

## Магнитно-резонансная томография и ультразвуковое исследование в диагностике травматических повреждений коленного сустава

*А.В. Брюханов, М.А. Клыжин*

*Клинический консультативно-диагностический центр Алтайского края, Негосударственное учреждение здравоохранения “Отделенческая клиническая больница на ст. Барнаул” ОАО “РЖД”*

### Введение

Повреждения коленных суставов составляют до 70% травм опорно-двигательного аппарата. Они выявляются преимущественно у лиц трудоспособного возраста и нередко приводят к временной или стойкой утрате трудоспособности. Последние тенденции в области медицины заставляют искать оптимальные способы диагностики и лечения травматических поражений коленных суставов. Несмотря на большое количество работ, посвященных выявлению этих поражений, ошибки при постановке диагноза отмечаются у 30% пациентов [1–4].

Неспецифичность клинических симптомов повреждения структур коленного сустава заставляет прибегнуть к использованию дополнительных методов диагностики. В качестве основных неинвазивных методов визуализации хрящевых структур и связок в настоящее время используются магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультрасонография (УЗИ). Метод МРТ в силу высокой стоимости, низкой пропускной способности и относительно малой доступности не может удовлетворить высокую потребность специалистов в данном виде исследований. Наиболее достоверную информацию о состоянии суставного хряща и тканей полости сустава дает артроскопия (АС) – прямое визуальное исследование полости сустава [5, 6]. Метод признан “золотым стандартом” в диагностике состояния внутрисуставных структур. Однако, несмотря на высокие диагностические показатели АС, инвазивность метода резко ограничивает его использование в клинических исследованиях [7–9].

Широкое применение УЗИ опорно-двигательного аппарата обусловлено неинвазив-

ностью, доступностью, простотой и экономичностью. В сочетании с возможностью получения послойных изображений в реальном режиме времени и высоким тканевым контрастированием он занимает достойное место среди инструментальных методов исследования опорно-двигательного аппарата.

**Цель работы.** Изучение возможностей УЗИ и МРТ в диагностике травматических поражений коленного сустава.

### Материал и методы

Проведено комплексное исследование 194 коленных суставов у 192 пациентов с острой и хронической травмой коленного сустава в возрасте от 10 до 69 лет. Были обследованы 93 левых коленных сустава (48,4%) и 101 правый коленный сустав (52,6%) у 112 мужчин (58%) и 80 женщин (42%). Первоначально всем больным проводилось УЗИ на сканерах Acuson Aspen (Siemens) и EnVisor (Philips) линейными датчиками в диапазоне частот 7,5–12 МГц. Вторым этапом исследования было проведение МРТ, которая выполнялась на аппарате Intera (Philips) в режимах PDW в сагиттальной и коронарной проекциях с толщиной среза 3 мм; T2-градиентное-эхо в сагиттальной и коронарной проекциях с толщиной среза 4 мм.

Для определения диагностической значимости результатов УЗИ и МРТ проведена артроскопическая верификация полученных данных у 62 пациентов (32%). Проведен расчет чувствительности и специфичности результатов на основании сопоставления истинно и ложноположительных и истинно и ложноотрицательных случаев.

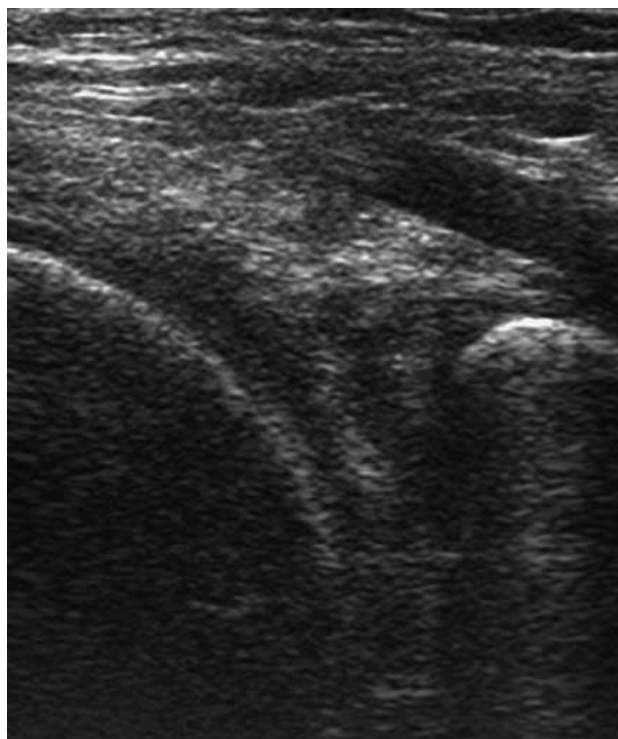
## Результаты

При анализе проведенного исследования выделены 3 группы пациентов: 1-я – пациенты с повреждением менисков; 2-я – больные с повреждением связочного аппарата; 3-я – пациенты без повреждений связок и менисков (с поражением костных и мягкотканых структур коленного сустава).

Первую и наиболее обширную группу составили 86 больных (44,3%), у которых были выявлены разрывы медиального и латерального менисков, подтвержденные клинически и артроскопически. В данную группу включены 75 пациентов с повреждением медиального мениска (87,2%) и 11 – с повреждением латерального мениска (12,8%). Частота повреждения заднего рога медиального мениска составила 94,7% (71 пациент), переднего – 5,3% (4 пациента). Разрывы переднего и заднего рогов латерального мениска встречались примерно одинаково: переднего рога – 45% (5 пациентов), заднего рога – 55% (6 пациентов). В 5 случаях были диагностированы разрывы менисков, осложненные кистами: 3 – медиальный мениск, 2 – латеральный мениск. У 3 пациентов было сочетанное поражение медиального и латерального менисков. По поводу подозрения на повреждение менисков проведена 51 (59,3%) операция: на медиальном мениске – 42 (85,5%), на латеральном – 9 (14,5%).

Механизмом травматизации менисков является резкое ротационное движение в коленном суставе – вращение бедра при фиксированной голени и стопе: при повреждении медиального мениска – кнаружи, латерального – кнутри.

Основным клиническим проявлением повреждения мениска являлся симптом “блокады” и шелчка при движении, возникающий вследствие ущемления разорванного мениска между суставными поверхностями большеберцовой и бедренной костей. Ущемление блокирует сустав в вынужденном согнутом положении с ограничением разгибания. Характерными признаками повреждения мениска являются жалобы пациентов на “выскакивание” и ощущение “подгибания” коленного сустава в результате смещения оторванного заднего рога. Разрыв мениска сопровождается выпотом в коленном суставе, который появляется через несколько часов после повреждения и обусловлен сопутствующим повреждением синовиальной оболочки сустава. Последующие рецидивы атак блокады и “подгибания” также протекают с выпотом



*Рис. 1. Эхограмма коленного сустава. Повреждение медиального мениска.*

в суставе; чем чаще происходят блокады и “подгибания”, тем меньше последующая трансудация в суставе. Может наступить такое состояние, когда после привычной блокады выпот уже не определяется.

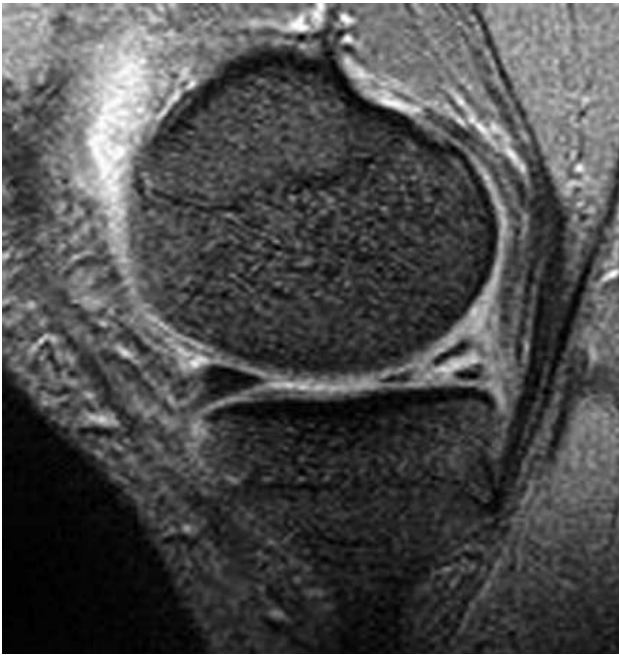
Ультразвуковыми признаками повреждения мениска являлись [10] (рис. 1):

– утрата однородности, обусловленная визуализированным ан- или гипоехогенным дефектом ткани (95%);

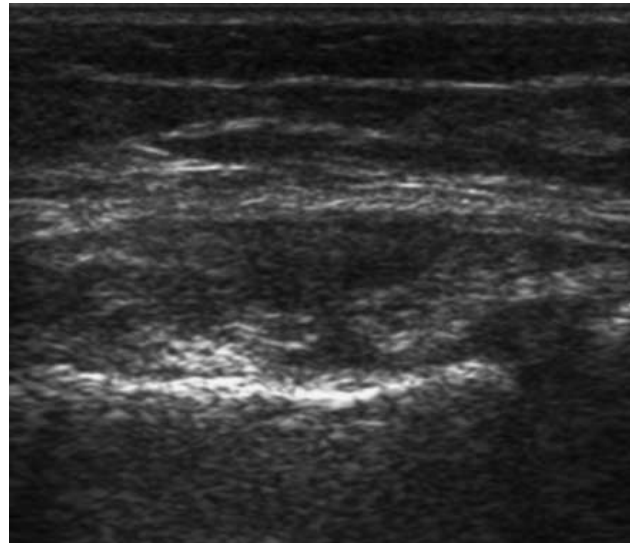
– деформация контура мениска и нарушение четкости дифференциации границы мениска с суставным хрящом (57%).

При МРТ-исследовании повреждение мениска проявлялось наличием линейного участка высокой интенсивности на Т2-ВИ в веществе мениска, четко сообщающегося с его суставной поверхностью, а также неправильная форма мениска, его деформация и фрагментация (рис. 2).

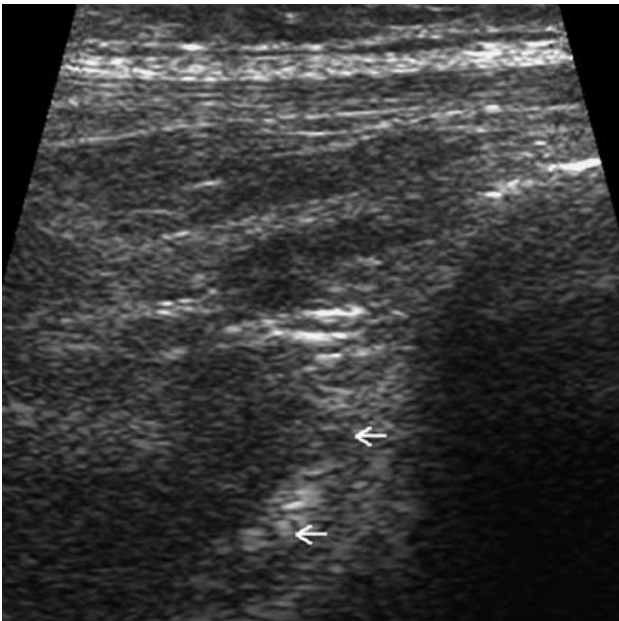
Вторую группу составили пациенты с повреждениями связочного аппарата коленного сустава – 76 случаев (39%) повреждения боковых и крестообразных связок (изолированных и сочетанных), частичное повреждение собственной связки надколенника. Частичное повреждение медиальной боковой связки выявлено в 16 случаях (21%). Повреждение передней крестообразной связки диаг-



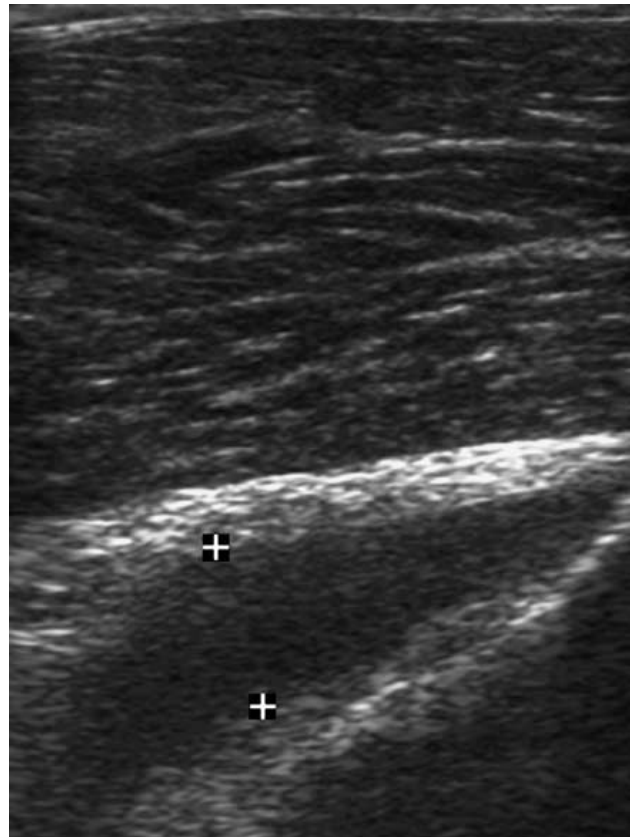
*Рис. 2. МРТ коленного сустава. Повреждение медиального мениска.*



*Рис. 3. Эхограмма коленного сустава. Повреждение медиальной боковой связки.*



*Рис. 4. Эхограмма коленного сустава. Повреждение передней крестообразной связки.*

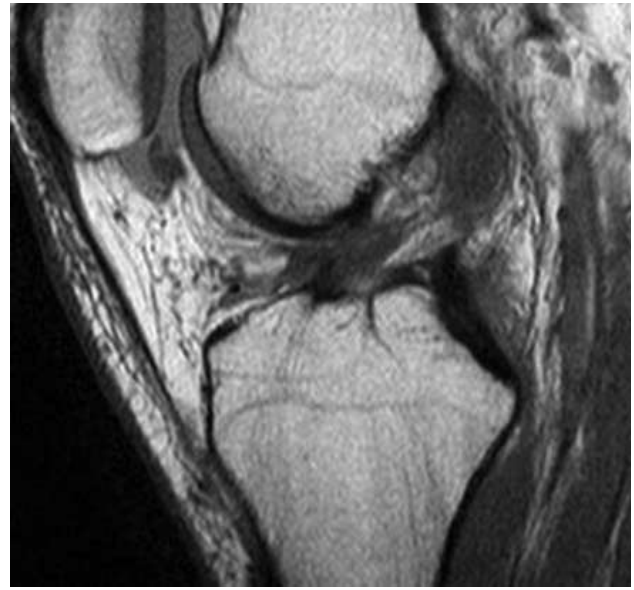


*Рис. 5. Эхограмма коленного сустава. Повреждение задней крестообразной связки.*





*Рис. 6. МРТ коленного сустава. Повреждение медиальной боковой связки.*



*Рис. 7. МРТ коленного сустава. Повреждение передней крестообразной связки.*

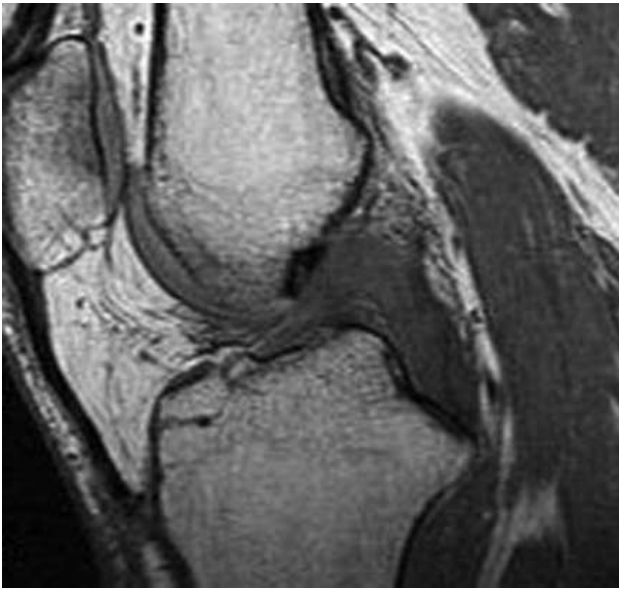
ностировано у 43 пациентов (56,6%). Задняя крестообразная связка была повреждена в 11 случаях (14,5%). Частичное повреждение собственной связки надколенника было выявлено в 6 случаях (7,9%). В 19 наблюдениях встречалось сочетанное повреждение менисков и связочного аппарата, в 12 – сочетанное повреждение связок. У 1 пациента была выявлена “несчастливая” триада: сочетанное поражение медиальной боковой связки, передней крестообразной связки и медиального мениска.

Механизмом травмы боковых связок является резкая ротация голени при согнутом колене и фиксированной стопе: для медиальной – наружная, для латеральной – внутренняя. Вследствие переразгибания при одновременной наружной ротации и вальгусной деформации в согнутом коленном суставе возникает разрыв передней крестообразной связки, при передне-заднем смещении большеберцовой кости при согнутом коленном суставе – повреждение задней крестообразной связки.

Повреждения связочного аппарата клинически характеризовались разнообразными проявлениями. При повреждении боковых связок больной жалуется, что при попытке нагрузить ногу колено прогибается внутрь или кнаружи. Патогномичным симптомом для разрыва являются патологическое отклонение голени, обнаруживаемое при исследовании устойчивости сустава, и боковая девиация го-

лени в противоположную сторону, а также определяются отек и болезненность в зоне повреждения. При разрывах передней и задней крестообразных связок клиническая симптоматика была неспецифична и включала в себя боль, отек и ограничение движений в суставе; возможен симптом “выдвижного ящика”. В суставе обычно определяется скопление жидкости. Одновременно с признаками повреждения передней крестообразной связки может отмечаться болезненность при ощупывании внутренней поверхности коленного сустава: капсула сустава вследствие обширного кровоизлияния, гемартроза, напряжена. Сильные боли возникают при попытке разогнуть сустав, удерживаемый больным в согнутом положении.

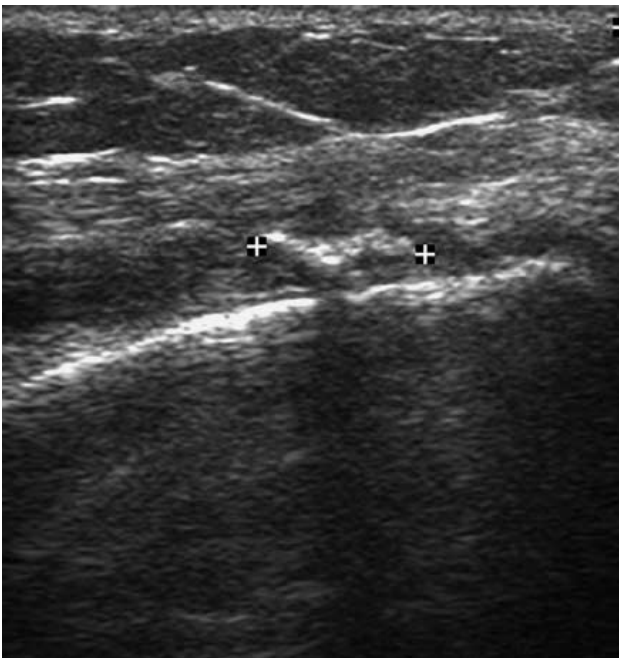
Ультразвуковыми признаками частичного повреждения боковых и крестообразных связок, собственной связки надколенника являлись локальные изменения в месте повреждения по сравнению с контрлатеральной стороной: утолщение и понижение эхогенности (91%), нарушение целостности волокон (75%), а также отек прилежащих мягких тканей (рис. 3, 4). МР-признаки патологических изменений связочного аппарата включали в себя: межсвязочные изменения сигнала (фокальные или генерализованные), внутреннее нарушение структуры, изменение толщины, контура и направления хода, частичное или полное отсутствие изображения (рис. 5–7).



*Рис. 8. МРТ коленного сустава. Повреждение задней крестообразной связки.*



*Рис. 10. МРТ коленного сустава. Внутрисуставное тело.*



*Рис. 9. Эхограмма коленного сустава. Внутрисуставное тело.*

В 3-ю группу вошли пациенты без повреждений связок и менисков – 24 человека (12,4%) с повреждениями костных и мягкотканых структур: болезнь Кенига, в том числе с наличием внутрисуставных тел (5), субхондральные переломы мыщелков и надколенника (7), болезнь Осгуд-Шлаттера (2), болезнь

Гоффа (3), синдром медиа- и супрапателлярной складки (3), отек костного мозга (16).

В диагностике повреждения мягкотканых структур и наличия внутрисуставных тел значимость УЗИ и МРТ примерно сопоставима (в 9 случаях из 11 выявленные изменения на УЗИ были подтверждены данными МРТ). Выявление болезни Кенига, субхондральных переломов мыщелков и надколенника и отека костного мозга было возможно только при помощи МРТ.

Клинически наличие внутрисуставных тел можно было заподозрить по наличию преходящих блокирований коленного сустава. При УЗИ внутрисуставные тела выявлялись в виде гиперэхогенных структур различных размеров, в большинстве случаев формирующие акустические тени (рис. 8). При МРТ определялось появление участков низкоинтенсивного МР-сигнала в полости сустава (рис. 9).

Болезнь Кенига (рассекающий остеохондрит) при проведении МРТ на ранней стадии характеризовалась появлением участка высокоинтенсивного МР-сигнала в субхондральном слое пораженного эпифиза кости, а в дальнейшем – формированием некротического фокуса средней или низкой интенсивности. УЗИ позволяло выявить только вторую стадию данной патологии, которая проявлялась наличием свободного тела в суставе. Таким образом, в диагностике болезни Кенига основную роль играет МРТ, которая позволяет выявить все стадии этого состояния.

## Обсуждение результатов

Анализ показателей информативности УЗИ и МРТ 3 групп пациентов выявил определенные закономерности.

При обнаружении повреждений менисков показатели диагностической ценности МРТ были выше показателей УЗИ: чувствительность методов составила 91,3 и 89,3%, специфичность – 98,2 и 81,5%, предсказуемость положительного теста – 97,3 и 75,3%, предсказуемость отрицательного теста – 94,1 и 92,4%, точность – 95,4 и 84,5% соответственно.

Основные сложности в оценке состояния менисков возникали при дифференциации дегенеративно-дистрофических и посттравматических изменений. На фоне дегенеративно-дистрофических изменений мениска участки повышенного МР-сигнала внутри ткани не доходили до суставной поверхности, хотя клинически подозревался разрыв. В таких случаях возможно затруднение при отличии 2-й степени дегенерации мениска от 3-й. Для УЗИ менисков дифференциация дегенеративных изменений от истинного разрыва имела еще большее значение. Обязательное тщательное исследование контрлатерального сустава в данном случае имело решающее значение для заключения. Ухудшению качества ультразвуковой визуализации способствовало увеличение объема подкожно-жировой клетчатки и мышечной ткани пациентов, что увеличивало расстояние до зоны интереса.

В диагностике повреждений связок показатели информативности МРТ превосходили УЗИ: чувствительность – 94,2 и 69,1%, специфичность – 99,2 и 92%, предсказуемость положительного теста – 98,5 и 82,5%, предсказуемость отрицательного теста – 96,9 и 84,7%, точность – 97,4 и 84,0% соответственно.

На фоне высокоинформативных показателей МРТ УЗИ заметно уступает по всем компонентам, особенно в чувствительности. Это главным образом связано с трудностью визуализации передней крестообразной связки на фоне функционального блока коленного сустава и с отсутствием возможности адекватной оценки мест ее прикрепления. Несмотря на это, УЗИ – достаточно высокоинформативный метод в диагностике повреждений медиальной боковой и задней крестообразной связок (чувствительность – 94 и 82% соответственно). Так же как и в выявлении патологии менисков, ухудшению качества визуализации часто способствует увеличенный объем подкожно-жировой клетчатки и мышечной ткани пациентов.

Точность распознавания патологических состояний, входящих в 3-ю группу по данным МРТ, составляет 100%. Важно отметить, что МРТ является единственным методом, позволяющим распознать субхондральные переломы мыщелков и надколенника и контузию костного мозга. Заметно уступая в выявлении костной патологии коленного сустава, УЗИ остается надежным методом диагностики патологии мягкотканых структур.

Оценка результатов комплексного исследования позволила определить необходимую тактику лечения пациентов с повреждениями суставов. По данным проведенных исследований все пациенты были разделены на 2 группы.

В 1-ю группу вошли 156 пациентов (80,4%), при исследовании которых выявлены различные виды патологических изменений мягкотканых и костных структур, требующие ближайшей консультации травматолога с целью назначения лечения, в том числе и оперативного. В нее вошли:

- повреждения медиального и латерального менисков;
- повреждения медиальной боковой связки;
- повреждения передней и задней крестообразных связок;
- рассекающий остеохондрит (болезнь Кеннига);
- внутрисуставные тела;
- болезнь Гоффа;
- тендинит собственной связки надколенника;
- синдром медиа- и супрапателлярной складки;
- субхондральные переломы мыщелков и надколенника;
- хондромалиция надколенника и мыщелков;
- болезнь Осгуд-Шлаттера.

Во 2-ю группу вошли 38 пациентов (19,6%), не требующих активного вмешательства травматолога, у которых по данным УЗИ и МРТ в заключение было вынесено: синовит, остеоартроз и дегенеративные изменения менисков, контузия костного мозга, состояние после оперативного лечения связок и менисков.

## Заключение

Таким образом, УЗИ в диагностике повреждения коленных суставов занимает важное место, являясь скрининговым методом, и позволяет своевременно определить тактику веде-



ния пациента, в том числе и для проведения дальнейших диагностических мероприятий. МРТ остается ведущим высокоинформативным методом верификации повреждения костно-хрящевых и мягкотканых структур.

Комплексное использование этих диагностических методик позволяет значительно полезнее и шире использовать возможности лучевых методов исследования в диагностике повреждения коленного сустава.

### Список литературы

1. *Бахтиозин Ф.Ш.* Повреждение менисков коленного сустава. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1990. 127 с.
2. *Кузнецов И.А.* Совершенствование методов лечения повреждений коленного сустава с применением эндоскопической техники: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 1998. 46 с.
3. *Шойлев Д.* Спортивная травматология. София: Медицина и физкультура, 1986. 192 с.
4. *Ricklin P., Ruttimann A., Del Buono M.S.* Meniscus Lesions. Stuttgart: G. Thieme Verlag, 1983. 140 p.
5. *Коваленко В.Н.* Остеоартроз: практическое руководство / В.Н. Коваленко, О.П. Борткевич. К.: Морион, 2003. 448 с.
6. *Левенец В.Н.* Артроскопия / В.Н. Левенец, В.В. Пляцко. Киев: Наук. думка, 1991. 232 с.
7. *Blackburn P.M.* Arthroscopic evaluation of knee articular cartilage: a comparison with plain radiographs and magnetic resonance imaging / P.M. Blackburn, J. Kramer, S. Marcelis et al. // J. Rheumatol. 1994. V. 21. P. 675–679.
8. *Fife R.S.* Relationship between arthroscopic evidence of cartilage damage and radiographic evidence of joint space narrowing in early osteoarthritis of the knee / R.S. Fife, K.D. Brandt, E.M. Braunstein et al. // Arthr. Rheum. 1991. V. 34. P. 377–382.
9. *Friemert B.* Diagnosis of chondral lesions of the knee joint: can MRI replace arthroscopy? A prospective study / B. Friemert, Y. Oberlander, W. Schwarz et al. // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2004. V. 12. N 1. P. 58–64.
10. *Ермак Е.М.* Современные ультразвуковые технологии в диагностике деструктивных и репаративных процессов в костной и хрящевой тканях: Дис. ... докт. мед. наук. Челябинск, 2005. С. 142–143.

Подписка на книгу Издательского дома Видар-М

## Неотложная радиология.

под ред. Б. Маринчек, Р.Ф. Донделинжер

Данная монография представляет собой фундаментальное руководство по всем сферам неотложной радиологии. В настоящее время, в связи с развитием новых методов лучевой диагностики, роль радиологии в urgentных ситуациях стала еще более значимой. Книга написана группой ведущих европейских радиологов под руководством хорошо известных и в нашей стране профессоров Р. Донделинжера (Бельгия) и Б. Маринчека (Швейцария).

В первой части монографии описываются все виды травматических повреждений органов и систем, во второй – нетравматические неотложные состояния (острые нарушения мозгового кровообращения, кровотечения, острый живот, синдром острой боли в грудной клетке и др.). Имеется раздел, посвященный обследованию педиатрических пациентов в urgentных ситуациях. Кроме того, в монографии имеются главы, посвященные интервенционным методам лечения различных видов повреждений. В книге описывается использование всех методов лучевой диагностики – от традиционных до новейших, приводятся алгоритмы их применения в зависимости от вида патологии.

Книга рассчитана на широкий круг читателей – рентгенологов, специалистов по ультразвуковой диагностике, студентов медицинских институтов, хирургов, травматологов терапевтов и врачей других специальностей.

Выход в свет – 1 квартал 2008 года

Цена подписки – 3000 руб.