

Гиясова Низора Кобиловна¹ <https://orcid.org/0000-0001-8942-0930>

Гиясова Райхона Баходировна²

1. Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Узбекистан
2. Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Узбекистан

ВОЗМОЖНОСТИ МРТ В МОНИТОРИНГЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЯГКОТКАННЫХ СТРУКТУР КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ТРАВМЫ

Аннотация

Травмы коленного сустава являются одной из наиболее частых причин временной и стойкой утраты трудоспособности, особенно среди лиц молодого и среднего возраста, а также профессиональных спортсменов. Повреждение мягкотканых структур, включая связочный аппарат, мениски, суставной хрящ и околосуставные ткани, нередко сопровождается длительным периодом восстановления и высоким риском развития хронической нестабильности и посттравматического остеоартроза. Эффективное лечение и реабилитация требуют не только клинического контроля, но и объективной визуализации репаративных процессов.

Магнитно-резонансная томография является ведущим методом лучевой диагностики коленного сустава благодаря высокой тканевой контрастности и возможности детальной оценки мягкотканых структур. В динамике МРТ позволяет отслеживать изменения, связанные с заживлением связок и менисков, лигаментализацией трансплантатов после реконструктивных операций, регрессом отёка и воспалительных изменений, а также состоянием суставного хряща. Целью настоящей работы является расширенный анализ диагностических возможностей МРТ в мониторинге восстановления мягкотканых структур коленного сустава после травмы и оценка её роли в оптимизации лечебно-реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; коленный сустав; мягкотканые структуры; связочный аппарат; мениски; посттравматические изменения; мониторинг восстановления; реконструкция передней крестообразной связки; лигаментализация трансплантата; реабилитация после травмы.

G'iyosova Nigora Qobilovna¹

G'iyosova Rayhona Bahodirovna²

1. Samarqand davlat tibbiyot universiteti,
Samarqand shahri, O'zbekiston
2. Samarqand davlat tibbiyot universiteti,
Samarqand shahri, O'zbekiston

TIZZA BO'G'IMI YUMSHOQ TO'QIMALI TUZILMALARINING JAROHATDAN SO'NG TIKLANISHINI MONITORING QILISHDA MRT IMKONIYATLARI

Annotatsiya

Tizza bo'g'imi jarohatlari, ayniqsa, yosh va o'rta yoshdagilar, shuningdek, professional sportchilar orasida mehnat qobiliyatini vaqtincha va turg'un yo'qotishning eng ko'p uchraydigan

sabablaridan biridir. Yumshoq to‘qima tuzilmalarining, shu jumladan boylam apparati, menisklar, bo‘g‘im tog‘ayi va bo‘g‘im atrofidagi to‘qimalarning shikastlanishi ko‘pincha uzoq tiklanish davri va surunkali beqarorlik va travmadan keyingi osteoartroz rivojlanishining yuqori xavfi bilan birga keladi. Samarali davolash va rehabilitatsiya nafaqat klinik nazoratni, balki reparativ jarayonlarning obyektiv vizualizatsiyasini ham talab qiladi.

Magnit-rezonans tomografiya yuqori to‘qima kontrastligi va yumshoq to‘qima tuzilmalarini batafsil baholash imkoniyati tufayli tizza bo‘g‘imini nurli tashxislashning yetakchi usuli hisoblanadi. Dinamikada MRT bog‘lamlar va menisklarning bitishi, rekonstruktiv operatsiyalardan keyin transplantatlarning ligamentlanishi, shish va yallig‘lanish o‘zgarishlarining regressi, shuningdek, bo‘g‘im tog‘ayining holati bilan bog‘liq o‘zgarishlarni kuzatish imkonini beradi. Tadqiqotning maqsadi jarohatdan keyin tizza bo‘g‘imi yumshoq to‘qima tuzilmalarining tiklanishini monitoring qilishda MRTning diagnostik imkoniyatlarini kengaytirilgan tahlil qilish va uning davolash-rehabilitatsiya chora-tadbirlarini optimallashtirishdagi rolini baholashdan iborat.

Tayanch iboralar: magnit-rezonans tomografiya; tizza bo‘g‘imi; yumshoq to‘qima tuzilmalari; boylam apparati; menisklar; jarohatdan keyingi o‘zgarishlar; tiklanish monitoringi; oldingi xochsimon boylam rekonstruksiyasi; transplantatni ligamentlash; jarohatdan keyingi rehabilitatsiya.

Giyasova Nigora Kobilovna¹

Giyasova Raykhon Bakhodirovna²

1. Samarkand State Medical University,
Samarkand, Uzbekistan

2. Samarkand State Medical University,
Samarkand, Uzbekistan

MRI OPPORTUNITIES IN MONITORING THE RESTORATION OF SOFT TISSUE STRUCTURES OF THE KIDNEY JOINT AFTER INJURY

Abstract

Knee joint injuries are one of the most common causes of temporary and permanent disability, especially among young and middle-aged individuals, as well as professional athletes. Damage to soft tissue structures, including the ligamentous apparatus, menisci, articular cartilage, and periarticular tissues, is often accompanied by a prolonged recovery period and a high risk of developing chronic instability and post-traumatic osteoarthritis. Effective treatment and rehabilitation require not only clinical monitoring but also objective visualization of reparative processes.

Magnetic resonance imaging is the leading method of radiation diagnostics of the knee joint due to its high tissue contrast and the ability to thoroughly assess soft tissue structures. In dynamics, MRI allows tracking changes related to ligament healing of ligaments and menisci, ligamentation of transplants after reconstructive operations, regression of edema and inflammatory changes, as well as the condition of the articular cartilage. The purpose of this work is an expanded analysis of the diagnostic capabilities of MRI in monitoring the restoration of soft tissue structures of the knee joint after injury and assessing its role in optimizing treatment and rehabilitation measures.

Keywords: magnetic resonance imaging; knee joint; soft tissue structures; ligamentous apparatus; menisci; post-traumatic changes; recovery monitoring; anterior cruciate ligament reconstruction; transplant ligamentation; post-traumatic rehabilitation.

Введение

Коленный сустав представляет собой сложное анатомо-функциональное образование, обеспечивающее опорную и двигательную функцию нижней конечности. В силу своей анатомии и высокой функциональной нагрузки он подвержен травматическим повреждениям, возникающим как в быту, так и при занятиях спортом. Наиболее часто встречаются разрывы передней крестообразной связки, повреждения медиального и латерального менисков, травмы коллатеральных связок и сухожилий, а также сочетанные повреждения мягкотканых и костных структур.

После травмы коленного сустава клиническая картина и данные физикального обследования не всегда позволяют объективно оценить степень восстановления повреждённых тканей. Боль, ограничение подвижности и мышечный спазм могут сохраняться даже при удовлетворительном анатомическом заживлении, тогда как отсутствие выраженных симптомов не исключает неполного восстановления или формирования хронических изменений. В этих условиях возрастает значение методов визуализации, способных объективно отражать морфологическое и функциональное состояние мягких тканей.

Рентгенография и компьютерная томография имеют ограниченные возможности в оценке связок, менисков и суставного хряща и в основном используются для выявления костных повреждений. Магнитно-резонансная томография, напротив, позволяет детально визуализировать все элементы коленного сустава и является методом выбора как для первичной диагностики травм, так и для динамического наблюдения в процессе восстановления. Расширение показаний к использованию МРТ в реабилитационном периоде обусловлено необходимостью объективного контроля эффективности лечения и профилактики отдалённых осложнений.

Материалы и методы

МРТ коленного сустава выполняется на томографах с напряжённостью магнитного поля 1,5–3,0 Тл с использованием стандартного ортопедического протокола. Исследование проводится в нескольких плоскостях, что позволяет комплексно оценить анатомические и структурные особенности сустава. Используются T1-взвешенные, T2-взвешенные и протонно-взвешенные изображения, а также последовательности с подавлением сигнала от жировой ткани, обеспечивающие высокую чувствительность к отёку и воспалительным изменениям.

Таблица 1. Основные мягкотканые структуры коленного сустава и возможности МРТ-мониторинга

Структура	Частые травматические повреждения	МРТ-признаки восстановления
Передняя крестообразная связка	Разрыв, реконструкция	Снижение сигнала, формирование волокнистой структуры

Задняя крестообразная связка	Частичный/полный разрыв	Восстановление непрерывности волокон
Медиальный мениск	Продольные, радиальные разрывы	Уменьшение внутрименискового сигнала
Латеральный мениск	Комплексные разрывы	Стабилизация формы
Коллатеральные связки	Растяжение, разрыв	Регресс отёка, однородность сигнала
Суставной хрящ	Контузия, хондропатия	Стабилизация толщины, отсутствие дефектов

В ходе мониторинга восстановления мягкотканых структур особое внимание уделяется состоянию связочного аппарата, включая крестообразные и коллатеральные связки. Оцениваются их целостность, толщина, однородность сигнала и степень васкуляризации в послеоперационном периоде. Анализ состояния менисков включает оценку формы, контуров и интенсивности сигнала, что позволяет судить о процессе заживления или прогрессировании дегенеративных изменений.

Динамические МРТ-исследования выполняются на различных этапах реабилитации, что даёт возможность отслеживать эволюцию патологических изменений и своевременно выявлять осложнения. При необходимости применяются дополнительные методики, включая МР-артрографию, для более точной оценки внутрисуставных структур.

Рисунок 1. МРТ коленного сустава в остром посттравматическом периоде



Результаты

МРТ демонстрирует высокую чувствительность в выявлении динамических изменений мягкотканых структур коленного сустава в процессе восстановления. В раннем посттравматическом и послеоперационном периоде отмечается выраженный отёк мягких тканей и костного мозга, повышение интенсивности сигнала от повреждённых связок и менисков, а также реактивные изменения синовиальной оболочки. Эти изменения постепенно регрессируют по мере заживления тканей и нормализации биомеханики сустава.

Таблица 2. МРТ-признаки восстановления в динамике

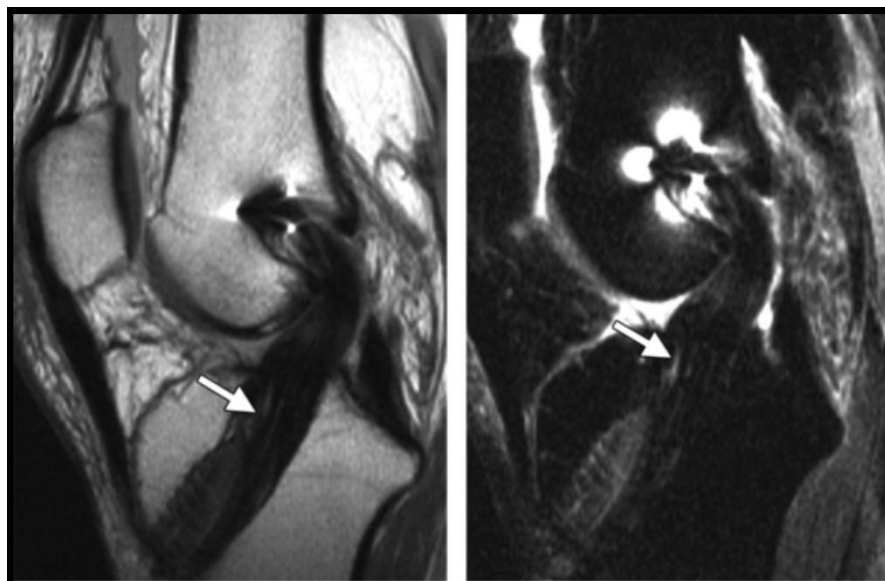
Период наблюдения	Характерные МРТ-изменения
Острый период (0–4 недели)	Отёк, высокий сигнал на T2/STIR
Подострый период (1–3 месяца)	Частичный регресс отёка, неоднородность сигнала
Реабилитационный период (3–6 месяцев)	Формирование структуры связок, снижение сигнала
Отдалённый период (>6 месяцев)	Стабильная архитектура, минимальные изменения

При реконструкции передней крестообразной связки МРТ позволяет отслеживать процесс лигаментализации трансплантата, который характеризуется постепенным снижением сигнала и формированием структуры, приближенной к нативной связке. Динамическая оценка состояния трансплантата имеет важное значение для определения сроков увеличения нагрузки и возвращения пациента к физической активности.

Восстановление менисков сопровождается стабилизацией их формы и уменьшением внутритканевого сигнала. МРТ также позволяет выявлять вторичные изменения суставного хряща и ранние признаки хондропатии, что имеет прогностическое значение в отношении развития посттравматического остеоартроза.

Обсуждение

Полученные данные подтверждают ключевую роль МРТ в мониторинге восстановления мягкотканых структур коленного сустава после травмы. В отличие от клинического обследования, МРТ предоставляет объективные морфологические критерии заживления тканей и позволяет выявлять скрытые патологические изменения, не сопровождающиеся выраженной симптоматикой.

Рисунок 2. МРТ после реконструкции передней крестообразной связки

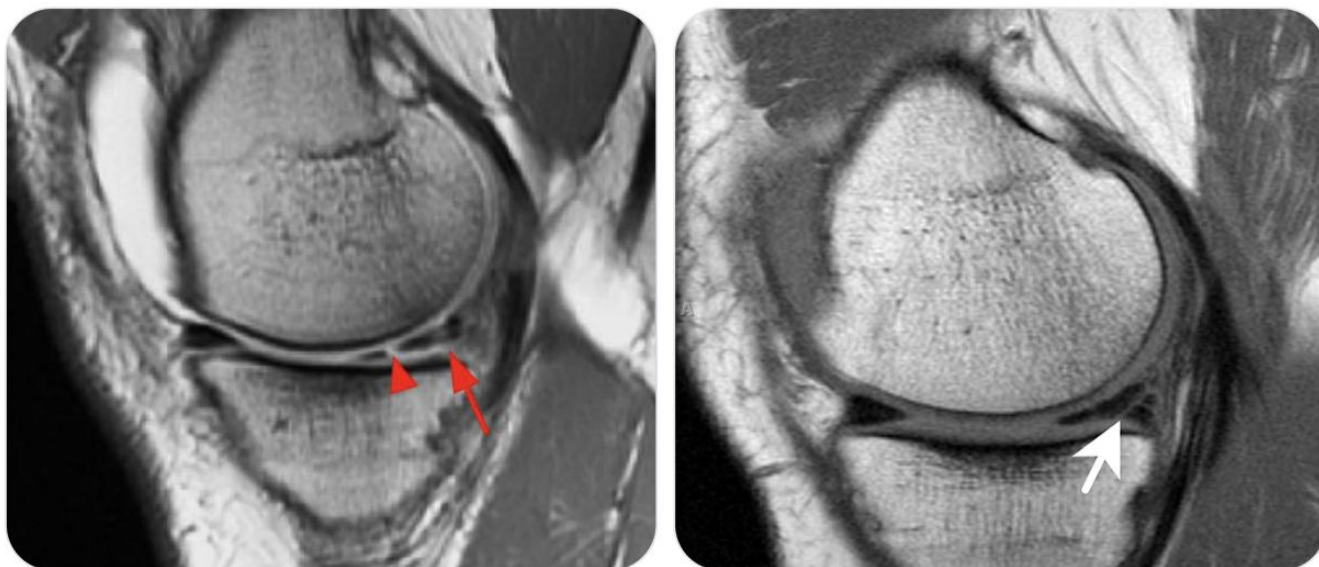
Особое значение МРТ приобретает при планировании реабилитационных мероприятий и определении сроков возвращения пациента к физической активности. Недостаточная оценка состояния связок и менисков может привести к преждевременному увеличению нагрузки и риску повторной травмы. Использование МРТ в динамике позволяет индивидуализировать реабилитационные программы и повысить безопасность восстановительного процесса.

Таблица 3. МРТ-критерии лигаментализации трансплантата ПКС

МРТ-показатель	Ранняя стадия	Поздняя стадия
Интенсивность сигнала	Повышенная	Близкая к нативной связке
Структура волокон	Неоднородная	Упорядоченная
Контур	Нечёткие	Чёткие
Перифокальный отёк	Выражен	Отсутствует

Кроме того, МРТ играет важную роль в раннем выявлении осложнений, таких как несостоятельность швов менисков, повторные разрывы связок, синовит и прогрессирующая хондропатия. Это позволяет своевременно корректировать лечебную тактику и снижать риск отдалённых неблагоприятных исходов.

Рисунок 3. Динамика восстановления мениска



Заключение

Магнитно-резонансная томография является высокоинформативным, неинвазивным и безопасным методом мониторинга восстановления мягкотканых структур коленного сустава после травмы. Возможность детальной оценки связочного аппарата, менисков, суставного хряща и околосуставных тканей делает МРТ незаменимым инструментом динамического наблюдения в процессе лечения и реабилитации. Включение МРТ в алгоритмы ведения пациентов после травм коленного сустава способствует более объективной оценке репаративных процессов, оптимизации реабилитационных мероприятий и снижению риска развития хронических осложнений.

Список литературы

1. Sanders TG, Miller MD. A systematic approach to magnetic resonance imaging interpretation of sports medicine injuries of the knee. *Am J Sports Med.* 2005;33(1):131–48. doi:10.1177/0363546504267342
2. Van Dyck P, Gielen JL, Vanhoenacker FM, et al. MR imaging of the postoperative knee. *Eur Radiol.* 2013;23(10):2919–33. doi:10.1007/s00330-013-2874-1
3. Recht MP, Kramer J. MR imaging of the postoperative knee: A pictorial essay. *Radiographics.* 2002;22(4):765–74. doi:10.1148/radiographics.22.4.g02jl05765
4. White LM, Kramer J. MR imaging evaluation of the postoperative knee. *Radiol Clin North Am.* 2009;47(4):727–49. doi:10.1016/j.rcl.2009.03.003
5. Papalia R, Vasta S, Franceschi F, et al. Magnetic resonance imaging following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Br Med Bull.* 2012;104(1):135–56. doi:10.1093/bmb/lds028
6. Biercevicz AM, Murray MM, Walsh EG, et al. T2* relaxometry of the anterior cruciate ligament graft. *J Orthop Res.* 2014;32(6):759–65. doi:10.1002/jor.22594
7. Magee T. MR findings after meniscal repair. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;191(1):80–5. doi:10.2214/AJR.07.3100
8. Negmatov I.S., Mansurov D.Sh. Tizza bo‘g‘imini to‘liq endoprotezlashda kompleks reabilitatsiya: hayot sifatini oshirish omili sifatida. *New Day in World Medicine.* 2024;3(6):45–50.
9. Турдуматов Ж.А., Мардиева Г.М. II типдаги қандли диабетда ўпканинг сурункали обструктив касаллиги рентгенологик семиотиikasi [Рентгенологическая семиотика хронической обструктивной болезни лёгких при сахарном диабете II типа]. Журнал гуманитарных и естественных наук. 2025;2(19):235–241. URL: <https://journals.tnmu.uz/index.php/gtfj/article/view/1295>
10. Жалилов Х. М. и др. Краткая история искусственного интеллекта и роботизированной хирургии в ортопедии и травматологии и ожидания на будущее //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – Т. 3. – №. 6. – С. 223-232.
11. Гиясова Н. К., Негматов И. С. Молекулярный состав хряща при остеоартрите коленного сустава //Science and Education. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 483-495.
12. Негматов И. С. ЭТАПНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА //Healthway. – 2025. – Т. 1. – №. 2. – С. 180-190.
13. Ходжанов И.Ю., Жалилов Х.М., Мансуров Д.Ш. Современные аспекты эпидемиологии и терапии венозных тромбоэмболических осложнений при травмах. *Российский хирургический журнал.* 2025;1(1):72-78.
14. Ткаченко А. Н. и др. 3 Республиканская больница имени ВА Баранова, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия 4 Военно-медицинская академия имени СМ Кирова, Санкт-Петербург, Россия.
15. Турдуматов Ж. А., Мардиева Г. М. II ТИПДАГИ ҚАНДЛИ ДИАБЕТДА ЎПКАНИНГ СУРУНКАЛИ ОБСТРУКТИВ КАСАЛЛИГИ РЕНТГЕНОЛОГИК

СЕМИОТИКАСИ //Журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – №. 19 [2]. – С. 235-241.

16. Негматов И. С. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ТЕРАПИЯ КОЛЕННОГО ОСТЕОАРТРИТА: КЛЮЧЕВЫЕ ПОДХОДЫ И ВЛИЯНИЕ ФИЗИОТЕРАПИИ //Healthway. – 2025. – Т. 1. – №. 1. – С. 262-272.

Muallif bilan bog‘lanish uchun e-mail	Author's contact email	Email для связи с автором
nikagiyasova2015@gmail.com		