роздільна здатність.
- Можливість отримання зображень серця і судин без контрастної речовини, а також при контрастуванні.
- Мультипланарні МРТ-зображення анатомічно оцінюють серцево-судинні структури і виявляють точну локалізацію патологічного процесу, його множинність і поширеність.

- Широкі можливості аналізу МРТ-даних із застосуванням спеціальних МРТ-методик.

- Можливість оцінки динамічних характеристик досліджуваних анатомічних регіонів.

Недоліки МРТ:

- наявність протипоказань до проведення МРТ;
- клаустрофобія;
- необхідність зберігати нерухомість під час обстеження відносно тривалий час (30, 45, 60 хв);
- необхідність седатії пацієнтів у важкому неврологічному статусі;
- висока вартість МРТ-досліджень та обслуговування МРТ-апарата.

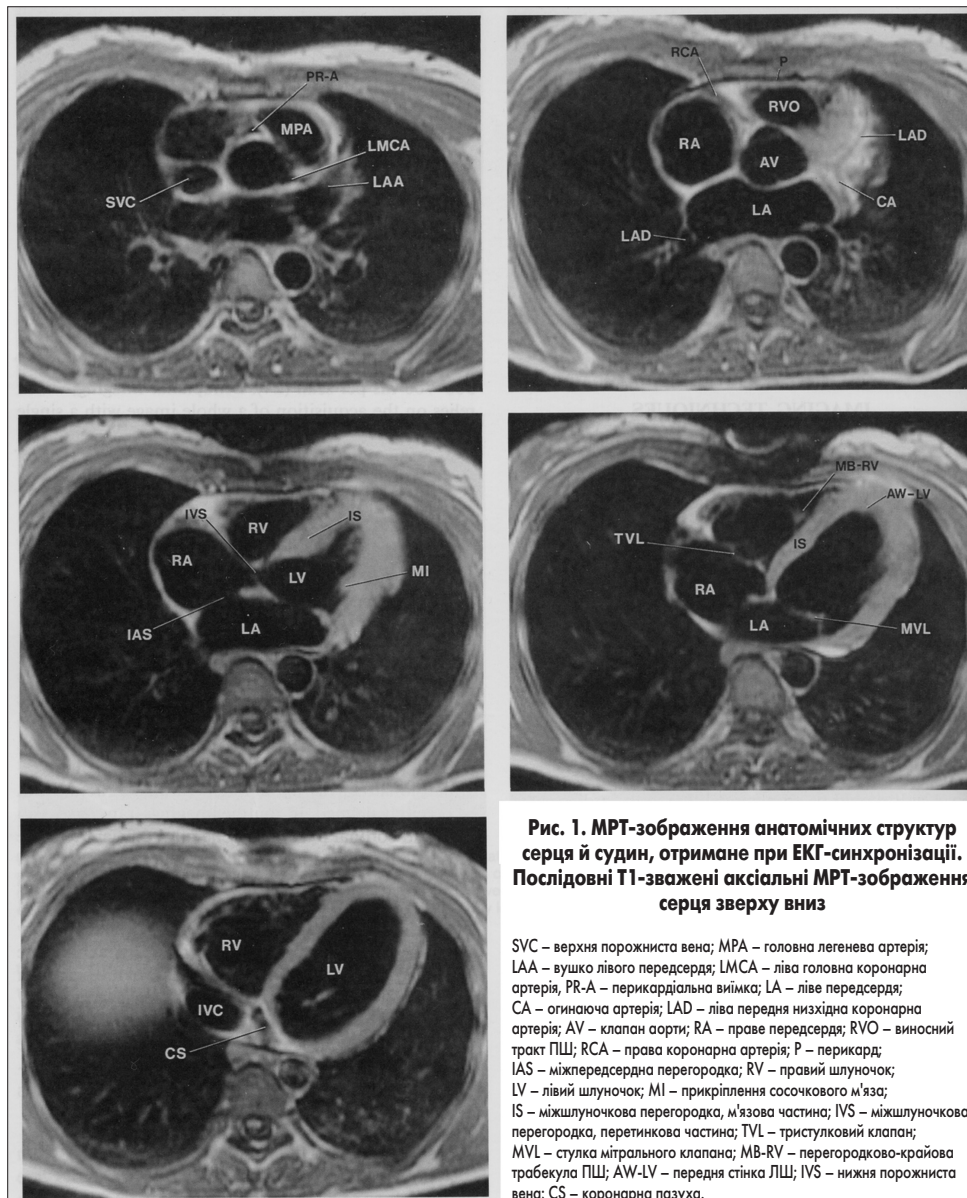
Протипоказання до проведення МРТ-обстежень

Відносні:

- Вкрай важкий стан хворого, який підтримується апаратами життєзабезпечення та моніторингу.
 - Неврологічні, психічні захворювання, виражений больовий синдром, що не дозволяють зберігати нерухомість пацієнта під час обстеження (у цих випадках МРТ виконується з премедикацією).
 - Клаустрофобія.
 - Вагітність терміном до трьох місяців.
- Прямі:**
- штучний водій ритму серця;
 - імплантований дефібрилятор;
 - феромагнітні металеві імплантати;
 - феромагнітні кліпси після операцій на судинах головного мозку;
 - інсуліновий насос;
 - стимулятор блукаючого нерва;
 - наявність в організмі осколків неясної природи (після нещасних випадків, ДТП тощо);
 - чужорідні тіла очного яблука;
 - імплантати внутрішнього вуха.

Методика виконання МРТ-кардіологічних досліджень

Оптимальна візуалізація анатомії серця під час МРТ-кардіологічного дослідження вимагає певної техніки проведення, за якої обов'язковим є застосування



ЕКГ-синхронізації та синхронізації дихання.

При проведенні МРТ-кардіологічного дослідження типовим є положення пацієнта лежачи на спині із зручним розміщенням кінцівок. Перед дослідженням пацієнта інформують про необхідність затримки дихання на короткий період часу для запобігання виникненню на МРТ-зображеннях артефактів від дихальних рухів грудної клітки та діафрагми.

Більшість МРТ-досліджень серця й аорти виконуються з використанням РЧ-котушки, вмонтованої всередину каналу томографа. Якщо необхідне більш високе просторове розрішення, краще співвідношення «сигнал-шум» та зменшення поля зображення, використовуються поверхневі котушки. Частіше застосовуються спеціальні котушки для грудної клітки.

МРТ-візуалізація анатомічних структур серця й магістральних судин

При МРТ-дослідженнях отримання тривимірного зображення камер серця і його структур є обов'язковою вимогою для належної інтерпретації зображень. На відміну від ЕхоКГ, метод МРТ дозволяє отримувати візуалізацію серця в будь-якій площині незалежно від доступності акустичних вікон. Відповідна комбінація ортогональних площин серця при МРТ на мультипланарних зображеннях забезпечує інтерпретацію з істинними вимірами, на яких серцево-судинні структури можуть бути детально визначені.

Поперечні МРТ-зрізи серця та магістральних судин можуть слугувати орієнтиром для зміцнення знань топографічної анатомії серцево-судинних структур (рис. 1). МРТ-зображення можуть бути отримані на одному рівні та/або з проходженням через усе серце.

На МРТ-зображеннях завдяки природному контрасту між кров'ю й міокардом відтворюється чітке зображення шлуночків і передсердь, а також міжпередсердних і шлуночкових перегородок.

При стандартному МРТ-дослідженні загалом достатньо поперечної, сагітальної й корональної площини. Однак вони не ортогональні до характерної осі серця. Фактично серце розміщено в грудній порожнині з ротацією вліво і каудально на 30-45°. Оскільки будь-яка довільна орієнтація відображення площини досяжна при МРТ-дослідженні, то проєкції по довгій або короткій осі серця завжди точно отримуються. МРТ-дослідження серця й грудної аорти починають з виконання серії аксіальних (поперечних) зрізів. На їх основі визначаються типові рівні серцево-судинних структур і проводиться розмітка інших перерізів серця. Сагітальні й корональні зрізи потрібні для анатомічної візуалізації серця, середостіння, грудної та черевної аорти, інших магістральних судин і виявлення вроджених особливостей їх будови. Планування двокамерної проєкції серця необхідне для отримання чотирикамерної проєкції, яка потрібна для планування МР-зображень ЛШ і ПШ за короткою віссю (рис. 2).

Кардіо-МРТ із застосуванням контрастної речовини

Для кращого виявлення патологічних змін, насамперед ішемічного ураження міокарда, МР-сигнал може бути посилений шляхом болюсного внутрішньовенного введення парамагнітної контрастної речовини, що буде проявлятися посиленням МР-сигналу в постінфарктній зоні (ЛШ) [15].

Найчастіше в клінічній практиці для МРТ-досліджень використовують хелатні сполуки металу гадолінію (Gd) і контрастні речовини з його вмістом — гадовіст, магнєвіст, омніскан, томовіст. Ці контрастні речовини змінюють тривалість T1- і T2-

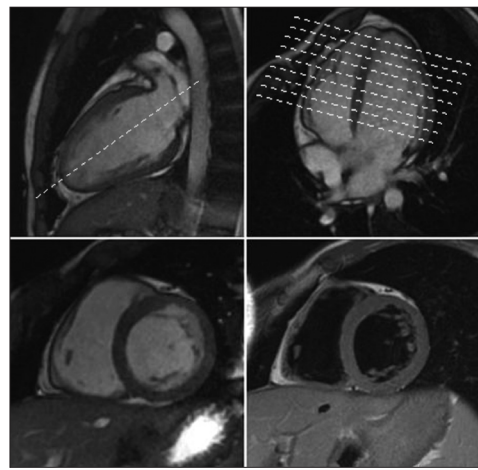


Рис. 2. Ортогональні проєкції сканування серця і відповідні їм МРТ-зрізи

релаксації. Для виявлення змін в гострому періоді ішемічного ураження міокарда використовують перфузійну МРТ [20, 22].

Метою контрастного підсилення є оцінка перфузії міокарда в ранню фазу контрастування за гострого ІМ, а також оцінка в пізню фазу відстроченого контрастування на наявність фіброзних, постішемічних змін міокарда (рис. 3).

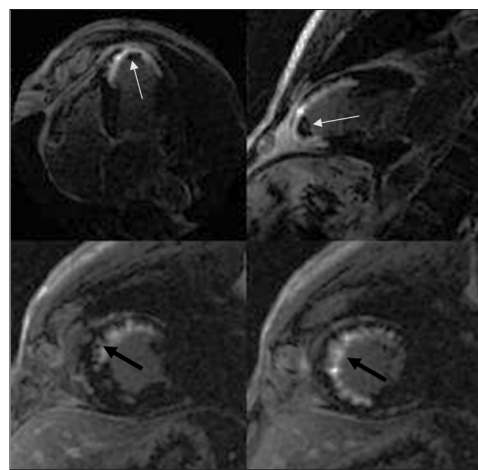


Рис. 3. МРТ-зображення ЛШ по довгій і короткій осі при відстроченому контрастуванні з Gd. На МРТ-зображеннях відмічається посилення інтенсивності МР-сигналу (пізні посилення) й затримка вимивання контрасту в зоні субендокардіальних постінфарктних змін (чорна стрілка). Чітко візуалізується тромб у проєкції верхівкового сегмента ЛШ (біла стрілка)

Під терміном «тканинна перфузія» розуміється процес доставки з кров'ю кисню на капілярному рівні. При МРТ-перфузії серця вводиться 20 мл МР-контрастної речовини внутрішньовенно болюсно за допомогою автоматичного шприца-інжектора з великою швидкістю (5 мл/с). МР-перфузія виявляє зміни на мікроциркуляторному рівні, які можуть виникати вже в перші хвилини від початку клінічної симптоматики. Життєздатний міокард характеризується кількома ознаками: цілісністю клітинних мембран, збереженою метаболічною активністю і інотропним резервом. Ці характеристики формують основу різних сучасних методів дослідження, а також застосування методів візуалізації серця для виявлення ознак життєздатності міокарда, якими є МРТ, однофотонна емісійна комп'ютерна томографія і позитронно-емісійна комп'ютерна томографія [9].

МРТ-методика, яку називають delayed myocardial enhancement — уповільнене гіперпосилення, сьогодні є референтним стандартом для дослідження та оцінки життєздатності міокарда (рис. 4 А, В).

При кардіо-МРТ з фармакологічним навантаженням проводиться діагностика ІХС з визначенням перфузії міокарда і порушенням кровообігу. З цією метою МРТ-сканування проводиться в спокої й зі стрес-тестом, за якого внутрішньовенно вводиться добутамін. Під час МРТ-аналізу даних виявлятиметься поліпшення скоротливості стінки серця при введенні низьких доз добутаміну, тобто за наявності життєздатного міокарда, і погіршення скорочення — у разі введення більш високих доз, якщо вони забезпечуються винцевою артерією зі значним стенозом.

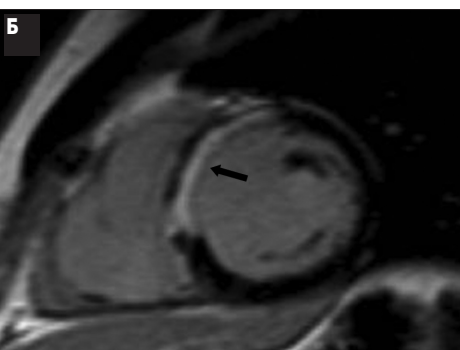
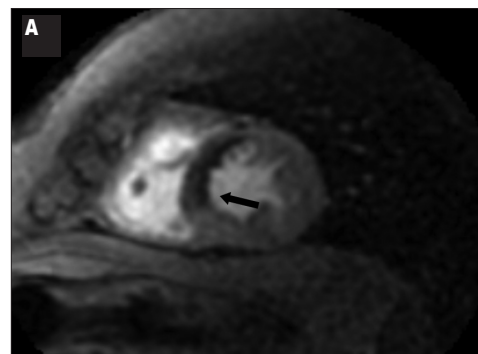


Рис. 4. МРТ-зображення за методикою delayed myocardial enhancement

А — після болюсного введення препарату гадолінію неуразений міокард показує збільшення інтенсивності МР-сигналу з подальшим «вимиванням» контрастної речовини. Міокард, який забезпечується кров'ю через стенозовану судину, буде давати сигнал низької інтенсивності, це — перше проходження контрасту (стрілка). В — у разі пізнього посилення (на 15-20 хв) при постачанні міокарда кров'ю через стенозовану артерію на МРТ буде відзначена затримка інтенсивного МР-сигналу (стрілка). Міокард з інфарктом містить більше гадолінію порівняно з нормальним міокардом через порушення процесу «вимивання». Це викликано тим, що в пошкодженому міокарді більший об'єм позаклітинного простору, і тим, що у разі порушення перфузії сповільнюється вимивання контрастної речовини.

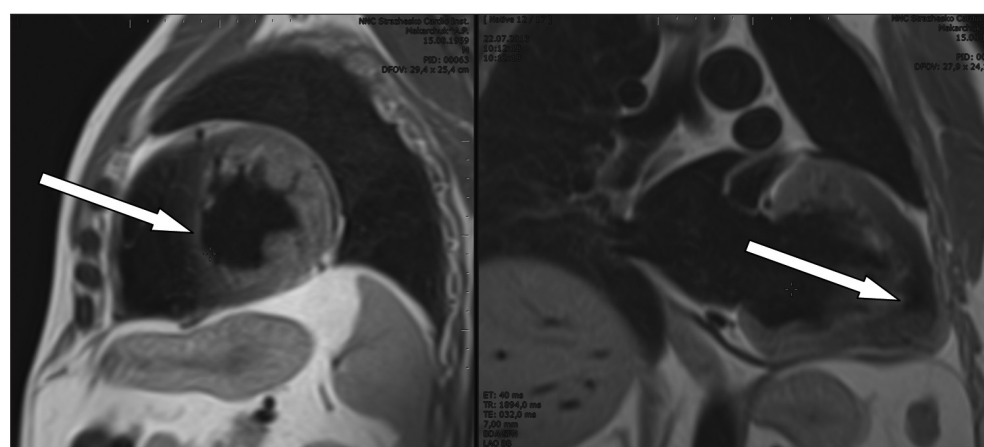


Рис. 5. МРТ-зрізи ЛШ по короткій і довгій осі за ознаками зниження інтенсивності МР-сигналу в зоні ІМ в проєкції міжшлуночкової перегородки та передньої стінки ЛШ

Сьогодні доведено практичне значення МРТ в оцінці перфузії міокарда, підтвердження чого є велика кількість публікацій в європейських та американських фахових радіологічних і кардіологічних літературних джерелах [9, 14, 15, 17, 20, 23].

Визначення життєздатності міокарда є дуже важливим критерієм для тактики лікування хворих з регіонарними порушеннями скоротливості ЛШ.

Зокрема, оцінка життєздатності міокарда, поряд з інформацією про стан коронарного русла і фракцією викиду ЛШ, може мати вирішальне значення у разі визначення показань до оперативного лікування ІХС, оскільки своєчасна інтервенційна реваскуляризація життєздатних дисфункціонуючих ділянок відновлює їх скоротливість, знижує ймовірність серцевої недостатності й покращує прогноз. МРТ-кардіологічне дослідження надзвичайно важливе для хворих на ІХС із систолічною дисфункцією ЛШ, ускладненою недостатністю кровообігу. Отримані результати дають змогу спланувати тактику ведення хворих і прогноз хірургічного лікування.

Виявлення життєздатного міокарда методом МРТ найбільш актуально для хворих, які мають виражені порушення систолічної функції з фракцією викиду 35% і менше, тому що в цьому випадку ризик оперативного втручання виправдовується потенційною можливістю поліпшення як регіонарної, так і глобальної скоротливої функції ЛШ.

Слід зазначити, що особливу групу становлять пацієнти з порушенням вуглеводного обміну (хворі на цукровий діабет та з порушенням толерантності до

вуглеводів), оскільки ризик розвитку у них інтра- та післяопераційних ускладнень набагато вищий, ніж у хворих з нормальним вуглеводним обміном. У зв'язку з цим визначення тактики ведення цієї групи хворих вимагає найвищої точності оцінки життєздатності міокарда для встановлення необхідності і можливості проведення оперативного лікування.

Метод МРТ найчастіше застосовують для оцінки стану міокарда при ІМ як у ранньому, так і пізньому періодах. За допомогою методу МРТ із значною точністю можуть бути визначені постінфарктні рубцеві зміни в серцевому м'язі після перенесеного ІМ (рис. 5).

З точки зору клінічного спостереження, під час лабораторних, інструментальних і функціональних обстежень отримано небагато чітких даних стосовно точної прижиттєвої діагностики зон ІМ та безпосереднього кількісного й якісного аналізу його структур. Можливість методу МРТ диференціювати неушкоджений міокард від некротизованої зони ураження дуже важлива, тому що має потенційне значення у разі вибору ранньої адекватної фармакотерапії.

На відміну від дослідження в гострому постінфарктному періоді, МРТ-діагностику корисно використовувати для оцінки поширення структурного ушкодження міокарда у пацієнтів з уже перенесеним ІМ.

За клінічними показаннями МРТ також необхідно проводити тим пацієнтам, чие відновлення після ІМ відбувається повільніше, ніж очікується. МРТ дозволяє чітко виявляти ділянки стоншування стінки ЛШ як прояв ремоделювання, що частіше виникає при трансмуральному ІМ. Зазвичай відмічається різкий перехід товщини міокарда між нормальними та інфарктзміненними ділянками (рис. 6).



Рис. 6. МРТ-зображення ЛШ по довгій осі за ознаками ремоделювання ЛШ: дилатація порожнини, витончення до 3 мм й розтягнення передньої стінки ЛШ в зоні ІМ (білі стрілки). У проєкції верхівки ЛШ локальний пристінковий тромб (чорна стрілка)

У хворих із серцево-судинними захворюваннями при МРТ-дослідженнях можуть випадково виявлятися тромботичні маси. Цей метод є досить ефективним для виявлення внутрішньопорожнинних

Продовження на стор. 76.

С.В. Федьків, ННЦ «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска» НАМН України, м. Київ

Магнітно-резонансна томографія як сучасний метод візуалізації в кардіології

Продовження. Початок на стор. 74.

тромбів серця. Найчастіше пристінкові тромби спостерігаються в проекції верхівки ЛШ у хворих з перенесеним ІМ (рис. 7). Також у пацієнтів з різними формами порушення серцевого ритму виявляється локалізація тромбів у лівому передсерді та його вуську. Для тромботичних мас характерною ознакою на МРТ-зображеннях є низька інтенсивність МР-сигналу.

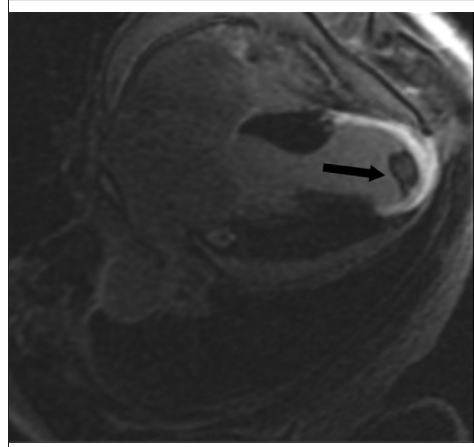


Рис. 7. МРТ-зображення порожнини ЛШ у двокамерній позиції при трансмуральному ураженні в проекції верхівкового сегмента, бокової стінки ЛШ і н/З міжшлуночкової перегородки. У проекції верхівки ЛШ візуалізується пристінковий тромб (стрілка)

У хворих на ІХС у разі вивчення показників серцевої гемодинаміки необхідно проводити оцінку глобальної і регіональної скоротливої здатності ЛШ [16]. При кардіо-МРТ враховується ще додатковий 17-верхівковий сегмент, який складно визначити методом ЕхоКГ через обмеження здатності його акустичного вікна. 17-сегментний МРТ-аналіз ЛШ проводиться з урахуванням відповідного розподілу вінцевих артерій. Знання розподілу судин коронарного русла у певній послідовності дозволяє визначити стеноз відповідної вінцевої артерії. Завдяки 17-сегментній оцінці ЛШ, стандартизованій для МРТ- та КТ-зображень, топографічно легко визначаються ділянка інфаркту та його співвідношення до судинних басейнів вінцевих артерій [6, 16].

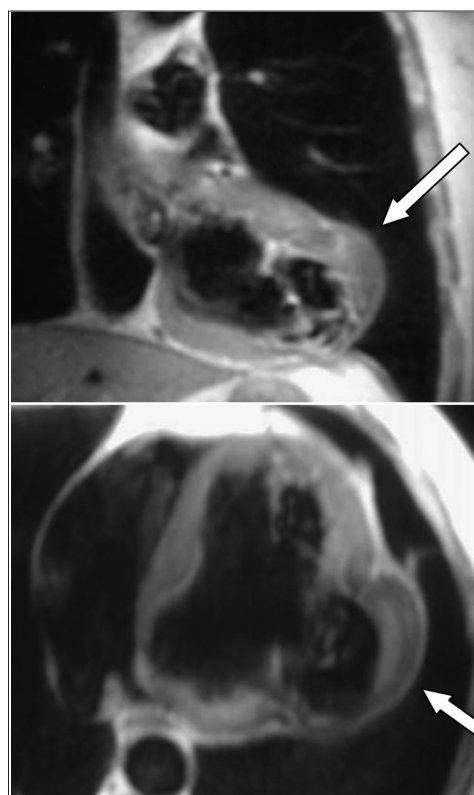
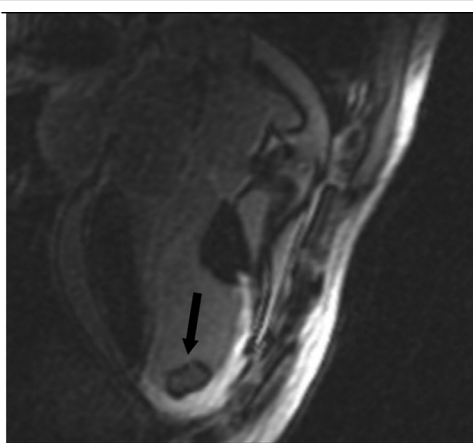


Рис. 8. МРТ-зображення ЛШ в коронарному й поперечному перерізі. МРТ-зображення демонструють великий розмір гострої постінфарктної аневризми ЛШ (стрілки).

Відсутність функціонального поліпшення в гострому, підгострому і пізньому постінфарктному періоді може бути пов'язана з поширенням зони пошкодження міокарда відповідної стінки ЛШ, а також із значним трансмуральним ІМ та формуванням постінфарктної аневризми ЛШ (рис. 8, 9).

Слід зазначити, що МРТ-дослідження дає можливість детального опису



постінфарктних аневризм ЛШ з точною оцінкою їх розмірів та локалізації. МРТ — найкращий метод для верифікації аневризми серця та подальшого ведення хворого, а також планування хірургічного лікування [11].

Отже, МРТ являє собою один із найбільш досконалих методів візуалізації серцево-судинної системи й на сьогодні є найкращим методом оцінки структурних і функціональних змін міокарда при ІХС.

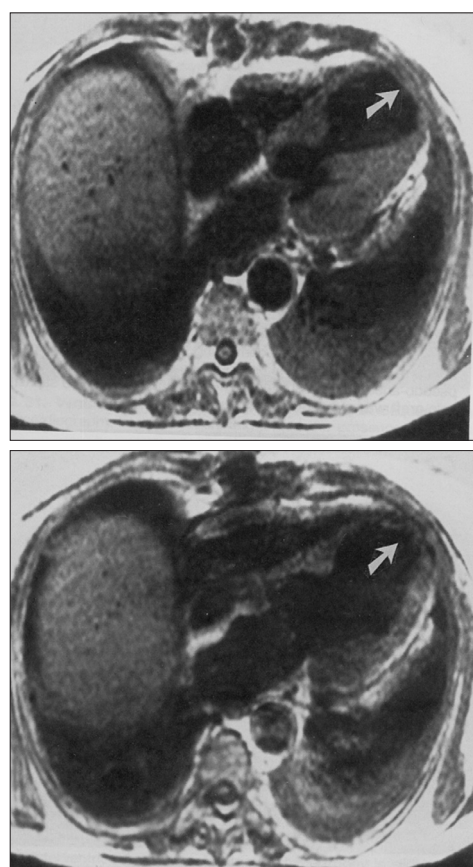


Рис. 9. МРТ-зображення ЛШ в поперечному перерізі в систолі і діастолі

Встановлено ознаки постінфарктної аневризми ЛШ у хворого з перенесеним 3 міс тому трансмуральним ІМ. Візуалізується значне стоншення нижньої частини міжшлуночкової перегородки й області верхівки ЛШ (стрілки) з компенсаторною гіпертрофією міокарда в неуразітній зоні ЛШ. Плавний перехід між нормальним і стоншеним міокардом ЛШ типовий для справжніх аневризм шлуночків. МРТ-ознак внутрішньошлуночкового тромбозу немає.

Належне впровадження цього методу в практику вітчизняної охорони здоров'я та у наукові дослідження в галузі клінічної кардіології вбачається актуальним завданням.

Література

1. Бабий Я.С., Федьків С.В. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. Методические рекомендации под редакцией Коваленко В.Н., Корнацкого В.М. — Киев, 2005. — 28 с.
2. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Синицин В.Е. Магнитно-резонансная томография сердца и сосудов. Москва: Видар, 1997. — 144 с.
3. Клауссен К.Д., Миллер Ш., Риссен Р., Фенхель М., Крамер У. Сердце. Лучевая диагностика. Москва: «МЕДпресс-информ», 2011. — 320 с.
4. Позмогов А.И., Терновой С.К., Бабий Я.С. Томография грудной клетки. Киев: Здоров'я, 1992. — 287 с.
5. Bastarika G., Arraiza M. et al. Quantification of left ventricular function and mass in heart transplant recipients using dual-source CT and MRI: initial clinical experience // Eur. Radiol. — 2008. — Vol. 18. — P. 1784-1790.
6. Cerqueira M.D., Weissman N.J., Dilsizian V. et al. Standardized Myocardial Segmentation and Nomenclature for Tomographic Imaging of the Heart. A Statement for Healthcare Professionals From the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging // Circulation. — 2002. — Vol. 106. — P. 59-68.
7. Dewey M., Teige F., Schnapf D., Laule M. et al. Noninvasive detection of coronary artery stenoses with multislice computed tomography or magnetic resonance imaging // Ann. Intern. Med. — 2006. — Vol. 145. — P. 407-415.
8. Han Y., Peters D.C., Salton C.J. et al. Cardiovascular magnetic resonance characterization of mitral valve prolapse // JACC. Cardiovasc. Imaging. — 2008. — Vol. 1. — P. 294-303.
9. Ho V.B., Reddy P.G. Cardiovascular Imaging. — 2011. — Vol. 1. — 952 p. — Vol. 2. — 1686 p.
10. Kreitzer K.F., Kunz R.P. et al. Contrast-enhanced three-dimensional MR angiography of the thoracic aorta: experiences after 118 examinations with a standard dose contrast administration and different injection protocols // Eur. Radiol. — 2001. — Vol. 11. — P. 1355-1363.
11. Kumbasar B., Wu K.C. et al. Left ventricular true aneurysm: diagnosis of myocardial viability shown on MR imaging // AJR Am. J. Roentgenol. — 2002. — Vol. 179. — P. 472-474.
12. Laffon E., Laurent F. et al. Noninvasive assessment of pulmonary arterial hypertension by MR phase-mapping method // J. Appl. Physiol. — 2001. — Vol. 90. — P. 2197-2202.
13. Lee Y.J., Laub G., Jung S. L., Yoo W.J. et al. Low-dose 3D time-resolved magnetic resonance angiography (MRA) of the supraaortic arteries: correlation with high spatial resolution 3D contrast-enhanced MRA // J. Magn. Reson. Imaging. — 2011. — Vol. 33. — P. 71-76.
14. Manning W. J., Pennell D. J. Cardiovascular magnetic resonance. [Second edition]. — 2010. — 672 p.
15. Moran G.R., Thornhill R.E. et al. Myocardial viability imaging using Gd-DTPA: physiological modeling of infarcted myocardium, and impact on injection strategy and imaging time // J. Magn. Reson. Med. — 2002. — Vol. 48. — P. 791-800.
16. Nikitin N.P., Loh P.H., de Silva R. et al. Left ventricular morphology, global and longitudinal function in normal older individuals: a cardiac magnetic resonance study // Int. J. Cardiol. — 2006. — Vol. 108. — P. 76-83.
17. Roes S.D., Borleffs C.J., van der Geest R.J. et al. Infarct tissue heterogeneity assessed with contrast-enhanced MRI predicts spontaneous ventricular arrhythmia in patients with ischemic cardiomyopathy and implantable cardioverter-defibrillator // Circ. Cardiovasc. Imaging. — 2009. — Vol. 2. — P. 183-190.
18. Sommer T. et al. Coronary MR angiography at 3.0T versus that at 1.5 T: initial results in patients suspected of having coronary artery disease // Radiology. — 2005. — Vol. 234. — P. 718-725.
19. Sugeng L., Mor-Avi V., Weinert L., Niel J., Steringer-Mascherbauer R., Schmidt F., Galuschky C., Schummers G., Lang R.M., Nesser H.J. Quantitative assessment of left ventricular size and function: side-by-side comparison of real-time three-dimensional echocardiography and computed tomography with magnetic resonance reference // Circulation. — 2006. — Vol. 114. — P. 654-661.
20. Wagner A., Mahrholdt H. et al. MR imaging of myocardial perfusion and viability // J. Magn. Reson. Imaging. Clin. N. Am. — 2003. — Vol. 11. — P. 49-66.
21. Wintersperger B.J., Sinclair S., Runge V.M., Dietrich O., Huber A., Reiser M.F., Schoenberg S.O. Dual breath-hold magnetic resonance cine evaluation of global and regional cardiac function // Eur. Radiol. — 2007. — Vol. 17. — P. 73-80.
22. Yang Y., Foltz W.D., Graham J.J., Detsky J.S., Dick A.J., Wright G.A. MRI evaluation of microvascular obstruction in experimental reperfused acute myocardial infarction using a T1 and T2 preparation pulse sequence // J. Magn. Reson. Imaging. — 2007. — Vol. 26. — P. 1486-1492.
23. Yang Y., Detsky J.S., Pop M., Dick A.J., Wright G.A. Detecting clinically significant subtle myocardial damage in myocardial infarction using multicontrast delayed enhancement MRI: correlation with whole-mount heart histology at micron-level resolution // J. Magn. Reson. Med. — 2009. — Vol. 17. — P. 373-376.

Серцева недостатність, № 2, 2013 р.

АНОНС



УКРАЇНСКА АСОЦІАЦІЯ ФАХІВЦІВ СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ



Європейське кардіологічне товариство

Європейська асоціація із серцевої недостатності

Асоціація кардіологів України

Українська асоціація фахівців із серцевої недостатності

Міжнародний проект

День пацієнта із серцевою недостатністю

Бажаючих дізнатися більше запрошуємо:

- 10 квітня на IV національну конференцію із серцевої недостатності (м. Київ, вул. Гетьмана, 6; готель «Космополіть»)
- відвідати сайт УАФСН: www.ukrsn.com

Здолаємо серцеву недостатність разом!