

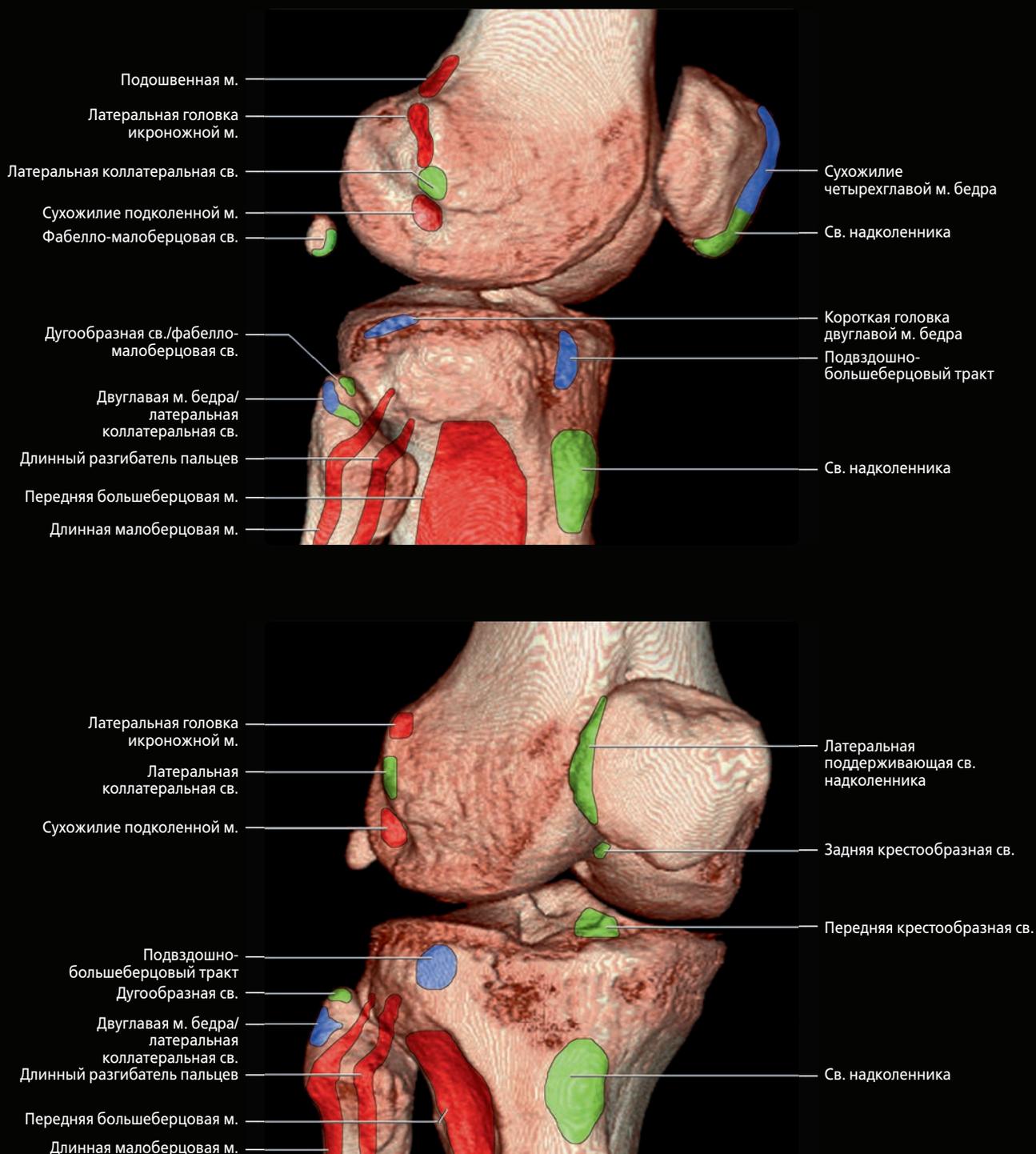
## ОБЩАЯ АНАТОМИЯ

### Общие сведения

- Самый крупный и наиболее сложный сустав
  - Шарнирный сустав с наибольшей амплитудой движений
  - Бедренная и большеберцовая кости соприкасаются во всех положениях; контактирующие поверхности широкие
  - Во всех положениях надколенник контактирует с бедренной костью
  - Кости не блокируются; стабильность обеспечивается за счет связок, сухожилий, капсулы и менисков
- **Движения** в коленном суставе и взаиморасположение костных структур
  - В положении полного сгибания
    - Задние поверхности мыщелков бедренной кости соприкасаются с задними отделами мыщелков большеберцовой кости
    - Латеральная фасетка надколенника контактирует с латеральным мыщелком бедренной кости
    - Поддерживающие связки не натянуты, возможна ротация голени
  - При разгибании
    - Надколенник скользит сверху по бедренной кости, контактируя сначала срединной, а затем нижней фасеткой
    - Мыщелки бедренной кости перекатываются кпереди по мыщелкам большеберцовой кости и менискам
    - Латеральный мыщелок бедренной кости в передне-заднем направлении короче, чем медиальный и достигает полного разгибания раньше
    - Медиальный мыщелок бедренной кости продолжает скольжение, когда латеральный уже остановился и несколько ротируется кнутри по большеберцовой кости и мениску («доворачиваясь» на свое место), натягивает переднюю крестообразную связку (ПКС), коллатеральные связки и задние капсулярные связки, превращая коленный сустав в жесткую опору
  - Начало сгибания из положения полного разгибания
    - Требуется небольшой внутренней ротации большеберцовой кости, которая обеспечивается подколенной мышцей
    - «Размыкание» сустава позволяет завершить движение
- **Мышцы, участвующие в движениях коленного сустава: разгибатели (четыре порции четырехглавой мышцы бедра)**
  - Прямая мышца бедра
    - Начало передней головки: передняя нижняя подвздошная ость; начало задней головки: борозда, находящаяся непосредственно над вертлужной впадиной
    - Прикрепление: надколенник и продолжается в связку надколенника
    - Действие: пересекает тазобедренный и коленный суставы, сгибает тазобедренный и разгибает коленный сустав
    - Иннервация: бедренный нерв
    - Кровоснабжение: латеральная артерия, огибающая бедренную кость
  - Латеральная широкая мышца бедра
    - Начало: верхний отдел межвертельной линии, передняя и нижняя границы большого вертела, верхний отдел латеральной губы шероховатой линии и латеральный отдел ягодичной бугристости бедренной кости
    - Прикрепление: латеральные основание и край надколенника; также формирует латеральный удерживатель надколенника и латеральную порцию сухожилия четырехглавой мышцы бедра
    - Действие: сгибание коленного сустава
    - Иннервация: бедренный нерв
    - Кровоснабжение: латеральная артерия, огибающая бедренную кость
  - Медиальная широкая мышца бедра
    - Начало: нижний отдел межвертельной линии, спиральная линия, медиальная губа шероховатой линии, верхняя часть
- Край медиального надмыщелка бедренной кости и медиальная межмышечная перегородка
  - Прикрепление: медиальная часть основания и медиальный край надколенника; также формирует медиальную поддерживающую связку надколенника и медиальную порцию сухожилия четырехглавой мышцы бедра
  - Действие: разгибание коленного сустава
  - Иннервация: бедренный нерв
  - Кровоснабжение: бедренная артерия, глубокая артерия бедра и медиальная верхняя коленная ветвь подколенной артерии
- Промежуточная широкая мышца бедра
  - Начало: верхние 2/3 передней и латеральной поверхностей бедренной кости; также начинается от латеральной межмышечной перегородки бедра
  - Прикрепление: латеральный край надколенника; также формирует глубокую порцию сухожилия четырехглавой мышцы бедра
  - Действие: разгибание коленного сустава
  - Иннервация: бедренный нерв
  - Кровоснабжение: латеральная артерия, огибающая бедренную кость
- **Мышцы, участвующие в движениях коленного сустава: сгибатели**
  - Двуглавая мышца бедра
    - Начало: длинная головка – общим сухожилием с полусухожильной мышцей от верхне-медиального квадранта задней отдела седалищного бугра; короткая головка – латеральная губа шероховатой линии бедра, край латерального надмыщелка бедренной кости и латеральная межмышечная перегородка бедра
    - Прикрепление: в основном к головке малоберцовой кости; также к латеральной коллатеральной связке и латеральному мыщелку большеберцовой кости
    - Действие: сгибание коленного сустава, ротация голени кнаружи; длинная головка также участвует в разгибании тазобедренного сустава
    - Иннервация: длинная головка – большеберцовый нерв; короткая головка – общий малоберцовый нерв
    - Кровоснабжение: перфорантные ветви глубокой артерии бедра, нижняя ягодичная артерия и верхние мышечные ветви подколенной артерии
  - Портняжная мышца
    - Начало: передняя верхняя подвздошная ость
    - Прикрепление: передне-медиальный отдел метафиза большеберцовой кости возле ее бугристости
    - Действие: пересекает тазобедренный и коленный суставы, выполняет их сгибание, ротирует бедро кнаружи, обеспечивая возможность сидеть «по-турецки»
    - Иннервация: бедренный нерв
    - Кровоснабжение: мышечные ветви бедренной артерии
  - Тонкая мышца
    - Начало: нижний край лонного сочленения, нижняя ветвь лобковой кости и смежная ветвь седалищной кости
    - Прикрепление: медиальный отдел метафиза большеберцовой кости непосредственно кзади от портняжной мышцы
    - Действие: приведение бедра, сгибание коленного сустава и ротация согнутой голени медиально
    - Иннервация: передняя ветвь запирательного нерва
    - Кровоснабжение: запирательная артерия, медиальная артерия, огибающая бедренную кость, и мышечные ветви глубокой артерии бедра
  - Полусухожильная мышца
    - Начало: единым сухожилием с длинной головкой двуглавой мышцы бедра от медиального квадранта заднего отдела седалищного бугра
    - Прикрепление: медиальный отдел метафиза большеберцовой кости непосредственно кзади от тонкой мышцы

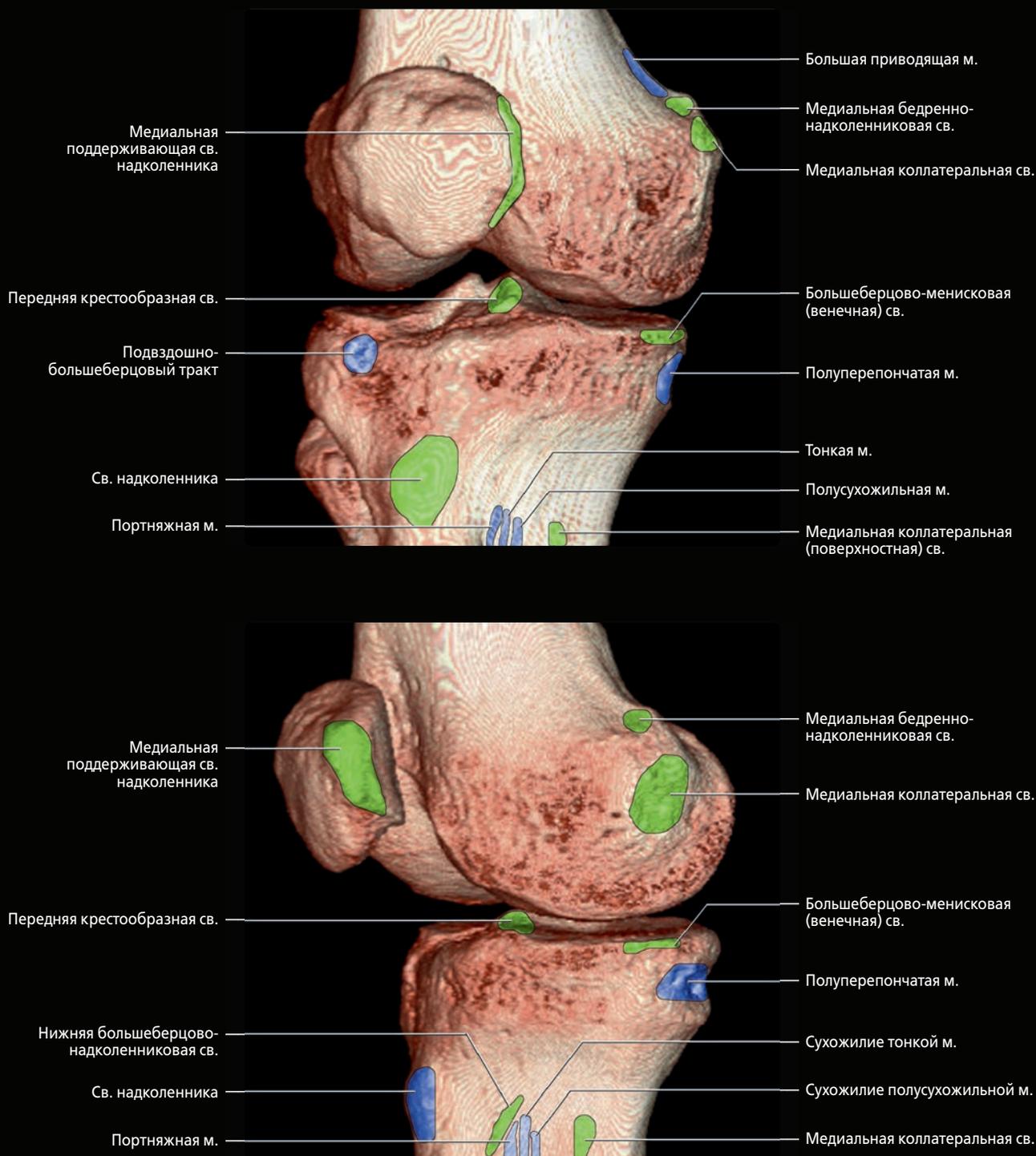
- Действие: пересекает тазобедренный и коленный суставы, выполняет разгибание тазобедренного и сгибание коленного суставов и внутреннюю ротацию голени в положении сгибания
- Иннервация: большеберцовый нерв
- Кровоснабжение: перфорантные ветви глубокой артерии бедра, нижняя ягодичная артерия и верхние мышечные ветви подколенной артерии
- Полуперепончатая мышца
  - Начало: верхне-латеральный квадрант седалищного бугра
  - Прикрепление: широко прикрепляется к заднему и медиальному отделам медиального мышцелка большеберцовой кости
  - Действие: пересекает тазобедренный и коленный суставы, выполняет разгибание тазобедренного и сгибание коленного суставов и внутреннюю ротацию голени в положении сгибания
  - Иннервация: большеберцовый нерв
  - Кровоснабжение: перфорантные ветви глубокой артерии бедра, нижняя ягодичная артерия и верхние мышечные ветви подколенной артерии
- Подколенная мышца
  - Начало: передний отдел подколенной борозды на латеральной поверхности латерального мышцелка бедренной кости
  - Прикрепление: веерообразно на задней поверхности большеберцовой кости непосредственно выше подколенной линии
  - Действие: сгибание коленного сустава и внутренняя ротация голени в начале сгибания
  - Иннервация: большеберцовый нерв
  - Кровоснабжение: медиальная нижняя коленная ветвь подколенной артерии и мышечные ветви задней большеберцовой артерии
- **Мышцы, участвующие в движениях коленного сустава: поверхностные сгибатели коленного сустава**
  - Икроножная мышца
    - Начало: медиальная головка – от задней внесуставной поверхности медиального мышцелка бедренной кости; латеральная – от заднего края латерального надмышцелка; головки сливаются, образуя единый мышечный массив
    - Прикрепление: объединяясь с глубоким сухожилием камбаловидной мышцы и формируя ахиллово сухожилие, прикрепляется в средней трети задней поверхности пяточной кости
    - Действие: сгибание коленного сустава и подошвенное сгибание голеностопного сустава
    - Иннервация: большеберцовый нерв
    - Кровоснабжение: икроножная ветвь подколенной артерии
  - Подошвенная мышца
    - Начало: сверху и внутри от места начала латеральной головки икроножной мышцы, а также от косой подколенной связки
    - Прикрепление: средняя треть задней поверхности пяточной кости непосредственно внутри от ахиллова сухожилия
    - Действие: сгибание коленного сустава и подошвенное сгибание голеностопного сустава
    - Иннервация: большеберцовый нерв
    - Кровоснабжение: икроножные артерии
    - Примечание: отсутствует в 7–10% случаев
- **Мышцы, участвующие в движениях коленного сустава: внутренние ротаторы голени**
  - Подколенная, тонкая, портняжная, полусухожильная, полуперепончатая
- **Мышцы, участвующие в движениях коленного сустава: наружные ротаторы голени**
  - Двуглавая мышца бедра
- **Разгибательный аппарат**
  - Сухожилие четырехглавой мышцы бедра, сливаясь с поддерживающими связками, формируют связку надколенника
- **Внутренние структуры**
  - Мениски
- Амортизация и стабилизация коленного сустава
- Крестообразные связки
  - Основные передне-задние стабилизаторы
- Медиальные поддерживающие структуры
  - Три слоя, включая гусиную лапку, медиальную коллатеральную связку, слои капсулы и заднюю косую связку
- Латеральные поддерживающие структуры
  - Три слоя, включая подвздошно-большеберцовый тракт, двуглавую мышцу бедра, поддерживающую связку четырехглавой мышцы бедра, малоберцовую коллатеральную связку, дугообразную подколенную связку и несколько мелких непостоянных заднелатеральных структур
- **Нервы коленного сустава**
  - **Бедренный нерв** отдает
    - Три ветви, по одной к каждой из широких мышц бедра и к передне-верхнему отделу сустава
    - Наиболее крупным является нерв к медиальной широкой мышце бедра, который сопровождает нисходящую коленную артерию
  - **Общий малоберцовый нерв** отдает
    - Латеральный верхний коленный нерв: нисходит в подколенную ямку и иннервирует верхне-латеральный отдел сустава, проходя под двуглавой мышцей бедра через латеральную межмышечную перегородку над мышцелком бедра
    - Латеральный нижний коленный нерв: небольшой (часто отсутствует); ответвляется вместе с латеральным верхним коленным нервом и изгибаясь уходит книзу и кпереди над латеральной головкой икроножной мышцы, залегающей между капсулой и малоберцовой коллатеральной связкой
    - Возвратный коленный нерв: мелкие ветви достигают передне-нижнего отдела сустава
  - **Большеберцовый нерв** отдает
    - Медиальный верхний коленный нерв: с медиальной стороны огибает бедренную кость, проходит поверх надмышцелка под большой приводящей мышцей, затем через медиальную широкую мышцу бедра к верхне-медиальному отделу сустава
    - Средний коленный нерв: идет кпереди через фиброзную капсулу к крестообразным связкам
    - Медиальный нижний коленный нерв: наиболее крупный; проходит по верхнему краю подколенной мышцы, уходит кпереди между телом большеберцовой кости и медиальной коллатеральной связкой, изгибается кверху к нижнемедиальному отделу капсулы
  - **Запирательный нерв:** через большую приводящую мышцу отдает коленную ветвь, которая достигнув подколенной артерии, идет к заднему отделу сустава
- **Сосуды коленного сустава:** восемь артерий, формирующих крупные анастомозы
  - **Подколенная артерия** отдает пять коленных ветвей
  - **Передняя большеберцовая артерия** отдает две возвратные ветви
  - **Бедренная артерия** отдает нисходящую коленную ветвь
  - **Латеральная артерия, огибающая бедренную кость,** отдает нисходящую коленную ветвь.

## 3D КТ: ОБЛАСТИ НАЧАЛА И ПРИКРЕПЛЕНИЯ



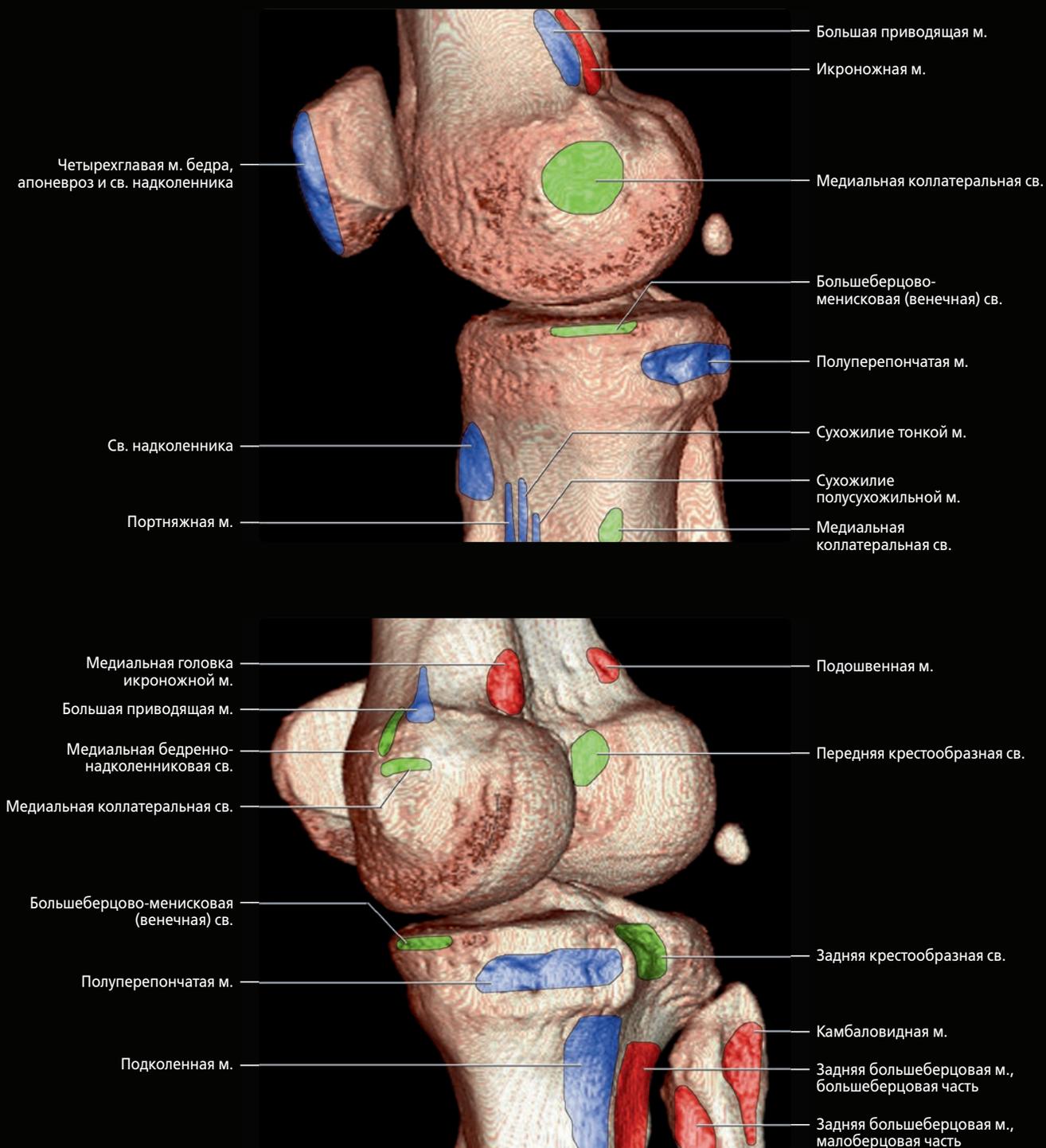
**(Верхний)** Боковой вид коленного сустава, латеральные стабилизирующие структуры. Хорошо видны области начала передних и латеральных мышц голени. **(Нижний)** Передне-латеральный вид, латеральные стабилизаторы коленного сустава и надколенника. Включают в себя в основном латеральную коллатеральную и дугообразную связки, связку надколенника, подвздошно-большеберцовый тракт и двуглавую мышцу бедра. Видны зоны начала мышц голени. Области прикрепления передней большеберцовой мышцы, мышцы длинного разгибателя пальцев и длинной малоберцовой мышцы простираются на несколько сантиметров дистальнее, чем показано на рисунке.

## 3D КТ: ОБЛАСТИ НАЧАЛА И ПРИКРЕПЛЕНИЯ



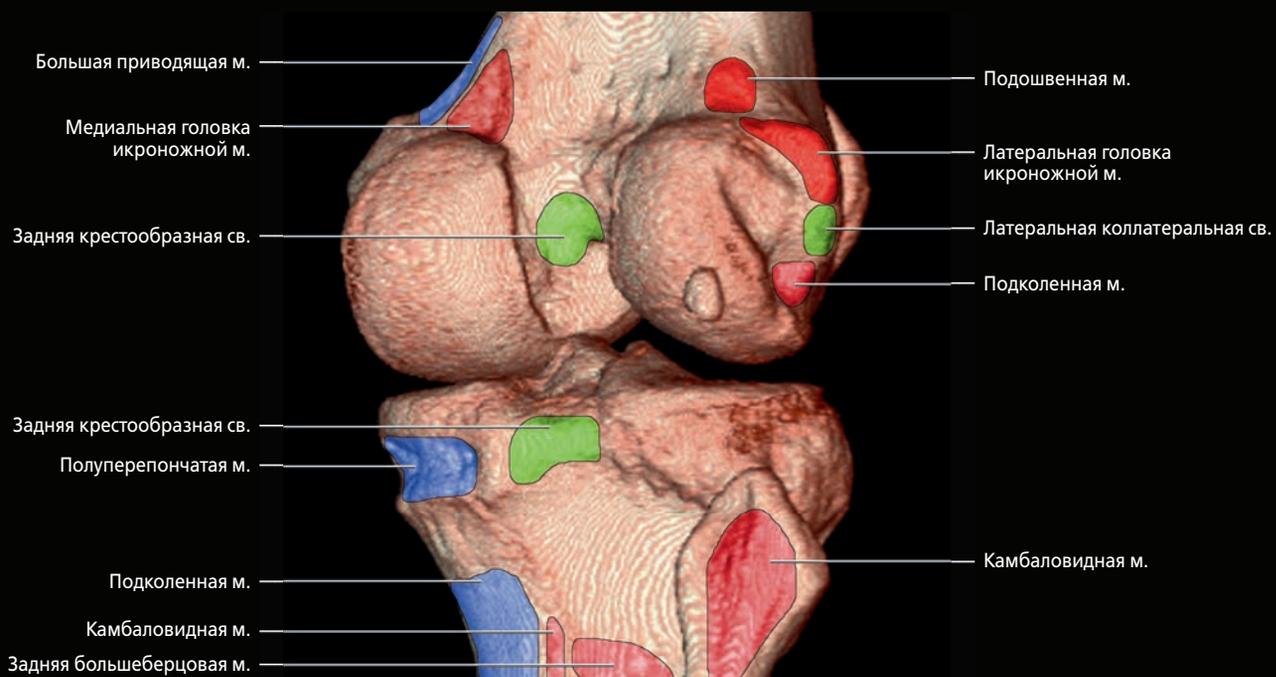
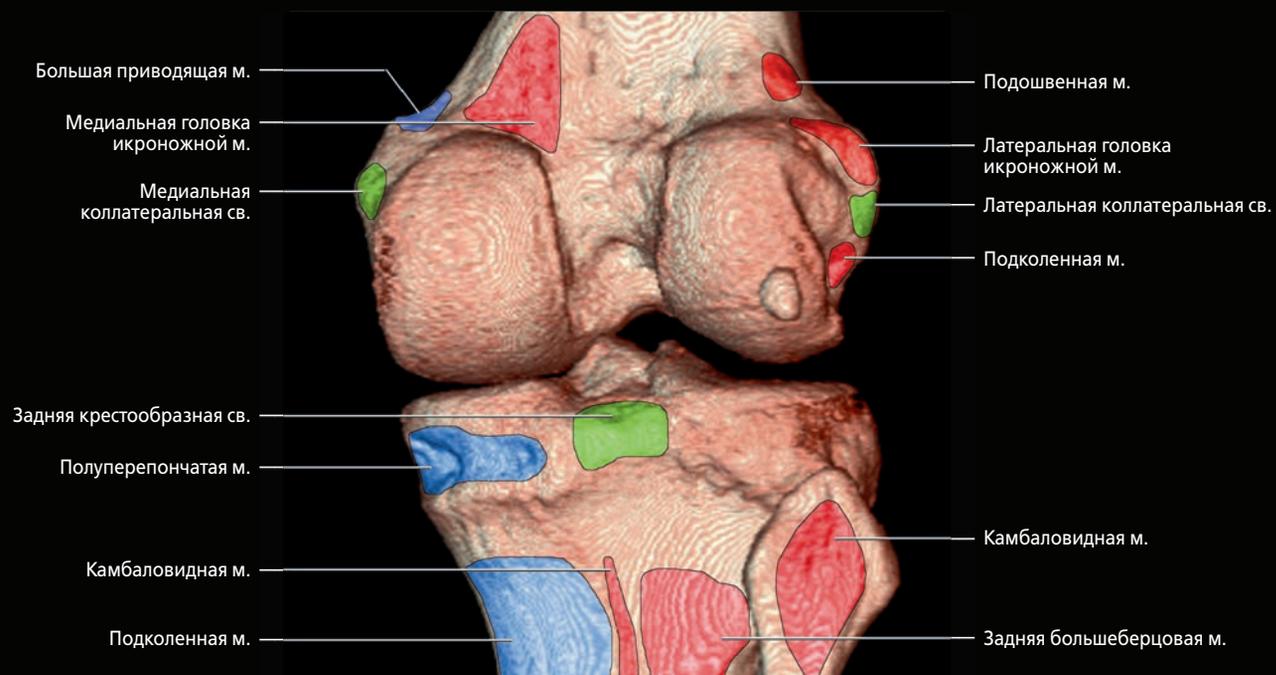
**(Верхний)** Передне-медиальная проекция, медиальные стабилизаторы коленного сустава и надколенника. Обратите внимание, что показаны только наиболее верхние отделы зон прикрепления компонентов гусиной лапки (портняжная, тонкая и полусухожильная мышцы), а также поверхностной медиальной коллатеральной связки. Области прикрепления этих структур на большеберцовой кости продолжают на несколько сантиметров дистальнее. **(Нижний)** Передне-медиальная проекция, медиальные стабилизаторы коленного сустава (прежде всего, глубокие и поверхностные волокна медиальной коллатеральной связки, затем — компоненты гусиной лапки), а также медиальные стабилизаторы надколенника (вверху медиальная бедренно-надколенниковая связка, в середине — медиальная поддерживающая связка надколенника и внизу — большеберцово-надколенниковая связка).

## 3D КТ: ОБЛАСТИ НАЧАЛА И ПРИКРЕПЛЕНИЯ



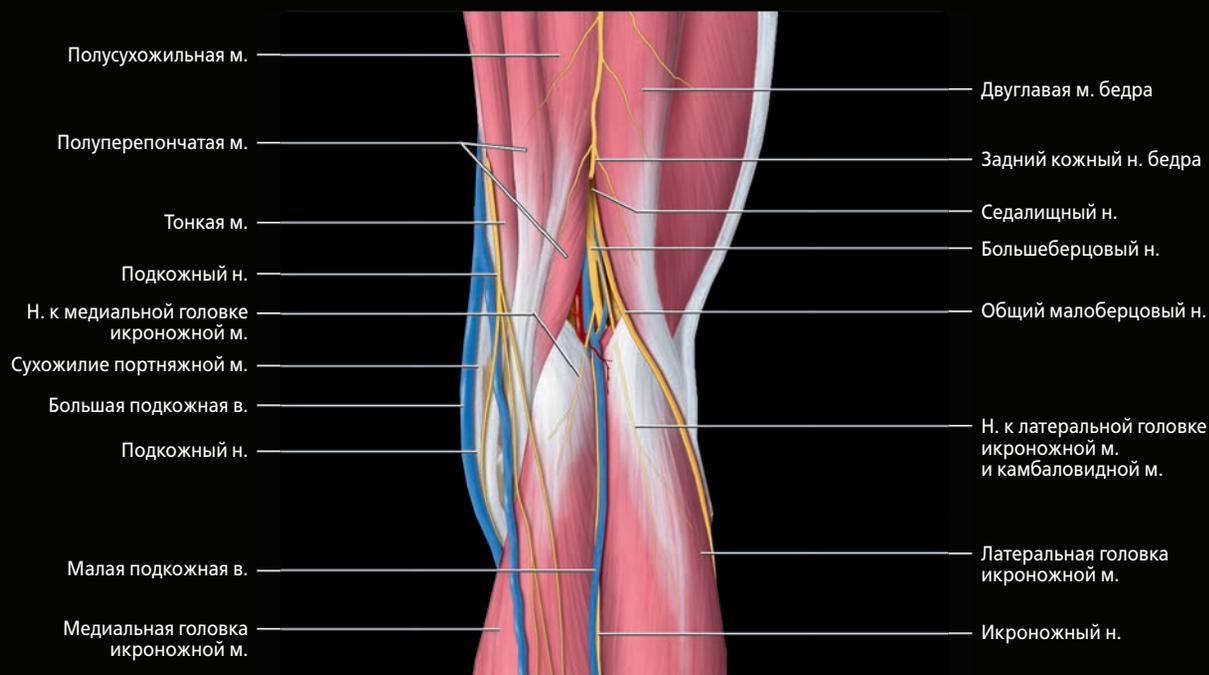
**(Верхний)** Показаны медиальный отдел коленного сустава и области начала/прикрепления ассоциированных мышц, сухожилий и связок. **(Нижний)** Задняя косо-медиальная проекция. Обратите внимание на широкую область прикрепления полуперепончатой и подколенной мышц на заднемедиальной поверхности большеберцовой кости.

## 3D КТ: ОБЛАСТИ НАЧАЛА И ПРИКРЕПЛЕНИЯ



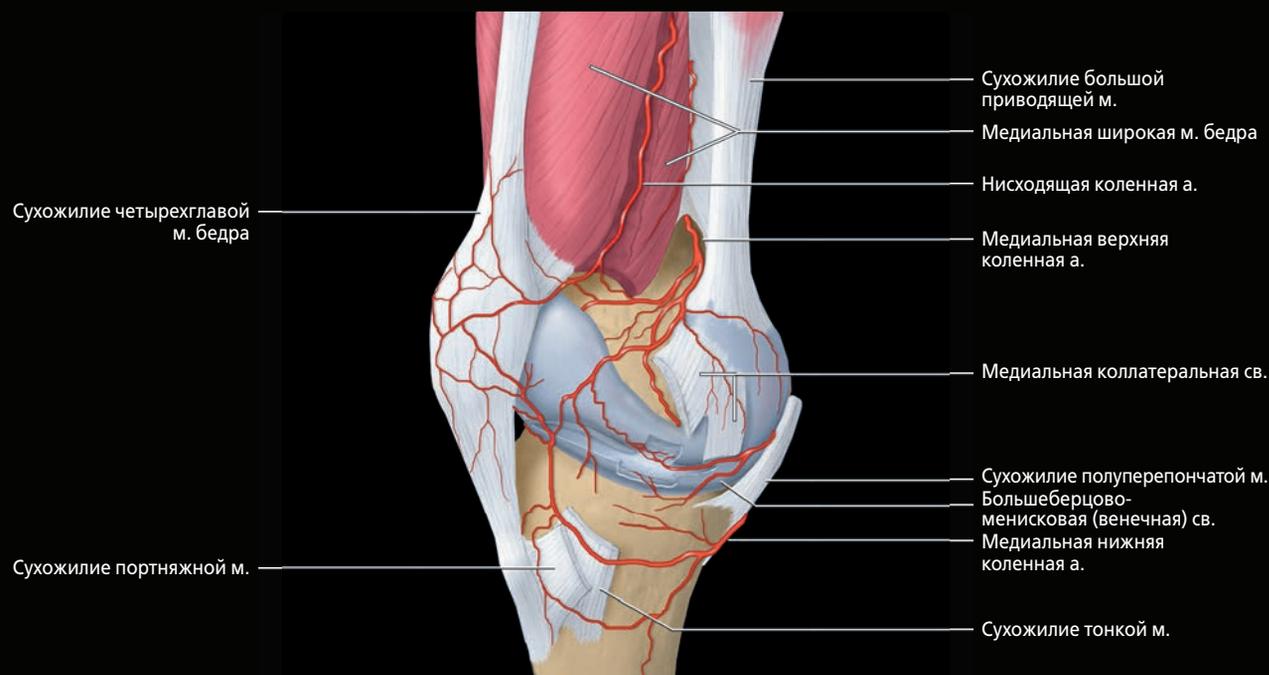
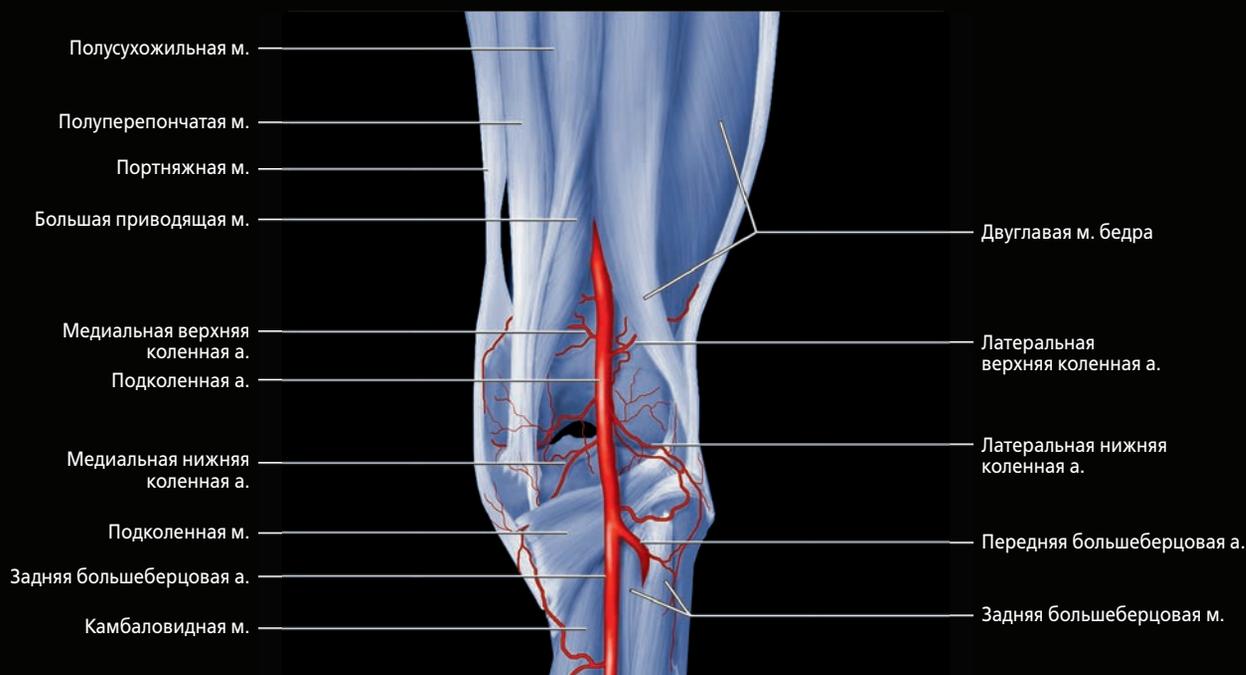
**(Верхний)** Прямая задняя проекция: внесуставное прикрепление задней крестообразной связки в центральном отделе задней поверхности большеберцовой кости. **(Нижний)** Задняя (косая) проекция коленного сустава: области прикрепления задних структур. Обратите внимание, что малоберцовая часть камбаловидной мышцы начинается проксимальнее большеберцовой.

## РИСУНКИ: ЗАДНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ И ГЛУБОКИЕ МЫШЦЫ И НЕРВЫ



**(Верхний)** Поверхностные задние мышцы и нервы. Обратите внимание, что общий малоберцовый нерв является частью системы глубоких нервов, однако проходит более поверхностно и, сопровождая двуглавую мышцу бедра и ее сухожилие, огибает шейку малоберцовой кости. **(Нижний)** Взаиморасположение общего малоберцового нерва и сухожилия двуглавой мышцы бедра. На рисунке также представлен большеберцовый нерв и его многочисленные мышечные ветви. Обратите внимание, что подошвенная мышца проходит поверх подколенной мышцы (и подколенных сосудов, не показаны) и переходит в сухожилие на уровне соединения подколенной и камбаловидной мышц. Затем сухожилие подошвенной мышцы идет книзу и немного кнутри между камбаловидной мышцей и медиальной головкой икроножной мышцы (не показана). Икроножный нерв образуется из ветвей как общего малоберцового, так и большеберцового нервов и идет поверхностно вниз до слияния двух головок икроножной мышцы. Большеберцовый нерв лежит более глубоко: непосредственно позади задних большеберцовых сосудов.

## РИСУНКИ: СОСУДЫ И СЕТЬ АНАСТОМОЗОВ



**(Верхний)** Сеть анастомозов вокруг коленного сустава. Подколенная артерия показана на протяжении от сухожильной щели большой приводящей мышцы проксимально до нижнего края подколенной мышцы дистально. На этом уровне подколенная артерия делится на переднюю и заднюю большеберцовые артерии. Передняя большеберцовая артерия представляет собой меньшую ветвь, которая проходит через щель в задней большеберцовой мышце и через межкостную перепонку, по которой идет вниз в переднем отделе голени. Выделяют четыре коленные ветви: латеральную верхнюю и нижнюю и медиальную верхнюю и нижнюю. **(Нижний)** На рисунке передне-медиального отдела коленного сустава показана богатая сеть анастомозов, охватывающая коленный сустав. С каждой из сторон имеются две ветви подколенной артерии (верхняя и нижняя). Кроме того, имеются две дополнительные артерии. Нисходящая коленная артерия (ветвь бедренной артерии) идет сверху и медиально. Также имеется передняя возвратная ветвь передней большеберцовой артерии, которая идет книзу и латерально и здесь не показана.

**ЛУЧЕВАЯ АНАТОМИЯ****Общие сведения**

- Лучевая анатомия
  - Особенности дистального отдела бедренной кости
    - Дистальный метафиз бедренной кости расширяется с образованием медиального и латерального надмыщелков
    - В заднемедиальном отделе метафиза бедренной кости может наблюдаться неоднородность, что расценивается как результат натяжения в области прикрепления приводящей мышцы или медиальной головки икроножной мышцы, и парадоксально именуется кортикальным десмоидом
  - Медиальный мыщелок бедренной кости крупнее латерального
    - Латеральный мыщелок бедренной кости имеет небольшую выемку на передней нагружаемой поверхности (называемую латеральная бедренная впадина или борозда). Ее нормальная глубина < 2 мм
    - Межмыщелковая вырезка и крестообразные связки визуализируются по линии Блуменсаа (Blumensaat) на боковых рентгенограммах
    - Спереди борозда блока прикрыта надколенником и имеет, как правило, V-образную форму
  - Вероятные зоны отрывных повреждений бедренной кости
    - Задненаружный отдел межмыщелковой вырезки (начало передней крестообразной связки [ПКС])
    - Срединно-внутренний отдел межмыщелковой вырезки (начало задней крестообразной связки [ЗКС])
    - Медиальный надмыщелок (начало медиальной коллатеральной связки [МКС])
  - Особенности проксимального отдела большеберцовой кости
    - Задний наклон поверхности большеберцовой кости под углом 10°
    - Бугристость большеберцовой кости (апофиз, расположенный спереди и несколько латерально на метафизе, в нескольких сантиметрах от дистальной линии сустава)
  - Вероятные зоны отрывных повреждений большеберцовой кости
    - Межмыщелковое возвышение (место прикрепления ПКС)
    - Средний отдел задней поверхности большеберцовой кости у суставной линии (место прикрепления ЗКС)
    - Медиальная суставная линия (место прикрепления венечной связки)
    - Латеральная суставная линия (место прикрепления передне-боковой связки и капсулы)
    - Бугорок Жерди (Gerdy) (место прикрепления подвздошно-большеберцового тракта)
    - Апофиз большеберцовой кости (место прикрепления связки надколенника, обычно встречается у пациентов с незрелым скелетом)
  - Особенности проксимального отдела малоберцовой кости
    - Задненаружное расположение относительно большеберцовой кости
    - Проксимальная точка обозначается термином «шиловидный отросток малоберцовой кости»
  - Вероятные зоны отрывных повреждений проксимального отдела малоберцовой кости
    - Латеральная поверхность головки/шейки малоберцовой кости (место прикрепления общего сухожилия)
    - Шиловидный отросток малоберцовой кости (место прикрепления дугообразной, фавелло-малоберцовой и подколленно-малоберцовой связок)
  - Костные особенности надколенника
    - Представляет собой треугольную сесамовидную кость
    - Основание сверху шире, чем верхушка снизу
    - Суставная поверхность разделена вертикальным гребнем на латеральную и медиальную фасетки
    - Латеральная фасетка вытянута и имеет малый угол скольжения
    - Медиальная фасетка короткая и расположена под большим углом
- Описаны несколько других фасеток, но они не имеют значения при визуализации
- Нижние 25% – внесуставная часть
- На внесуставной внешней поверхности, в месте, где область прикрепления сухожилия четырехглавой мышцы сливается с началом связки надколенника, может развиваться энтезопатия
- Внутренние структуры
  - **Мениски:** амортизация, скольжение и стабилизация коленного сустава
    - Образованы фиброзным хрящом, имеют треугольное сечение
    - Кровоснабжается только периферическая треть
    - В каждом мениске различают передний рог, тело и задний рог
    - Корни менисков: центральные порции переднего и заднего менисков, прикрепленные к большеберцовой кости
    - Между передними рогами лежит поперечная связка
    - Медиальный мениск: задний рог крупнее переднего
    - Мениск прочно спаян с медиальным отделом капсулы; небольшой околоменисковый заворот
    - Латеральный мениск: задний и передний рога одинакового размера
    - Отсутствие связи с капсулой делает возможными ротационные движения; большой околоменисковый заворот
    - Сухожилие подколенной мышцы проходит мимо тела и заднего рога латерального мениска; от заднего рога к влагалищу подколенной мышцы проходят подколленно-менисковые пучки
  - **Крестообразные связки**
    - Расположены внутри сустава, но экстрасиновиально
  - ПКС препятствует переднему смещению большеберцовой кости
    - ПКС берет начало в задненаружном отделе межмыщелковой вырезки, проходит в передне-внутреннем направлении и прикрепляется к межмыщелковому полю и медиальному бугорку межмыщелкового возвышения большеберцовой кости
    - ПКС образована двумя пучками: передне-внутренним и задненаружным
    - ЗКС препятствует заднему смещению большеберцовой кости
    - ЗКС берет начало от внутреннего отдела межмыщелковой вырезки, проходит в задненаружном направлении и прикрепляется вне сустава к заднему кортексу проксимального отдела большеберцовой кости
  - **Мениско-бедренные связки:** проходят от заднего рога латерального мениска к медиальному мыщелку бедренной кости, примыкая к области, где берет свое начало ЗКС в межмыщелковой вырезке
    - Связка Хамфри (Humphrey): идет кпереди от ЗКС
    - Связка Врисберга (Wrisberg): идет кзади от ЗКС
  - **Медиальная коллатеральная связка**
    - Поверхностная порция: мощная, соединяет мыщелок бедренной кости с проксимальным отделом большеберцовой кости
    - Глубокая порция: мениско-большеберцовая связка
    - Препятствует вальгусной нагрузке
  - **Латеральный коллатеральный связочный комплекс**
    - Подвздошно-большеберцовый тракт: дистальное продолжение напрягателя широкой фасции, прикрепляется к бугорку Жерди (Gerdy) в передне-наружном отделе большеберцовой кости; передне-боковой стабилизатор
    - Латеральная (малоберцовая) коллатеральная связка (ЛКС): соединяет мыщелок бедренной кости с малоберцовой костью
    - Передне-боковая связка: берет начало непосредственно кпереди от латеральной коллатеральной связки, проходит косо кпереди и прикрепляется к латеральному мыщелку большеберцовой кости между бугорком Жерди (Gerdy) и головкой малоберцовой кости

- Двуглавая мышца бедра: сложное прикрепление к малоберцовой и большеберцовой костям; в дистальном отделе часто формирует общее сухожилие с малоберцовой коллатеральной связкой
- Задненаружный угол: ЛКС, двуглавая мышца бедра, подколенная мышца; фавелло-малоберцовая/дугообразная/подколенно-малоберцовая связки
- **Разгибательный комплекс**
  - Сухожилие четырехглавой мышцы прикрепляется к передне-верхнему краю надколенника
  - Связка надколенника: продолжение сухожилия четырехглавой мышцы, соединяет передне-нижний край надколенника с бугристостью большеберцовой кости
  - Надколенник: медиальная и латеральная суставные фасетки разделены срединным гребнем
  - Жировое тело Гофа: имеет треугольную форму, представляет собой кровоснабжаемую жировую подушку, расположенную позади сухожилия надколенника
- **Гиалиновые хрящевые поверхности**
  - Хрящ надколенника самый толстый хрящ тела и может достигать 7 мм
  - Надколенник сочленяется с вырезкой блока бедренной кости, которая имеет клиновидную форму
  - Дольчатый надколенник: добавочный верхне-наружный костный фрагмент, интактный хрящ, покрывающий область соединения с надколенником
  - В норме толщина хрящевого покрытия в медиальном отделе бедренно-большеберцового сочленения меньше, чем в латеральном
  - Латеральный отдел бедренно-большеберцового сочленения имеет тонкое хрящевое покрытие в области латеральной бедренной борозды
  - Большеберцовый хрящ постепенно истончается к периферии, спереди и к межмышечковому возвышению
- **Капсула сустава, завороты**
  - Наднадколенниковый заворот: большой заворот, свободно сообщается с полостью сустава
  - Околоменисковые завороты: латеральный больше медиального
  - Влагалище сухожилия подколенной мышцы: сообщается с суставом
  - Капсула может простирается вплоть до места начала медиальной или латеральной головок икроножной мышцы
  - Подколенная киста Бейкера: жидкость проникает через слабое место капсулы между сухожилием полуперепончатой мышцы и медиальной головкой икроножной мышцы
  - Складки: остатки тканей между формирующимися отделами сустава
  - Наднадколенниковая складка: изгибаясь, походит изнутри наружу в наднадколенниковом завороте (патологически проявляется редко)
  - Поднадколенниковая складка: начинается, примыкая к ПКС, и идет параллельно ей к телу Гофа
  - Медиальная надколенниковая складка: расположена вертикально в медиальном бедренно-надколенниковом завороте (может являться причиной появления щелчка при сгибании/разгибании и изнашивания хряща в медиальном отделе бедренно-надколенникового сочленения)
- **Внесуставные сумки**
  - Преднадколенниковая сумка: спереди от надколенника
  - Поднадколенниковая сумка: в теле Гофа, примыкает к бугристости большеберцовой кости, под связкой надколенника
- Исследование при артрозе или для тотального эндопротезирования коленного сустава часто включает в себя задние рентгенограммы в положении стоя при сгибании (проекция вырезки)
  - Позволяет оценить хрящевое покрытие в заднем нагружаемом отделе сустава
- **Артрография: положение иглы**
  - В большинстве случаев не требует флюороскопического или ультразвукового контроля
  - Пациент лежит на спине, коленные суставы слегка согнуты на подушке, четырехглавая мышца бедра расслаблена
  - Латеральный или медиальный доступ: пальпируйте бедренно-надколенниковую суставную линию
    - Выполните вкол у экватора надколенника или ниже; при более высоком положении игла может попасть в предбедренное жировое тело с депонированием контрастного вещества
    - При использовании иглы 20G обратный ток жидкости обычно подтверждает внутрисуставное положение иглы
    - Максимально аспирируйте экссудат, что обеспечит четкое контрастирование
- **Артрография: наполнение контрастным веществом**
  - Контрастное вещество свободно попадает в полость сустава через иглу; часто накапливается в наднадколенниковом завороте
- **КТ-артрография: эффективна при наличии противопоказаний к МР-артрографии**
  - Техника: введите 40 мл контрастного вещества, смешанного с бактериостатическим раствором 50/50
  - Получение субмиллиметровых срезов; преобразование сигнала
- **МР-артрография**
  - Эффективна для послеоперационной оценки и поиска остеохондральных дефектов при отсутствии выпота
  - Техника: введите 40 мл гадолиния в разведении 1:200
- **Непрямая МР-артрография**
  - Эффективна для послеоперационной оценки и поиска остеохондральных дефектов при отсутствии выпота
  - Техника: после внутривенной инъекции выполняются движения в суставе; исследование проводится через 20–30 минут

## Особенности визуализации

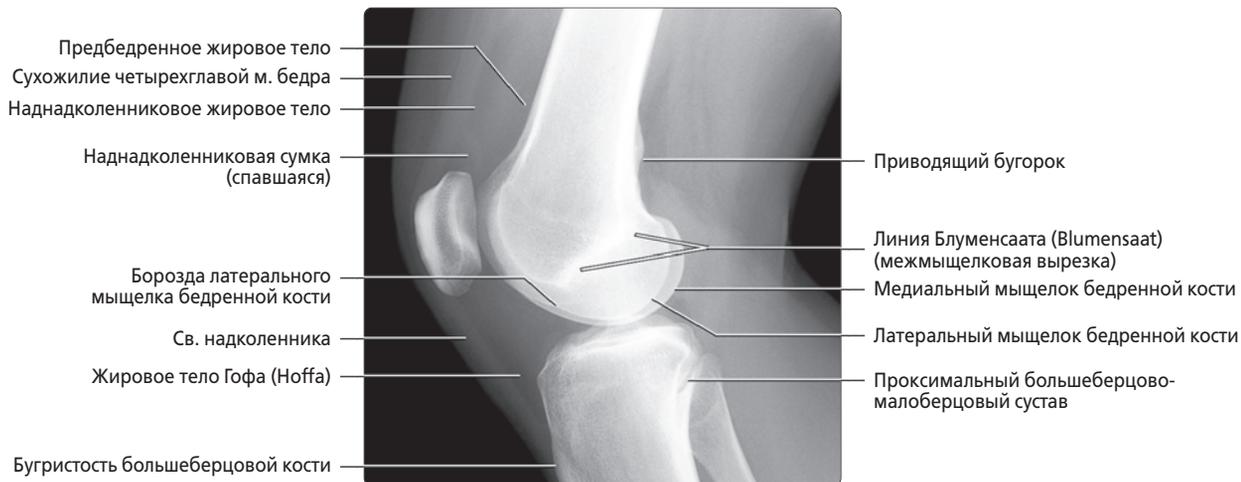
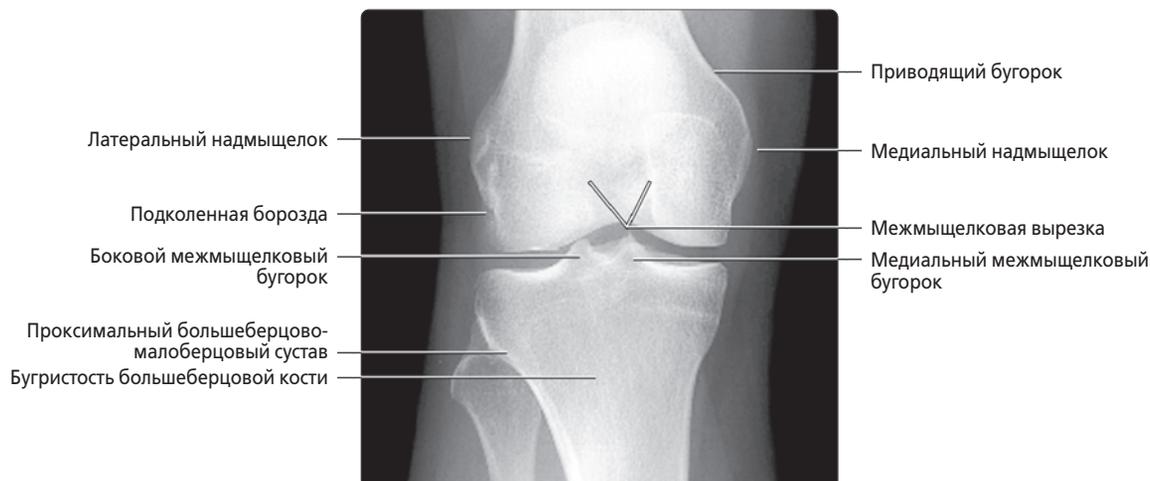
- **Сложности при выполнении рентгенографии**
  - Неправильная укладка
    - Передне-задние рентгенограммы: при сгибании перекрывается суставное пространство
    - Аксиальные рентгенограммы надколенника: сгибание > 20° может уменьшать подвывих или наклон
  - Дольчатый надколенник
    - Всегда верхний наружный квадрант
    - Костные фрагменты могут выглядеть «несовпадающими», однако хрящ покрывает зону костного дефекта
  - Другие костные варианты: дорзальный дефект надколенника, оссификат мениска
- **Сложные вопросы МР- /КТ-артрографии**
  - Укладка при получении косых фронтальных или продольных МР-срезов
    - При неправильной укладке анатомические ориентиры могут быть скрыты или искажены
  - Структуры, прикрепляющиеся к менискам, могут имитировать картину разрыва
    - Поперечная связка: прикрепляется к передним рогам обоих менисков
    - Мениско-бедренная связка: прикрепляется к заднему рогу латерального мениска
  - Влагалище сухожилия подколенной мышцы может имитировать разрыв заднего рога латерального мениска
  - Нормальная васкуляризация мениска у молодых пациентов может стать причиной гиперинтенсивного сигнала
  - Разделение переднего рога латерального мениска в месте его прикрепления на пучки может имитировать разрыв.

## ВОПРОСЫ ЛУЧЕВОЙ АНАТОМИИ

### Методы визуализации

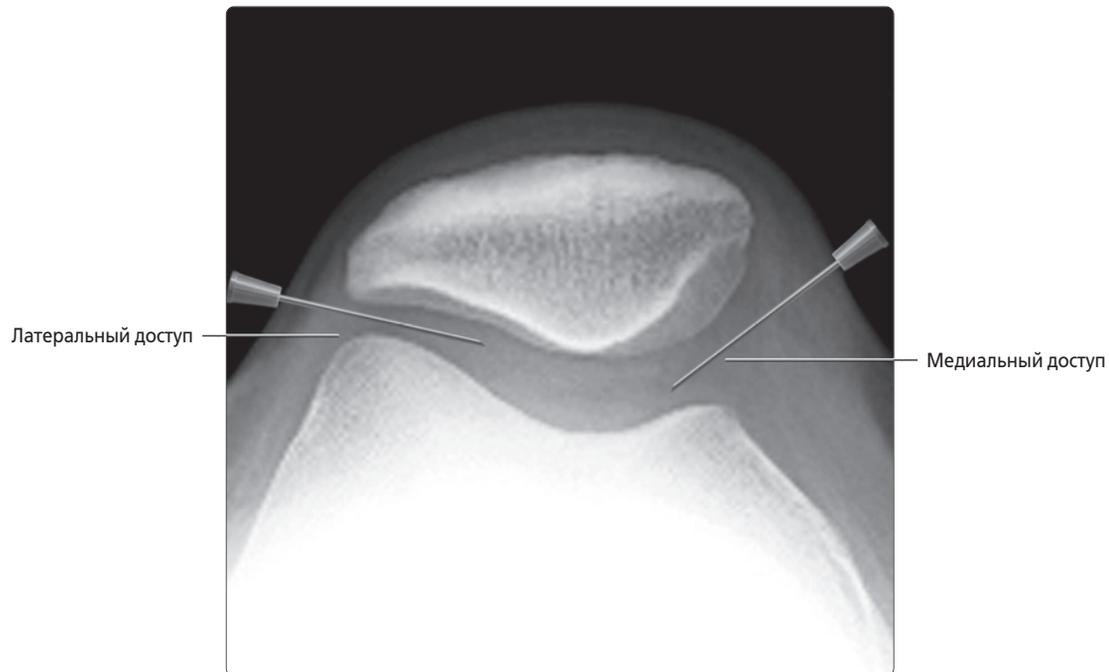
- Рентгенография
  - Стандартные проекции включают в себя передне-задние проекции в положении стоя, боковые с небольшим сгибанием и аксиальные проекции надколенника при сгибании 20°

## СТАНДАРТНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА



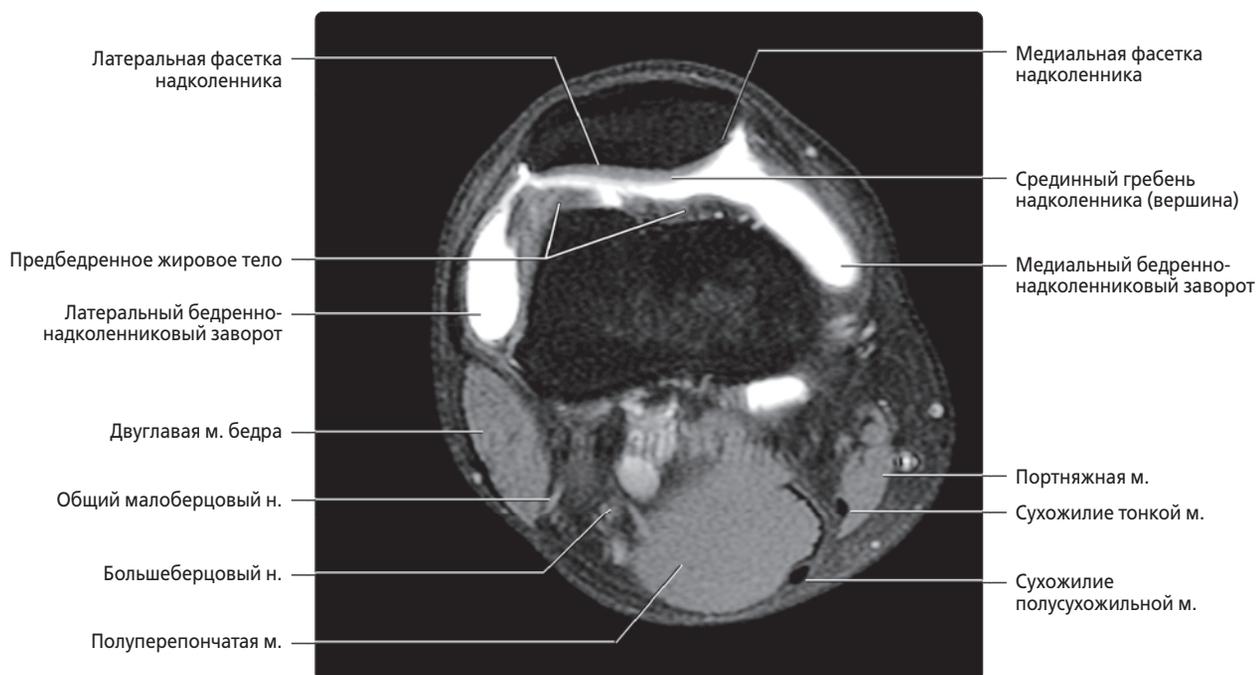
**(Верхний)** Передне-задняя рентгенограмма коленного сустава: характерная картина, при которой головка малоберцовой кости занимает в некоторой степени задненаружное положение относительно латерального мыщелка большеберцовой кости. **(Средний)** Боковая рентгенограмма: межмыщелковая вырезка, которая определяется по линии Блуменсаата (Blumensaat). Медиальный мыщелок бедренной кости несколько крупнее латерального. Латеральный мыщелок бедренной кости может быть также идентифицирован по наличию борозды латерального мыщелка в его передней нагружаемой области. Боковую рентгенограмму получают обычно в положении небольшого сгибания. Обратите внимание на задний наклон поверхности большеберцовой кости, который должен составлять примерно 10°. **(Нижний)** Аксиальная рентгенограмма: коленный сустав в положении сгибания 20° (состояние максимального подвывиха надколенника). Обратите внимание, что латеральная фасетка надколенника вытянута и имеет менее острый угол, чем медиальная. Описано множество фасеток надколенника, однако медиальная и латеральная имеют наибольшее клиническое значение.

ПОЛОЖЕНИЕ ИГЛЫ ПРИ АРТРОГРАФИИ ИЛИ ИНЪЕКЦИИ



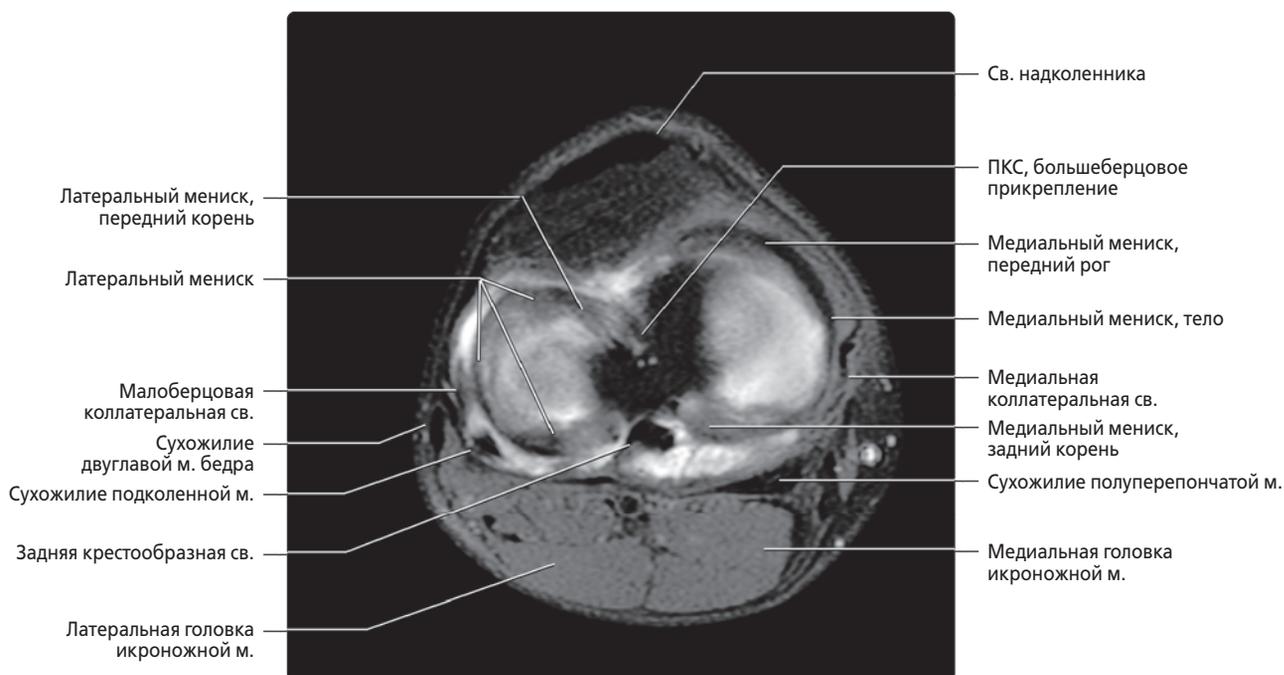
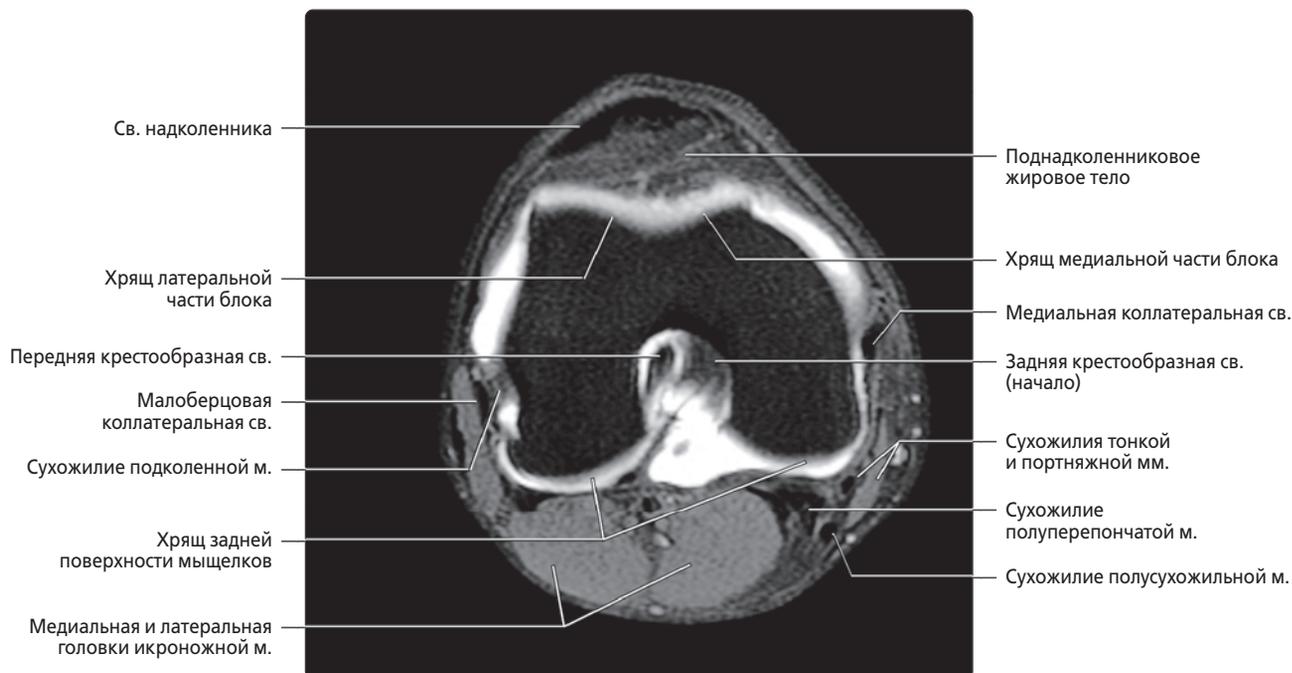
**(Верхний)** Тангенциальная рентгенограмма надколенника: положение иглы при медиальном и латеральном доступе к бедренно-надколенниковому суставу. Обратите внимание, что медиальный отдел коленного сустава имеет большее пространство для доступа. При медиальном доступе игла вводится под более тупым углом, чем при латеральном **(Нижний)** Фронтальная рентгенограмма коленного сустава в положении пациента на спине: правильное положение иглы в медиальном отделе бедренно-надколенникового сустава. Обратите внимание, что верхушка иглы располагается ниже экватора надколенника. Если направить иглу краниальнее, можно попасть в предбедренное жировое тело и депонировать инъецируемое вещество. Установке иглы способствует стабилизация надколенника свободной рукой.

## АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ



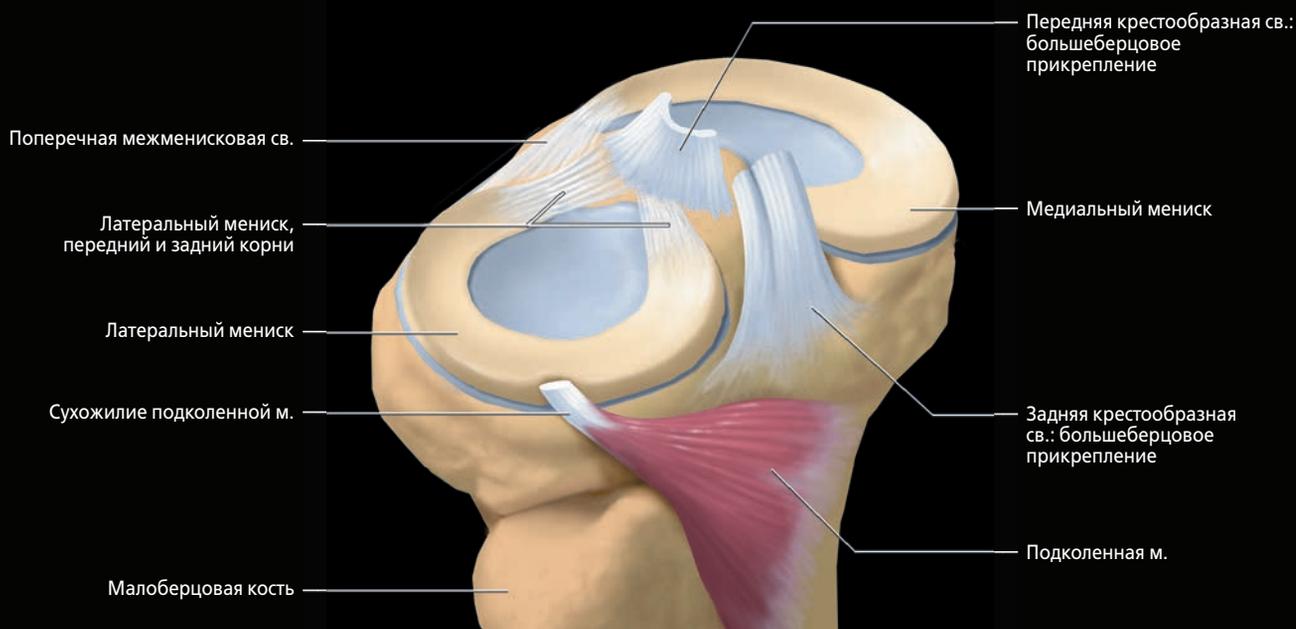
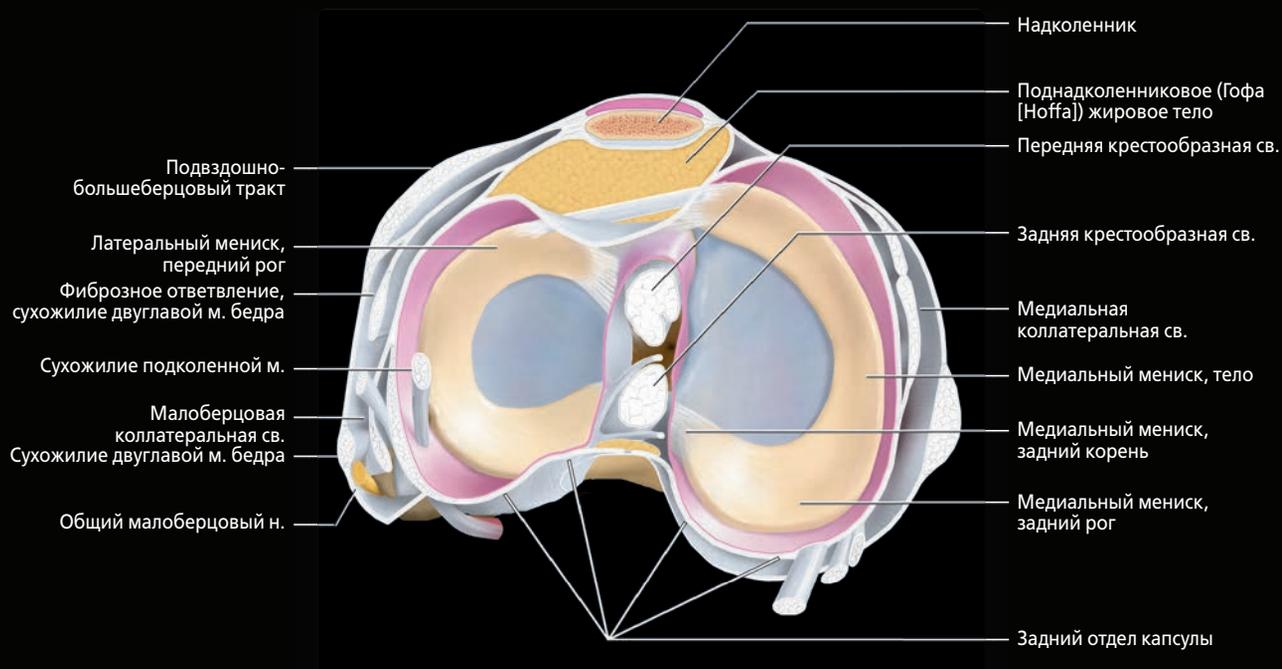
**(Верхний)** Первая из четырех аксиальных КТ-артрограмм, полученных через мыщелки бедренной кости сверху вниз: контрастированный хрящ. Надколенник находится в положении небольшого подвывиха кнаружи, однако это является нормой при полностью разогнутом колене. **(Нижний)** Аксиальная МР-томограмма, взвешенная по протонной плотности с подавлением МР сигнала от жира, полученная через надколенник: интактный хрящ. При полном разгибании коленного сустава вершина надколенника и суставная поверхность блока бедренной кости находятся на одном аксиальном уровне. Неровность предбедренного жирового тела над блоком не следует путать с дефектом хряща.

## АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ



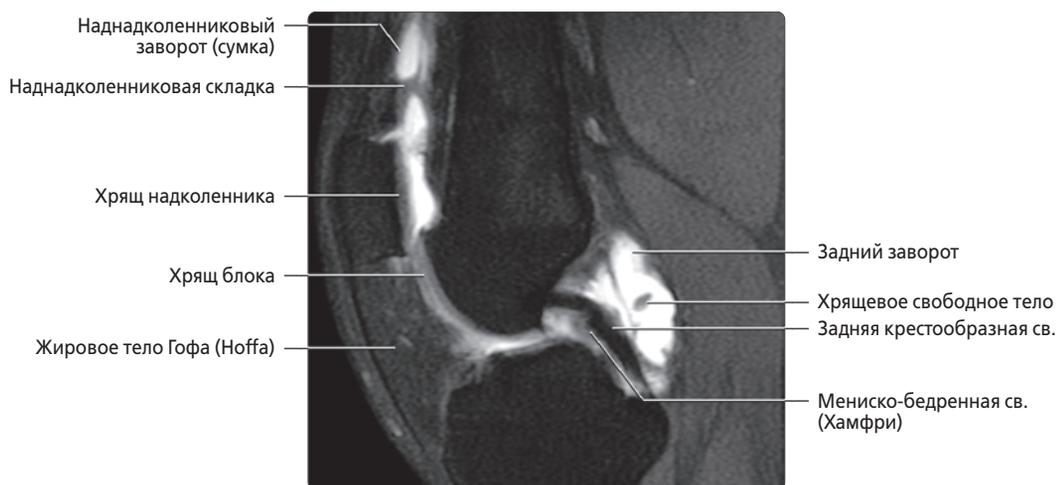
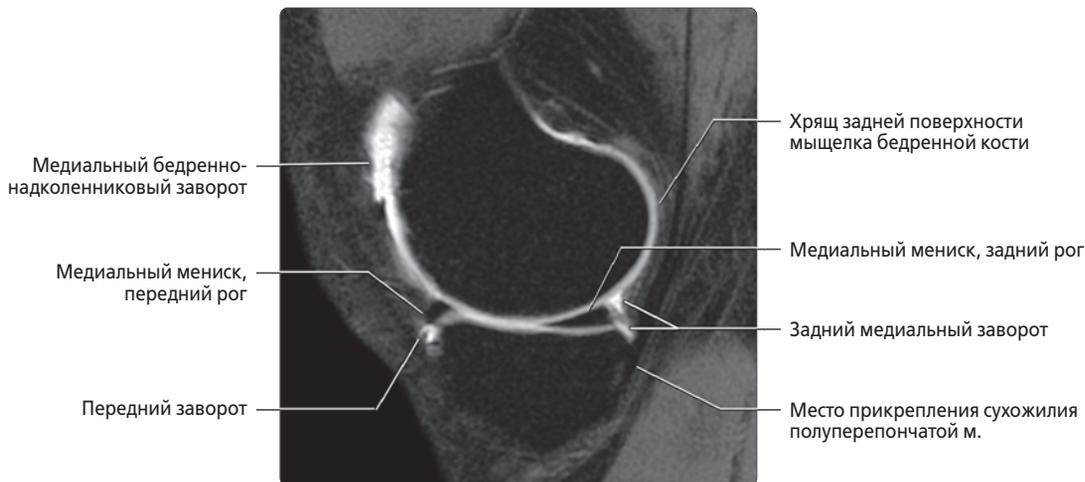
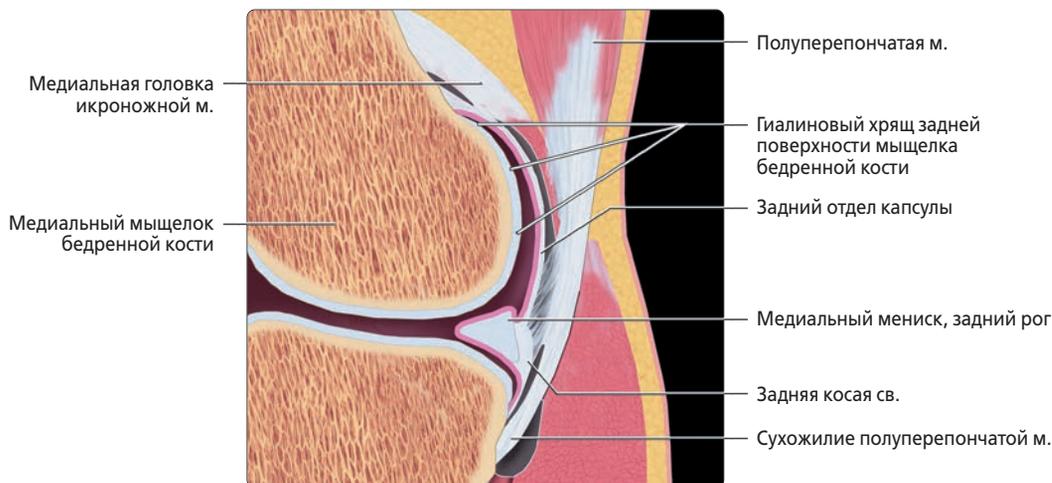
**(Верхний)** Аксиальная МР-артрограмма, взвешенная по протонной плотности с подавлением МР-сигнала от жира, полученная через мыщелки бедренной кости: гиалиновый хрящ в области блока (бедренная поверхность бедренно-надколенникового сустава) и задних поверхностей мыщелков бедренной кости, а также передняя и задняя крестообразные связки в межмыщелковой вырезке. **(Нижний)** Аксиальная МР-артрограмма, взвешенная по протонной плотности с подавлением МР-сигнала от жира, полученная через мениски. Медиальный мениск имеет форму в виде буквы «С», в то время как форма латерального мениска приближается к кругу. Передний корень латерального мениска делится на тонкие пучки, которые по ошибке могут расцениваться как разрыв на продольных или фронтальных томограммах.

## РИСУНКИ: АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, АКСИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ



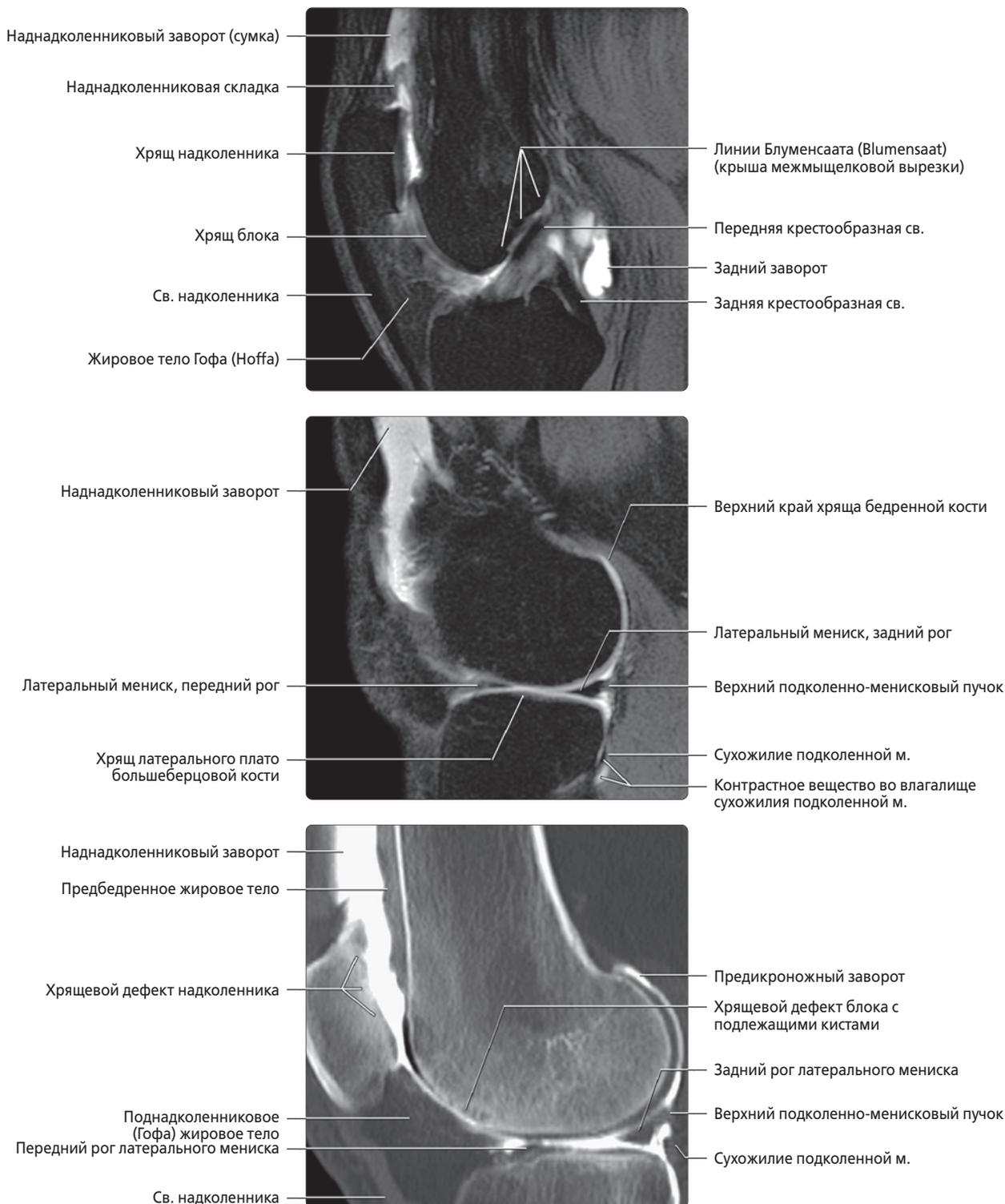
(Верхний) Рисунок в аксиальной проекции, соответствующий предыдущей МР-артрограмме: хорошо видны задненаружные стабилизаторы. (Нижний) На рисунке показана большеберцовая поверхность сустава в задненаружном ракурсе. Хорошо видно взаиморасположение сухожилия подколенной мышцы и задненаружного угла латерального мениска.

## АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, ПРОДОЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ, МЕДИАЛЬНАЯ СТОРОНА



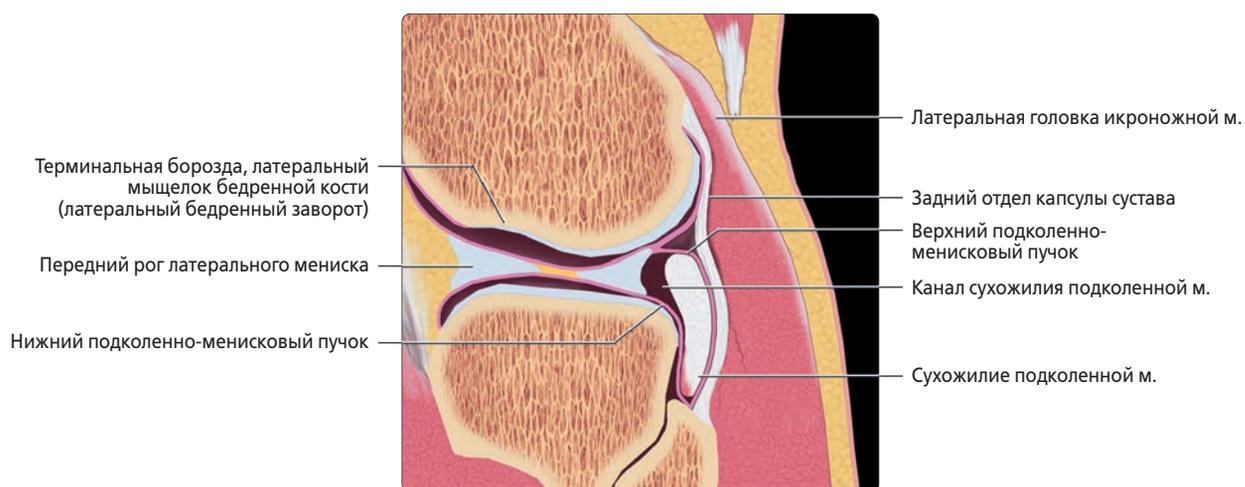
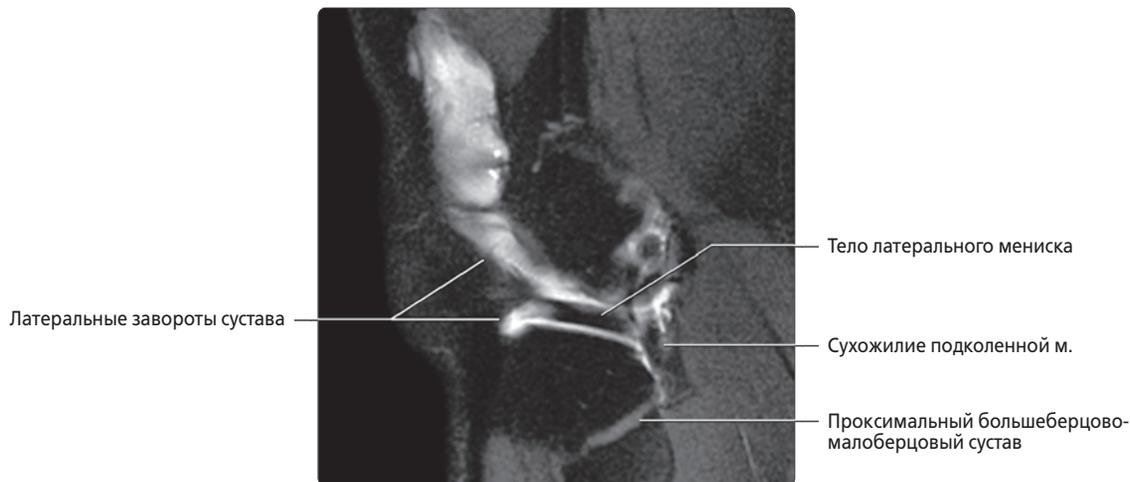
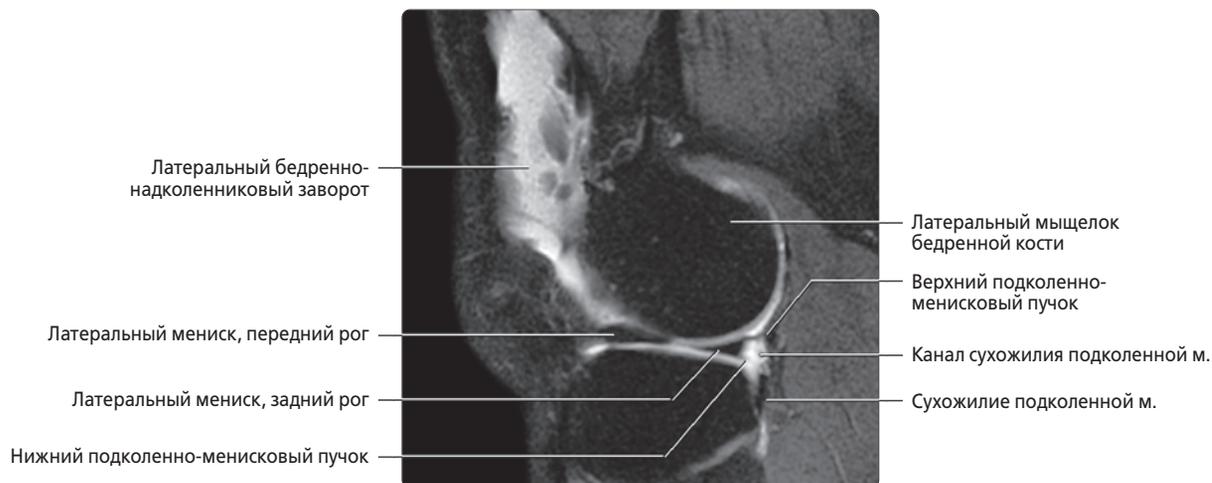
**(Верхний)** Продольный срез на уровне медиального отдела коленного сустава. Задняя косая связка проходит вдоль капсулы, повышая сопротивляемость сустава к заднему смещению большеберцовой кости. Гиалиновый хрящ достигает самой верхней границы задней поверхности мыщелков бедренной кости. **(Средний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через медиальный отдел сустава: накопление контрастного вещества в малых заворотах вокруг медиального мениска. Гиалиновый хрящ на T1-взвешенных изображениях с подавлением сигнала от жира дает сигнал средней интенсивности. **(Нижний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через медиальную часть межмыщелковой вырезки: задняя крестообразная связка с мениско-бедренной связкой в сечении у ее переднего края. Сзади визуализируется свободное тело. МР-артрография более чувствительна при выявлении свободных тел, чем МРТ без контрастирования.

## АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, ПРОДОЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ, ЛАТЕРАЛЬНАЯ СТОРОНА



**(Верхний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через латеральную часть межмыщелковой вырезки: передняя крестообразная связка, для которой характерно наличие синовиальных складок с сигналом средней интенсивности, идущих продольно между ее неплотно соединенных пучков. **(Средний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через середину латерального отдела сустава: контрастированный латеральный мениск. Обратите внимание, что влагалище сухожилия подколенной мышцы сообщается с задненаружным отделом сустава и поэтому накапливает контраст. **(Нижний)** Продольная КТ-артрограмма, полученная через середину латерального отдела сустава. Пациент страдает остеоартрозом, и в различных областях визуализируются хондральные дефекты. Латеральный мениск очерчен контрастным веществом. Хорошо виден верхний пучок заднего рога, как и сухожилие подколенной мышцы в своем канале.

## АНАТОМИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА, ПРОДОЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ, ЛАТЕРАЛЬНАЯ СТОРОНА



**(Верхний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через латеральную часть латерального отдела сустава: сухожилие подколенной мышцы, проходящее под латеральным мениском. Канал сухожилия подколенной мышцы представляет собой просвет капсулы, через который проходит сухожилие. Обратите внимание, что вид нижнего подколенно-менискового пучка производит впечатление дефекта, что является нормой в области канала сухожилия подколенной мышцы. **(Средний)** Продольная T1-взвешенная МР-артрограмма с подавлением сигнала от жира, полученная через наиболее латеральную часть латерального отдела сустава: тело латерального мениска и сухожилие подколенной мышцы кзади от него. **(Нижний)** Рисунок в продольной проекции: путь сухожилия подколенной мышцы по задненаружному краю сустава. Сухожилие заключено во влагалище, которое сообщается с суставом и соединяется с задним рогом латерального мениска посредством подколенно-менисковых пучков.