

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РЕВМАТОЛОГІЇ

Лекція 1. Магнітно-резонансна томографія

Національний науковий центр «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска»

Ключові слова: магнітно-резонансна томографія, ревматичні захворювання суглобів, остеоартроз, ревматоїдний артрит.

Резюме. Викладені основні принципи візуалізації магнітно-резонансної томографії (МРТ), способи отримання зображення, зазначені показання та протипоказання до застосування цього методу обстеження, його можливості та недоліки. Детально описані топологічні особливості нормальних структур суглоба (суглобового хряща, суглобових поверхонь, менісків, синовіальної оболонки, сухожилків та м'язів), викладені особливості змін кожного з компонентів суглобового апарата при таких патологічних станах, як остеоартроз, ревматоїдний артрит тощо. Наведені протоколи обстеження. Необхідна подальша робота для оптимізації МРТ, оскільки її можна застосовувати як потужний об'єктивний метод дослідження ревматоїдних захворювань, а також потенційно нових препаратів для їх лікування.

МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФІЯ

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) останні роки стала одним із провідних методів неінвазивної діагностики ревматичних захворювань суглобів. З 70-х років ХХ ст., коли принципи магнітного резонансу (МР) вперше стали використовувати для дослідження людського тіла, до сьогодні цей метод медичної візуалізації невпізнанно змінився і продовжує швидко розвиватися. Вдосконалюються технічне оснащення, програмне забезпечення, розвиваються методики одержання зображень, розробляються МР-контрастні препарати. Це дозволяє постійно знаходити нові сфери застосування МРТ. Якщо спочатку її застосування обмежувалося лише дослідженнями центральної нервової системи, то зараз МРТ з успіхом застосовують практично в усіх галузях медицини, в тому числі для дослідження опорно-рухового апарата.

Процес переходу електронів ядра зі збудженого стану в рівноважне називається спин-решітковим релаксаційним процесом або поздовжньою релаксацією. Характеризується T_1 -спін-решітковим часом релаксації, необхідним для переходу 63% ядер у стан рівноваги після їх порушення 90° імпульсом. Виділяють також T_2 -спін-спіновий час релаксації.

Існує ряд способів одержання МР-томограм, які відрізняються порядком і характером генерації радіочастотних імпульсів, методами аналізу МР-сигналів. Найбільше поширення мають два способи: спин-решітковий та спин-еховий. При спин-решітковому головним чином аналізують час релаксації T_1 . Різні тканини (сіра й біла речовина головного мозку, спинномозкова рідина, пухлинна тканина, хрящ, м'язи тощо) містять протони з різним

часом релаксації T_1 . З тривалістю T_1 пов'язана інтенсивність МР-сигнала: чим коротший T_1 , тим інтенсивніший МР-сигнал і тим світліше це місце зображення на телемоніторі. Жирова тканина на МР-томограмах — біла, за нею за інтенсивністю МР-сигналу в порядку зменшення — головний і спинний мозок, щільні внутрішні органи, судинні стінки та м'язи. Повітря, кістки й кальцифікати практично не дають МР-сигналу й тому відображаються чорним кольором. Зазначені взаємини часу релаксації T_1 створюють передумови для візуалізації нормальних і змінених тканин на МР-томограмах.

При іншому способі МР-томографії, який має назву спин-ехового, на пацієнта направляють серію радіочастотних імпульсів, що повертають прецесуючі протони на 90° . Слідом за припиненням подачі імпульсів реєструють відповідні МР-сигнали. Однак інтенсивність відповідного сигналу по-іншому пов'язана з тривалістю T_2 : чим коротший T_2 , тим слабший сигнал й, отже, нижче яскравість світіння екрану телемонітору. Таким чином підсумкова картина МРТ за способом T_2 протилежна МРТ за T_1 (як негатив позитиву).

На МР-томограмах краще, ніж на комп'ютерних томограмах, відображаються м'які тканини: м'язи, жирові прошарки, хрящі, судини. На деяких апаратах можна одержати зображення судин, не вводячи в них контрастний засіб (МР-ангіографія). Внаслідок невеликого вмісту води в кістковій тканині остання не створює ефекту, що екранує, як при рентгенівській комп'ютерній томографії, тобто не заважає зображенню, наприклад спинного мозку, міжхребцевих дисків тощо. Звичайно, ядра водню втримуються не

лише у воді, але у кістковій тканині фіксовані в дуже великих молекулах і щільних структурах і не є перешкодою для МР-томографії.

Переваги й недоліки методу

Основні переваги МРТ: неінвазивність, нешкідливість (відсутність променевого навантаження), тривимірний характер одержання зображень, природний контраст від крові, що рухається, відсутність артефактів від кісткової тканини, висока диференціація м'яких тканин, можливість виконання МР-спектроскопії для прижиттєвого вивчення метаболізму тканин *in vivo*. МРТ дозволяє одержувати зображення тонких шарів тіла людини в будь-якому перетині — у фронтальній, сагітальній, аксіальній та косій площинах. Можна реконструювати об'ємні зображення органів, синхронізувати одержані томограми із зубцями електрокардіограми.

Серед основних недоліків звичайно вважають досить великий час, необхідний для отримання зображень (звичайно хвилини), що приводить до появи артефактів від дихальних рухів (що особливо знижує ефективність дослідження легень), аритмії (при дослідженні серця), неможливості надійного виявлення каменів, кальцифікатів, деяких видів патології кісткових структур, досить високу вартість устаткування та його експлуатації, спеціальні вимоги до приміщень, у яких перебувають прилади (екранування від перешкод), неможливість обстеження хворих з клаустрофобією, штучними водіями ритму, великими металевими імплантатами з немедичних металів.

Протипоказання до проведення МРТ (табл. 1)

Таблиця 1

Відносні й абсолютні протипоказання до проведення МРТ

Протипоказання	
Абсолютні	Відносні
Кардіостимулятори	Інші стимулятори (інсулінові насоси, нервові стимулятори)
Феромагнітні	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

До абсолютних протипоказань відносять стани пацієнтів, при яких проведення дослідження створює загрозу для їх життя ситуацію. Наприклад, наявність імплантатів, які активуються електронним, магнітним або механічним шляхами, — це перш за все штучні водії ритму. Вплив радіочастотного випромінювання МР-томографа може порушити функціонування стимулятора, що працює в системі запиту, тому що зміни магнітних полів можуть імітувати серцеву діяльність. Магнітне тяжіння може викликати також зсув стимулятора в гнізді й зрушити електроди. Крім того, магнітне поле створює перешкоди для роботи феромагнітних або електронних імплантатів середнього вуха. Наявність штучних клапанів серця становить небезпеку і є абсолютним протипоказанням лише при дослідженні на МР-томографах з високими полями, а також якщо клінічно запідозрено ушкодження клапана. Абсолютним протипо-

казанням до дослідження є також наявність невеликих металевих хірургічних імплантатів (гемостатичні кліпси) у центральній нервовій системі, тому що зсув їх внаслідок магнітного притягання загрожує кровотечею. Крім потенційної небезпеки, наявність металевих імплантатів з магнітними властивостями викликає артефакти, що ускладнюють інтерпретацію результатів дослідження.

Відносними протипоказаннями, крім зазначених вище, є також декомпенсована серцева недостатність, необхідність фізіологічного моніторингу (механічна вентиляція легень, електричні інфузійні насоси). Клаустрофобія є перешкодою для проведення дослідження в 1–4% випадків. Перебороти її можна, з одного боку, використанням приладів з відкритими магнітами, з іншого — докладним поясненням пристрою апаратури та процедури обстеження. Щодо обстеження вагітних жінок свідчень негативної дії МРТ на ембріон або плід не отримано, однак рекомендується уникати МРТ у перші 3 міс вагітності. Застосування МРТ при вагітності показано у тому разі, коли інші неіонізуючі методи візуалізації не дають задовільної інформації. МРТ-дослідження потребує більшої участі в ньому хворого, ніж комп'ютерна томографія, адже рухи хворого під час дослідження сильніше впливають на якість зображень, тому дослідження хворих з гострою патологією, порушенням свідомості, спастичними станами, деменцією та дітей нерідко важке.

Різниця сигналів від різних тканин, тобто контрастність МР-зображення, може бути істотно поліпшена МР-контрастними агентами (МР-КА). Суть їх застосування полягає в зміні магнітних параметрів протонів тканин/органів, тобто зміні часу релаксації T1- і T2-протонів.

На сьогодні існує кілька класифікацій МР-контрастних агентів. За переважним впливом на час 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 розділяють на парамагнітні та суперпарамагнітні:

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

Суперпарамагнітні КА. Суперпарамагнітний оксид заліза, феромагнітні КА, до складу яких входять феромагнітні оксиди заліза, структурно подібні з ферритом магнетиту ($Fe_2+OFe_{23}+O_3$).

Ще одна класифікація заснована на фармакокінетиці КА: *позаклітинні (тканенеспецифічні); шлунково-кишкові; органотропні (тканеспецифічні); макромолекулярні (використовують для визначення отвору судин)*.

В Україні відомі чотири Мр-КА — позаклітинні водорозчинні парамагнітні КА (табл. 2), з них широко використовують гадодіамід і гадопентат димеглю-

мін. Позаклітинні КА вводяться внутрішньовенно, на 98% виділяються нирками, не проникають через гематоенцефалічний бар'єр, низькотоксичні, належать до групи парамагнетиків.

Таблиця 2

Позаклітинні водорозчинні МР-контрастні агенти

Міжнародна назва	Хімічна формула	Структура
Гадопентат димеглюміну (гадолінію димеглюмінудіетилентріамінпентаацетат)	(NMG) ₂ Gd-DTPA	Лінійна, іонна
Гадотерат меглюміна	(NMG)Gd-DOTA	Циклічна, іонна
Гадодіамід (гадолінію діетилентріамінпентаацетат-біс-метиламід)	Gd-DTPA-BMA	Лінійна, неіонна
Гадотерідол	Gd-HP-D03A	Циклічна, неіонна

МРТ суглобового хряща

МР-картина суглобового хряща (СХ) відображає сукупність його гістологічної будови та біохімічного складу. СХ є гіаліновим, не має власного кровопостачання, лімфатичного дренажу та інервації. СХ складається з води та іонів, волокон колагену II типу, хондроцитів, агрегованих протеогліканів та інших глікопротеїнів.

На сьогодні МРТ та УЗД — основні способи візуалізації гіалінового СХ. МРТ виконують в основному з використанням градієнт-ехо послідовностей. МРТ відображає вміст води в СХ. Вміст і розподіл гідрофільних молекул протеогліканів та анізотропна організація колагенових фібрил впливають не лише на сумарну кількість води (протонну щільність, у СХ), але й на стан релаксаційних властивостей, тобто T2, цієї води, даючи СХ характерні «зональні» або «розшаровуючі» зображення на МРТ, які відповідають гістологічним шарам СХ.

На дуже коротких T-зображеннях (<5 мс) більш високий дозвіл зображень СХ в типовому випадку має двошаровий вигляд: *глибокий шар* — розташований ближче до кістки — має низький сигнал, оскільки присутність кальцію значно скорочує TR і не дає зображення; *поверхневий шар* дає середньоінтенсивний/ високоінтенсивний МР-сигнал.

На проміжних T-зображеннях (5–40 мс) СХ має тришаровий вигляд: *поверхневий шар* з низьким сигналом; *перехідний шар*; *глибокий шар*, що має низький МР-сигнал. При T2-зважуванні сигнал не включає проміжний шар; інтенсивність зображення СХ є гомогенно низькою.

МРТ кістки й кісткового мозку

Корковий шар і трабекули кістки містять мало протонів H⁺ і багато кальцію, що сильно скорочує TR і тому не дає певного Мр-сигналу. На Мр-томограмах вони мають зображення кривих ліній з відсутністю сигналу (темних смуг), окреслюють середньоінтенсивні та високоінтенсивні тканини (кістковий мозок, жирову тканину тощо). МРТ завдяки багатоплощинним томографічним можливостям є більш чутливою, ніж рентгенографія чи КТ, для візуалізації більшості змін цих структур. Остеофіти, особливо центральні, які характерні для остеоартрозу, краще візуалізуються МРТ, ніж звичайною рентгеногра-

фією. Кістковий склероз також добре виявляється при МРТ і має низьку інтенсивність сигналу у всіх імпульсних послідовностях, що зумовлено кальцифікацією та фіброзом. При МРТ також можна виявити запалення ентезисів і періостит. Цей метод може використовуватися також для вивчення трабекулярної мікроархітекtonіки кісток, що актуально для моніторингу трабекулярних змін субхондральної кістки при розвитку й прогресуванні ревматичних захворювань суглобів, в тому числі ревматоїдного артриту, остеоартрозу, анкілозивного спондилоартриту тощо.

МРТ — унікальна можливість для одержання зображення кісткового мозку й звичайно дуже чутлива, хоча не дуже специфічна технологія для виявлення остеонекрозу, остеомиєліту, первинної інфільтрації та травм, особливо кісткової контузії та переломів без зміщення. Ознаки цих захворювань на рентгенограмах не виявляються доти, поки кортикальна та/чи трабекулярна ділянка кістки не будуть уражені. У кожному з перерахованих випадків збільшується вміст вільної води, що має вигляд сигналу низької інтенсивності на T1-ЗЗ, й сигналу високої інтенсивності на T2-ЗЗ, що свідчить про високий контраст з нормальним кістковим жиром, що має сигнал високої інтенсивності на T1-ЗЗ та низький сигнал на T2-ЗЗ. Винятком є T2-ЗЗ FSE (швидкий спін-ехо), на якому зображення жиру й води мають сигнал високої інтенсивності й потребують пригнічення жиру для одержання контрасту між цими складовими. Послідовності градієнт-ехо, принаймні з великою силою поля, є в основному нечутливими до патології кісткового мозку, тому що магнітні ефекти погашаються кісткою. Ділянки набряку субхондрального кісткового мозку часто видні в суглобах хворих з прогресуючим анкілозивним спондилоартритом, остеоартрозом. Звичайно ці ділянки локального набряку кісткового мозку розвиваються в місцях запального процесу (наприклад крижово-клубові зчленування при анкілозивному спондилоартриті) або втрати СХ/хондромаліції при остеоартрозі. Іноді епіфізарний набряк кісткового мозку видний на деякій відстані від суглобової поверхні чи ентезису. Залишається невідомим, яка величина й поширеність цих кістково-мозкових змін спричинює виникнення локальної хворобливості й слабкості суглоба, а також коли вони є предикторами прогресування РЗС.

МРТ синовіальної оболонки й синовіальної рідини

Нормальна синовіальна оболонка (СО) в основному занадто тонка для візуалізації при звичайних послідовностях МРТ, її складно відрізнити від поруч розташованої синовіальної рідини (СР) або СХ. У нормі в суглобах утримується невелика кількість СР, що варіює у різних суглобах. Так, у гомілковостопному суглобі може втримуватися відносно велика кількість СР у нормі. Усе ще невідомо, яку ж кількість СР варто розцінювати як патологічну. За допомогою 3-D-реконструкції при МРТ можливий підрахунок кількості вільної СР в суглобах. Для моніторингу відповіді на лікування у пацієнтів із РЗС або вивчення нормального фізіологічного функціонування

СР в суглобі *in vivo* ця методика може бути дуже корисною. МР-сигнал негеморагічної СР має низьку інтенсивність на T1-ЗЗ і високу на T2-ЗЗ завдяки наявності вільної води. Геморагічна СР може містити метгемоглобін, що має короткий T1 і дає високоінтенсивний сигнал на T1-ЗЗ, і/або дезоксигемоглобін, що має вигляд низькоінтенсивного сигналу на T2-ЗЗ. При хронічному рецидивному гемартрозі в СО відкладається гемосидерин, що дає низькоінтенсивний сигнал на T1-ЗЗ і T2-ЗЗ. Геморагія часто розвивається в підколінних кистах (переважно в м'яких тканинах задньої поверхні гомілки). Виткання СР з ушкодженої кістки Бейкера може нагадувати форму пера при посиленні КА, що містить гадоліній. При внутрішньовенному введенні КА він розташовується уздовж поверхні фасції між м'язами позаду від суглобової капсули колінного суглоба.

Збуджена набрякла СО звичайно має повільне T2, відображаючи високий вміст інтерстиціальної рідини (МР-сигнал високої інтенсивності на T2-ЗЗ). На T1-ЗЗ стовщення СО має низько- чи середньоінтенсивний Мр-сигнал. Однак стовщеним СО складно відрізнити від прилеглих м'яких тканин, наприклад СО чи СХ. Відкладання гемосидерину, або хронічний фіброз, можуть знизити інтенсивність сигналу гіперплазованої СО на T2-ЗЗ, а іноді навіть на T1-ЗЗ, які зважені за щільністю протонів; у всіх градієнт-ехо послідовностях).

При внутрішньовенному введенні КА швидко розподіляється у гіперваскуляризованих тканинах (наприклад СО). Хелатний комплекс гадолінію має відносно малі молекули, що швидко дифундують усередину навіть через нормальні капіляри й (як недолік) згодом у СР. Безпосередньо після болюсного внутрішньовенного введення КА СО може візуалізуватися окремо від інших структур. Контрастне відображення СО та жирової тканини може бути збільшено методикою пригнічення жиру. Швидкість, з якої відбувається контрастне посилення СО, залежить від багатьох факторів: швидкості струму крові в СО, обсягу гіперплазованої синовіальної тканини, й свідчить про активність процесу при РЗС. Крім того, визначення кількості й розподілу збудженої СО та СР в суглобах при РЗС надає можливість встановити ступінь вираженості синовіту шляхом моніторингу швидкості синовіального посилення з Gd-утримуючим КА в період спостереження за хворим. Висока швидкість синовіального посилення та швидке досягнення піка посилення при болюсному введенні КА свідчать про активне запалення чи гіперплазію, в той час як повільне посилення відповідає хронічному фіброзу СО. Хоча складно контролювати тонкі відмінності у фармакокінетиці Gd-утримуючого КА при МР-дослідженнях у різні періоди хвороби в одного й того ж пацієнта, швидкість і пік синовіального посилення можуть служити критеріями для призначення чи скасування відповідної протизапальної терапії, в тому числі з використанням базисних чинників. Високі показники цих параметрів є ознаками гістологічно активного синовіту.

МРТ інших компонентів суглоба

Допоміжний апарат суглоба, тобто зв'язки, меніски, сухожилля, суглобова губа, є важливими для підтримки статичної та динамічної стабіль-

ності, розподілі механічного навантаження та функціональної цілісності суглобів. Втрата цих функцій підвищує біомеханічне зношування і є причиною ушкодження суглоба. Неушкоджені зв'язки мають вигляд темних смуг; переривання їх є прямою ознакою розриву зв'язувань. Однак необхідно враховувати, що імітація розриву зв'язкового апарата можлива при одержанні косої площини зрізу через інтактне зв'язування, тому для зображення деяких зв'язувань може бути необхідним вибір спеціальної площини. Наприклад, переднє хрестоподібне зв'язування колінного суглоба найкраще видно на косих сагітальних зображеннях коліна в нейтральній позиції чи прямих сагітальних зображеннях з невеликим відведенням гомілки.

Меніски складаються з фіброзного хряща й містять велику кількість колагенових волокон, просторово розташованих так, щоб протистояти силі натягу при впливі вагових навантажень. Волокна орієнтовані переважно циркулярно, особливо в периферичній ділянці меніска, що пояснює схильність до розривів, які йдуть подовжньо, тому лінійні тріщини між волокнами колагену утворюються частіше, ніж поперек волокон. Коли відбувається локальна втрата колагену, наприклад при міксоїдній або еозинофільній дегенерації, що звичайно теж супроводжується локальним підвищенням вмісту води, зменшується ефект укорочення T2, а сигнал від води не маскується і проявляється у вигляді округлої або лінійної ділянки з середньоінтенсивним сигналом усередині меніска на коротких T-зображеннях (T1-зважених за протонною щільністю спин-ехо або градієнт-ехо) і має схильність поступово зникати при довгому T1. Ці патологічні сигнали не є розривами на відміну від порушення цілісності меніска, розрив меніска може бути пов'язаний з грубою деформацією поверхні меніска. Іноді велика кількість суглобової рідини окреслює контур розриву меніска, причому він візуалізується на T2-ЗЗ. Короткі T-зображення є таким чином високочутливими (>90%), але часто неспецифічними для розривів меніска, тоді як довгі T-зображення є нечутливими, хоча високоспецифічними, коли вони візуалізуються.

МРТ — чутливий метод щодо всього спектра патології сухожил'я, виявляє тендиніт і розриви сухожил'я у більшості випадків з вищою точністю, ніж клінічне обстеження, і майже не поступається перед ультразвуковим дослідженням (УЗД). Нормальні сухожилля мають рівні краї та гомогенний сигнал низької інтенсивності при T2-ЗЗ. Розрив сухожилля може бути частковим або повним, зображується різними ступенями переривання сухожилля (високоінтенсивним сигналом усередині сухожилля на T2-ЗЗ). При теносиновіті під сухожилльною оболонкою можна побачити рідину, але саме сухожилля має нормальний вигляд. Тендиніт звичайно є результатом розширення та нерівності сухожилля, але більш надійний симптом — підвищення інтенсивності сигналу усередині сухожилля на T2-ЗЗ. Розрив сухожилля при РЗС може бути результатом механічного зношування, що спричинений тертям об зазубрені остеофіти й гострі краї ерозій або первинним запаленням у самому сухожиллі. Відрив сухожилля від місця прикріплення може бути гострим чи виникати внаслідок

док постійної мікротравматизації/запалення. Частіше розриваються сухожилля екстензорів зап'ястя чи кисті, ротаторної манжети плеча, сухожилля заднього великогомілкового м'яза в гомілково-ступневому суглобі. Тендиніт і розрив ротаторної манжети плеча та сухожилля довгої голівки біцепса в більшості випадків проявляється болем і нестабільністю у плечовому суглобі. Повний розрив ротаторної манжети плеча — результат переднього підввику голівки плечової кістки й часто є провідним при ревматичному захворюванні суглобів.

М'язи містять менше колагену, тому мають сигнал середньої інтенсивності на T1-33 і T2-33. Запалення м'язів іноді видно разом із запальним артритом і має сигнал високої інтенсивності на T2-33, тому що в обох випадках з інтерстиціальним набряком підвищується вміст води, а подовження T2 пов'язане з втратою колагену. І навпаки, фіброз як наслідок запалення має тенденцію до зниження інтенсивності сигналу на T2-33, у той час як мармурова жирова атрофія м'язів має високоінтенсивний сигнал жиру на T1-33.

На основі отриманих даних група OMERACT 2002 RAMRIS (Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials RA MRI scoring system) запропонувала стандартні протоколи дослідження хворих на ревматоїдний артрит за допомогою МРТ.

Зразки протоколів та рекомендації групи OMERACT 2002 RAMRIS для оцінки ураження суглобів кистей при РА за допомогою МРТ (EULAR, 2005)

Зразки протоколів, які можуть бути застосовані для оцінки п'ястно-фалангових (А) та зап'ясткових (Б) суглобів за допомогою OMERACT 2002 RAMRIS (Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials RA MRI scoring system).

Протокол OMERACT RAMRIS (із застосуванням атласу МРТ для РА, EULAR-OMERACT)

(А) П'ЯСТНО-ФАЛАНГОВІ СУГЛОБИ

Ідентифікаційні дані пацієнта _____

Центр, де проводилося дослідження _____

Прилад, за допомогою якого проведена МРТ _____

Послідовності, що оцінені _____

Лікар _____

Підрахунок синовіту

П'ястно-фалангові суглоби				
1	2	3	4	5
Синовіт (0-3)				

Підрахунок кісткових ерозій та набряк кісток

П'ястно-фалангові суглоби					
		2	3	4	5
Кісткові ерозії, 0-10	Проксимальні				
	Дистальні				
Кістковий набряк, 0-3	Проксимальні				
	Дистальні				

• Кісткові ерозії підраховують від 0 до 0 відповідно до частки залученої кістки (за приростом на 10%): 0: 0%, 1: 1-10%, 2: 11-20%,....., 10: 91-100%.

• Кістковий набряк підраховують від 0 до 3 відповідно до частки залученої кістки (за приростом на 33%): 0: 0%, 1: 1-33%, 2: 34-66%, 3: 67-100%.

• Підрахунок здійснюють від хрящової поверхні (за відсутності її — від місця кращої візуалізації) на глибину 1 см.

(Б) ЗАП'ЯСТКОВІ СУГЛОБИ

Ідентифікаційні дані пацієнта _____

Центр, де проводилося дослідження _____

Прилад, за допомогою якого проведена МРТ _____

Послідовності, що оцінені _____

Лікар _____

Підрахунок синовіту

	Дистальний променево-ліктьовий суглоб	Промене-зап'ястковий суглоб	Міжп'ясткові п'ястно-зап'ясткові суглоби
Синовіт (0-3)			

Підрахунок кісткових ерозій та набряку кісток

• Кісткові ерозії підраховують від 0 до 10 відповідно до частки залученої кістки (за приростом на 10%): 0: 0%, 1: 1-10%, 2: 11-20%,....., 10: 91-100%.

• Кістковий набряк підраховують від 0 до 3 відповідно до частки залученої кістки (за приростом на 33%): 0: 0%, 1: 1-33%, 2: 34-66%, 3: 67-100%.

• Для зап'ясткових кісток підрахунок здійснюють по всій кістці. Для довгих кісток підраховують від хрящової поверхні (а за її відсутності — від місця кращої візуалізації) на глибину 1 см.

Основа п'ясткових кісток

	1	2	3	4	5
Кісткові ерозії, 0-10					
Кістковий набряк, 0-3					

	Кістка-трапеція	Трапеціоподібна кістка	Головчаста кістка	Гачкоподібна кістка
Кісткові ерозії, 0-10				
Кістковий набряк, 0-3				

	Човноподібна кістка	Місяцеподібна кістка	Трикутна кістка	Горохоподібна кістка
Кісткові ерозії, 0-10				
Кістковий набряк, 0-3				

	Дистальна частина променевої кістки	Дистальна частина ліктьової кістки
Кісткові ерозії, 0-10		
Кістковий набряк, 0-3		

Рекомендації групи OMERACT з РА щодо базисних МРТ-послідовностей, визначень можливих патологічних МРТ-змін суглобів у разі РА та їх підрахунку (OMERACT 2002 RAMRIS)

А. Базисні МРТ-послідовності

Передбачається, що наступні МРТ-дослідження, метою яких буде оцінка запальних та деструктивних змін при РА, будуть включати принаймні:

1. Візуалізацію у двох площинах *Т1-зважених зображень до та після внутрішньовенного введення контрасту гадоліну**;

*Можуть бути отримані як послідовність у двох вимірах у двох площинах або як послідовність у трьох вимірах з ізометричними елементами об'ємного зображення в одній площині, що дозволяє реконструкцію в інших площинах; **ймовірно, внутрішньовенне введення гадоліну не є обов'язковим, якщо немає необхідності оцінити деструктивні зміни (ерозії).

2. Т2-зважену послідовність чи в разі неможливості її отримання STIR-послідовність;

Б. Визначення важливих патологічних МРТ-змін суглобів

• Синовіт: ділянка синовіальної оболонки, товщина якої збільшується* після введення гадоліну порівняно з нормальною синовією.

• МРТ-кісткова ерозія: кісткове ушкодження з гострими краями, з чіткою юкста-артикулярною локалізацією і типовими характеристиками сигналу**, яке візуалізується у двох площинах з обривом кортикального шару, що видно принаймні в одній площині***.

• МРТ-кістковий набряк: ушкодження**** у трабекулярній кістці з нечітко визначеними краями та характеристиками сигналу, які відповідають підвищеному вмісту води*****.

*Збільшення (посилення) визначають при порівнянні Т1-зважених зображень, отриманих до та після внутрішньовенного введення гадоліну; **Т1-зважене зображення — це втрата нормальної низької інтенсивності сигналу від кортикальної кістки та втрата нормальної високої інтенсивності сигналу від трабекулярної кістки; ***швидке постгадолінове посилення означає наявність активного гіперваскуляризованого панусу в ерозії. Необхідно розглядати також інші фокусні кісткові ушкодження, у тому числі метастази, але зазвичай їх відрізняють за допомогою додаткових зображень та клінічних проявів; ****можуть бути ізольованими або оточеними ерозіями чи іншими аномаліями кісток; *****висока інтенсивність сигналу на Т2-зважених та STIR-зображеннях і низька інтенсивність сигналу на Т1-зважених зображеннях.

В. Підрахункова система (OMERACT 2002 RAMRIS).

• Синовіт оцінюють в трьох локусах зап'ястка (дистальний променево-ліктьовий суглоб, променезап'ястковий суглоб, міжп'ясткові та п'ястно-зап'ясткові суглоби) та в кожному п'ястно-фаланговому суглобі. Не оцінюють І п'ястно-зап'ястковий та І п'ястно-фаланговий суглоби. Шкала 0–3 бали: 0 — норма; 1–3 — синовіт (слабкий, помірний, виражений) — за 1/3 припущеного максимального об'єму потовщеної синовіальної оболонки.

• Кісткові ерозії: оцінюють окремо кожну кістку (зап'ясток — зап'ясткові кістки, дистальна ділянка променевої та дистальна ділянка ліктьової кістки, основи п'ясткових кісток; п'ястно-фалангові суглоби — головки п'ясткових кісток та основи фаланг). Шкала 0–10 балів, градуєвана за часткою ерозивної кістки в «оціненому обсязі кістки» на всіх доступних зображеннях: 0 — ерозій немає; 1 — 1–10% кістки ерозивні; 2 — 11–20% тощо. Для довгої кістки «оцінений обсяг кістки» — від хрящової поверхні (за відсутності її — від місця кращої візуалізації) на глибину 1 см. Щодо зап'ясткової кістки, то її оцінюють всю.

• Кістковий набряк підраховують для кожної кістки окремо (як для ерозій). Шкала 0–3, градуєвана за часткою кістки з набряком, наприклад: 0 — набряку немає; 1 — набряклі 1–33% кістки; 2 — 34–66%; 3 — 67–100%.

Таким чином МРТ — високоефективний діагностичний, неінвазивний метод, що відображає всі складові суглоба одночасно й сприяє вивченню структурних і функціональних параметрів при захворюваннях суглобів.

МРТ може виявляти дуже ранні зміни, пов'язані з дегенерацією СХ, коли клінічні симптоми ревматоїдних захворювань суглоба мінімальні чи відсутні. Раннє виявлення пацієнтів з ризиком прогресування захворювання, виявленим при проведенні МРТ, дозволяє призначити відповідне лікування набагато раніше, ніж у разі їх виявлення за допомогою інших клінічних, лабораторних і радіологічних методів.

Застосування Мр-КА дозволяє значно підвищити інформативність методу при ревматоїдних захворюваннях суглоба, оскільки може забезпечувати об'єктивні й кількісні виміри тонких, незначних морфологічних і структурних змін різних тканин суглоба протягом часу, і тому більш надійно відображає прогресування захворювання, а також дозволяє проводити моніторинг відповіді на лікування пацієнтів з ревматоїдними захворюваннями суглоба. Це полегшує оцінку нових препаратів для лікування при ревматоїдних захворюваннях суглоба і дозволяє швидше проводити дослідження у пацієнтів.

Необхідна подальша робота для оптимізації МРТ, оскільки її можна застосовувати як потужний об'єктивний метод дослідження ревматоїдних захворювань, а також потенційно нових препаратів для їх лікування.

ЛІТЕРАТУРА

EULAR: Working Party on Imaging in Rheumatology (2005) http://www.doctor33.it/eular/fr_references.asp

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В РЕВМАТОЛОГИИ

Лекция 1. Магнитно-резонансная томография

О.П. Борткевич

Резюме. Изложены основные принципы визуализации магнитно-резонансной томографии (МРТ), способы получения изображения, приведены показания и противопоказания использования данного метода обследования, его возможности и недостатки. Подробно описаны топологические особенности нормальных структур сустава (суставного хряща, суставных поверхностей, менисков, синовиальной оболочки, сухожилия и мышц), изложены особенности изменений каждого компонента суставного аппарата при таких патологических состояниях, как осте-

оартроз, ревматоидный артрит и т.п. Приведены протоколы обследования. Необходима дальнейшая работа для оптимизации МРТ, поскольку ее можно применять как мощный объективный метод исследования ревматоидных заболеваний, а также потенциально новых препаратов для их лечения.

Ключовые слова: магнитно-резонансная томография, ревматические заболевания суставов, остеоартроз, ревматоидный артрит.

MODERN INSTRUMENTAL METHODS OF VISUALISATION IN RHEUMATOLOGY

Lecture 1. Magnetic resonance imaging

O.P. Bortkevych

Summary. Fundamental principles of visualization in magnetic resonance imaging (MRI), methods of imagery, indications and contraindications of this method, potentialities and disadvantages are expounded in this lection. There is a description of

topologic features of joint normal structures (joint cartilage, joint surfaces, meniscus, synovium, tendons, muscles), expounded main changes of every joint component in case of such pathological conditions as osteoarthritis, rheumatoid arthritis, etc. The protocols of investigation are also given in lection. It is necessary the further work for MRI optimization, because it may be used as powerful objective method of investigation of rheumatic diseases, as well as new medications for their treatment.

Key words: magnetic resonance imaging, joint rheumatic diseases, osteoarthritis, rheumatoid arthritis.

Адреса для листування:

Борткевич Олег Петрович
03680, Київ, вул. Народного ополчення, 5
Національний науковий центр
«Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска»

РЕФЕРАТИВНА ІНФОРМАЦІЯ

Гастроинтестинальные побочные эффекты эторикоксиба у пациентов с остеоартритом: результаты клинического исследования эффективности и гастроинтестинальной переносимости эторикоксиба в сравнении с диклофенаком натрия (EDGE)

Baraf H.S.B., Fuetalba C., Greenwald M., Brzezicki J., O'Brien K., Soffer B., Polis A., Bird S., Kaur A., Curtis S.P. (2007) Gastrointestinal side effects of etoricoxib in patients with osteoarthritis: results of the etoricoxib versus diclofenac sodium gastrointestinal tolerability and effectiveness (EDGE) trial. *J. Rheumatol.*, 34: 408–420.

Цель. Сравнить гастроинтестинальную переносимость, безопасность, эффективность эторикоксиба и диклофенака у пациентов с остеоартритом (ОА).

Методы. 7111 пациентов (средний возраст 64 года) с диагнозом ОА включили в рандомизированное двойное слепое клиническое исследование. Пациенты получали эторикоксиб в дозе 90 мг 1 раз в сутки (n=3593) или диклофенак натрия 50 мг 3 раза в сутки (n=3158). Гастропротекторы и ацетилсалициловую кислоту в низких дозах назначали согласно терапевтическим рекомендациям. Первичной конечной точкой был общий уровень выведения из исследования из-за развития клинических и лабораторных проявлений гастроинтестинальных (ГИ) побочных явлений (ПЯ). Также оценивали общую безопасность, включая и данные по безопасности в аспекте тромботических кардиоваскулярных проявлений (КВ). Эффектив-

ность оценивали с использованием средних изменений наименьших квадратов (LS) от исходного уровня общей оценки состояния заболевания пациентов (PGADS; шкала 0–4).

Результаты. Длительность лечения составила в среднем 9,3 (4,4 и 16,5) и 8,9 (4,5 и 16,6) мес в группе эторикоксиба и диклофенака натрия соответственно. Общий уровень исключения из исследования из-за ГИ ПЯ был достоверно ниже в группе эторикоксиба в сравнении с группой диклофенака натрия [9,4 vs 19,2 событий на 100 пациенто-лет (PY) соответственно; отношение Хазард (HR) 0,50 (95% CI 0,43 и 0,58; p<0,001)]. Уровни тромботических КВ-событий были одинаковыми в группе эторикоксиба и диклофенака [1,25 vs 1,15 событий на 100 PY соответственно; HR 1,07 (95% CI 0,65 и 1,74)]. Уровень пациентов, которые были исключены из-за ПЯ, обусловленных гипертензией, был достоверно выше в группе эторикоксиба в сравнении с диклофенаком натрия (2,3% vs 0,7%; p<0,001), кроме того несколько ПЯ были серьезными (3 в группе эторикоксиба и 1 в группе диклофенака). Лечение эторикоксибом и диклофенаком приводит к одинаковому улучшению PGADS от исходного уровня — 0,78 (95% CI –0,80 и –0,75) и 0,75 (95% CI –0,77 и –0,72) соответственно.

Вывод. Лечение эторикоксибом в дозе 90 мг ассоциируется с достоверно лучшей ГИ-переносимостью в сравнении с диклофенаком натрия в популяции пациентов с ОА. Эторикоксиб 90 мг, доза на 50% выше рекомендованной для пациентов с ОА, приводит к более высокому уровню отмены из-за ПЯ, обусловленных гипертензией.