

# Магнітно-резонансна томографія при ревматоїдному

**Магнітно-резонансна томографія (МРТ) за останні роки стала одним із провідних методів неінвазивної діагностики ревматичних захворювань суглобів. Із 70-х років, коли принципи магнітного резонансу (МР) вперше стали використовувати для медичних досліджень, і до цього часу цей метод візуалізації невідомо змінився й продовжує швидко розвиватися. Удосконалюються технічне оснащення, програмне забезпечення, розвиваються методики одержання зображень, розробляються МР контрастні препарати, що дає змогу постійно знаходити нові сфери застосування МРТ. Якщо спочатку її застосування обмежувалося лише дослідженнями ЦНС, то зараз МРТ з успіхом застосовують майже в усіх галузях медицини, у тому числі для дослідження опорно-рухового апарату.**

На МР-томограмах краще, ніж на комп'ютерних томограмах, відображаються м'які тканини: м'язи, жирові прошарки, хрящі, судини. На деяких апаратах можна отримати зображення судин, не вводючи в них контрастний засіб (методика МР-ангіографії). Унаслідок невеликого вмісту в ній води кісткова тканина не створює ефекту, як при рентгеновській комп'ютерній томографії, тобто не заважає зображенню, наприклад, спинного мозку, міжхребцевих дисків тощо.

Основні переваги МРТ: неінвазивність, безпечність (відсутність променевого навантаження), тривимірний характер одержання зображень, природний контраст від крові, що рухається, відсутність артефактів від кісткової тканини, висока диференціація м'яких тканин. МРТ дає змогу одержати зображення тонких шарів тіла людини у будь-якому перетині – у фронтальній, сагітальній, аксіальній і косій площинах. Можна реконструювати об'ємні зображення органів.

До основних недоліків зазвичай відносять більший відрізок часу, необхідний для отримання зображень (зазвичай хвилини), неможливість надійного виявлення кальцифікатів, неможливість обстеження хворих із клаустрофобією, штучними водіями ритму, великими металевими імплантатами з неметалічних металів, досить висока вартість устаткування і його експлуатації, спеціальні вимоги до приміщень, у яких перебувають прилади (екранування від перешкод). Протипоказання до проведення МРТ відображено в таблиці.

Різниця сигналів від різних тканин, тобто контрастність МР-зображення може бути істотно поліпшена МР контрастними агентами (МР-КА). Суть їх застосування полягає у зміні магнітних параметрів протонів тканин/органів, тобто у зміні тривалості релаксації T1 і T2 протонів. Існує кілька класифікацій МР-КА. За переважним впливом на період релаксації МР-КА ділять на T1-КА (укорочують T1, збільшують інтенсивність МР-сигналу тканин – позитивні) і T2-КА (укорочують T2, зменшують інтенсивність МР-сигналу – негативні). Залежно від магнітних властивостей МР-КА поділяють на парамагнітні та суперпарамагнітні.

Парамагнітні властивості мають атоми з одним або декількома неспареними електронами – магнітні іони гадолінію (Gd), хрому, нікелю, заліза, марганцю. Найширше клінічне застосування одержали з'єднання гадолінію. Парамагнетики зараз найбільш широко використовують у ревматологічній практиці.

Ще одна класифікація заснована на фармакокінетиці КА (Сергеев П.В. та ін., 1995): позаклітинні (тканинно-неспецифічні); шлунково-кишкові; органотропні (тканинно-специфічні); макромолекулярні (використовують для визначення отвору судин).

Позаклітинні КА вводять внутрішньовенно, на 98% вони виділяються нирками, не проникають через гематоенцефалічний бар'єр, мають низьку токсичність, відносяться до групи парамагнетиків.

МРТ-обстеження зазвичай проводять у трьох взаємноперпендикулярних

анатомічних площинах: фронтальній, аксіальній (поперечній або горизонтальній), сагітальній. У деяких особливих випадках потрібні кософронтальні або косоаксіальні проекції. Раніше при МРТ застосовували стандартні спін-ехо (spin echo – SE) T1- і T2-зважені послідовності, які потребували тривалого часу на сканування. Тому зараз перевагу віддають швидким коротким імпульсним послідовностям, таким як турбо-спін-ехо (turbo spin echo – TSE) або фаст-спін-ехо (fast spin echo – FSE), й удосконаленням T1 і T2 градієнт-ехо (gradient echo – GE), завдяки яким тривалість сканування значно зменшилася.

Особлива цінність МРТ для обстеження хворих на ревматоїдний артрит (РА) й анкілозуючий спондилоартрит полягає в її здатності виявити ранні зміни в суглобових кінцях кісток, періартикулярних тканинах, які включають субхондральний набряк кісткового мозку, дрібні ерозії в місцях кріплення суглобової капсули, гіпертрофію синовіальної оболонки, синовіт, ентезит, капсуліт, які передують появі структурних змін на стандартних рентгенограмах і даних КТ. МРТ – унікальна можливість для одержання зображення кісткового мозку й дуже чутлива, хоча не дуже специфічна технологія для виявлення остеонекрозу, остеомієліту, первинної інфільтрації і травм, особливо кісткової контузії й переломів без зміщення. Ознаки цих захворювань на рентгенограмах не виявляють доти, поки кортикальний і/або трабекулярний відділи кістки не будуть уражені.

Чутливість МРТ у виявленні спондилоартритів сягає 95%. Разом з тим рентгеновська комп'ютерна томографія



О.П. Борткевич

А.О. Скорохода

І.М. Тюнник

здухвинно-крижових сполучень покращує діагностику сакроілеїту, підвищуючи її надійність (Muche B., Bollow M., Francois R.J. et al., 2003), і дає змогу виявити перші структурні зміни (ерозії, субхондральний склероз) набагато раніше, ніж стандартна рентгенографія таза (Oostveen J., Prevo R., den Boer J., Van de Laar M., 1999).

Ранні виявлення і діагностика таких захворювань, як РА й анкілозуючий спондилоартрит, дають можливість розпочати відповідне лікування набагато раніше, досягти більш ефективних результатів і, як наслідок, значно зменшити інвалідність у цієї категорії пацієнтів і помітно покращити якість їх життя.

З діагностичною метою доцільним є обстеження як здухвинно-крижових сполучень, так і хребта. Під час обстеження хребта доцільним є сканування

Таблиця. Відносні й абсолютні протипоказання до проведення МРТ	
Протипоказання	
абсолютні	відносні
Кардіостимулятори	Інші стимулятори (інсулінові насоси, нервові стимулятори)
Феромагнітні або електронні імплантати середнього вуха	Неферомагнітні імплантати внутрішнього вуха, протези клапанів серця (у високих полях, при підозрі на дисфункцію)
Кровоспинні кліпси судин головного мозку	Кровоспинні кліпси іншої локалізації, декомпенсована серцева недостатність, вагітність, клаустрофобія, необхідність фізіологічного моніторингу

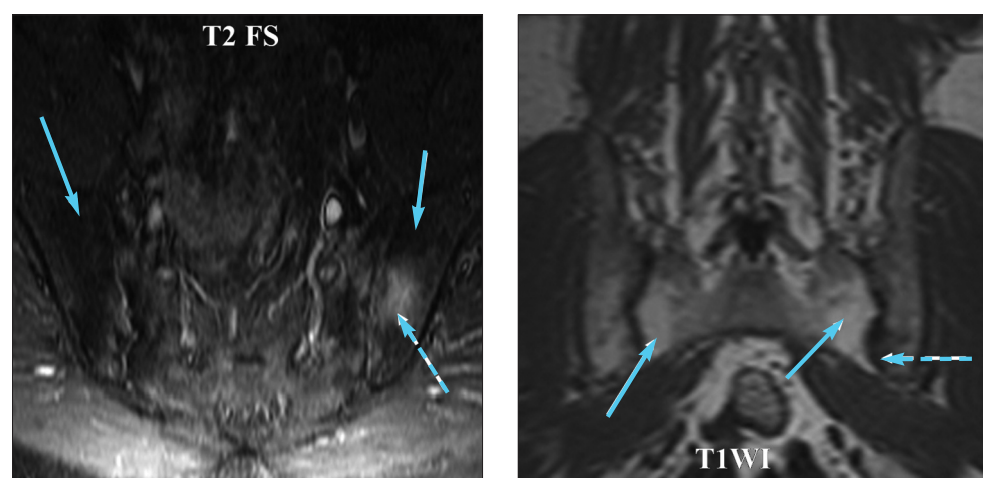


Рис. 1. МР ознаки гострого лівобічного сакроілеїту (штрих-пунктирні стрілки) на фоні масивної жирової інфільтрації здухвинно-крижових сполучень

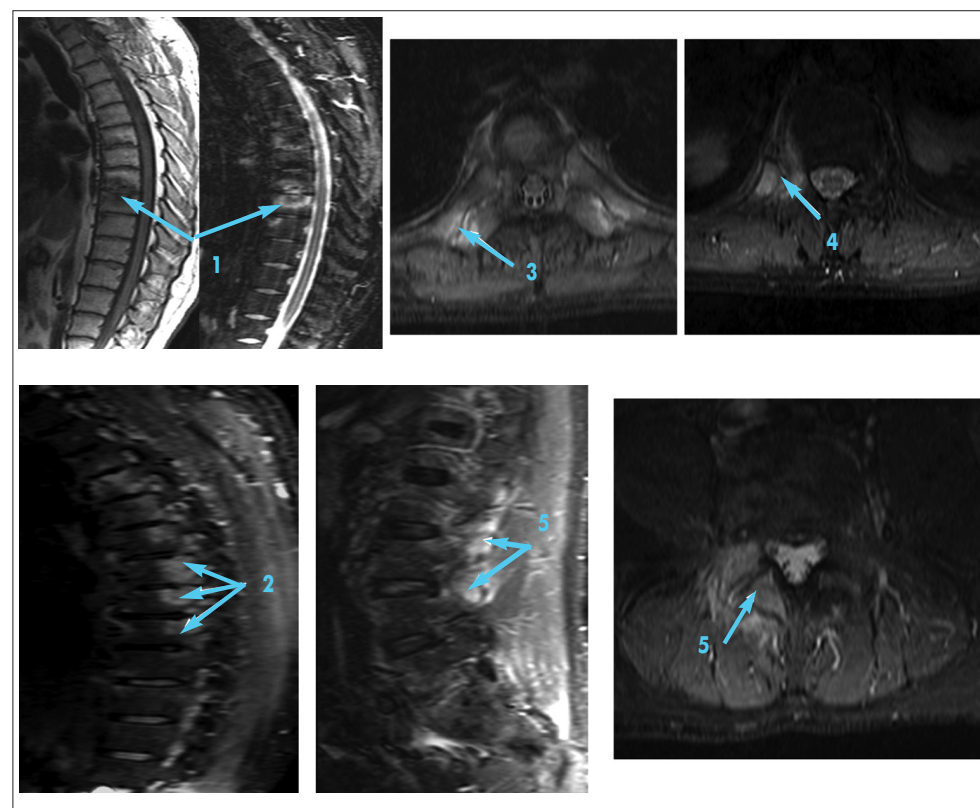


Рис. 2. Гострі запальні зміни в хребті при спондилоартриті: 1 – спондиліт, 2 – запальні зміни в задніх відділах хребців та дужках, 3 – запальні зміни в реберно-хребцевих суглобах, 4 – запальні зміни в реберно-поперечному суглобі, 5 – запальні зміни в дуговідростковому суглобі

А.О. Скорохода, к.м.н., ДУ «Науково-практичний центр променевої діагностики НАМН України», І.М. Тютюнник, ДЦ «Медекс»

## артриті й анкілозуючому спондилоартриті

всіх його відділів: шийного, грудного і поперекового.

При обстеженні здухвинно-крижових сполучень важливою є правильна орієнтація зрізів з метою оптимальної візуалізації їх як хрящової, так і фіброзної (лігаментозної) частин. Використовують напівфронтальну і напіваксіальну проекції.

Перевагою МРТ над КТ і рентгенографією є можливість виявлення набряку кісткового мозку, що свідчить про активне запалення ще до появи кістково-деструктивних змін. Цього досягають

шляхом застосування імпульсних послідовностей з пригніченням МР-сигналу від жиру (STIR, TIRM, T2 TSE FS). Через однаково високо інтенсивний сигнал від жиру як на T1, так і на T2 зважених зображеннях виникла необхідність отримання зображень із пригніченням сигналу від жиру. Це стало можливим завдяки використанню інверсії-відновлення (inversion recovery). До таких послідовностей відноситься STIR (short T1 inversion recovery) – коротка T1 інверсія-відновлення, послідовність T1, що за фізичними парамет-

рами сканування дає змогу отримувати зображення з пригніченням сигналу від жиру і зробити ділянки рідинної інфільтрації більш чіткими і видимими.

Для детальної оцінки стану здухвинно-крижових сполучень треба застосовувати імпульсні послідовності з пригніченням МР-сигналу від жиру (STIR, TIRM, T2 TSE FS) і T1 зважені зображення (T1WI), маркерами для диференціації яких є особливості МР-сигналу від спинномозкової рідини і жиру. T1 WI: гіпоінтенсивний МР-сигнал від СМР, гіперінтенсивний МР-сигнал від підшкірного жиру. Імпульсні послідовності з пригніченням МР-сигналу від жиру (STIR, TIRM, T2 TSE FS): гіперінтенсивний МР-сигнал від СМР, гіпоінтенсивний МР-сигнал від підшкірного жиру.

Зміни у здухвинно-крижових сполученнях за даними МРТ поділяються на гострі та хронічні.

Для встановлення діагнозу гострого сакроілеїту згідно з МР-знахідками відповідно до рекомендацій Міжнародної асоціації з вивчення анкілозуючого спондилоартриту (ASAS) вважали за необхідне виявлення набряку (запалення) кісткового мозку крижово-здухвинних сполучень за допомогою імпульсних послідовностей із пригніченням МР-сигналу від жиру (STIR, TIRM, T2 TSE FS) або остейту (T1 після контрастування гадолінієм), які локалізувалися в типових анатомічних ділянках: у субхондральному або періартикулярному кістковому мозку (рис. 1). З метою діагностики сакроілеїту вважали

достатнім виявлення більше одного сигналу (однієї зони змін) на одному зрізі. У випадках виявлення на одному зрізі тільки одного сигналу (однієї зони змін) для діагностики сакроілеїту необхідно виявити аналогічний сигнал хоча б ще на одному зрізі. Згідно з рекомендаціями ASAS наявність набряку м'яких тканин, що свідчить про синовіт, ентезит, капсуліт, а також структурних змін у крижово-здухвинних сполученнях (жирова інфільтрація, склероз, ерозії або кістковий анкілоз), які відображають попереднє запалення, якщо вони не супроводжуються ознаками набряку кісткового мозку (остейтом), сьогодні вважають недостатньою для встановлення МРТ-діагнозу сакроілеїту, однак цю інформацію використовують для всебічної оцінки стану здухвинно-крижових сполучень.

За даними МРТ ентезит виявляють як гіперінтенсивний МР-сигнал у послідовностях із пригніченням МР-сигналу від жиру в місцях прикріплення сухожилків і зв'язок до кістки включаючи ділянку за суглобом.

При капсуліті простежують гіперінтенсивний МР-сигнал у ділянці капсули суглоба, яка спереду переходить на окістя здухвинної кістки, що пояснює розповсюдження капсуліту в деяких випадках медіально і латерально на окістя.

Хронічні зміни у здухвинно-крижових сполученнях, які відображають попереднє запалення, відносять до структурних змін. До них належать склероз, ерозії, жирова інфільтрація, кістковий анкілоз. Ці зміни краще виявляють на T1 зважених зображеннях (T1WI) (рис. 1).

Жирова інфільтрація характеризується на МР-зображеннях сигналом підвищеної інтенсивності на T1WI і є результатом відкладання жирних кислот у вогнища запалення, часто в кістковому мозку, який розміщений періартикулярно. Застосування послідовностей із пригніченням МР-сигналу від жиру дає можливість виявити ділянки гострого (активного) запального процесу на тлі хронічних змін.

Ерозивні зміни проявляються у вигляді крайових дефектів кістки і можуть виявлятися уздовж усієї хрящової частини суглоба. У разі злиття ерозій може відбуватися псевдорозширення здухвинно-крижового сполучення.

Кістковий анкілоз – кінцева стадія запального процесу, яку діагностують за даними рентгенографії та спіральної комп'ютерної томографії (СКТ). На МРТ суглобова щілина не простежується, відзначаються кісткові містки і зрощення суглобів.

Зміни хребта при анкілозуючому спондилоартриті за даними МРТ поділяються на гострі запальні та структурні зміни.

Гострі запальні зміни проявляються набряком кісткового мозку, який може локалізуватися:

- у тілах хребців (передній і задній спондиліт);
- у субхондральних відділах кісток у ділянці реберно-хребцевих або попереково-реберних суглобів (артрит);
- у дужках хребців;
- у поперечних або остистих відростках;

Продовження на стор. 94.

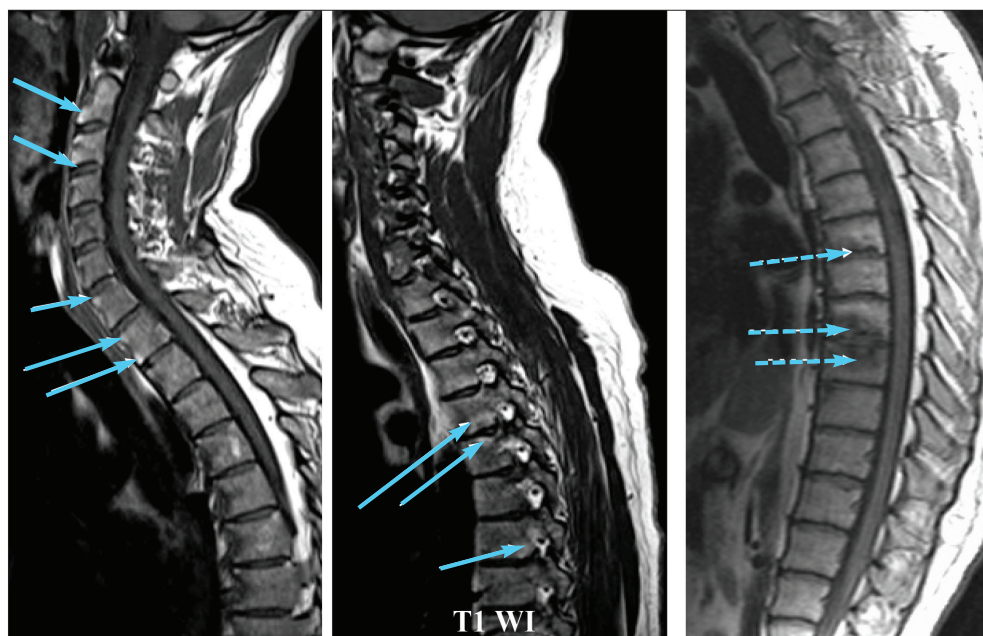


Рис. 3. МР-ознаки хронічних змін у структурі хребців при спондилоартриті: стрілкою позначено крайові ділянки жирової дегенерації, штрих-пунктирною стрілкою позначено ерозії (формування хрящових вузлів) на місці раніше існуючого запального процесу

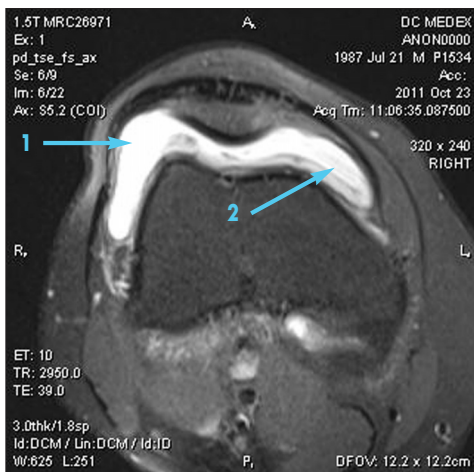


Рис. 4. PD FS tra, колінний суглоб, PA: 1 – випіт у суглобі; 2 – гіпертрофія і набряк синовіальної оболонки

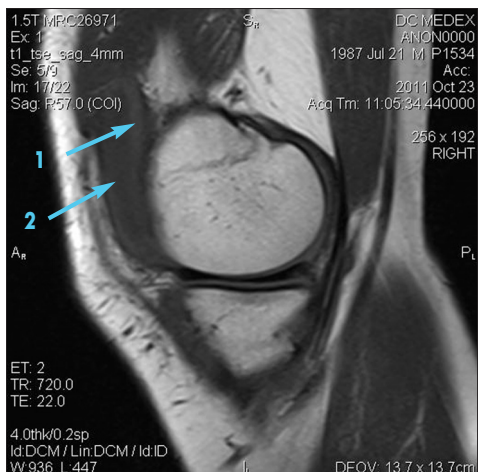


Рис. 5. T1 зважене зображення сагітальне, колінний суглоб, PA: 1 – випіт у суглобі; 2 – гіпертрофія і набряк синовіальної оболонки

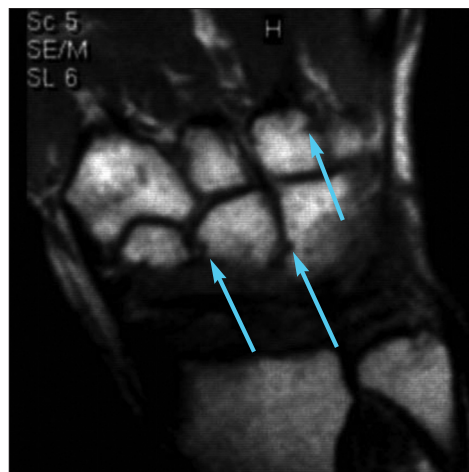


Рис. 6. Множинні ерозії в кістках зап'ясті у хворого на РА на МРТ-зображенні

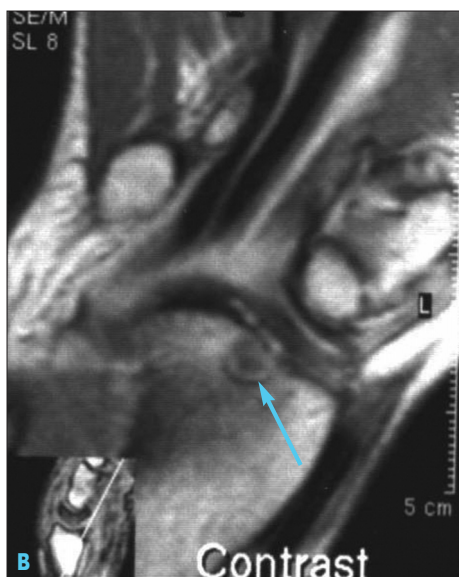
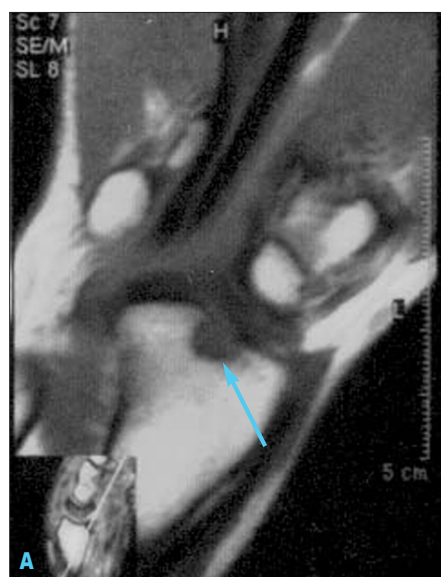


Рис. 7. Можливості МРТ у діагностиці РА. На рисунку 7А показано T1 спін-ехо зважене зображення у фронтальній проекції до внутрішньовенного введення КА, стрілкою позначено дефект суглобової поверхні дистального епіфіза променевої кістки, що має низькоінтенсивний сигнал; на рисунку 7В після введення КА МР-сигнал від кісткового дефекту став високоінтенсивним. На рисунку 7С показано зображення того ж кісткового дефекту на T2 градієнт-ехо зважених зображеннях, МР-сигнал гіперінтенсивний

О.П. Борткевич, д.м.н., професор, ННЦ «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска НАМН України», м. Київ,  
А.О. Скорохода, к.м.н., ДУ «Науково-практичний центр променевої діагностики НАМН України», І.М. Тютюник, ДЦ «Медекс»

## Магнітно-резонансна томографія при ревматоїдному артриті й анкілозуючому спондилоартриті

Продовження. Початок на стор. 92.

• у міжкостистих або інших зв'язках хребта.

Ці зміни найкраще виявляються в режимах з пригніченням МР-сигналу від жиру (STIR, TIRM, T2 TSE FS) (рис. 2).

Хронічні запальні (структурні) зміни виявляються у вигляді субхондрально-го склерозу, ерозій, жирової інфільтрації, синдесмофітів й анкілозу. Ці зміни діагностують за даними рентгенографії та СКТ. На МРТ їх краще виявляють на T1 зважених зображеннях, і вони відображають попереднє запалення (рис. 3).

МРТ володіє значними можливостями в діагностиці РА стосовно суглобових змін, чітко відображаючи морфологічну сутність запального процесу в суглобі. МРТ дає змогу виявити характерні ознаки первинної запальної реакції синовіальної оболонки, а також

наступного ексудативно-проліферативного процесу, який призводить до лізису хрящових структур і деструкції прилеглих відділів кістки.

Для оцінки стану суглобового хряща краще використовувати послідовності в режимі PD FS (протонна щільність із жиропригніченням), які дають змогу оцінити і визначити рідинне насичення хряща, є найбільш чутливими в диференціації гіперінтенсивної синовіальної рідини від середньоінтенсивного суглобового хряща. Звичайні T2-WI можуть давати хибно позитивні результати, що зумовлено недостатньою контрастністю між суглобовим хрящем і кортикальним шаром кістки (David W., 2007). Ми використовуємо саме такі зображення + T1 зважені зображення більше для оцінки стану кісток і для виявлення крові.

Послідовності в режимі PD FS у поєднанні з T1 зваженими зображеннями доцільні у виявленні змін субхондральної кістки, на яких можна простежити набряк кісткового мозку, фіброзні зміни, субхондральні кісти.

На ранній стадії РА на МР-томограмах спостерігаються характерні ознаки первинного ураження синовіальної оболонки суглоба. Ексудативна фаза гострого синовіту проявляється наявністю випоту в порожнині суглоба, гіпертрофією синовіальної оболонки вздовж суглобової капсули і навколо зв'язок (рис. 4, 5). Паралельно можуть визначитися набряк кісткового мозку в субхондральних відділах, набряк періартикулярних м'яких тканин і періартикулярні синовіальні кісти.

На другій (помірній) стадії РА МРТ дає змогу виявити ознаки хронічного проліферативного синовіту і початкові

прояви ураження суглобового хряща, фіброзних структур і субхондральної кістки (рис. 6, 8). На МР-томограмах виявляють суглобовий випіт, виражену гіпертрофію синовіальної оболонки, нерівність контуру та ділянки хондромаліації. Під час МРТ візуалізують крайові узурі і субхондральні ерозії, ділянки субхондрального набряку та фіброзу кісткового мозку.

На третій (важкій) стадії РА на МР-томограмах виявляють комплекс виражених проліферативних змін у порожнині суглоба з формуванням фіброзного пануса (рис. 9). Визначають виражену гіпертрофію і фіброз синовіальної оболонки, на тлі яких можна побачити невеликі рідинні скупчення і періартикулярні синовіальні кісти. Також мають місце множинні дефекти суглобового хряща, аж до повної відсутності хрящового покриття (рис. 7). Значно виражені ерозії суглобових поверхонь, субхондральні фіброз кісткового мозку, субхондральні та внутрішньоепіфізарні кісти, деформації та підвивихи кісток.

При четвертій стадії (стадія розриву) РА виявляють масивний фіброзний панус у суглобовій порожнині, відсутність зображення суглобового хряща, менісків, хрестоподібних зв'язок колінних суглобів (рис. 10). Мають місце виражений субхондральний фіброз, ерозії та крайові остеопіти, атрофія періартикулярних тканин, груба деформація і порушення співвідношення кісток.

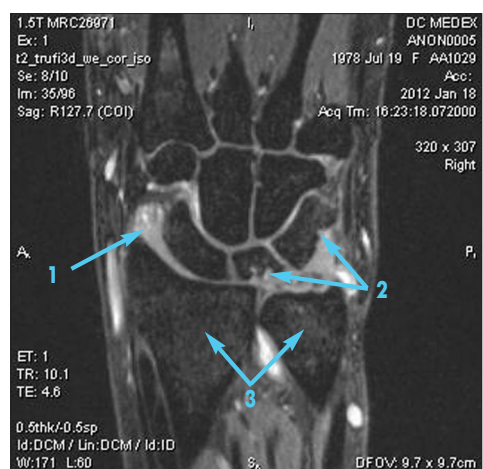


Рис. 8. Променево-зап'ястковий суглоб, РА, II ст., T2 trufi iso (ізометричне) з товщиною зрізу 0,5 мм. Видно гіпертрофію синовію (1), субхондральні ерозії (2), ділянки набряку кісткового мозку (3)

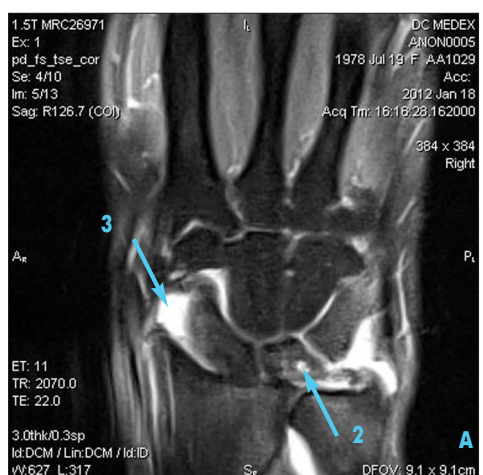


Рис. 9. Променево-зап'ястковий суглоб, РА, III ст., А – PD FS, В – T2 trufi iso (ізометричне) з товщиною зрізу 0,5 мм. Видно гіпертрофію синовію і панус (1), субхондральні кісти й ерозії (2), періартикулярні кісти (3)

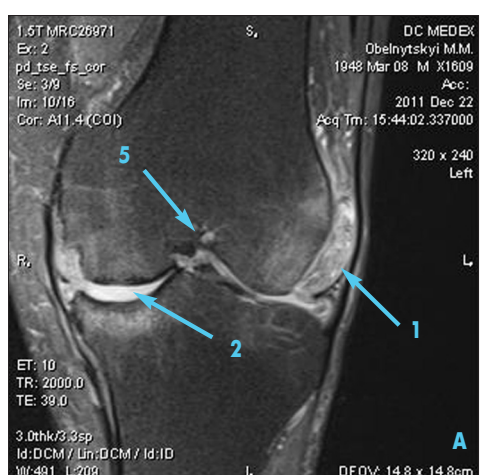
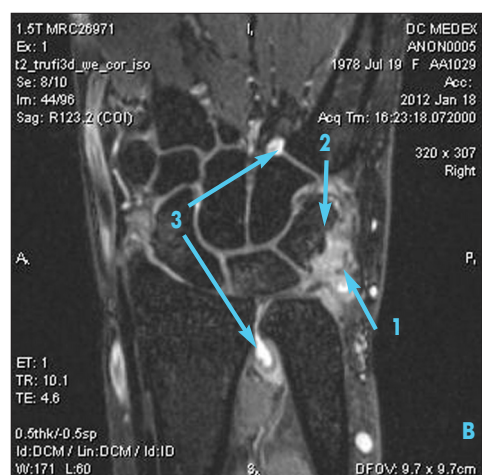
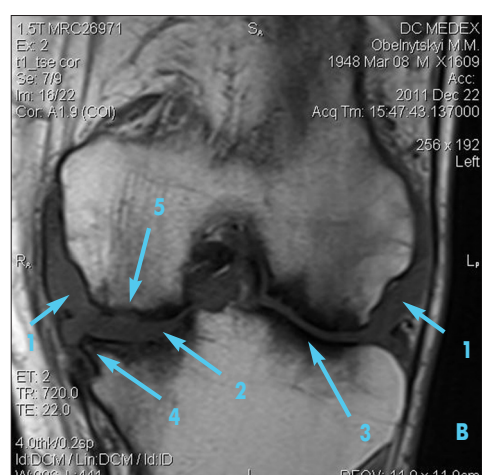


Рис. 10. Колінний суглоб, РА, IV ст., А – PD FS, В – T1 зважене зображення. Видно масивний фіброзний панус (1), відсутність зображення суглобового хряща і менісків (2), виражений субхондральний фіброз (3), остеопіти (4), ерозії (5)



### Висновки

• МРТ – високоефективний діагностичний неінвазивний метод, що відображає всі складові частини суглоба одночасно і сприяє вивченню структурних і функціональних параметрів при захворюваннях суглобів.

• За допомогою МРТ можна виявляти дуже ранні зміни, пов'язані з дегенерацією суглобового хряща, набряком кісткового мозку суглобових кінців, ранні ексудативні та проліферативні зміни синовію, коли клінічні симптоми ревматичних захворювань суглобів мінімальні або відсутні. Раннє виявлення пацієнтів, у яких є ризик прогресування захворювання, виявлений під час МРТ, дає змогу призначити відповідне лікування набагато раніше, ніж при використанні інших клінічних, лабораторних і радіологічних методів.

• Застосування МР-КА дає змогу значно підвищити інформативність методу при ревматичних захворюваннях суглобів, оскільки може забезпечувати об'єктивні й кількісні виміри тонких, незначних морфологічних і структурних змін різних тканин суглоба і тому більш надійно відображає прогресування захворювання, а також дає змогу проводити моніторинг відповіді на лікування пацієнтів з ревматичними захворюваннями суглобів. Це полегшує оцінку нових препаратів для лікування ревматичних захворювань суглобів і дає змогу швидше проводити дослідження в деяких пацієнтів.

• Подальша робота необхідна для оптимізації МРТ, оскільки її можна застосовувати як потужний об'єктивний метод дослідження патофізіології ревматичних хвороб суглобів, а також моніторингу ефективності дії потенційно нових препаратів для лікування пацієнтів.

### АНОНС

Українська асоціація остеопорозу  
Українська асоціація менопаузи, андропаузи та захворювань кістково-м'язової системи  
ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України»  
Харківський національний медичний університет  
Головне управління охорони здоров'я Харківської обласної державної адміністрації

## Науково-практична конференція з міжнародною участю Остеопороз: Від дитинства до старості

15-16 березня 2012 р., м. Харків

Питання, що розглядатимуться на конференції:

- Остеопороз у практиці педіатра
- Остеопороз і ревматологічні захворювання
- Глюкокортикоїдіндукований остеопороз
- Остеопороз у разі захворювання внутрішніх органів
- Остеопороз і захворювання крові
- Остеопороз у разі захворювання ендокринної системи
- Остеопороз і хронічна ниркова патологія
- Остеопороз за наявності вроджених захворювань сполучної тканини
- Імобілізаційний остеопороз
- Порушення харчування та остеопороз
- Сучасні методи діагностики остеопорозу
- Особливості лікування остеопорозу
- Шляхи ранньої діагностики та профілактики остеопорозу

У рамках конференції будуть проведені пленарні та секційні засідання, сателітні симпозиуми (лекції, усні та стендові доповіді), круглий стіл.  
Робочі мови: українська, російська, англійська.

Органітет у м. Харкові:

Кафедра пропедевтики педіатрії № 1 Харківського національного медичного університету, завідувач кафедри Фролова Тетяна Володимирівна, тел.: (057) 738-03-70.

Відповідальні секретарі:

Атаманова Олена Володимирівна, моб. тел.: (098) 059-50-17;  
Кононенко Олена Володимирівна, моб. тел.: (067) 738-28-73,  
e-mail: ostpor@yandex.ua