

МРТ-діагностика ушкоджень передньої хрестоподібної зв'язки. Сучасні підходи (Огляд)

Коструб О.О.¹, Котюк В.В.¹, Мазевич В.Б.¹, Нікіфорова І.М.², Смірнов Д.О.¹

¹ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

²"М24" Центри МРТ та КТ діагностики, м. Київ

Резюме. Ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ) у гострій період або часткові розриви навіть у віддалені терміни після травми часто складно діагностувати під час клінічного огляду пацієнта. Стандартні протоколи МРТ-дослідження, на жаль, у багатьох випадках лишають сумніви щодо ступеня пошкодження ПХЗ, а особливо при її справді часткових розривах, тому може знадобитись уточнення діагнозу під час лікувально-діагностичної артроскопії. За даними опублікованих досліджень, частота часткових розривів ПХЗ становить від 10 до 43% всіх ушкоджень ПХЗ. Однак аналізуючи висновки МРТ в Україні, ми можемо припускати гіпердіагностику часткових розривів у пацієнтів з інтактними ПХЗ та з повними її розривами. Так, залежно від діагностичного центру частота часткових розривів ПХЗ за висновками МРТ коливається від 30 до 83% всіх її ушкоджень, що дуже часто не відповідає дійсності та спростовується під час артроскопії. Часткові ушкодження ПХЗ також мають неабияку важливість. Так, вони з часом призводять до повних розривів у більш ніж 50% випадків та можуть спричиняти нестабільність колінного суглоба у частини спортсменів. У спортсменів високого класу, особливо тих, що займаються видами спорту з різкою зміною напрямку руху та ротаційними рухами, навіть часткові незначні розриви ПХЗ нерідко призводять до зниження функціональних можливостей та спортивних результатів. Основні помилки МРТ-діагностики ушкоджень ПХЗ: 1) аналіз лише сагітальних зрізів, на яких видно найбільшу довжину волокон ПХЗ, утім, давно доведено необхідність аналізу ПХЗ і за корональними, і за аксіальними зрізами; 2) аналіз стану ПХЗ за даними МРТ-досліджень, проведених на апаратах з індукцією магнітного поля менше ніж 1.0 Тесла, а особливо з великою товщиною зрізів та міжзрізових інтервалів; зменшення міжзрізового інтервалу дозволяє отримати більше інформації навіть на низькопольних МРТ-томографах; 3) відсутність дообстеження ПХЗ за допомогою додаткових проєкцій або укладок при сумнівних результатах стандартного дослідження або при часткових розривах ПХЗ; 4) остаточний висновок про стан ПХЗ у гострій період після травми на підставі лише її набряку. За наявності будь-яких сумнівів, осередків сигналу підвищеної інтенсивності в товщі ПХЗ, провисання її волокон, зменшення кута нахилу волокон та інших прямих або непрямих ознак ушкодження ПХЗ або відповідних клінічних симптомів навіть у разі нормальної МРТ-картини ПХЗ ми рекомендуємо застосовувати спеціальні протоколи її МРТ-дослідження: флексійна техніка, подвійна коса або сагітальна коса техніка, використання зрізів із малим кроком в 1-2 мм, які необхідно застосовувати в разі сумнівів із приводу пошкодження ПХЗ або при її часткових пошкодженнях.

Ключові слова: МРТ, передня хрестоподібна зв'язка.

Вступ

Ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки (ПХЗ) у гострій період або часткові розриви навіть у віддалені терміни після травми часто складно діагностувати під час клінічного огляду пацієнта. Традиційно вважається, що вирішальну крапку може поставити МРТ-дослідження. Але МРТ-діагностика має низку особливостей та залежить як від технічних факторів – обладнання, програмного забезпечення,

так і від людського фактора – стосовно укладки пацієнта, вибору оптимального протоколу дослідження, аналізу отриманих зображень тощо. На жаль, на даний час, зокрема в Україні, МРТ-дослідження рідко є вирішальним у діагностиці внутрішньосуглобової патології, тому, окрім удосконалення вміння ортопедів-травматологів аналізувати власне МРТ-зображення, виникає потреба в удосконаленні як самої техніки проведення МРТ-досліджень, так і методів оцінки отриманих МРТ-зображень.

“Золотим стандартом” діагностики розриву ПХЗ є артроскопія [1, 2]. Утім, це інвазивна та досить економічно затратна процедура. МРТ-діагностика разом із клінічним оглядом пацієнта за інформативністю може дуже наблизитись до чутливості та специфічності артроскопії. Пацієнти та лікарі покладають великі надії на МРТ-дослідження, особливо у сумнівних випадках, зокрема при гострих або часткових ушкодженнях. Але часто результати МРТ-дослідження все одно не є вирішальними та не дозволяють зробити остаточний висновок стосовно стану ПХЗ. Чому так відбувається? Адже за даними досліджень чутливість та специфічність МРТ-діагностики мала б наблизатись до таких показників при артроскопії.

Частою помилкою є оцінка ПХЗ лише за сагітальними зрізами взагалі, якою грішить частина ортопедів-травматологів. Так, на сагітальних зрізах зв'язка видається більш довгою і здається, що оцінити її цілісність за ними легше. Утім, давно відомо, що інші, навіть стандартні, зрізи збільшують точність діагностики розривів ПХЗ [3], і відносно високий відсоток виявлення повних ушкоджень ПХЗ за даними стандартних МРТ-досліджень стосується оцінки цієї зв'язки лише за всіма трьома проекціями. На даний час змінились як якість МРТ-апаратів, так і якість програмного забезпечення та протоколів дослідження. Основні дослідження та принципові протоколи за методикою МРТ-дослідження ПХЗ досить старі. Але це не заважає щорічному росту кількості публікацій, присвячених цьому питанню (рис. 1 та 2). Це свідчить про те, що, незважаючи на постійне удосконалення апаратури МРТ та програмного забезпечення, питання МРТ-діагностики ушкоджень ПХЗ досі не вирішене і ще не вичерпані можливості поліпшити її результати.

Пошук у базі даних PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) показав щорічне зростання кількості публікацій стосовно застосування МРТ у діагностиці ушкоджень ПХЗ.

Досліджень стосовно МРТ-аналізу стану та ушкоджень трансплантата ПХЗ удвічі менше, утім, і їх кількість збільшується.

З іншого боку, покращилась і точність артроскопії (збільшення роздільної здатності камери тощо), і розуміння анатомії ПХЗ (ПХЗ у вигляді стрічки [4, 5],

уточнена кількість та роль пучків [6, 7, 8] та роль ПХЗ взагалі [9, 10]), і її значення при заняттях певними видами спорту. Тому дослідження минулих років уже не задовольняють сучасних ортопедів, яким доводиться лікувати спортсменів високого рівня з підвищеними вимогами до стабільності колінного суглоба. Ортопеду-травматологу потрібно вміти оцінити як власне зміни на МРТ-зображеннях, так і методику проведеного МРТ-дослідження (розуміти та вміти провести оцінку товщини зрізів, їх розташування, інші характеристики, що також зазвичай вказуються при описі МРТ-зображень), щоб особисто розуміти його потенційну інформативність, а не лише покладатись на опис діагностів МРТ-центру. Такі описи у значному відсотку випадків не відповідають діагнозу та часто спростовуються під час артроскопії або описують зміни в суглобі загальними фразами про часткове ушкодження майже всіх структур, що зазвичай мало допомагає у виборі методу та способу лікування. Стандартні протоколи МРТ-дослідження, на жаль, у багатьох випадках лишають сумніви щодо ступеня пошкодження ПХЗ, а особливо при її справді часткових розривах, і можуть потребувати уточнення діагнозу під час лікувально-діагностичної артроскопії. Утім, як лікарі, так і пацієнти очікують від МРТ більшої точності та вирішальної ролі у постановці діагнозу.

За даними опублікованих досліджень, частота часткових розривів ПХЗ становить від 10 до 43% всіх ушкоджень ПХЗ. Однак аналізуючи висновки МРТ в Україні, ми можемо припускати гіпердіагностику часткових розривів у пацієнтів з інтактними ПХЗ та з повними її розривами. Так, залежно від діагностичного центру частота часткових розривів ПХЗ за висновками МРТ коливається від 30 до 83% всіх її ушкоджень, що дуже часто не відповідає дійсності та спростовується під час артроскопії. Часткові ушкодження ПХЗ також мають неабияку важливість. Так, вони з часом призводять до повних розривів у більш ніж 50% випадків та можуть спричинити нестабільність колінного суглоба у частини спортсменів [11]. У спортсменів високого класу, особливо тих, що займаються видами спорту з різкою зміною напрямку руху та ротаційними рухами, навіть часткові незначні розриви ПХЗ нерідко призводять до зниження функціональних можливостей та спортивних результатів.

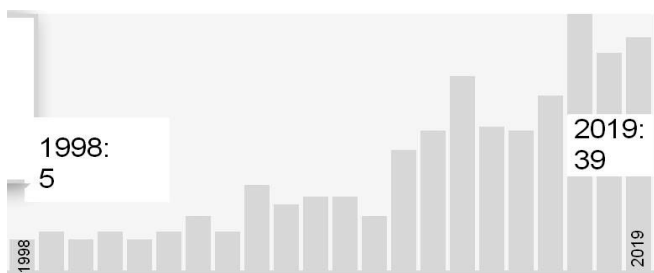


Рис. 1. Графік динаміки кількості публікацій, що стосуються МРТ-діагностики ушкоджень ПХЗ



Рис. 2. Графік динаміки кількості публікацій, що стосуються МРТ-діагностики ушкоджень трансплантата ПХЗ

МРТ-симптоми ушкодження ПХЗ за стандартними проекціями

При часткових розривах визначається підвищена інтенсивність сигналу в товщі ПХЗ або у місцях її прикріплення до кістки на T1 та T2, потовщення зв'язки (міжволоконний набряк, геморагія, можлива псевдопухлина, зокрема перилігаментозна псевдопухлина, пов'язана з гематомою за наявності інтактних волокон), стоншення передньої хрестоподібної зв'язки (товщина менше 10 мм або за даними частини досліджень – менше ніж здорова ПХЗ контрлатеральної кінцівки), нерівність контуру і волокон або часткова їх перерваність, підвищений сигнал на T2 всередині зв'язки із залишками інтактних волокон.

При повних розривах – виражене посилення інтенсивності сигналу, відсутність неперервності, відхилення від звичайного напрямку, аномальний хід хрестоподібної зв'язки, можлива псевдопухлина (зокрема інтракапсулярна псевдопухлина, як прояв гематоми), її вкорочення.

Непрямі МРТ-ознаки розриву ПХЗ зустрічаються лише у частини пацієнтів і можуть мати значення для оцінки стабільності ушкодження ПХЗ (див. нижче).

При стандартних МРТ-дослідженнях відносно непогано можна діагностувати повні розриви ПХЗ за умови суворого дотримання техніки дослідження та якості магнітно-резонансного томографа та програмного забезпечення. Хоча за результатами частини досліджень клінічне обстеження виявилось настільки ж інформативним щодо ушкоджень ПХЗ, як і МРТ у традиційних стандартних режимах та протоколах [2], або навіть більш інформативним [12, 13]. Тому є потреба в удосконаленні способів візуалізації ПХЗ на МРТ.

Точність стандартного МРТ-дослідження у виявленні часткових розривів ПХЗ, а особливо визначення їх ступеня, ще більш обмежена [14-25].

Для покращення діагностики ушкоджень ПХЗ існують **додаткові спеціальні протоколи МРТ-дослідження ПХЗ**.

1. Спеціалізоване дослідження ПХЗ зі згинанням травмованого колінного суглоба під кутом близько 17 та сагітальними зрізами вздовж ПХЗ – флексійна техніка [26-29] (рис. 3). Перевагами флексійної техніки є розширення ненапруженої у згинанні ПХЗ з можливістю оцінки більшої кількості волокон [28] та усунування перетискання ПХЗ дахом міжвиросткової западини (вирізки), що є однією з основних проблем у діагностиці часткових розривів ПХЗ за стандартними зрізами.

Стрілкою відзначено гіперінтенсивну ділянку рідини між латеральним виростком стегна та надірваним пучком ПХЗ

2. Спеціалізоване дослідження ПХЗ із зображеннями, отриманими уздовж ходу волокон ПХЗ із корональними (косі корональні або спеціалізовані зрізи) та сагітальними зрізами (томограмами), одержаними під кутом, подвійна коса або сагітальна коса техніка (рис. 4) [30, 31]. Таке сагітальне косе дослідження добре показує часткові розриви завдяки його подвійній ангуляції, що дозволяє розташувати площину дослідження уздовж ходу волокон ПХЗ.

3. Застосування більш тонких зрізів 2 мм (а ще ліпше 1 мм) [32] у спеціальних проекціях або хоча б у стандартних.

Паракорональні зрізи, за нашими даними, були найбільш інформативними, хоча, за даними інших досліджень, вони не засвідчили переваг перед стан-

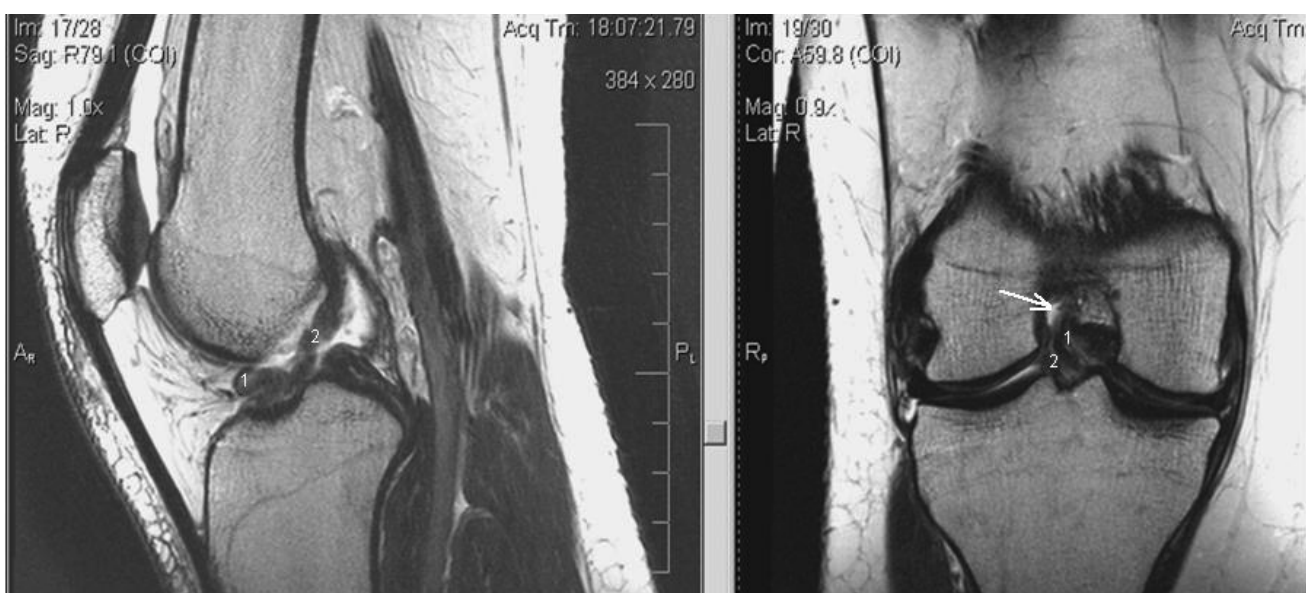


Рис. 3. Часткове ушкодження ПХЗ на 3 Тесла томографії. Флексійна техніка. 1. Ушкоджений антеромедіальний пучок ПХЗ, що завернувся вперед. 2. Цілий постеролатеральний пучок ПХЗ. Стрілкою відзначено гіперінтенсивну ділянку рідини між латеральним виростком стегна та надірваним пучком ПХЗ

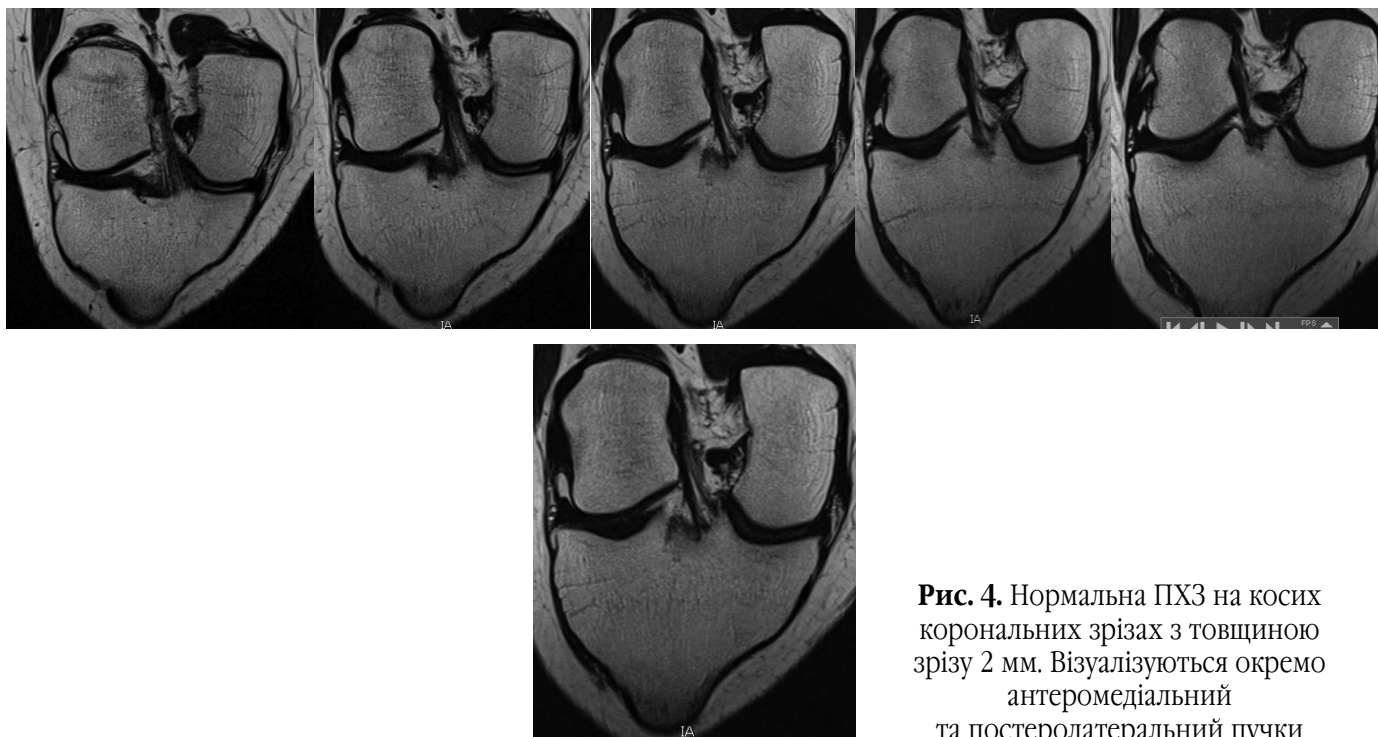


Рис. 4. Нормальна ПХЗ на косих корональних зрізах з товщиною зрізу 2 мм. Візуалізуються окремо антеромедіальний та постеролатеральний пучки

дартними корональними [33]. Це, з одного боку, вимагає проведення більш детальних досліджень з різними дослідниками, що проводять МРТ та оцінюють МРТ-знімки (адже точність може залежати як від правильного вибору кутів дослідження, так і від адекватності оцінки зображень). З іншого боку, це може вказувати на те, що косі паракорональні зрізи повинні не замінити собою стандартні корональні, а доповнювати їх за найменшої підозри на розрив ПХЗ. Потрібно правильно розуміти роль МРТ та інших методів діагностики. Так, метою МРТ є не тільки і не стільки діагностика розриву ПХЗ, а часто саме виключення можливості її ушкодження або встановлення діагнозу в сумнівних випадках, якими саме і є часткові розриви.

Таким чином, виділимо основні помилки МРТ-діагностики ушкоджень ПХЗ.

1. Аналіз лише сагітальних зрізів, на яких видно найбільшу довжину волокон ПХЗ, утім, давно доведено необхідність аналізу ПХЗ і за корональними, і за аксіальними зрізами.

2. Аналіз стану ПХЗ за даними МРТ-досліджень, проведених на апаратах з індукцією магнітного поля менше ніж 1,0 Тесла (оптимально високопольні – від 1,5 Тесла), а особливо з великою товщиною зрізів та міжзрізових інтервалів. Зменшення міжзрізового інтервалу дозволяє отримати більше інформації навіть на низькопольних МРТ-томографах.

3. Відсутність дообстеження ПХЗ за допомогою додаткових проекцій або укладок при сумнівних результатах стандартного дослідження або при часткових розривах ПХЗ.

4. Остаточний висновок про стан ПХЗ у гострий період після травми на підставі лише її набряку.

Що ще може допомогти у МРТ-діагностиці та оцінці характеру пошкоджень ПХЗ? У випадку часткового ушкодження ПХЗ важливо не лише виявити його, а й оцінити його стабільність та перспективи. Навіть два розриви 50% волокон ПХЗ можуть мати різний ступінь стабільності та різний прогноз залежно від їх локалізації (за довжиною зв'язки та за шириною, за окремими пучками), термінів відновлення після травми та характеру проведеного лікування, анатомічних особливостей пацієнта (нахил суглобової поверхні великогомілкової кістки та інші), характеру навантажень, що очікується, тощо.

Такі симптоми, що виявляються при МРТ-дослідженні, як відносно зміщення (трансляція) голілки вперед відносно стегнової кістки, відкриття заднього рогу латерального меніска та надмірна ангуляція задньої хрестоподібної зв'язки, не дуже виразні МРТ-ознаки ушкодження ПХЗ. Проте ці МРТ-ознаки, тим не менш, можуть бути досить важливими при оцінці стабільності ушкоджень ПХЗ. Вони частіше зустрічаються при так званих нестабільних ушкодженнях ПХЗ (є високоспецифічними для них) та можуть вказувати на більшу потребу в хірургічному лікуванні у порівнянні з більш стабільними ушкодженнями. Проте слід пам'ятати, що власне поняття стабільності ушкодження ПХЗ дуже відносне, адже ушкодження, яке буде розглядатись як стабільне для пересічної людини, що не залучена до важкої фізичної праці, може виявитись нестабільним для професійного спортсмена. Інші непрямі МРТ-ознаки ушкодження ПХЗ, як то контузійні

зміни задньолатеральної частини суглобової поверхні великогомілкової кістки і передньої латеральної частини латерального виростка стегна, так звана контузія, що цілує, мають менше значення для оцінки стабільності/нестабільності ушкодження ПХЗ.

Іншими елементами МРТ у корональній площині або рентгенограм у прямій проекції, на які варто звертати увагу, є ширина міжвиросткової вирізки та індекс ширини міжвиросткової вирізки. Чим вони менші, тим ризик ушкодження ПХЗ вищий [34], оскільки менша міжвиросткова вирізка вміщує тоншу ПХЗ [35], а також збільшує шанси на її імпліджмент. Тому зменшення цих двох показників на МРТ вказує на необхідність більш детального аналізу стану ПХЗ.

Висновки

Таким чином, додаткові режими/протоколи МРТ-дослідження можна не використовувати у більшості випадків – якщо ПХЗ добре прослідковується на всьому протязі на стандартних сагітальних зрізах у вигляді стрічки, натягнутої під відповідним кутом (паралельно міжвиростковій лінії) з сигналом низької інтенсивності, а на корональних зрізах має форму перевернутої літери V, оберненої верхівкою до латерального виростка стегна, або в'ялоподібну форму з двома пучками, що добре простежуються та йдуть від плато великогомілкової кістки до медіальної поверхні латерального виростка стегна. Але при будь-яких сумнівах, осередках сигналу підвищеної інтенсивності в товщі ПХЗ, провисанні її волокон, зменшенні кута нахилу волокон та інших прямих або непрямих ознаках ушкодження ПХЗ або за наявності відповідних клінічних симптомів навіть у разі нормальної МРТ-картини ПХЗ ми рекомендуємо застосовувати наведені вище додаткові протоколи МРТ-дослідження ПХЗ.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

Література

1. Accuracy of magnetic resonance in identifying traumatic intraarticular knee lesions / C.E. Vaz, O.P. Camango, J.P. Santana [et al.] // Clinics. – 2005. – № 60 (6). – P. 445–450. DOI: 10.1590/S1807-59322005000600003.
2. Clinical examination vs MRI: evaluation of diagnostic accuracy in detecting ACL and meniscal injuries in comparison to arthroscopy / M.A. Siddiqui, I. Ahmad, A. Bin Sabir [et al.] // Pol. Orthop. Traumatol. – 2013. – № 78. – P. 59–63. PubMed: 23416722.
3. MR evaluation of the anterior cruciate ligament: value of supplementing sagittal images with coronal and axial images / S.W. Fitzgerald, E.M. Remer, H. Friedman [et al.] // Am. J. Roentgenol. – 1993. – № 160 (6). – P. 1233–1237.
4. Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees / R. Smigielski, U. Zdanowicz, M. Drwiega [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2015. – № 23 (11). – P. 3143–3150. DOI: 10.1007/s00167-014-3146-7.
5. Siebold R. Flat ACL anatomy: fact no fiction / R. Siebold // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. – 2015. – № 23. – P. 3133. DOI: 10.1007/s00167-015-3818-y.
6. Tran T.D. A cadaveric study on the anatomy of anterior cruciate ligament in Vietnamese adults / T.D. Tran, Q.L. Tran // Asia Pac. J. Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Technol. – 2018. – № 14. – P. 22–25. DOI: 10.1016/j.asmart.2018.05.001.
7. Petersen W. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles / W. Petersen, T. Zantop // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2007. – № 454. – P. 35–47. PubMed PMID: 17075382.
8. MRI depiction and 3D visualization of three anterior cruciate ligament bundles / H. Otsubo, Y. Akatsuka, H. Takashima [et al.] // Clin. Anat. – 2017. – № 30 (2). – P. 276–283. DOI: 10.1002/ca.22810.
9. Loss of ACL function leads to alterations in tibial plateau common dynamic contact stress profiles / T. Chen, H. Wang, R. Warren, S. Maber // J. Biomech. – 2017. – № 16 (61). – P. 275–279. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.07.024.
10. Anterior Cruciate Ligament: Anatomy and Biomechanics / M. Prado, S. Nazario, J.S.P. Bergamini [et al.] // J. Health Sci. – 2019. – № 21 (2). – P. 166–169.
11. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament deficiency / F.R. Noyes, L.A. Moovar, C.T. Moorman 3rd, G.H. McGinniss // J. Bone Joint Surg. Br. – 1989. – № 71. – P. 825–833.
12. Diagnostic assessment in anterior cruciate ligament (ACL) tears / H. Kostov, O. Arsovski, E. Kostova, V. Nikilov // Prilozi. – 2014. – № 35 (1). – P. 209–218. PubMed: 24798607.
13. Arthroscopic evaluation of the accuracy of clinical examination versus MRI in diagnosing meniscus tears and cruciate ligament ruptures / A.M. Navali, M. Bazavar, M.A. Mohseni [et al.] // Arch. Iran Med. – 2013. – № 16 (4). – P. 229–232. PubMed: 23496367.
14. Anterior cruciate ligament tear: indirect signs at MR imaging / A. Gentili, L.L. Seeger, L. Yao, H.M. Do // Radiology. – 1994. – № 193 (3). – P. 835–840.
15. Laurance J.A. MRI diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament / J.A. Laurance, S.J. Ostlere, C.A. Dodd // Injury. – 1996. – № 27 (3). – P. 153–155.
16. Comparison of conventional spin-echo and fast spin-echo magnetic resonance imaging with fat suppression [correction for suppression] in cruciate ligament injury / I. Borić, M. Pecina, I. Bojanić [et al.] // Croat. Med. J. – 2004. – № 45 (2). – P. 195–201.
17. Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging / G.A. Tung, L.M. Davis, M.E. Wiggins, P.D. Fadale // Radiology. – 1993. – № 188 (3). – P. 661–667.
18. Posterolateral stabilizers of the knee: anatomy and injuries assessed with MR imaging / T.T. Miller, P. Gladden, R.B. Staron [et al.] // AMR Am. J. Roentgenol. – 1997. – № 169. – P. 1641–1647.
19. Johnson D.L. Diagnosis for anterior cruciate ligament surgery / D.L. Johnson, J.J. Warner // Clin. Sports Med. – 1991. – № 2. – P. 671–684.
20. Anterior cruciate ligament injury: fast spin-echo MR imaging with arthroscopic correlation in 217 examinations / T.P. Ha, K.C. Li, C.F. Beaulieu [et al.] // AJR Am. J. Roentgenol. – 1998. – № 170. – P. 1215–1219.
21. Normal and abnormal anatomy of the anterior cruciate ligament at axial MR imaging of the knee / S. Roychowdhury, S.W. Fitzgerald, A.H. Sonin [et al.] // Radiology. – 1996. – № 201 (Suppl S). – P. 1633.
22. Using MR imaging to diagnose partial tears of the anterior cruciate ligament: value of axial imaging / S. Roychowdhury, S.W. Fitzgerald, A.H. Sonin [et al.] // AMR Am. J. Roentgenol. – 1997. – № 168. – P. 1487.

23. MRI diagnostic of ACL bundle tears: value of oblique axial imaging / A.W. Ng, J.F. Griffith, E.H. Hung [et al.] // Skeletal Radiol. – 2012. – № 41. – P. 125–126.
24. Irizarry J.M. MR imaging of the knee ligaments and postoperative knee / J.M. Irizarry, M.P. Recht // Radiol. Clin. North Am. – 1997. – № 35. – P. 45–76.
25. MR evaluation of human anterior cruciate ligament autograft on oblique axial imaging / Y. Murakami, Y. Sumen, M. Ochi [et al.] // J. Comput. Assist. Tomogr. – 1998. – № 22. – P. 270–275.
26. MRI of normal anterior cruciate ligament (ACL) and reconstructed ACL: comparison of when the knee is extended with when knee is flexed / K. Nakanishi, S. Horibe, Y. Sbiozaki [et al.] // Eur. Radiol. – 1997. – № 7. – P. 1020–1024.
27. Knee extension and flexion: MR delineation of normal and torn anterior cruciate ligaments / M. Niitsu, K. Ikeda, T. Fukubayashi [et al.] // J. Comput. Assist. Tomogr. – 1996. – № 20. – P. 322–327.
28. Niitsu M. Slightly flexed knee position within a standard knee coil: MR delineation of the anterior cruciate ligament / M. Niitsu, K. Ikeda, Y. Itai // Eur. Radiol. – 1998. – № 8. – P. 113–115.
29. Evaluation of the anterior cruciate ligament of the knee: comparison between partial flexion true sagittal and extension sagittal oblique positions during MR imaging / E.R. Pereira, K.N. Ryu, J.M. Abn [et al.] // Clin. Radiol. – 1998. – № 53. – P. 574–578.
30. MR imaging of the anterior cruciate ligament: value of thin slice direct oblique coronal technique / K. Katabira, Y. Yamashta, M. Takabasbi [et al.] // Radiat. Med. – 2001. – № 19. – P. 1–7.
31. Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane: anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knees / H.U. Staebli, O. Adam, W. Becker, R. Burgkart // Arthroscopy. – 1999. – № 15. – P. 349–359.
32. Contribution of thin slice (1 mm) oblique coronal proton density-weighted MR images for assessment of anteromedial and posterolateral bundle damage in anterior cruciate ligament injuries / G. Gokalp, B. Demirag, O.F. Nas [et al.] // Eur. J. Radiol. – 2012. – № 81 (9). – P. 2358–2365. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.09.008.
33. Magnetic Resonance Imaging of Anterior Cruciate Ligament Tears: Evaluation of Standard Orthogonal and Tailored Paracoronal Images / S.R. Duc, M. Zanetti, J. Kramer [et al.] // Acta Radiologica. – 2005. – № 46 (7). – P. 729–733.
34. Khodair S.A. Relationship of distal femoral morphometrics with anterior cruciate ligament injury using MRI / S.A. Khodair, U.E. Gbieda, A.S. Elsayed // Tanta Med. J. – 2014. – № 42. – P. 64–68.
35. Morphometric parameters as risk factors for anterior cruciate ligament injuries – a MRI case-control study / L. Stijak, M. Bumbasirević, M. Kadija [et al.] // Vojnosanit Pregl. – 2014. – № 71 (3). – P. 271–276. PubMed PMID: 24697014.

MRI Diagnosis of the Anterior Cruciate Ligament Damages. Modern Approaches (Overview)

Kostrub O.O.¹, Kotiuk V.V.¹, Mazevykh V.B.¹, Nikiforova I.M.², Smirnov D.O.¹

¹SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, Kyiv

²“M24” MRI and CT Diagnostic Centers, Kyiv

Summary. Injury to the anterior cruciate ligament (ACL) in the acute period or partial tears even in the long term after an injury is often difficult to diagnose with clinical tests. Standard MRI protocols, unfortunately, in many cases leave doubts about the extent of damage to ACL, especially in case of its partial tears, and may require clarification of the diagnosis during diagnostic arthroscopy. According to published studies, the frequency of partial ruptures of ACL ranges from 10 to 43% of all ACL injuries. However, analyzing the findings of MRI in Ukraine, we can assume the hyperdiagnosis of partial ruptures in patients with intact ACL and with complete ACL ruptures. Thus, depending on the diagnostic center, the incidence of partial rupture of ACL according to MRI findings ranges from 30 to 83% of all its injuries, which very often does not correspond to reality and is refuted during arthroscopy. Partial injuries of ACL are also of great importance; they eventually lead to complete tears in more than 50% of cases and may cause knee joint instability in some athletes. For high-class athletes, especially those engaged in sports with a rapid change of movement direction and rotational movement, even partial minor ACL injuries often lead to reduced functionality and athletic performance. The main mistakes of MRI diagnostics of ACL injuries include: 1) analysis of only sagittal sections showing the greatest length of ACL fibers, although the need for analysis of ACL for both coronal and axial sections has long been proven; 2) analysis of the ACL status according to MRI studies performed on devices with a magnetic field induction of less than 1.0 Tesla, and especially with a large thickness of sections and intervals; reducing the spacing between slices allows more information to be obtained even on low-field MRI scanners; 3) the lack of additional ACL visualization with help of additional projections or setups in case of doubtful results of the standard study or in partial ACL injuries; 4) the final conclusion about the condition of ACL in the acute period after the trauma is based on its edema only. For any doubt, high intensity foci in the thickness of the ACL, slacking of the fibers, reduction of the inclination of the fibers and other direct or indirect signs of ACL injury, or in the presence of appropriate clinical symptoms, even in the case of a normal MRI scans, we recommend the use of additional special protocols for MRI examination of ACL to improve the diagnosis of ACL rupture: flexion technique, double oblique or sagittal oblique technique, the use of 1–2 mm slices, which should be used in case of doubt about ACL injury or its partial damage.

Key words: MRI, anterior cruciate ligament.

МРТ-диагностика повреждений передней крестообразной связки. Современные подходы (Обзор)

Коструб А.А.¹, Котюк В.В.¹, Мазевич В.Б.¹, Никифорова И.Н.², Смирнов Д.А.¹

¹ГУ “Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины”, г. Киев

²“М24” Центры МРТ и КТ диагностики, г. Киев

Резюме. Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) в острый период или частичные разрывы даже в отдаленные сроки после травмы часто сложно диагностировать во время клинического осмотра пациента. Стандартные протоколы МРТ-исследования, к сожалению, во многих случаях оставляют сомнения в степени повреждения ПКС, а особенно при ее действительно частичных разрывах, поэтому может понадобиться уточнение диагноза при лечебно-диагностической артроскопии. По данным опубликованных исследований, частота частичных разрывов ПКС составляет от 10 до 43% всех повреждений ПКС. Однако анализируя выводы МРТ в Украине, мы можем предполагать гипердиагностику частичных разрывов у пациентов с интактными ПКС и с полными ее разрывами. Так, в зависимости от диагностического центра частота частичных разрывов ПКС по заключениям МРТ колеблется от 30 до 83% всех ее повреждений, что очень часто не соответствует действительности и опровергается во время артроскопии. Частичные повреждения ПКС также имеют большую важность. Так, они со временем приводят к полным разрывам в более чем 50% случаев и могут вызывать нестабильность коленного сустава у части спортсменов. У спортсменов высокого класса, особенно тех, которые занимаются видами спорта с резким изменением направления движения и ротационными движениями, даже частичные незначительные разрывы ПКС нередко приводят к снижению функциональных возможностей и спортивных результатов. Основные ошибки МРТ-диагностики повреждений ПКС: 1) анализ только сагиттальных срезов, на которых видно наибольшую длину волокон ПКС, хотя давно доказана необходимость анализа ПКС и за корональными, и за аксиальными срезами; 2) анализ состояния ПКС по данным МРТ-исследований, проведенных на аппаратах с индукцией магнитного поля меньше чем 1.0 Тесла, особенно с большой толщиной срезов и межсрезовых интервалов; уменьшение межсрезового интервала позволяет получить больше информации даже на низкочастотных МРТ-томографах; 3) отсутствие дообследования ПКС с помощью дополнительных проекций или укладок при сомнительных результатах стандартного исследования или при частичных разрывах ПКС; 4) окончательный вывод о состоянии ПКС в острый период после травмы на основании только ее отека. При наличии любых сомнений, очагов сигнала повышенной интенсивности в толще ПКС, провисания ее волокон, уменьшения угла наклона волокон и других прямых или косвенных признаков повреждения ПКС или соответствующих клинических симптомов даже в случае нормальной МРТ-картины ПКС мы рекомендуем применять специальные протоколы ее МРТ-исследования: флекссионная техника, двойная косая или сагиттальная косая техника, использование срезов с малым шагом в 1-2 мм, которые необходимо применять в случае сомнений по поводу повреждения ПКС или при ее частичных повреждениях.

Ключевые слова: МРТ, передняя крестообразная связка.

Для листування: Котюк Віктор Володимирович, к.мед.н., старший науковий співробітник відділу спортивної та балетної травми, ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, Бульварно-Кудрявська вул., 27, Київ, 01601, Україна. E-mail: kotyuk_v@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8837-8603>.

For correspondence: Kotiuk Viktor V., Ph.D. in Medicine, senior researcher, the Department of Sports and Ballet Injuries, SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. E-mail: kotyuk_v@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8837-8603>.