

Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Автор:

Е.С.Зиновкина, ассистент

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для проведения практического занятия  
по учебной дисциплине  
Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета, обучающихся  
по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема 7: «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования суставов  
нижних конечностей».

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП  
(протокол №7 от 06.02.2026 )

**Учебная цель:**

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применения методов лучевой диагностики при исследовании суставов;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при исследовании суставов;
- уметь проводить базовую сердечно-легочную реанимацию и иные реанимационные мероприятия в случае возникновения осложнений при применении контрастных веществ

**Воспитательная цель:**

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- научить соблюдать учебную и трудовую дисциплину, этические и деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

**Задачи:**

- 1. Углубление знаний по нормальной анатомии крупных суставов нижних конечностей**  
Повторить и систематизировать анатомическое строение тазобедренного, коленного и голеностопного суставов, включая костные, хрящевые, связочные и мышечные структуры.
- 2. Лучевая анатомия крупных суставов нижних конечностей**  
Освоить особенности визуализации анатомических структур суставов на рентгенограммах, КТ, МРТ и УЗИ — в различных проекциях и режимах сканирования.
- 3. Методы лучевой диагностики крупных суставов нижних конечностей**  
Изучить возможности и ограничения основных методов визуализации: рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и ультразвукового исследования (УЗИ).
- 4. Показания и алгоритмы выбора метода визуализации для конкретных суставов**  
Ознакомиться с клиническими ситуациями, при которых предпочтителен тот или иной метод, и освоить последовательность диагностического подхода при патологиях тазобедренного, коленного и голеностопного суставов.
- 5. Применение контрастных веществ при исследовании суставов**  
Изучить показания, технику и особенности проведения артрографии (в том числе КТ- и МР-артрографии), включая типы контрастных препаратов и возможные осложнения.
- 6. Анализ и постпроцессинг КТ- и МРТ-изображений суставов**  
Освоить методы обработки томографических данных: реконструкции в

различных плоскостях, 3D-моделирование, оценка мягких тканей, хрящей, связок и костных структур.

**7. Стандартная схема описания рентгенограмм крупных суставов нижних конечностей**

Научиться составлять структурированное заключение: оценка положения суставных поверхностей, суставной щели, костной структуры, наличия деформаций, разрушений или кальцинатов.

**8. Схема описания КТ-изображений крупных суставов нижних конечностей**

Освоить последовательность анализа томограмм: оценка костных структур, суставных поверхностей, параартикулярных тканей, выявление переломов, дегенеративных изменений и опухолевых поражений.

**9. Схема описания МРТ-изображений крупных суставов нижних конечностей**

Научиться интерпретировать сигнал от хрящей, менисков, связок, сухожилий и синовиальной оболочки, используя различные импульсные последовательности (T1-, T2-взвешенные, STIR, PD и др.).

**10. Схема описания УЗ-изображений крупных суставов нижних конечностей**

Освоить ультразвуковую семиотику: оценка суставной щели, синовиальной оболочки, выпота, сухожилий и мягких тканей, а также составление структурированного ультразвукового заключения.

**11. Методика УЗ-исследования суставов у детей в зависимости от возраста**

Ознакомиться с особенностями ультразвуковой диагностики суставов у новорождённых, грудных детей и подростков, включая возрастные нормы, технику сканирования и интерпретацию физиологических и патологических находок.

**В результате проведения учебного занятия студент должен знать:**

- ~ лучевую анатомию и лучевую семиотику заболеваний и методы лучевого исследования суставов;
- ~ принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики и методы лучевого исследования суставов;
- ~ реакции и осложнения при применении контрастных веществ, а также меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

**уметь:**

- ~ определять показания и противопоказания к лучевому исследованию суставов;
- ~ подготавливать пациента к лучевому исследованию при заболеваниях суставов;
- ~ интерпретировать результаты лучевого исследования суставов, знать критерии нормальной лучевой анатомии суставов;
- ~ оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

**владеть:**

- ~ навыками выбора метода визуализации при исследовании суставов и при разных заболеваниях;
- ~ навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при травме и заболеваниях суставов;
- ~ навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях суставов);
- ~ навыками оказания первой помощи при возникновении острых побочных реакций на введение контрастных веществ.

**Мотивация для усвоения темы:** рейтинговая система оценки знаний

## **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ**

Комплекты рентгенограмм, электронные средства демонстрации иллюстративного материала (интерактивная доска, телевизор, проектор), ультразвуковые сканеры.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

«Анатомия человека»:

- нормальная анатомия суставов
- половые и возрастные особенности суставов

### **Контрольные вопросы:**

1. Рентгеноанатомия крупных суставов нижних конечностей.
2. КТ-анатомия крупных суставов нижних конечностей.
3. МРТ-анатомия крупных суставов нижних конечностей.
4. УЗ-анатомия крупных суставов нижних конечностей
5. Рентгенография. Схема анализа рентгенограмм.
6. КТ. Схема анализа КТ-изображений.
7. МРТ. Схема анализа МРТ-изображений.
8. Преимущества и недостатки отдельных методов визуализации.
9. Методика УЗИ тазобедренного сустава.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **ОСНОВНАЯ:**

1. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] : учебник / [Г. Е. Труфанов и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 484 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970462102.html>. – Дата доступа: 01.06.2022.
2. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:**

3. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
4. Атлас рентгенограмм по травматологии и ортопедии: для студентов лечеб. (специальность 1-79 01 01 "Лечеб. дело"), педиатр. (специальность 1-79 01 02 "Педиатрия"), мед.-диагност. (специальности 1-79 01 04 "Мед.-диагност. дело", 1-79 01 06 Сестр. дело"), мед.-психол. (специальность 1-79 01 05 "Мед.-психол. дело") фак. / М-во здравоохранения РБ, УО "ГрГМУ", Каф. травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии; А. А. Бритько [и др.]. – Гродно: ГрГМУ, 2019. – 205 с. : ил., фот.
5. Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок: руководство для

врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др. ] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.

#### НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ:

6. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.
7. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.
8. Закон Республики Беларусь «О здравоохранении»: от 18.06.1993 г. №2435-XII: в редакции Закона Республики Беларусь от 20.06.2008 № 363-3: с изм. и доп.
9. Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255
10. Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 г. № 223: с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.
11. Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

#### ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

12. Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза. Расширенный пакет = Student consultant. Electronic library of medical high school. Extended package [Электронный ресурс] / Издательская группа «ГЭОТАР–Медиа», ООО «ИПУЗ». – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>. – Дата доступа: 01.06.2022. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа» ; ГЭОТАР–Медиа. Премиум комплект ; Книги из комплекта «Консультант врача»).
13. Scopus [Electronic resource] / Elsevier. – Mode of access: <https://scopus.com>. – Date of access: 01.06.2022.
14. Springer Medicine and Biomedical and Life science eBooks collections [Electronic resource] / Springer International Publishing AG. – Mode of access: <https://link.springer.com>. – Date of access: 01.06.2022.
15. Springer Medicine Journals collection [Electronic resource] / Springer International Publishing AG/ – Mode of access: <https://link.springer.com>. – Date of access: 01.06.2022

## ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

### Содержание учебного материала.

#### Изучить методы исследования костно-суставной системы

Рентгеноанатомия крестцово-подвздошного сочленения и тазобедренного сустава, методики рентгенологического исследования. КТ-анатомия крестцово-подвздошного сочленения и тазобедренного сустава, методика исследования. МРТ-анатомия крестцово-подвздошного сочленения и тазобедренного сустава, методика исследования. Ультразвуковая анатомия крестцово-подвздошного сочленения и тазобедренного сустава, методика ультразвукового исследования у детей в различные возрастные периоды и у взрослых.

Рентгеноанатомия коленного сустава, методики рентгенологического исследования. КТ-анатомия коленного сустава, методика исследования. МРТ-анатомия коленного сустава, методика исследования. Ультразвуковая анатомия коленного сустава, методика ультразвукового исследования.

Рентгеноанатомия голеностопного сустава и стопы, методики рентгенологического исследования. КТ-анатомия голеностопного сустава и стопы, методика исследования. МРТ-анатомия голеностопного сустава и стопы, методика исследования. Ультразвуковая анатомия коленного сустава, методика ультразвукового исследования.

### Схемы описания различных методов исследования:

#### Схема описания рентгенограмм:

#### I. Суставы

1. *Суставная щель:*
  - сужение / расширение
  - неравномерность ширины
  - деформация
2. *Суставная капсула:*
  - уплотнение
  - увеличение объёма (выпот, воспаление)
3. *Суставные поверхности и концы костей:*
  - деформация суставных концов
  - краевые костные разрастания (остеофиты)
  - изменения суставного хряща (косвенно)
  - нарушение целостности или структуры субхондральной пластинки
  - патологические изменения в губчатом веществе эпифиза (уплотнение, разрежение, кисты и др.)
4. *Соотношения суставных поверхностей:*
  - вывих
  - подвывих
5. *Внутрисуставные образования:*
  - свободные тела («суставные мыши»)

- кальцинаты, отложения и др.

## **II. Мягкие ткани**

1. *Изменения плотности:*
  - уплотнение (усиление тени)
  - просветление (снижение плотности)
2. *Патологические включения:*
  - кальциноз
  - окостенение
3. *Изменения объёма:*
  - увеличение (отёк, опухоль, гематома)
  - уменьшение (атрофия)
4. *Структурные нарушения:*
  - изменение или исчезновение жировых прослоек
  - нечёткость анатомических границ
  - наличие газа, инородных тел и др.

### **Схема описания ультразвуковых изображений**

1. **Надкостница**
  - Утолщение
  - Отслоение от костной поверхности
2. **Сухожилия и связки**
  - Контур: гладкий / неровный, чёткий / нечёткий
  - Наличие гипэхогенных (жидкостных, дегенеративных) участков
  - Нарушение фибриллярной структуры: «смазанность», дезорганизация
  - Утолщение:
    - локальное / распространённое
    - равномерное / неравномерное
  - Изменение размеров: удлинение, укорочение
  - Нарушение целостности:
    - частичный разрыв
    - полный разрыв
3. **Синовиальные полости**  
(суставы, синовиальные влагалища сухожилий, околосуставные сумки)
  - Изменение формы
  - Наличие выпота / скопления жидкости
  - Утолщение синовиальной оболочки (стенок полости)
4. **Мышцы**
  - Изменение объёма: увеличение (отёк, гематома), уменьшение (атрофия)
  - Изменение эхогенности:
    - снижение (отёк, воспаление)
    - повышение (фиброз, жировая инфильтрация)
  - Нарушение внутримышечной архитектоники («смазанность» стриации)
  - Деформация или изменение формы мышцы
  - Дефект мышечной ткани (разрыв, некроз)
  - Наличие кальцинатов
  - Патологические образования: кисты, опухоли и др.

### **Схема описания МРТ-изображений**



## 1. Кости

- *Изменение размеров, формы, контуров*
- *Нарушение структуры кортикального и губчатого вещества*
- *Изменение интенсивности МР-сигнала от:*
  - костного мозга (например, отёк, инфильтрация, жировая дистрофия)
  - кортикального слоя
  - трабекулярной (губчатой) кости

## 2. Сухожилия, связки, энтезы, мениски

- *Изменение интенсивности МР-сигнала:*
  - локальное / распространённое
  - равномерное / неравномерное (указывает на дегенерацию, тендинит, энтезопатию и др.)
- *Нарушение целостности:*
  - частичный разрыв
  - полный разрыв
- *Структурные изменения:*
  - утолщение, истончение, потеря нормальной фибриллярной архитектоники

## 3. Синовиальные полости и околосуставные пространства

- *Скопление жидкости:*
  - в полости сустава
  - в синовиальных влагалищах сухожилий
  - в околосуставных (бурсальных) сумках
  - в межфасциальных пространствах
- *Характер сигнала жидкости:*
  - гиперинтенсивный на T2-ВИ (особенно при подавлении сигнала от жира — FS/STIR)
- *Наличие дефектов:*
  - например, разрыв мениска с выходом внутрисуставной жидкости в параартикулярные ткани («знак птичьего клюва» и др.)
- *Патологические образования:*
  - ганглии, кисты Бейкера, синовиомы, опухоли мягких тканей и др.

## Схема описания радионуклидных изображений (скелетная сцинтиграфия)

**Кости:** Оценка распределения радиофармпрепарата (РФП, чаще всего  $^{99m}\text{Tc}$ -меченых фосфонатов) в скелете проводится по характеру, локализации, интенсивности и количеству очагов накопления.

- «Горячий очаг» — участок повышенного накопления РФП:
  - *может указывать на:*
    - воспалительный процесс (остеомиелит, артрит);
    - посттравматические изменения (переломы, микротравмы, стресс-реакции);
    - опухолевое поражение (первичные костные опухоли, метастазы — особенно остеобластического типа);
    - дегенеративно-дистрофические изменения (остеоартроз, спондилёз, энтезопатии);
    - реактивные изменения (например, при болезни Педжета).
  - *описывается по:*
    - локализации (точное анатомическое расположение);

- интенсивности (умеренная, выраженная — часто по сравнению с фоновым накоплением);
- форме и границам (чёткие/нечёткие, округлые, линейные и др.);
- количеству (одиночный, множественные, диффузные).
- «Холодный очаг» — участок сниженного или отсутствующего накопления РФП:
  - может наблюдаться при:
    - опухолях с выраженным разрушением костной ткани и вытеснением функционирующей костной ткани (например, миелома, остеолитические метастазы);
    - аваскулярном некрозе (например, головки бедренной кости);
    - после лучевой терапии;
    - кистозных образованиях или заполненных жидкостью полостях;
    - технических артефактах (например, тень от металлоконструкций).
  - описывается по:
    - локализации;
    - размерам;
    - чёткости границ;
    - степени «холодности» (умеренное снижение или полное отсутствие накопления);
    - сопоставлению с данными других методов визуализации (КТ, МРТ).

### Рентгенанатомия тазобедренного сустава

**Тазобедренный сустав** (лат. *articulatio coxae*) — это шаровидный (сферический) синовиальный сустав, образованный сочленением головки бедренной кости с вертлужной впадиной тазовой кости. Обеспечивает широкий диапазон движений при высокой устойчивости и опорной функции.

#### 1. Костные структуры

• **Головка бедренной кости (*caput femoris*):** Шаровидная, покрыта гиалиновым хрящом почти со всех сторон, за исключением ямки головки бедренной кости (*fovea capitis*), где прикрепляется связка головки бедренной кости.

• **Вертлужная впадина (*acetabulum*):** Образована слиянием трёх костей таза: подвздошной, седалищной и лонной. Выстлана гиалиновым хрящом по периферии, кроме вертлужной вырезки (*incisura acetabuli*) и центральной невертлужной ямки (*acetabular fossa*), где хрящ отсутствует. Углубляется за счёт вертлужной губы (*labrum acetabulare*) — фиброзно-хрящевого ободка по краю впадины.

#### 2. Суставная капсула и связки

• **Суставная капсула:** мощная, прикрепляется к краю вертлужной губы и пояснично-наружной поверхности шейки бедренной кости. *Усилена тремя основными связками:*

- **Подвздошно-бедренная связка** — самая прочная связка в организме, ограничивает разгибание и гиперэкстензию.
- **Седалищно-бедренная связка** — ограничивает внутреннюю ротацию.
- **Лонно-бедренная связка** — ограничивает отведение и наружную ротацию.
- **Связка головки бедренной кости (*ligamentum capitis femoris*):** Расположена внутри сустава, соединяет ямку головки бедренной кости с вертлужной

вырезкой. Содержит *артерию головки бедренной кости* (особенно важна у детей).

### 3. Кровоснабжение

*Основные источники:*

- **Медиальная и латеральная верхние коленные артерии** (ветви глубокой артерии бедра) — основной источник у взрослых.
- **Артерия головки бедренной кости** (ветвь запирающей артерии) — значима в детском возрасте, у взрослых часто редуцирована.

4. **Иннервация** осуществляется ветвями: бедренного нерва (n. femoralis), седалищного нерва (n. ischiadicus), верхнего и нижнего ягодичных нервов, запирающего нерва (n. obturatorius)

5. **Движения в суставе** благодаря шаровидной форме возможны вокруг трёх осей: сгибание / разгибание; отведение / приведение; внутренняя и наружная ротация; круговое движение (циркумдукция).

*Рентгенологическим признаком нормального положения таза в горизонтальной плоскости служит совпадение лобкового симфиза с продольной осью крестца, а также симметрия поперечных размеров крыльев подвздошных костей. Важно отметить, что данный критерий достоверен только при условии правильной укладки пациента во время выполнения рентгенографии — без ротации или наклона таза.*

Пространственное положение входа в вертлужную впадину во фронтальной плоскости оценивается по углу, образованному двумя линиями:

— касательной, проведённой ко входу в вертлужную впадину,  
— и линией, соединяющей нижние полюсы «фигур слезы» (изображений нижней части вертлужных впадин).

В норме этот угол составляет **50–55°**.

Положение крыши вертлужной впадины характеризуется другим углом — между:

— касательной к наружному контуру крыши впадины,  
— и линией, соединяющей верхние края «фигур слезы».

Нормальное значение этого угла — **10–12°**.

Положение проксимального отдела бедренной кости во фронтальной плоскости определяется по **шеечно-диафизарному** углу, который в норме равен **120–130°**. Косвенным признаком положения бедренной кости в горизонтальной плоскости является степень выступания **малого вертела** за медиальный контур диафиза бедренной кости: при нейтральной ротации он обычно не выступает или лишь слегка виден.

### Лучевые критерии нормы тазобедренного сустава

*Суставная щель:*

- верхний отдел — 3–4 мм,
- медиальный отдел — 4–5 мм.

*Жировые прослойки (чётко визуализируются в прямой проекции):*

- медиально от сухожилия m. iliopsoas,
- медиально от m. gluteus minimus,
- между мышцами латеральной ягодичной группы.

*Покровы головки бедренной кости крышей вертлужной впадины:*

- у детей — не менее 75% суставной поверхности,
- у детей старше 5 лет —  $\frac{3}{4}$ –1,0 (75–100%).

*Шеечно-диафизарный угол:*

- у взрослых — 120–130° (с возрастной динамикой у детей).

*Угол Виберга (центр головки — наружный край крыши впадины):*

- у взрослых — 26–30°.

*Ацетабулярный угол (наклон крыши вертлужной впадины):*

- у взрослых — не менее 10°.

### **Особенности лучевой диагностики суставов у детей**

Анатомия и рентгенологическая картина суставов у детей существенно отличаются от таковых у взрослых. Эти различия обусловлены поэтапным процессом скелетного созревания, в ходе которого хрящевая и фиброзная ткани постепенно замещаются костной. Ключевыми этапами этого процесса являются:

- Появление ядер (очагов, точек) окостенения в эпифизах и апофизах;
- Формирование и развитие суставных поверхностей;
- Закрытие ростковых (физарных) зон в подростковом и юношеском возрасте.

Эти процессы происходят в строго определённой хронологической последовательности, которая хорошо изучена и описана в возрастных атласах (например, по Greulich & Pyle или Tanner-Whitehouse). Знание сроков появления и срастания ядер окостенения критически важно при интерпретации рентгенограмм у детей, так как позволяет:

1. Оценить биологический (скелетный) возраст ребёнка — особенно при отставании или опережении физического развития;
2. Дифференцировать нормальные анатомические структуры от патологических изменений (например, переломов, опухолей, воспалительных процессов);
3. Выявить признаки задержки или ускорения окостенения, которые могут быть маркерами эндокринных, метаболических или генетических заболеваний.

*Примеры появления ядер окостенения в области тазобедренного сустава:*

- Головка бедренной кости: ядро окостенения появляется в возрасте 3–6 месяцев у доношенных детей;
- Большой вертел: окостенение начинается в 3–4 года;
- Малый вертел: ядро появляется около 10–12 лет;
- Тело подвздошной, седалищной и лонной костей срастаются в единую тазовую кость к 14–16 годам;
- Зона роста шейки бедра закрывается в 16–18 лет, после чего головка и диафиз становятся единым костным сегментом.

### **Значение исследования тазобедренного сустава у маленьких детей**

Особое внимание в педиатрической лучевой диагностике уделяется тазобедренному суставу у новорождённых и детей первого года жизни. В этом возрасте суставные структуры в основном представлены хрящом, который не визуализируется на рентгенограмме, поэтому диагностика основывается на:

- Оценке положения головки бедренной кости относительно вертлужной впадины;
- Измерении ацетабулярного угла и угла W-линии (линии Хильгенрейнера,

Перкина);

- Анализе симметрии «фигур слезы» и крыши вертлужной впадины. Это исследование является обязательным скрининговым методом в рамках раннего выявления дисплазии тазобедренного сустава (ДТБС) — одного из наиболее распространённых врождённых ортопедических заболеваний. При отсутствии своевременной диагностики и лечения дисплазия может прогрессировать до подвывиха или вывиха бедра, что в дальнейшем приводит к нарушению походки, болевому синдрому и раннему остеоартрозу. В первые месяцы жизни предпочтительным методом является УЗИ тазобедренных суставов, так как позволяет визуализировать хрящевые структуры. Рентгенография становится информативной с 3–4 месяцев, когда появляется ядро окостенения головки.

### **УЗИ тазобедренных суставов у младенцев**

У новорожденных и младенцев до 6 месяцев головка бедренной кости состоит преимущественно из хрящевой ткани, что делает её «эхоотрицательной» на УЗИ и позволяет визуализировать как головку бедренной кости, так и хрящевые структуры вертлужной впадины. Это обеспечивает возможность детальной оценки анатомии и стабильности тазобедренного сустава с помощью ультразвука. Однако по мере роста ребёнка (обычно начиная с 4–6 месяцев) происходит окостенение головки бедра и костных краёв вертлужной впадины, что ограничивает визуализацию ключевых структур и снижает диагностическую ценность УЗИ. В таких случаях прибегают к рентгенографии тазобедренных суставов.

### **Положение пациента и технические параметры исследования**

Младенца укладывают на кушетку в положении на спине или на боку (в зависимости от этапа сканирования). Исследование проводится с использованием высокочастотного линейного датчика (7–15 МГц), который размещают в проекции большого вертела бедренной кости. Датчик ориентируют либо параллельно, либо перпендикулярно продольной оси тела (в зависимости от плоскости сканирования): параллельно — для продольного среза, перпендикулярно — для поперечного.

### **Этапы ультразвукового исследования**

#### ***1. Продольное сканирование тазобедренного сустава***

На этом этапе врач получает стандартный сагиттальный (продольный) срез, позволяющий оценить анатомические ориентиры и выполнить ключевые измерения. На изображении чётко визуализируются:

- Подвздошная кость (её костный край),
- Хрящевая часть вертлужной впадины,
- Головка бедренной кости,
- Суставная губа и связка головки бедра.

*По полученному изображению проводятся следующие измерения:*

- Угол  $\alpha$  (альфа) — отражает степень костного покрытия головки бедра; измеряется между базовой линией подвздошной кости и линией, проведённой от костного края вертлужной впадины к центру головки.

- Угол  $\alpha > 60^\circ$  считается нормой и указывает на зрелость костной крыши.
- Угол  $\beta$  (бета) — характеризует хрящевую часть впадины (в частности, состояния суставной губы и её покрытия головки); измеряется между базовой линией и линией, проведённой от края хрящевой губы к центру головки. Угол  $\beta < 55^\circ$  расценивается как нормальный.
- Костное покрытие головки — оценивается в процентах или визуально: норма — более 50% покрытия головки костной частью вертлужной впадины.
- Расстояние от лобковой кости до головки бедра — помогает выявить смещение головки при подвывихе или вывихе.

*На основании этих параметров сустав классифицируется по системе Графа, которая включает типы от I (норма) до IV (вывих), с подтипами.*

## **2. Оценка стабильности сустава (динамическое тестирование — проба Барлоу–Ортолани)**

Врач пассивно перемещает бедро, моделируя манёвры, используемые в клиническом осмотре:

- Проба Барлоу (выявление вывихиваемости): бедро слегка приводят и надавливают вниз — оценивают, смещается ли головка из вертлужной впадины.
- Проба Ортолани (выявление вправимости): бедро отводят и поднимают — проверяют, возвращается ли головка в суставную впадину.

*В нестабильных или патологически изменённых суставах при таких манипуляциях отмечают:*

- Уменьшение костного покрытия головки,
- Увеличение расстояния от лобковой кости до головки,
- Рост угла  $\beta$ ,
- Визуализация смещения головки — либо кпереди, либо кзади, что имеет значение для выбора тактики лечения.

## **3. Поперечное сканирование**

На завершающем этапе выполняется коронарное (поперечное) сканирование тазобедренных суставов. Эта проекция позволяет сравнить положение обеих головок бёдер относительно друг друга и оценить симметрию суставов, а также подтвердить наличие или отсутствие центрации головки в вертлужной впадине.

### **Значение стандартизации в практике**

Врачи ультразвуковой диагностики, работающие в тесном взаимодействии с педиатрами и детским травматологами-ортопедами, должны строго придерживаться стандартизированных протоколов УЗИ тазобедренных суставов, включая:

- Использование единой методики сканирования,
- Измерение углов  $\alpha$  и  $\beta$ ,
- Классификацию по Графу,
- Описание стабильности сустава,
- Указание направления смещения головки при нестабильности.

Такой подход обеспечивает сопоставимость результатов между разными специалистами, позволяет объективно отслеживать динамику развития сустава и своевременно выявлять дисплазию тазобедренных суставов на ранних

стадиях, когда лечение наиболее эффективно и неинвазивно.

### **МРТ тазобедренных суставов**

**Магнитно-резонансная томография (МРТ) тазобедренных суставов (ТБС)** — это высокоинформативный, неинвазивный метод визуализации, позволяющий детально оценить костные, хрящевые, синовиальные, связочные и мышечные структуры в области тазобедренного сустава. В отличие от УЗИ и рентгенографии, МРТ особенно ценна при оценке мягких тканей, хряща, костного мозга и внутрисуставных патологий, не видимых на других методах.

### **Показания к МРТ тазобедренных суставов у детей и взрослых**

#### **У детей и подростков:**

- Подозрение на аваскулярный некроз головки бедренной кости (болезнь Пертеса) — МРТ выявляет изменения на самых ранних стадиях, задолго до рентгенологических признаков.
- Оценка последствий травм (околосуставные гематомы, повреждения хряща, микропереломы, отёк костного мозга).
- Диагностика воспалительных и инфекционных процессов: остеомиелит, септический артрит, транзиторный синовит.
- Контроль после операций (например, при врождённом вывихе бедра или остеотомиях).
- Исследование при дисплазии ТБС у старших детей (после окостенения головки), когда УЗИ уже неинформативно.
- Оценка хрящевой ткани и суставной губы при болевом синдроме неясной этиологии.

#### **У взрослых:**

- Боль в паху или тазобедренной области без явных рентгенологических изменений.
- Подозрение на повреждение вертлужной губы (labral tear).
- Диагностика импинджмент-синдрома (FAI — femoroacetabular impingement).
- Дегенеративные изменения (коксартроз) — оценка степени повреждения хряща, субхондрального склероза, кист.
- Подозрение на опухолевые или воспалительные заболевания (например, синовиома, ревматоидный артрит).
- Планирование эндопротезирования или артроскопии.

### **Рентгенанатомия коленного сустава.**

Коленный сустав — один из самых крупных и сложных суставов опорно-двигательной системы человека. Он образован тремя костями: **дистальным (нижним) эпифизом бедренной кости, проксимальным (верхним) эпифизом большеберцовой кости и надколенником**. Сустав является **сложным, блоковидно-мышечковым**, обеспечивающим движения в сагиттальной плоскости (сгибание и разгибание) и незначительную ротацию в полусогнутом положении.

#### **1. Костные структуры**

- **Мыщелки бедренной кости** (медиальный и латеральный) — закруглённые кондилы, образующие суставные поверхности, контактирующие с соответствующими мыщелками большеберцовой кости. Между ними расположена **межмыщелковая ямка** — углубление на задней поверхности дистального метаэпифиза бедра, служащее местом прикрепления **крестообразных связок**.
- **Мыщелки большеберцовой кости** — слегка вогнутые суставные площадки. Медиальный мыщелок больше и устойчивее латерального. Между ними находится **межмыщелковое возвышение**, к которому прикрепляются передний и задний рога менисков и крестообразные связки.
- **Надколенник** — сесамовидная кость, расположенная в толще сухожилия четырёхглавой мышцы бедра. Имеет **суставную поверхность с медиальной и латеральной фасетками**, скользящую по передней поверхности блока бедренной кости (в межмыщелковой борозде).
  - У 10–30% населения встречается дополнительная сесамовидная кость — **фабелла**, локализуемая в сухожилии латеральной головки икроножной мышцы, сзади латерального мыщелка бедра. Это анатомическое вариант, но может имитировать патологию на рентгенограммах или МРТ.

## 2. Внутрисуставные структуры (не видны на рентгенограммах, но их косвенные признаки важны)

### Мениски

- Медиальный и латеральный мениски — хрящевые полудиски, улучшающие конгруэнтность суставных поверхностей, распределяющие нагрузку и амортизирующие удары.
- **Прикрепление:** периферические (наружные) края менисков фиксированы к суставной капсуле и межмыщелковому возвышению большеберцовой кости. Медиальный мениск менее подвижен, чем латеральный.
- **Связки менисков:**
  - **Поперечная связка колена** соединяет передние рога обоих менисков.
  - **Мениско-бедренные связки** (передняя и задняя, также называемые связками Хамфри и Врисберга) соединяют задний рог латерального мениска с медиальным мыщелком бедра, проходя позади или спереди от задней крестообразной связки.

### Крестообразные связки

- Расположены **внутри суставной полости**, но **внесиновиально** (вне синовиальной оболочки).
- **Передняя крестообразная связка (ПКС)** берёт начало от **внутренней поверхности латерального мыщелка бедра** и прикрепляется к **переднему межмыщелковому полю большеберцовой кости**. Основная функция — предотвращение переднего смещения большеберцовой кости относительно бедра.
- **Задняя крестообразная связка (ЗКС)** начинается от **латеральной поверхности медиального мыщелка бедра** и прикрепляется к **заднему межмыщелковому полю большеберцовой кости**. Основная функция



— предотвращение заднего смещения большеберцовой кости.

- Между крестообразными связками находится **жировая подушка** (инфрателлярная жировая масса), а также **синовиальная складка**, которая может визуализироваться на МРТ.

**На рентгенограммах** крестообразные связки не видны, но их повреждение может проявляться **косвенными признаками**: смещением костей, наличием avulsion-переломов (отрывных переломов) в точках прикрепления, увеличением суставной щели.

### 3. Суставная капсула и связочный аппарат

- **Фиброзная капсула** коленного сустава тонкая, но значительно усилена окружающим связочным и мышечным аппаратом.
- **Основные внекапсулярные связки**:
  - **Медиальная (большеберцовая) коллатеральная связка** — от медиального мыщелка бедра к метафизу большеберцовой кости, сращена с капсулой и медиальным мениском.
  - **Латеральная (малоберцовая) коллатеральная связка** — от латерального мыщелка бедра к головке малоберцовой кости; не соединена с латеральным мениском, что обеспечивает ему большую подвижность.
- **Мышечно-сухожильный аппарат**:
  - **Четырёхглавая мышца бедра** (m. quadriceps femoris) — главный разгибатель колена.
    - Её сухожилие охватывает надколенник спереди, срастаясь с его надкостницей.
    - Ниже надколенника продолжается как **собственная связка надколенника**, фиксирующаяся к **бугристости большеберцовой кости**.
    - Этот комплекс (сухожилие четырёхглавой мышцы → надколенник → собственная связка надколенника) называется **разгибательным аппаратом колена**. Его целостность критична для функции сустава.

### 4. Синовиальная оболочка и завороты

- Синовиальная оболочка выстилает всю внутреннюю поверхность сустава, за исключением суставных хрящей и интракапсульных связок.
- Образует до **12–13 синовиальных заворотов** — карманов, значительно расширяющих объём суставной полости.
  - **Наиболее крупный — верхний (наднадколенниковый) заворот**, который у взрослых обычно сообщается с полостью сустава и может достигать уровня середины бедра.
  - При воспалении или травме в заворотах скапливается выпот (жидкость), что визуализируется на УЗИ и МРТ как **гидрартроз**.

### 5. Синовиальные сумки (бурсы)

Расположены **вне суставной капсулы**, но некоторые сообщаются с полостью сустава:

- **Наднадколенниковая сумка (bursa suprapatellaris)** — самая крупная, часто сообщается с верхним заворотом.
- **Подкожная преднадколенниковая сумка** — между кожей и надколенником.

- **Подкожная поднадколенниковая сумка** — между кожей и связкой надколенника.
- **Глубокая преднадколенниковая сумка** — между связкой надколенника и большеберцовой костью.
- **Сумка под сухожилием полуперепончатой мышцы** — медиально, часто вовлекается при кистах Бейкера.

Воспаление сумок (бурсит) может напоминать артрит, но на рентгенограммах проявляется только косвенно (размягчение тканей, кальцификация при хроническом процессе).

### **Рентгенологическая визуализация**

- На **прямой рентгенограмме** оцениваются:
  - Суставные щели (медиальная и латеральная),
  - Высота и форма мыщелков,
  - Положение надколенника (при необходимости — съёмка в аксиальной проекции),
  - Наличие костных фрагментов, остеофитов, субхондрального склероза.
- На **боковой рентгенограмме** оцениваются:
  - Межмышцелковая ямка,
  - Суставная поверхность надколенника,
  - Жировые прослойки (пред- и инфрапателлярные), смещение которых указывает на выпот.

В современной диагностике заболеваний и повреждений коленного сустава всё большее значение приобретают методы визуализации, позволяющие оценить не только костные, но и мягкие ткани. В этой связи ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) занимают ведущее место, поскольку обеспечивают детальную информацию о состоянии менисков, связок, сухожилий, синовиальной оболочки, гиалинового хряща, а также позволяют выявить наличие суставного выпота, который недоступен для визуализации при стандартной рентгенографии.

При ультразвуковом сканировании коленного сустава в продольной (сагиттальной) проекции оцениваются передние и задние рога менисков, которые в норме имеют чёткую треугольную форму, однородную структуру и ровные контуры. В поперечной (коронарной) проекции возможно качественно визуализировать среднюю часть менисков — *pars intermedia*, что особенно важно для выявления патологии в центральных отделах хрящевых структур.

*Для обеспечения полноты и клинической значимости заключения протокол УЗИ коленного сустава должен содержать стандартизированное описание следующих анатомических и функциональных параметров:*

#### **Суставной выпот:**

- наличие/отсутствие в верхнем (наднадколенниковом) завороте;
- эхоструктура жидкости — однородная (серозный экссудат) или неоднородная (гемартроз, гной, фибриновые включения).

**Инородные тела:** наличие или отсутствие в полости сустава или околосуставных тканях.

#### **Сухожилие прямой мышцы бедра (часть четырёхглавой мышцы):**

- сохранена или нарушена целостность;
- наличие признаков тендопатии, кальцификации, перитендинального

воспаления.

**Надколенник:**

- контуры — ровные или неровные (эрозии, остеофиты);
- наличие бурсита (преднадколенникового, глубокого или субкожного).

**Собственная связка надколенника:**

- целостность (сохранена / частичный или полный разрыв);
- структура — однородная или неоднородная, эхогенность (снижена при дегенерации);
- толщина — в норме около 4–6 мм;
- наличие бурсита в области прикрепления (например, глубокая преднадколенниковая bursa).

**Жировые тела (преимущественно инфрапателлярное и наднадколенниковое):**

- структура — сохранена или изменена (отёк, фиброз, воспаление);
- гипертрофия — отсутствует или присутствует (может наблюдаться при хроническом синовите).

**Медиопателлярная (медиальная пателлярная) складка:**

- структура — нормальная или утолщённая, фиброзированная;
- повреждение — отсутствует или имеется (разрыв, ущемление).

**Коллатеральные (боковые) связки (медиальная и латеральная):**

- структура — однородная, без разволокнения или утолщения;
- при проведении функционального (стресс-) теста оценивается наличие диастаза — патологического расхождения суставных поверхностей, указывающего на нестабильность.

**Суставные поверхности бедренной и большеберцовой костей:**

- контуры — ровные или неровные (эрозии, узурации);
- наличие остеофитов (костных разрастаний);
- дополнительные включения — кальцинаты, свободные суставные тела («суставные мыши»), хондральные фрагменты.

**Гиалиновый хрящ суставных поверхностей:**

- контуры — ровные или фрагментированные, изъеденные;
- толщина — в пределах нормы (до 2,5–3 мм у взрослых) или истончён (признак остеоартроза).

**Мениски** — описываются отдельно для латерального (наружного) и медиального (внутреннего):

- Форма — правильная (треугольная в продольном срезе) или деформированная;
- Структура — однородная или неоднородная (признак дегенерации или разрыва);
- Контуры — чёткие/нечёткие, ровные/неровные;
- Фрагментация — отсутствует или присутствует;
- Кальцификация — нет / есть;
- Паракапсулярная зона — отсутствие или наличие жидкостных образований (кисты мениска, паракапсулярные выпоты).

**Подколенная область:**

- наличие кисты Бейкера (Беккера) — выпячивания синовиальной оболочки через заднюю капсулу сустава, часто связанного с хроническим синовитом или менисковой патологией.

## **РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА И СТОПЫ**

Область голеностопного сустава и стопы относится к одной из наиболее анатомически сложных зон в опорно-двигательной системе — как из-за intricate взаимоотношений костных структур, так и из-за плотного прилегания многочисленных сухожилий, связок и синовиальных образований.

Голеностопный сустав формируется суставными поверхностями дистальных эпифизов большеберцовой и малоберцовой костей, которые охватывают сверху и с боков блок таранной кости, создавая своего рода «вилку».

- *Дистальный эпифиз большеберцовой кости* имеет вогнутую суставную поверхность, покрытую гиалиновым хрящом, а также медиальную лодыжку, внутренняя поверхность которой также участвует в образовании сустава.
- *Малоберцовая кость* заканчивается латеральной лодыжкой, на медиальной (внутренней) поверхности которой располагается суставная площадка, контактирующая с латеральной поверхностью таранной кости. Эта суставная поверхность не доходит до верхушки лодыжки, что является важной анатомической особенностью.

Таранная кость состоит из трёх основных частей: тела, шейки и головки. Верхняя поверхность тела таранной кости образует суставной блок, имеющий во фронтальной плоскости клиновидную форму: он несколько шире спереди и уже сзади. В центре блока имеется неглубокое углубление, а по краям чётко выражены два вала — медиальный и латеральный, которые входят в контакт с соответствующими суставными поверхностями большеберцовой и малоберцовой костей.

Скелет стопы условно разделяют на три отдела:

- Предплюсна (задний отдел стопы), включающая таранную и пяточную кости, а также ладьевидную, кубовидную и три клиновидные кости. Предплюсна дополнительно подразделяется на задний (таранная и пяточная кости) и передний (остальные кости) отделы.
- Плюсна, представленная пятью плюсневыми костями.
- Фаланги пальцев: у I пальца — две фаланги (проксимальная и дистальная), у II–V пальцев — по три (проксимальная, средняя и дистальная).

### **Лучевые критерии анатомо-топографических соотношений в области голеностопного сустава и стопы**

Правильная оценка взаимного положения костных структур на рентгенограммах — ключевой этап диагностики при травмах, деформациях, воспалительных и дегенеративных заболеваниях. Нарушение анатомических соотношений может свидетельствовать о подвывихах, вывихах, нестабильности связочного аппарата или деформациях сводов стопы.

## **1. Критерии нормальных анатомических соотношений в голеностопном суставе**

*В передне-задней (АП) проекции:*

- Равномерная ширина горизонтальной части суставной щели между телом таранной кости и дистальным эпифизом большеберцовой кости — в норме составляет 2–4 мм и должна быть одинаковой по всей протяжённости.
- Совпадение уровня латерального края дистального эпифиза большеберцовой кости и латерального края блока таранной кости. Это важный маркер отсутствия латерального смещения таранной кости и сохранения целостности дельтовидной связки и межберцового синдесмоза.

*В боковой (сагитальной) проекции:*

- Равномерная высота суставной щели по переднему и заднему краю сустава.
- Совпадение центров суставных поверхностей: центр дистального суставного конца большеберцовой кости и центр блока таранной кости должны лежать на одной горизонтальной линии. Нарушение этого соотношения может указывать на переднее или заднее смещение таранной кости (часто при повреждении связок или переломах лодыжек).

## **2. Оценка пространственного положения костей стопы после завершения окостенения**

После окончания формирования скелета стопы (обычно к 14–16 годам) становится возможной точная количественная оценка архитектоники стопы по рентгенограммам, выполненным в положении стоя (под нагрузкой) — это критически важно для диагностики плоскостопия и других деформаций.

*В сагитальной плоскости:*

- Таранно-берцовый угол (угол между продольными осями большеберцовой и таранной костей):
  - Измеряется на боковой рентгенограмме.
  - Норма —  $90^\circ \pm 5^\circ$ .
  - Увеличение угла ( $>95^\circ$ ) указывает на тыльное сгибание таранной кости, уменьшение ( $<85^\circ$ ) — на подошвенное сгибание, что может наблюдаться при контрактурах, парезах или посттравматических деформациях.
- Угол продольного свода стопы:
  - Формируется при пересечении двух касательных линий:
    - Первая — к нижней поверхности пяточной кости,
    - Вторая — к нижней поверхности головки I плюсневой кости.
  - Нормативное значение — от  $125^\circ$  до  $135^\circ$ .
  - Угол  $<125^\circ$  — признак опущения продольного свода (продольное плоскостопие).
  - Угол  $>135^\circ$  — может указывать на высокий свод (полая стопа).

*Во фронтальной плоскости (под нагрузкой):*

- Оценивается таранно-пяточный угол, угол между I и V плюсневыми костями, а также конгруэнтность подтаранного и таранно-ладьевидного суставов для выявления вальгусной или варусной деформации заднего отдела стопы.

## **3. Критерии нормальных соотношений в суставах стопы**

*При анализе рентгенограмм стопы оцениваются:*

- Форма, размеры, контуры и структура всех костей (на наличие остеопороза, склероза, кист, остеофитов, эрозий).
- Анатомические соотношения в суставах предплюсны, плюснефаланговых и межфаланговых суставах.

*Для оценки правильности суставных соотношений используются следующие принципы:*

- Для суставов с параллельными суставными поверхностями (например, межберцово-таранный, межфаланговые суставы): — Равномерная ширина суставной щели по всей площади сочленения.
- Для суставов с неровной, конгруэнтной формой суставных поверхностей (таранно-ладьевидный, плюснефаланговые): — Совпадение центров суставных поверхностей на рентгенограмме — признак правильного сочленения.
- Для плоских (амфиартротических) суставов (например, суставы Лисфранка — между предплюсной и плюсной): — Расположение краёв суставных поверхностей на одном уровне — маркер отсутствия подвывиха или диастаза.

Нарушение этих соотношений может свидетельствовать о травме (например, разрыв синдесмоза или повреждение связок Лисфранка), хронической нестабильности, воспалительном процессе (ревматоидный артрит) или дегенеративных изменениях.

### **Возможности современных методов лучевой диагностики**

Рентгенография остаётся первичным методом скрининга, однако не позволяет визуализировать мягкие ткани — связки, сухожилия, синовиальную оболочку, суставной хрящ и мениски (в колене). Для их оценки применяются:

- *Ультразвуковое исследование (УЗИ):*
  - Высокочастотным линейным датчиком (7–15 МГц) в реальном времени оцениваются сухожилия (ахиллово, длинный сгибатель большого пальца), связки (дельтовидная, подошвенные), синовиальные сумки.
  - Позволяет выявить тендиниты, бурситы, разрывы, ганглии, синовит.
  - Требуется знания анатомии и индивидуального подхода: положение датчика, угол сканирования и плоскость среза подбираются отдельно для каждого сустава и структуры.
- *Магнитно-резонансная томография (МРТ):*
  - «Золотой стандарт» для оценки мягких тканей, хряща, костного мозга, связок и синовиальной оболочки.
  - Используются специализированные последовательности: T1, T2 с подавлением жира (FS/SPAIR), PD, 3D DESS — в зависимости от задачи (например, оценка хряща или выявление отёка костного мозга).
  - В коленном суставе — позволяет детально визуализировать мениски, крестообразные и коллатеральные связки.
  - В области стопы — диагностирует повреждения пружинящей связки, компрессионные переломы, болезнь Мортона, синдром тарзального туннеля.
- *Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ):*
  - Особенно ценна при сложных переломах, внутрисуставных фрагментах,

планировании остеотомий.

- Объёмные реконструкции (3D) позволяют точно оценить пространственное смещение отломков, степень вовлечения суставных поверхностей.
- При подозрении на микротравмы или стресс-переломы, не видимые на рентгене, может применяться КТ с тонкими срезами ( $\leq 0,6$  мм).
- *Контрастные методы:*
  - АртроМРТ (МР-артрография) — введение гадолиния в полость сустава для улучшения визуализации повреждений суставной губы, хряща, капсулы (чаще в тазобедренном и плечевом суставах, реже — в голеностопе).
  - КТ-артрография — применяется при противопоказаниях к МРТ.