

КЛЮЧЕВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

- Невоспалительное заболевание суставов, характеризующееся прогрессирующим разрушением хряща
  - Приводит к гипертрофическим костным изменениям

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**

- Рентгенография
  - Нормальная плотность костной ткани
  - Продуктивные костные изменения
    - Остеофиты
    - Рельефность шейки бедренной кости (латерального отдела и калькара)
      - Наиболее специфичный признак при остеоартрозе (ОА) (92%)
  - Формирование субхондральных кист (киста Эггера вертлужной впадины)
    - Одиночная киста вертлужной впадины называется кистой Эггера
      - Может имитировать опухоль
  - Подвывих головки бедренной кости
    - 80% верхненаружный, 20% медиальный (протрузия)
  - Часто ассоциируется с морфологическими изменениями у молодых людей

- Бедренно-вертлужный импиджмент (БВИ)
- Дисплазия тазобедренного сустава

- МРТ: отек костного мозга
  - Выраженность отека соотносится с интенсивностью боли в тазобедренном суставе, тяжестью рентгенографических проявлений ОА и микропереломами субхондральной кости
  - Дефекты хряща визуализируются, если они отграничены жидкостью
  - Хрящ в тазобедренном суставе тонкий, а капсула мощная, что делает оценку хряща более сложной, чем в коленном суставе
  - Разрывы или дегенеративные изменения вертлужной губы

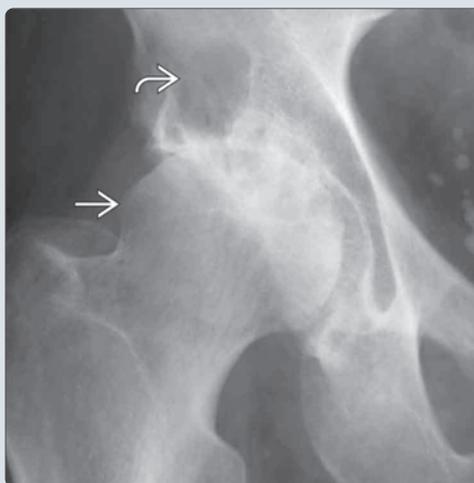
**ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА**

- При оценке ОА у молодых людей учитывайте этиологические факторы, отличающие патологические изменения от первичного ОА
  - БВИ или дисплазия тазобедренного сустава (могут быть слабо выражены)
  - Спондилоартропатия, например анкилозирующий спондилит (оценивайте состояние крестцово-подвздошных суставов)
- Протрузия случается в 20% случаев ОА тазобедренного сустава; не следует расценивать проявление ревматоидного артрита

(Слева) Рисунок: дефект хряща в нагружаемой зоне головки бедренной кости на ранней стадии остеоартроза (ОА) тазобедренного сустава. Плотность костной ткани нормальная и субхондральные кисты и остеофиты еще не сформировались. Вертлужная губа также не изменена (Справа) Рентгенография в ПЗ проекции: типичные признаки ОА. Визуализируется легкий верхненаружный подвывих и истончение хряща в верхненаружном отделе. Наряду с кольцевыми остеофитами визуализируется выраженная рельефность калькара (медиальный отдел шейки бедренной кости) и латерального отдела шейки бедренной кости.



(Слева) Рентгенография в ПЗ проекции: признаки ОА, включая истончение хряща в верхнем нагружаемом отделе сустава, легкий верхненаружный подвывих головки бедренной кости, кольцевые остеофиты, ее окружающие и крупную субхондральную кисту вертлужной впадины. (Справа) Рентгенография в ПЗ проекции, этот же пациент: менее выраженные изменения в левом тазобедренном суставе при неизменном хряще. Визуализируется единичная небольшая субхондральная киста, которая настолько типична для ОА, что получила название кисты Эггера (Egger) и является ранним отличительным признаком заболевания.



## ТЕРМИНОЛОГИЯ

### Аббревиатура

- Остеоартроз (ОА)

### Синоним

- Дегенеративное заболевание суставов

### Определение

- Невоспалительное заболевание суставов, характеризующееся прогрессирующим разрушением хряща
  - Приводит к гипертрофическим костным изменениям

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

### Общая характеристика

- Лучший диагностический критерий
  - Рентгенография: сужение суставного пространства в нагружаемой зоне, остеофиты, субхондральные кисты
  - МРТ: дефекты или истончение хряща, повреждение вертлужной губы, субхондральные кисты
- Локализация
  - Нагружаемый (передневерхний) отдел сустава

### Рентгенография

- Нормальная плотность костной ткани
- Сужение суставного пространства (чувствительность 91%, специфичность 60%)
  - Локально, в нагружаемом отделе сустава
- Костно-продуктивные изменения
  - Остеофитоз (чувствительность 89%, специфичность 90%)
    - кольцевые остеофиты головки бедренной кости; наиболее крупные в нижневнутреннем отделе
    - по краю вертлужной впадины
  - Рельефность: калькар и латеральный отдел шейки бедренной кости (специфичность 92%)
- Субхондральные кисты
  - Наиболее выражена в вертлужной впадине (киста Эггера)
    - Может служить ранним изолированным признаком; может имитировать опухоль
- Подвывих головки бедренной кости
  - В 80% – верхненаружный, в 20% медиальный (протрузия)
- Обращайте внимание на морфологические особенности, способствующие развитию ОА
  - Выступ в латеральном отделе головчато-шеечного перехода → «*cam*» – тип бедренно-вертлужного импиджмента (БВИ)
  - Деформация по типу *coxa magna* (болезнь Легга–Кальве–Пертеса [Legg–Calvé–Perthes] или юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости) → «*pinser*» тип БВИ
  - Разрастание края вертлужной впадины → «*pinser*» тип БВИ
  - Ретроверзия вертлужной впадины (симптом перекреста) → «*pinser*» тип БВИ
  - Болезнь Отто (незарощение Y-образного хряща) → протрузия → «*pinser*» тип БВИ
  - Дисплазия тазобедренного сустава → часто смешанный «*cam-pinser*» тип БВИ
    - Обычно неполное покрытие головки бедренной кости снаружи или спереди
    - Деформация шейки бедренной кости по типу *coxa valga*
- Признаки, часто ассоциирующиеся с БВИ и последующим ОА
  - *Os acetabulum*
  - Вдавливания в передненаружном отделе шейки бедренной кости
- Патологический перелом головки бедренной кости
  - Редко визуализируется при первичной рентгенографии
  - Быстро прогрессирует в ОА
  - Может прогрессировать в деструкцию собственно головки бедренной кости → деформация по типу «зарубки»
  - Совокупность факторов, именуемая быстро прогрессирующим ОА

## КТ

- КТ редко применяется для оценки тазобедренного сустава
  - В качестве этапа прицельного определения торсии может способствовать визуализации ретроверзии вертлужной впадины или шейки бедренной кости
  - Для выявления свободных тел, разрывов вертлужной губы и поврежденных хряща выполняется КТ-артрография

## МРТ

- Режим T1
  - Достаточно крупные остеофиты содержат костный мозг
  - Сигнал низкой интенсивности: склероз, рельефное уплотнение шейки, субхондральные кисты
- Последовательности, чувствительные к жидкости
  - Отек костного мозга
    - Выраженность отека соотносится с интенсивностью боли в тазобедренном суставе, тяжестью рентгенографических проявлений ОА и количеством микропереломов субхондральной кости
  - Дефекты хряща визуализируются, если они ограничены жидкостью
    - Хрящ в тазобедренном суставе тонкий, а капсула мощная, что делает оценку хряща более сложной, чем в коленном суставе
  - Разрывы или дегенеративные изменения вертлужной губы
  - Субхондральные или паралабральные кисты
- МР-артрография
  - Разрыв или отделение вертлужной губы
  - Хрящ: фокальный дефект, диффузное истончение или расслоение
  - Остеофиты
  - Субхондральные или паралабральные кисты
  - Морфологическая взаимосвязь с дисплазией тазобедренного сустава и БВИ

## Рекомендации по визуализации

- Лучший метод визуализации
  - Рентгенография выполняется при ОА от легкого до умеренного
  - Для раннего обнаружения повреждений хряща или вертлужной губы выполняется МР-артрография
- Рекомендации по протоколу
  - МРТ или КТ артрография: тугой сустав ограничивает количество контрастного вещества, ограничивающего хрящ
    - Тракция во время инъекции способствует распространению контрастного вещества вокруг головки бедренной кости
    - Рекомендуется тракция во время выполнения МРТ, что позволяет хорошо ограничить хрящ
  - Последовательности в косой аксиальной проекции обладают наибольшей чувствительностью для выявления разрывов вертлужной губы; для визуализации малозаметных повреждений хряща требуются несколько последовательностей

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

### Остеонекроз

- От ранней стадии остеонекроза до относительно поздней происходит уплощение головки бедренной кости без патологических изменений со стороны сустава
- Признаки ОА визуализируются на поздней стадии остеонекроза

### Бедренно-вертлужный импиджмент

- Импиджмент передненаружного отдела головчато-шеечного перехода («*cam*» импиджмент)
- Импиджмент передненаружного отдела вертлужной впадины («*pinser*» импиджмент)
- Должен быть выявлен морфологически, как фактор риска развития раннего ОА

## Дисплазия тазобедренного сустава

- Уплощенная снаружи и, возможно, спереди вертлужная впадина
- Должна быть выявлена морфологически, поскольку является фактором риска развития раннего ОА

## Пирофосфатная артропатия

- Отложения пирофосфата в хряще и вертлужной губе
- Дегенеративные изменения в тазобедренном суставе с формированием остеофитов; визуализация эрозий затруднена; имитирует ОА
- Субхондральные кисты могут быть крупными

## ПАТОЛОГИЯ

### Общая характеристика

- **Этиология**
  - Полного понимания патогенеза ОА не достигнуто; существуют различные факторы риска
  - Микротравматизация хряща на фоне его возрастных биохимических изменений
    - ↓ жидкость, ↓ протеогликаны, ↓ количество хондроцитов
      - Приводят к хрупкости или размягчению хряща, увеличивая риск образования фиссур, изъязвлений и расщепления
  - Травма
    - Перелом вертлужной впадины или головки бедренной кости, обычно связанные с вывихом в тазобедренном суставе
    - Неправильное распределение нагрузки вследствие травмы или на фоне дегенеративных изменений других суставов
      - Разновеликость ног с перекосом таза
      - Сколиоз с перекосом таза
      - Артроз коленного сустава с нарушением соосности и относительным укорочением конечности
  - Аномалии, возникающие в процессе роста
    - Болезнь Легга–Кальве–Пертеса (Legg–Calvé–Perthes) (остеонекроз в детстве)
    - Юношеский эпифизеолиз головки бедренной кости
  - Аномалии строения
    - Дисплазия тазобедренного сустава
      - Дисплазия вертлужной впадины
      - Ротационное нарушение соосности шейки бедренной кости
    - Особенности строения при бедренно-вертлужном импиджменте
      - «Cam»-тип: возвышение в передненаружном отделе головчато-шеечного перехода
      - «Pincer»-тип: чрезмерное покрытие головки бедренной кости вертлужной впадиной
      - «Cam» и «Pincer» типы часто сочетаются
      - Каждый из типов обусловлен несколькими этиологическими факторами
  - Врожденные аномалии развития
    - Эпифизарные аномалии, например спондилоэпифизарная дисплазия
  - Низкий уровень эстрогенов ассоциируется с повышенным риском развития ОА

### Генетика

- Исследование близнецов и наследственности позволяет говорить о полигенной природе ОА

### Макроскопические и хирургические особенности

- Образование фиссур, вдавлений и изъязвлений хряща
- Реакция сопряженной кости
- Синовиальная оболочка: от нормальной до легкого воспаления

### Микроскопия

- Отек костного мозга, определяющийся при МРТ соотносится с некоторыми патогистологическими признаками
  - Субхондральный склероз
  - Некроз костномозговой жировой ткани

- Субхондральные псевдокисты
- Фиброз костного мозга
- Микрорепеломы на различных стадиях заживления
- Нормальные элементы костного мозга
- При микроскопии визуализируется лишь небольшое количество костного мозга в состоянии истинного отека

## КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

### Проявления

- Типичные признаки/симптомы
  - Боль при движениях, отсутствие боли в покое; боль может концентрироваться в паховой области
  - Самопроходящая утренняя скованность
  - Крепитация, ограничение движений
  - Отсутствие отека или местного повышения температуры

### Демография

- Возраст
  - Наиболее часто > 65 лет
  - Наблюдается у 80% людей старше 75 лет
- Пол
  - М > Ж, для тазобедренного сустава
- Эпидемиология
  - В США распространенность заболевания составляет 12%
  - Фрамингемское исследование: симптоматический ОА наблюдается у 0,7–4,4% взрослых американцев
  - В результате выполняется несколько сотен тысяч эндопротезирований ежегодно

### Течение и прогноз

- Может стабилизироваться на фоне консервативного лечения
- Может приводить к изнуряющему болевому синдрому и функциональным ограничениям

### Лечение

- Физиотерапия, НПВ
- На ранней стадии ОА при БВИ
  - Восстановление вертлужной губы, остеохондропластика
- На ранней стадии ОА при дисплазии тазобедренного сустава
  - Восстановление вертлужной губы, периацетабулярная остеотомия или деротирующая остеотомия шейки бедренной кости
- Эндопротезирование

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

### Следует учесть

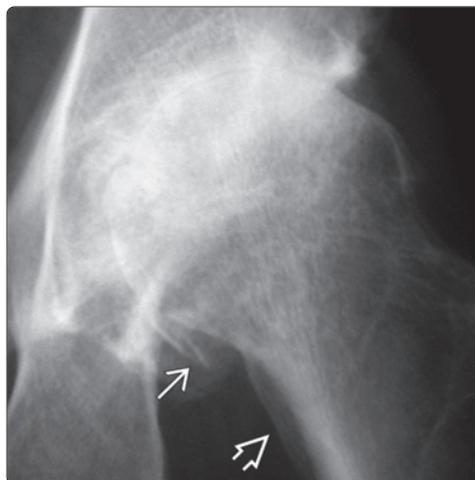
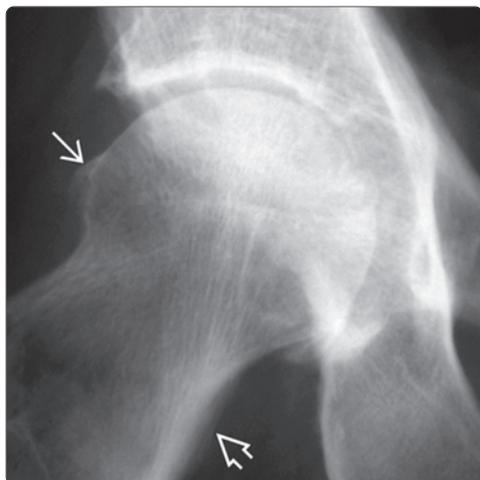
- При оценке ОА у молодых людей принимайте во внимание этиологические факторы, отличающие патологическое состояние от первичного ОА
  - БВИ или дисплазия тазобедренного сустава (могут быть слабо выражены)
  - Спондилоартропатия, например анкилозирующий спондилит (оценивайте состояние крестцово-подвздошных суставов)
- Протрузия возникает в 20% случаев ОА тазобедренного сустава; не следует расценивать это проявление в качестве признака ревматоидного артрита

### Советы по интерпретации изображений

- При изменениях характерных для БВИ или дисплазии тазобедренного сустава оценивайте наличие как «cam», так и «pincer» механизма

## ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

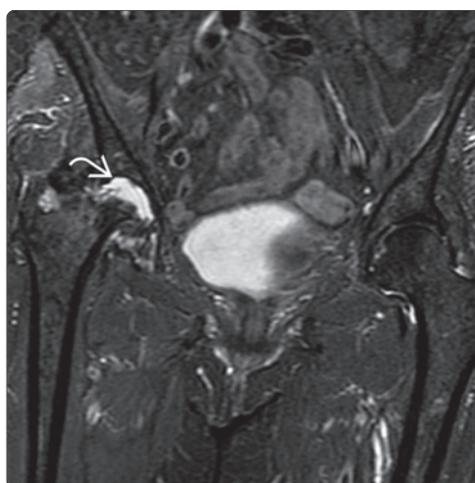
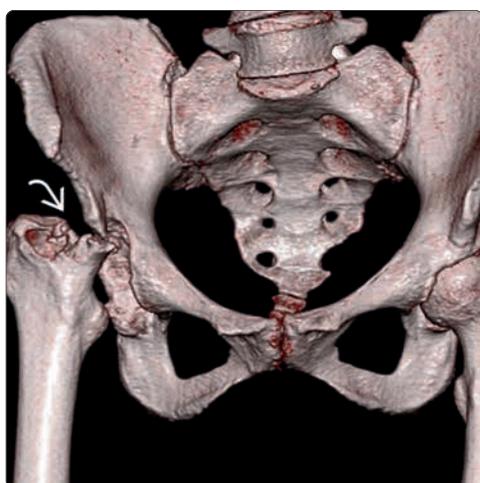
1. Xu L et al: The diagnostic performance of radiography for detection of osteoarthritis-associated features compared with MRI in hip joints with chronic pain. *Skeletal Radiol.* 42(10):1421-8, 2013
2. Taljanovic MS et al: Bone marrow edema pattern in advanced hip osteoarthritis: quantitative assessment with magnetic resonance imaging and correlation with clinical examination, radiographic findings, and histopathology. *Skeletal Radiol.* 37(5):423-31, 2008



**(Слева)** Рентгенография в ПЗ проекции: кольцевые остеофиты [↖] и рельефность калькара [↘] при ОА. Визуализируется сужение медиального отдела суставного пространства, а не верхнего, что, однако, также характерно для ОА. **(Справа)** Рентгенография в ПЗ проекции: визуализируются более выраженные признаки ОА в левом тазобедренном суставе этого же пациента с крупным нижним краевым остеофитом [↖] и полной утратой хряща. Визуализируется верхненаружный подвывих головки бедренной кости относительно вертлужной впадины, а также рельефность калькара (медиального нагружаемого отдела шейки бедренной кости) [↘].

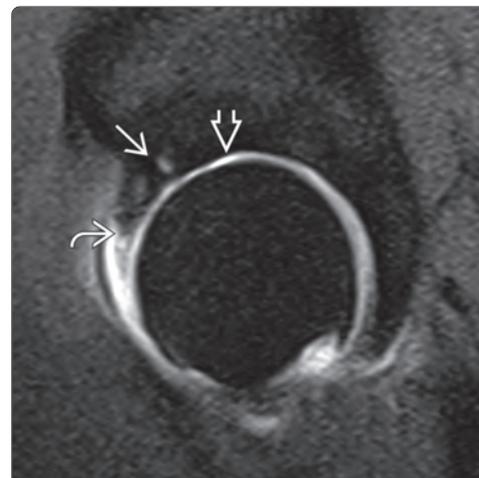
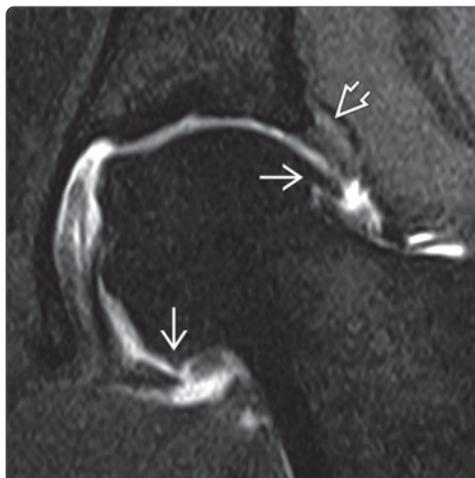


**(Слева)** Рентгенография в ПЗ проекции: кольцевые остеофиты головки бедренной кости [↖], истончение хряща и протрузия [↘] при ОА. При ОА протрузия развивается вплоть до 20% случаев. **(Справа)** Рентгенография в ПЗ проекции: деформация по типу «зарубки» с полной деструкцией головки бедренной кости [↖]. Такая деструкция часто развивается в течение нескольких недель и называется быстро прогрессирующим ОА тазобедренного сустава или остеоартрозом Постела. Отличительными признаками являются: прямой край шейки бедренной кости и быстрое развитие процесса.

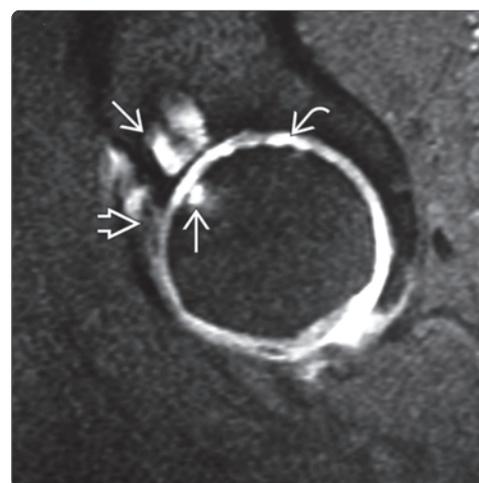
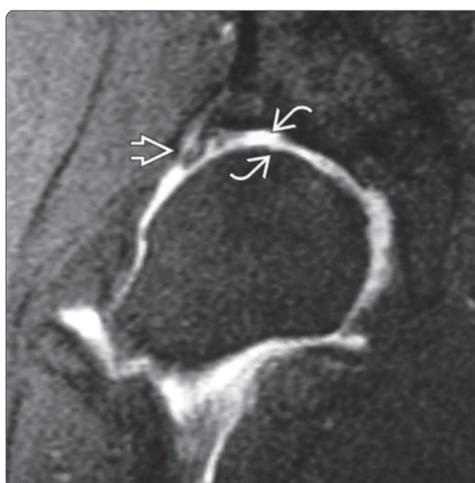


**(Слева)** КТ, передняя проекция, в режиме 3D реконструкции: дальнейшая деструкция вертлужной впадины и головки/шейки бедренной кости [↖] у этого же пациента через три недели. Предполагается, что быстро прогрессирующий деструктивный ОА тазобедренного сустава развивается на фоне субхондрального патологического перелома, однако исходный перелом визуализируется редко. Необходимо исключить как септическое поражение тазобедренного сустава, так и нейроостеоартропатию Шарко. **(Справа)** МРТ, корональная плоскость, режим STIR: относительно небольшое количество жидкости в разрушенном тазобедренном суставе [↖] у этого же пациента. Данный признак в сочетании с анализом аспирата сустава позволяет исключить как септическое поражение тазобедренного сустава, так и остеоартропатию Шарко.

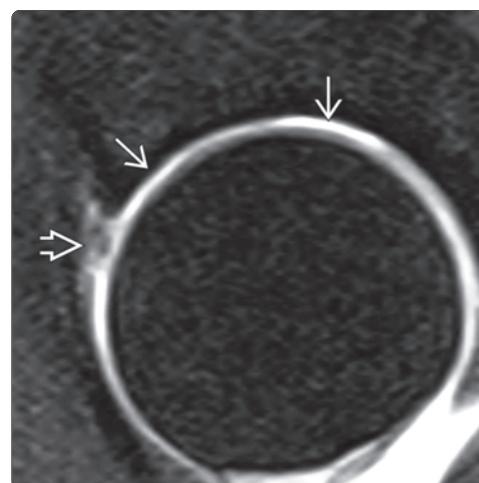
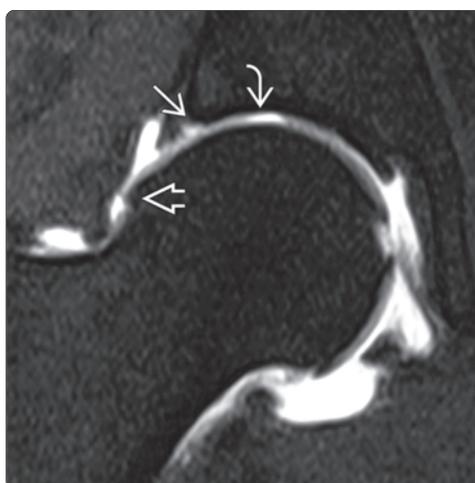
(Слева) МР-артрография, корональная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: типичные МРТ признаки ОА, включая диффузную неравномерность всей хрящевой поверхности. Остеофиты визуализируются по краю суставной поверхности . В структуре вертлужной губы визуализируется очаг дегенерации . (Справа) МР-артрография, сагиттальная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: значительное истончение хряща в нагружаемом отделе у того же пациента . Визуализируются субхондральные участки вертлужной впадины с измененным сигналом , а также отделившийся дегенеративно измененный участок .

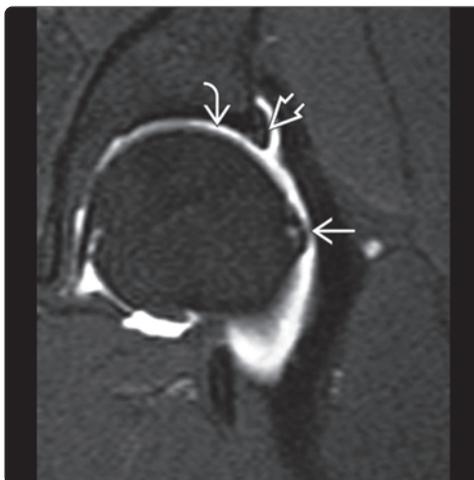


(Слева) МР-артрография, корональная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: визуализируются типичные признаки ОА, хотя МР-артрография редко выполняется при этом заболевании. Хрящ наиболее истончен в нагружаемой зоне . Также визуализируется тяжелое повреждение вертлужной губы . (Справа) МР-артрография, сагиттальная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: крупные субхондральные кисты головки бедренной кости и вертлужной впадины у того же пациента . Как и при МРТ арthroграфии в корональной проекции, визуализируется полная утрата хряща . Вертлужная губа характеризуется морфологическими изменениями и патологическим сигналом .

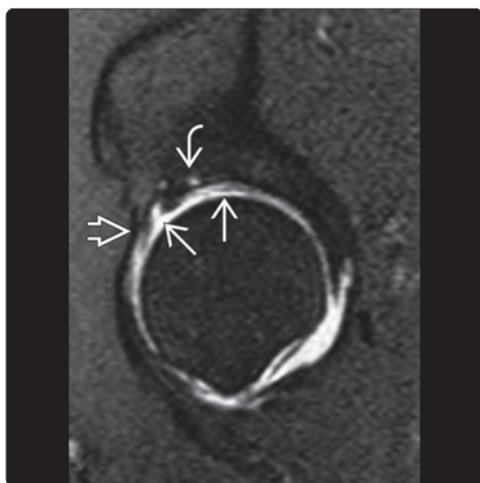


(Слева) МР-артрография, корональная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: типичные признаки бедренно-вертлужного импиджмента с исходом в ОА. У этого молодого пациента визуализируется выпячивание в латеральном отделе шейки бедренной кости , а также дефект хряща  и отделившаяся вертлужная губа . (Справа) МР-артрография, сагиттальная проекция, режим T1 с подавлением сигнала от жира: у этого же пациента отчетливо визуализируются две зоны утраты хряща , а также отделившаяся вертлужная губа . Рентгенография в этом случае позволяет визуализировать лишь выпячивание бедренной кости; до выполнения МРТ арthroграфии распространенность патологических изменений при раннем ОА оставалась неизвестной.

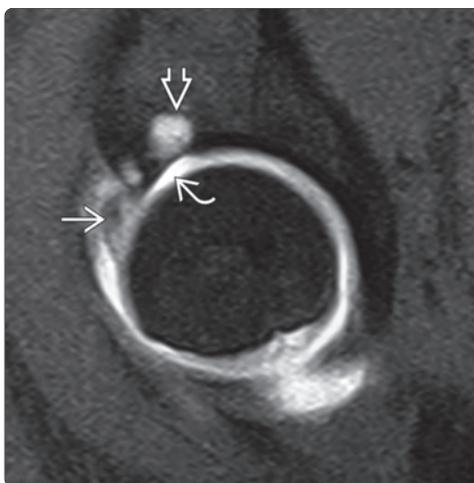




(Слева) Рентгенография в ПЗ проекции: возвышение в латеральном отделе головчато-шеечного перехода бедренной кости ; установлена взаимосвязь такой деформации с «сам»-типом бедренно-вертлужного импиджмента (БВИ). Других признаков ОА не визуализируется. (Справа) МР-артрография, корональная проекция, режим Т2 с подавлением сигнала от жира подтверждает типичный случай БВИ у этого же пациента. Визуализируется выпячивание , а также истончение хряща в верхнем отделе , которое является признаком раннего ОА. Разрывов или отделения вертлужной губы не визуализируется, однако характер сигнала свидетельствует о ее дегенерации .



(Слева) МР-артрография, сагиттальная проекция: визуализируется кистозное образование , а также истончение хряща  у этого же пациента. Визуализируется комбинированный разрыв вертлужной губы . Эти изменения являются признаками выраженного БВИ. (Справа) МРТ, корональная проекция, режим Т2 с подавлением сигнала от жира: деформация по типу соха тагна. Поскольку вертлужная впадина имеет нормальную ширину, протрузия обусловлена болезнью Легга-Кальве-Пертеса. Результатом этого является нарушение артикуляции и вторичная гипертрофия вертлужной губы. Морфологические изменения привели к «сам»-типу БВИ. Визуализируется разрыв вертлужной губы .



(Слева) МРТ, корональная проекция, режим Т1 с подавлением сигнала от жира: легкая дисплазия тазобедренного сустава (обратите внимание на изменение центрально-осевого угла) с разрывом и отделением вертлужной губы . Визуализируется неравномерность суставного хряща . (Справа) МРТ, сагиттальная проекция, режим Т1 с подавлением сигнала от жира: определяется полнослойный разрыв вертлужной губы  у того же пациента. Визуализируется зона полнослойного повреждения хряща . В этой зоне визуализируется субхондральная киста . Не забывайте о взаимосвязи дисплазии тазобедренного сустава с разрывом вертлужной губы и ранним развитием ОА. Дисплазия может быть выражена незначительно.

КЛЮЧЕВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

- Вторичный артроз, развивающийся на фоне дегенерации хряща
  - Является результатом дисбаланса между биосинтезом и дегенерацией составляющих хрящевой ткани; дегенеративные процессы опережают восстановительные
  - Характеризуется продуктивными рентгенографическими изменениями в сочетании с болевым синдромом
  - Утрата хряща случается несколькими годами ранее рентгенографических изменений, характерных для ОА; в будущем определение, описывающее заболевание может изменяться

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**

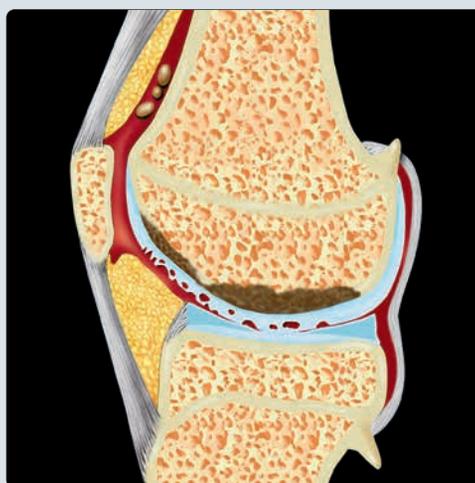
- Рентгенографические признаки ОА
  - Сужение суставного пространства, обычно в медиальном отделе
  - Субхондральный и краевой остеофитоз
  - Субхондральные кисты
  - Нарушение соосности, варус > вальгус
- МР-признаки – предвестники раннего ОА
  - Дефекты хряща или его истончение
  - Отек костного мозга: предполагается наличие взаимосвязи с болевым синдромом

- Разрывы или дегенерация менисков
- Недостаточность крестообразных или медиальных/латеральных поддерживающих структур
- Высокая корреляция разрывов менисков с повреждением сопряженного хряща, либо его очаговым или диффузным истончением
- Экструзия мениска часто наблюдается в развернутой стадии ОА и сочетается с рентгенографическим сужением суставного пространства

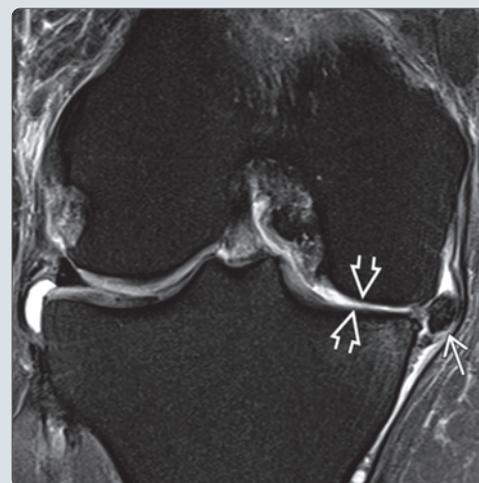
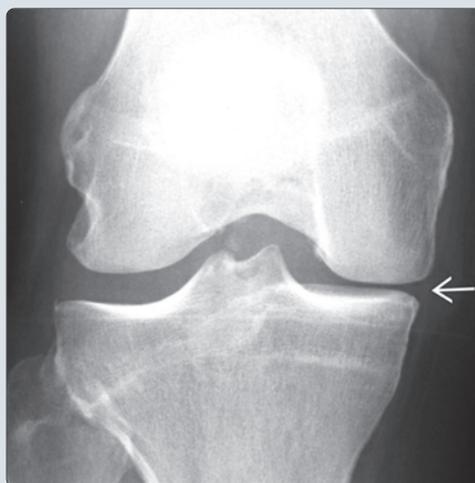
**ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА**

- При МРТ необходимо учитывать вероятность раннего повреждения хряща
  - При наличии разрыва мениска необходим поиск признаков повреждения сопряженного хряща
  - Отек костного мозга без травматического воздействия часто свидетельствует о повреждении покровного хряща
- Характеризуйте тип хондрального повреждения
  - Диффузное, фокальное, расслоение
- Обращайте внимание на субхондральные остеофиты

(Слева) Рисунок: признаки умеренно выраженного остеоартроза (ОА) коленного сустава. Краевые остеофиты и субхондральный склероз отражают продуктивный характер заболевания. Также показаны хрящевые дефекты и свободные тела. (Справа) Рентгенография в ПЗ проекции: практически полная утрата хряща в медиальном отделе, явившаяся причиной варусной деформации. Визуализируется легкий субхондральный склероз, но без значимых остеофитов. Это классические признаки умеренно выраженного ОА.



(Слева) Рентгенография в ПЗ проекции: очень маленькие остеофиты в латеральном и медиальном отделах наряду с истончением медиального хряща. Изолированно признаки могут быть интерпретированы в качестве умеренно выраженного остеоартроза. (Справа) МРТ, корональная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: экструзия медиального мениска у того же пациента. Имейте в виду, что экструзия может наблюдаться при обычном ОА и не обязательно указывает на разрыв заднего рога. Также визуализируется полная утрата хряща в области медиальных мыщелков бедренной и большеберцовой костей.



## ТЕРМИНОЛОГИЯ

### Аббревиатура

- Остеоартроз (ОА)

### Синоним

- Дегенеративное заболевание суставов

### Определения

- Вторичный артроз, развивающийся на фоне дегенерации хряща
  - Является результатом дисбаланса между биосинтезом и дегенерацией составляющих хрящевой ткани; дегенеративные процессы опережают восстановительные
  - Характеризуется продуктивными рентгенографическими изменениями в сочетании с болевым синдромом
  - Утрата хряща случается несколькими годами ранее рентгенографических изменений, характерных для ОА; в будущем определение заболевания может изменяться

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

### Общая характеристика

- Лучший диагностический критерий
  - Рентгенография: сужение суставного пространства + остеофиты
  - МРТ: очаговые или диффузные дефекты хряща ± остеофиты

### Рентгенография

- Сужение суставного пространства
  - Часто оценивается в передне-задней и заднепередней проекциях в положении сгибания 15° (проекция вырезки), в обоих случаях с осевой нагрузкой
    - Медиальный отдел часто вовлекается в первую очередь и поражается наиболее значительно
      - Первичное поражение латерального отдела не является редким, поэтому не должно отклонять диагноз
    - При нарушении скольжения надколенника, в наибольшей степени поражению подвержен бедренно-надколенниковый отдел сустава
- Остеофитоз
  - Наиболее часто встречаются краевые остеофиты и остеофиты в области межмыщелкового возвышения большеберцовой кости
  - Субхондральные (нагружаемая поверхность) остеофиты встречаются реже, однако более симптоматичны и ассоциируются с повреждением хряща
- Субхондральные кисты
- Нарушение соосности
  - Варусная деформация (угол сустава открыт снаружи) встречается наиболее часто; связана с утратой хряща в медиальном отделе сустава
  - Вальгусная деформация (угол сустава открыт кнутри) встречается реже, связана с утратой хряща в латеральном отделе сустава
  - Подвывих надколенника, обычно снаружи, связан с аномалией скольжения
- Нормальная плотность костной ткани
- Хондрокальциноз, особенно гиалинового хряща, может наблюдаться в конечной стадии ОА

### МРТ

- Режим T1
  - Особенно информативен для выявления остеофитоза
    - Необходим поиск признаков субхондральных остеофитов; они приводят к большим повреждениям хряща, чем краевые остеофиты
- Последовательности, чувствительные к жидкости
  - Хрящ: множество специальных последовательностей
    - Состояние хряща обычно адекватно оценивается при использовании рутинных режимов протонной плотности и T2 с подавлением сигнала от жира

- Отек костного мозга (гиперинтенсивный сигнал): предполагается наличие взаимосвязи с болевым синдромом
  - Обращайте внимание на увеличивающееся число и размер очагов поражения, однако здесь нет прямой связи с болевым синдромом
  - Прогрессивный отек костного мозга ассоциируется с высоким риском утраты хряща в этой области
- Мениски
  - Разрыв или дегенерация менисков наилучшим образом визуализируется в режиме протонной плотности
    - Высокая корреляция с повреждением хряща, либо с его фокальным или диффузным истончением
  - Экструзия мениска часто наблюдается в развернутой стадии ОА и сочетается с рентгенографическим сужением суставного пространства
- Повреждение связок
  - Обращайте внимание на признаки недостаточности крестообразных или медиальных/латеральных поддерживающих структур
  - Нестабильность → механическая травма хряща
- Имеется взаимосвязь между утолщенной складкой и повреждением хряща
- Субхондральные кисты: распространенность при ОА 45%
  - Кисты, сообщающиеся с сопряженным дефектом хряща
    - Распространенность при тяжелом ОА 33%
  - Не сообщающиеся кисты межмыщелкового возвышения большеберцовой кости
    - Распространенность при тяжелом ОА 38,5%
    - Вероятно вторичны, формируются в ответ на повторные стрессовые нагрузки со стороны крестообразных связок

### Рекомендации по визуализации

- Лучшие средства визуализации
  - Рентгенография выполняется при ОА от легкого до умеренного
  - Для раннего обнаружения дегенерации хряща до появления остеофитов выполняется МР-артрография

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

### Пирофосфатная артропатия

- Хондрокальциноз (также может иметь место при ОА)
- Преимущественное поражение бедренно-надколенникового сустава (при отсутствии аномалии скольжения)

## ПАТОЛОГИЯ

### Общая характеристика

- Этиология
  - Травма
    - Остается неясным способствует ли повторяющаяся травматизация развитию ОА коленного сустава
      - Исследования показывают тенденцию быстрого восстановления объема хряща и менисков в течение 1 часа после 20 км дистанции (восстановление менисков относительно хряща запаздывает)
      - Было показано, что бег на длинные дистанции не способствует необратимому повреждению хряща без значительного предшествующего повреждения
    - Прямая травма может приводить к образованию очагового дефекта хряща или его расслоению
    - Нестабильность связок или разрывы менисков
      - Хроническая нестабильность в результате разрыва крестообразных или медиальных/латеральных поддерживающих структур → механическая травма → ОА
      - ОА часто развивается через 10–20 лет после разрыва передней крестообразной связки или менисков
      - Изолированный разрыв заднего рога медиального мениска ассоциируется с прогрессирующей утратой хряща в медиальном большеберцово-бедренном сочленении

## Классификация повреждений хряща

Макроскопия	MPT (по Outerbridge в модификации)	Хирургическая оценка (по Outerbridge)	Артроскопия (по Noyes)
Нормальный	Степень 0	Степень 0	Степень 0
Набухание и размягчение хряща, поверхность интактная	Степень I: изменение сигнала в режиме T2 при интактной поверхности	Степень I: размягчение и набухание	Степень IA: умеренное размягчение
Поверхностная фрагментация и образование фиссур	Степень II: неоднородность поверхности, захватывающая < 50% ее глубины	Фрагментация и фиссуры ≤ 0,5" в диаметре	Степень IB: Выраженное размягчение и набухание суставной поверхности
Глубокие фрагментация и фиссуры	Степень III: дефект захватывает 50% толщины хряща	Фрагментация и фиссуры > 0,5" в диаметре	Степень IIA: неоднородность поверхности < 1/2 толщины хряща
Обнаженная кость	Степень IV: обнаженная кость	Степень IV: обнаженная кость	Степень IIIB: неоднородность поверхности > 1/2 толщины хряща
			Степень IIIA: обнаженная кость
			Степень IIIB: образование полостей или эрозий в обнаженной кости

По материалам: Mosher TJ et al: Degenerative Disease. In Pope et al: Imaging of the Musculoskeletal System. Philadelphia: Saunders, 2008.

- Нормальное старение хряща
  - ↓ количество хондроцитов, ↓ протеогликаны → ↑ хрупкость коллагенового матрикса
  - ↑ фактор некроза опухоли и интерлейкин при ОА
    - Увеличение количества деструктивных ферментов
- Морфологические изменения
  - Аномалия скольжения надколенника → ОА бедренно-надколенникового сочленения
  - Метафизарная или эпифизарная дисплазия → ранний ОА
- Мутации гена хрящевого коллагена типа II
  - Синдромы, характеризующиеся преждевременным развитием ОА
  - Низкий уровень эстрогенов ассоциируется с повышенным риском развития ОА

### Макроскопические и хирургические особенности

- Богатая иннервация кости может служить причиной болевого синдрома

## КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

### Проявления

- Типичные признаки/симптомы
  - Боль при движениях, отсутствие боли в покое
  - Крепитация, блокирование
  - Варусная или вальгусная деформация

### Демография

- Эпидемиология
  - 25% взрослых в возрасте старше 55 лет часто испытывают боль в коленных суставах
    - Половина из них имеют рентгенографические признаки ОА; у других признаки могут обнаруживаться только при МРТ
  - Фрамингемское исследование: симптоматический ОА коленного сустава имеется у 6,1% взрослых старше 30 лет
    - Случайные находки со стороны менисков при МРТ часто обнаруживаются в общей популяции и количество их увеличивается с возрастом

### Течение и прогноз

- Боль в коленных суставах встречается часто; определить у кого из пациентов разовьется ОА с функциональными нарушениями нелегко
  - Результат заболевания находится в обоснованной взаимосвязи с исходными факторами: индексом массы тела, выраженностью болевого синдрома, эмоциональным фоном
  - Анамнез заболевания, физикальное исследование и выраженность рентгенографических признаков ОА имеют ограниченную прогностическую ценность

### Лечение

- НПВП и физиотерапия
- Введение глюкокортикоидов внутрь сустава
- Введение препаратов гиалуроновой кислоты внутрь сустава
  - Ряд исследований свидетельствуют о хорошем клиническом ответе на плацебо для коленного сустава (не для других суставов)
- Методы локального восстановления хряща
  - Микропереломы: рассверливание хряща с целью активации образования фиброзного хряща
  - Пересадка аутогенных хондроцитов: хондроциты выращиваются в лаборатории и вводятся в область дефекта под периостальную заплатку
  - Пересадка аутогенных остеохондральных трансплантатов: трансплантация костно-хрящевых вставок, взятых, как правило, из области блока
  - Пересадка трупных остеохондральных трансплантатов
- Перераспределение осевой нагрузки
  - Высокая остеотомия большеберцовой кости, выполненная при варусной или вальгусной деформации, позволяет перераспределить осевую нагрузку на латеральный или медиальный отделы сустава, соответственно
- Тотальное эндопротезирование коленного сустава

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

### Советы по интерпретации изображений

- При МРТ следует подразумевать наличие ранних признаков повреждения хряща
  - При разрыве мениска осуществляйте поиск признаков повреждения сопряженного хряща
  - Отек костного мозга без травматического воздействия часто свидетельствует о повреждении хряща

### Следует учесть

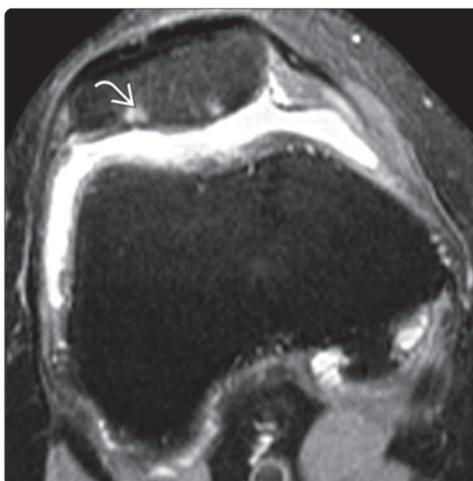
- Характеризуйте тип хондрального повреждения
  - Диффузное, фокальное, расслоение
- Обращайте внимание на субхондральные остеофиты

## ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

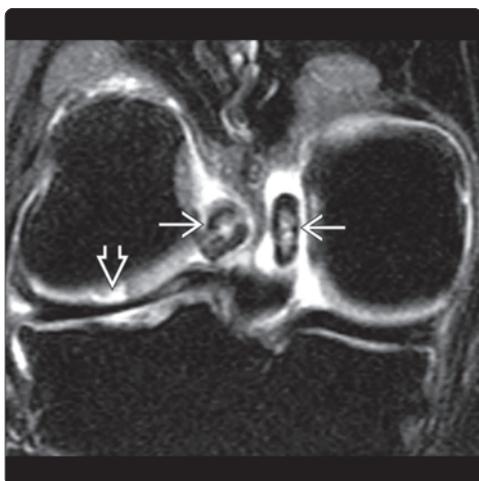
1. Alizai H et al: Cartilage lesion score: comparison of a quantitative assessment score with established semiquantitative MR scoring systems. Radiology. 271(2):479-87, 2014
2. Guermazi A et al: Medial posterior meniscal root tears are associated with development or worsening of medial tibiofemoral cartilage damage: the multicenter osteoarthritis study. Radiology. 268(3):814-21, 2013
3. Kijowski R et al: Evaluation of the articular cartilage of the knee joint: value of adding a T2 mapping sequence to a routine MR imaging protocol. Radiology. 267(2):503-13, 2013



**(Слева)** Рентгенография в ПЗ проекции: ОА латерального отдела коленного сустава ➡. На фоне вальгусной деформации визуализируются остеофиты и определяется полная утрата хряща. Несмотря на то, что поражение медиального отдела считается типичным при ОА, поражение латерального отдела может доминировать. **(Справа)** Рентгенография в ПЗ проекции: пример раннего ОА, характеризующегося исключительно формированием остеофитов. При рентгенографии, выполненной с осевой нагрузкой, признаки нарушения соотношения и утраты хряща не определяются. Остеофиты визуализируются только в области межмыщелкового возвышения большеберцовой кости.

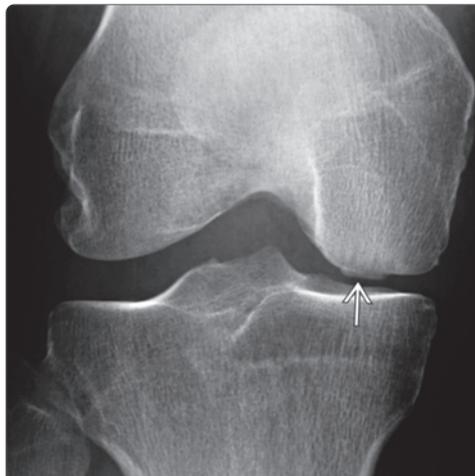


**(Слева)** Рентгенография в боковой проекции, этот же пациент: определяются остеофиты надколенника ➡. Также визуализируется субхондральный остеофит поверхности мыщелка бедренной кости ➡. Субхондральные остеофиты часто сопровождаются фокальным дефектом хряща, что в этом случае подтвердилось при МРТ. Обратите внимание на отсутствие свободных тел. **(Справа)** МРТ, аксиальная проекция, режим протонной плотности: полнослойный дефект хряща с вовлечением обеих фасеток надколенника ➡ у этого же пациента. Такая картина тяжелого поражения может не соответствовать результатам менее информативной рентгенографии.



**(Слева)** МРТ, корональная проекция, режим протонной плотности с подавлением сигнала от жира: не визуализирующиеся при рентгенографии свободные тела ➡. Определяется глубокий фокальный дефект хряща ➡. **(Справа)** МРТ, сагиттальная проекция, режим протонной плотности с подавлением сигнала от жира: еще одно свободное тело ➡ у этого же пациента. Визуализируется субхондральный остеофит с дефектом хряща ➡. Стабилизирующие структуры не изменены. Ранний ОА характеризуется наличием свободных тел, а также субхондральных остеофитов с ассоциированными дефектами хряща. При рентгенографии эти признаки не определяются, поэтому МРТ, в данном случае, более информативна.

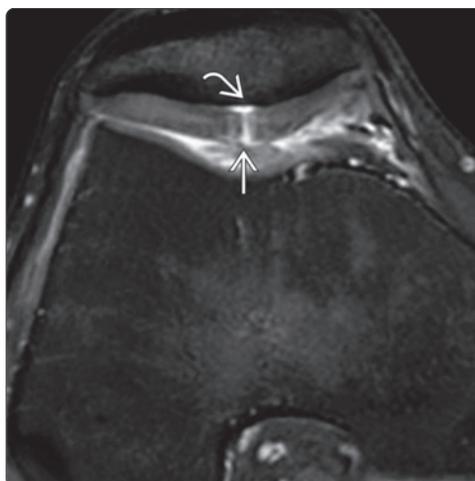
**(Слева)** Рентгенография в ПЗ проекции: истончение хряща в медиальном отделе коленного сустава и крупный субхондральный остеофит с минимальными краевыми остеофитами. **(Справа)** МРТ, сагиттальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: срез выполнен несколько медиальнее субхондрального остеофита, однако здесь определяется обширный дефект хряща нагружаемой зоны медиального мыщелка бедренной кости, наряду с признаками расщепления. Сигнал от субхондральных остеофитов достоверно ассоциируется с повреждением хряща.



**(Слева)** МР-артрография, сагиттальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: определяется обширный дефект хряща в области блока, а также признаки отека костного мозга. Необходимо скрупулезно исследовать область блока, оценка протяженности повреждения которого может быть затруднена, поскольку его поверхность обычно не ортогональна плоскости исследования. **(Справа)** Артроскопическая фотография, этот же пациент: определяется обширный полнослойный дефект в области блока.

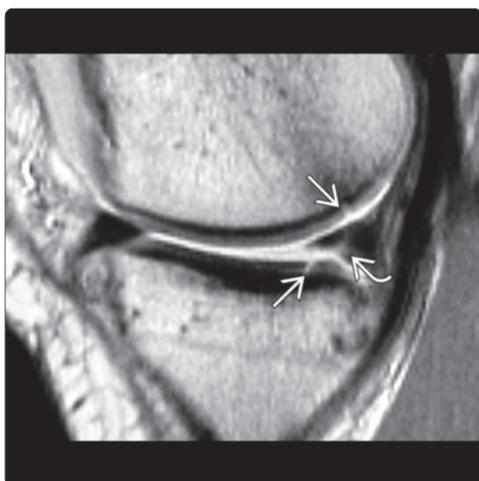


**(Слева)** МРТ, аксиальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: фокальные фиссуры хряща надколенника у его вершины, достигающие уровня субхондральной кости. Обратите внимание на то, что дефект распространяется латерально в костной пластинке; здесь следует предполагать расщепление. **(Справа)** МРТ, аксиальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: сигнал повышенной интенсивности и неполный дефект хряща преимущественно латеральной фасетки надколенника, который особенно хорошо визуализируется на фоне выпота. Также определяется отек подлежащего костного мозга. Повреждение хряща соответствует 2–3 степени.

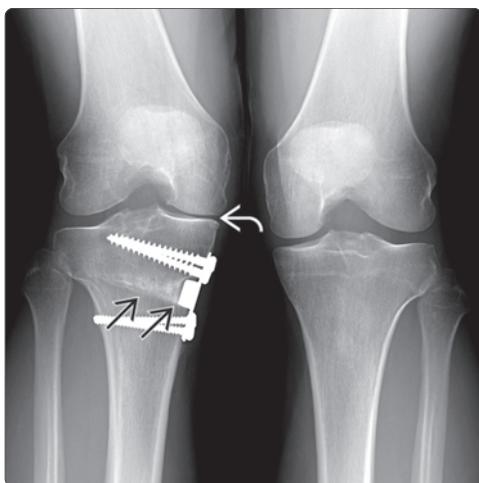




(Слева) МРТ, сагиттальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира: очаговый дефект хряща . Важно не упустить наличие линейного высокоинтенсивного сигнала в наиболее заднем отделе мыщелка бедренной кости , который указывает на расслоение. (Справа) МРТ, сагиттальная проекция, режим T2 с подавлением сигнала от жира, этот же пациент: обширное расслоение хряща мыщелка бедренной кости  определяется гораздо лучше. Рентгенография не выявила изменений у этого пациента, у которого, вне всякого сомнения, имеется остеоартроз.



(Слева) МРТ, сагиттальная проекция, режим протонной плотности: разрыв заднего рога медиального мениска , тупой задний рог предполагает хронический характер повреждения. Определяются истончение хряща и его дефекты . (Справа) МРТ, сагиттальная проекция, режим T2: более отчетливый остеохондральный дефект большеберцовой кости, ограниченный жидкостью у этого же пациента . Такой обширный дефект является фактором риска развития раннего ОА у этого молодого пациента. Принимайте во внимание, что разрывы менисков часто ассоциируются с дефектами сопряженного хряща, которые следует скрупулезно анализировать.



(Слева) Рентгенография в ПЗ проекции: ОА медиального отдела . Пациент перенес открытую остеотомию большеберцовой кости с медиальным клином  для увеличения осевой нагрузки на латеральный отдел сустава. (Справа) Рентгенография в боковой проекции: клиновидная остеотомия у этого же пациента с фиксацией пластиной/винтами. Такая процедура выполняется пациентам сравнительно молодого возраста с ОА одного отдела в надежде, что восстановление осевой нагрузки в этом отделе сохранит движения и позволит индуцировать фиброзно-хрящевое восстановление.