

Лучевая диагностика повреждений голеностопного сустава и стопы

Н.К. Витько, А.Г. Зубанов

ФГУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ

Травмы голеностопного сустава и стопы характеризуются разнообразием нозологических форм, сложностью диагностики, наличием сходных симптомов и синдромов при различных механизмах травмы. Одним из существенных факторов влияющих на прогноз восстановления работоспособности пациента, а также ускорение сроков его выздоровления после травм голеностопного сустава и стопы, является полная и своевременная диагностика в ранние сроки после повреждений. Внедрение в широкую практику высокотехнологичных методов диагностики таких как МСКТ, МРТ, УЗИ позволило врачам травматологам расширить спектр как оперативного так и консервативного лечения пациентов с различными патологическими изменениями голеностопного сустава, а в некоторых случаях полностью изменить тактику ведения больного.

Ключевые слова: лучевая диагностика, голеностопный сустав, стопа, ушибы костного мозга, рассекающий остеохондрит, переломы костей, повреждения связок, повреждения сухожилий.

Injuries of ankle joints and feet are characterized with diversity of nosological forms, difficulties in diagnostics, similar symptoms and syndromes under various trauma mechanisms. One of the important factors defining the process of further patient's rehabilitation and terms of his recovery after ankle joint and foot trauma is a complete and timely diagnostics at the early stage. Implementation of hi-tech diagnostic techniques such as multispiral computerized tomography, MRI, ultrasound into a wide clinical practice has made it possible to widen the range of both surgical and conservative treatment modalities and, in some cases to completely change the tactics of patient's management.

Key words: radial diagnostics, ankle joint, foot, bone marrow concussion, osteochondritis dissecans, bone fractures, ligament injury, tendon injury.

Повреждения голеностопного сустава и стопы по своей распространенности, потерям рабочего времени, материальным затратам на лечение и оплату временной нетрудоспособности, а также частым неблагоприятным исходам представляют собой актуальную медицинскую и социальную проблему, поскольку в большинстве случаев встречаются у лиц в возрасте до 30–40 лет [1, 4, 6, 8, 11].

Переломы костей стопы и голеностопного сустава являются самыми частыми механическими повреждениями скелета. Их доля, по свидетельству разных авторов, составляет не менее 10–15% [4, 5, 7, 9, 12].

Особенностью переломов костей голеностопного сустава является высокая частота внутрисуставных повреждений, что существенно отягощает течение заболевания, ухудшает прогноз лечения и реабилитации таких больных. Инвалидность вследствие внутрисуставных повреждений в структуре инвалидности от травм опорно-двигательного аппарата достигает 20–22% [3, 4, 10].

Аналогичная тенденция прослеживается при переломах костей стопы. Учitando, что большая часть больных с переломами костей голеностопного сустава и стопы — трудоспособные люди, становится ясной необходимость их расширенного и детального лучевого обследования [5, 6, 12].

Частота повреждений мягких тканей области голеностопного сустава и стопы значительно выше, чем костей, и составляет для хрящей до 20%, сухожилий — около 30% и связочного аппарата — до 90%. У спортсменов доля повреждения сухожильно-связочного аппарата достигает 80–85% [6].

Структурный анализ работы отделений лучевой диагностики в российских лечебных учреждениях демонстрирует незначительное количество исследований голеностопного сустава и стопы и ограничение исследований рентгенографическим методом.

Внедрение в клиническую практику спиральной рентгеновской компьютерной томографии (КТ), ультразвукового метода исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) существенно расширило возможности диагностики поражений голеностопного сустава и стопы [2, 3, 5]. КТ позволила получить поперечное изображение голеностопного сустава и стопы, дифференцировать костные структуры, а также выявлять незначительные различия в плотности нормальных и патологически измененных тканей [7]. УЗИ предоставило возможность визуализации тончайших структур сухожильно-связочного аппарата с детализацией изменений фибриллярного компонента. Широкие перспективы в комплексной оценке изменений костно-мышечной системы открылись перед МРТ благодаря высокой чувствительности метода к физико-химическим изменениям пораженной ткани.

Методы лучевого исследования голеностопного сустава и стопы

Традиционный рентгенологический метод

Традиционный рентгенологический метод включает: полипозиционную рентгенографию, рентгенографию голеностопного сустава в прямой задней, косой задней и боковой проекциях, рентгенографию стопы в прямой, боковой и косых проекциях, рентгенографию пяточной кости в боковой и аксиальной проекциях, рентгенографию пальцев стопы.

Анализ рентгенограмм голеностопного сустава и стопы

Анализ полученной информации включает 4 последовательных этапа: 1) визуальной оценки; 2) количественной оценки; 3) сравнительной оценки; 4) сопоставления результатов.

Визуальная оценка изображений голеностопного сустава и стопы на исследованных уровнях осуществляется

с целью установления наличия (или же отсутствия) патологии. Определяется характер выявленных патологических изменений и их распространенность.

Спиральная и мультиспиральная рентгеновская компьютерная томография (рис. 1).

Положение стопы в голеностопном суставе намеренно используют физиологическое. Естественное желание фиксировать стопы в стандартной позиции нередко



Рис. 1. Укладка больного для проведения спиральной КТ голеностопного сустава и стопы.

было невыполнимо из-за болевого синдрома, наличия гипсовой повязки и особенно при наложенных металлоконструкциях.

Анализ полученных данных включает построение вторичных реконструированных изображений в различных плоскостях. Наиболее часто использовались реконструкции в сагитальной, коронарной и косых плоскостях (мультипланарные реконструкции МПР). Всегда производится трехмерная (3D) реконструкция изображений, затененных по поверхности (SSD) с сохранением тканей, денситометрические показатели которых превышают 150 HU. При отсутствии костно-травматических изменений по данным рентгенографического и компьютерно-томографического метода, на следующем этапе выполняется магнитно-резонансная томография.

Магнитно-резонансная томография (рис. 2).

Для всех больных применяется данный протокол обследования:

T_1 -взвешенной t_1 se tra 512; T_2 -взвешенной t_2 tse tra 512; T_2 -взвешенной t_2 tse sag 256; T_2 -взвешенной t_2 tse cor 256; T_1 -взвешенной t_1 tirm sag (cor).



Рис. 2. Укладка больной для проведения МРТ правого голеностопного сустава и стопы с использованием поверхностной гибкой катушки.

Изучаются переломы костей голеностопного сустава и стопы, а также фокусы отека костного мозга, рассматриваются косвенные признаки переломов, ушибов и отрывов сухожилий и связок в месте их прикрепления. Производится поиск разрывов сухожилий мышц и связок области голеностопного сустава и стопы. Определяется наличие гематом и отека мягких тканей, патологического скопления жидкости в полости голеностопного сустава, суставах стопы, вокруг сухожилий мышц и связок. Выявляются повреждения суставных хрящей, а также возможное наличие свободных тел в полости голеностопного сустава. Определяется расположение сухожилий мышц и выявляется их возможная дислокация и подвывих.

При подозрении на изменения в сухожильном аппарате голеностопного сустава и стопы возникает необходимость исследовать повреждение методом ультразвуковой диагностики.

Ультразвуковая диагностика

Ультразвуковую диагностику области голеностопного сустава и стопы проводят только на аппаратах экспертного класса с использованием линейных датчиков от 7,5 до 17,5 МГц. Конвексные датчики 5 МГц используют для исследования глубоких структур.

Алгоритм ультразвукового исследования заключается в изучении переднего, наружного, внутреннего, заднего отделов и входящих в них анатомических структур.

Дополнительно протокол ультразвукового исследования включает изучение внутрисуставных тел и синовиальных или ганглиозных кист (рис. 3).

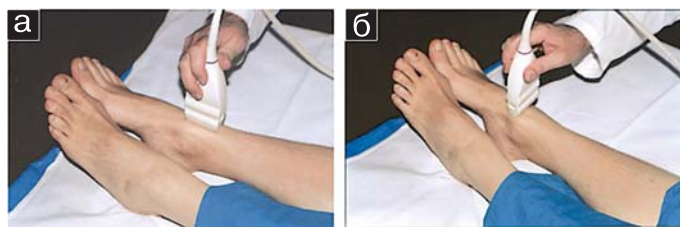


Рис. 3. Ультразвуковое исследование голеностопного сустава: а — продольное сканирование; б — поперечное сканирование.

Ахиллово сухожилие исследуется от места его происхождения в икроножной мышце до точки прикрепления к пяточной кости. Для удобства выявления разрыва, стопа активно или пассивно сгибается и разгибается в голеностопном суставе (рис. 4).



Рис. 4. Ультразвуковое исследование ахиллова сухожилия.



Рис. 5. Ультразвуковое исследование подошвенного апоневроза.

Для обследования более глубоких структур этой области применяется датчик частотой 5 МГц.

Анализ изображений

Выявляется избыточное количество жидкости в голеностопном суставе, вокруг сухожилий, в сумке *bursa tendinis calcanei*. Определяется возможное наличие свободных тел в полости голеностопного сустава. Оцениваются гиалиновые суставные хрящи, доступные осмотру. Изучается целостность, эхогенность, структура и контуры сухожилий и связок. Определяется степень и тип нарушения целостности сухожилий. Подтверждается или опровергается наличие дислокации и подвывиха сухожилий. Выявляются ганглиозные или синовиальные кисты, гематомы.

На завершающем этапе проводится сопоставление результатов рентгенографических, рентгеноскопических, КТ, МРТ и ультразвуковых исследований с клиническими данными.

В результате анализа информации по приведенной схеме на каждом из ее этапов определяется дальнейшая тактика ведения пациента — консервативная или оперативная.

Возможности методов лучевой диагностики в оценке повреждений костей и сухожильно-связочного аппарата

Повреждения костной ткани

В результате комплексного обследования самым частым повреждением костной ткани являются ушибы костного мозга.

Рентгенологические исследования, включая КТ, не позволяют обнаружить данное патологическое изменение костной ткани. Диагноз контузии костного мозга верифицируется лишь МРТ исследованием, семиотические признаки которого исчезают спустя 3–6 месяцев от момента травмы (рис. 6).

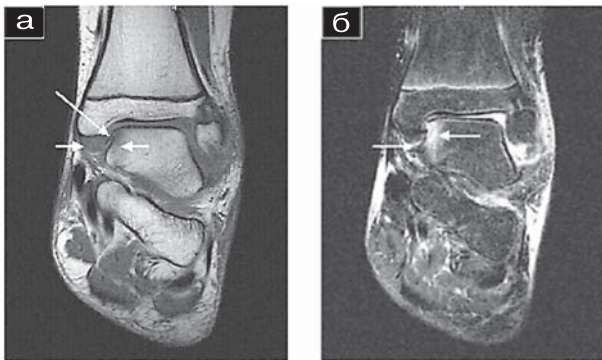


Рис. 6. а — коронарная МРТ в T₁-ВИП, б — коронарная МРТ в режиме STIR.

Чаще всего зоны контузии костного мозга единичные, реже множественные. Они могут визуализироваться в медиальной части блока таранной кости, в латеральной ее части, в теле, шейке и головке таранной кости. Ушибы также определяются в медиальной и латеральной лодыжках, а также эпифизе большеберцовой кости, некоторые ушибы блока таранной кости и лодыжек были «зеркальными».

Дополнительно обнаруживаются ушибы ладьевидной и пяточной кости

Иногда контузия костного мозга оказывается единственной находкой лучевой диагностики. Чаще всего ушибы являются следствием переломов берцовых костей. В отдельных случаях они сопровождают повреждения связочного аппарата. При этом расположение ушиба контралатерально к месту разрыва связки, что свидетельствует о

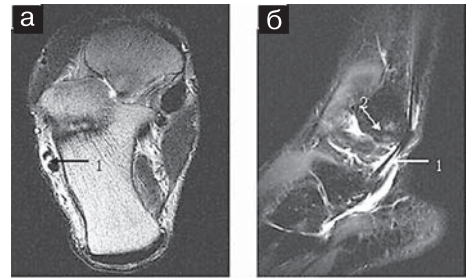


Рис. 7. Подсухожильный отек костного мозга латеральной лодыжки (2); а — аксиальная МРТ в T₂-ВИП, б — сагиттальная МРТ в режиме STIR.

повреждению связки на протяжении и прямом ударном механизме ушиба. Контузия в месте отрыва связки явилась следствием микроразрывного повреждения кости.

Выявление ушибов костного мозга при травме голеностопного сустава и стопы требует коррекции сроков лечения и реабилитации у профессиональных спортсменов и работников физического труда.

Под термином «подсухожильный отек» костного мозга подразумеваются локальные изменения костного мозга, обусловленные патологией прилежащего к кости сухожилия. То есть, во всех случаях подсухожильный отек был вторичным. Семиотика данного состояния идентична ушибу костного мозга, однако носит периферический характер и топографически, как правило, привязана к поврежденному сухожилию. В отличие от ушиба, по механизму возникновения и локализации подсухожильный отек не связан с разрывом связок или острой прямой травмой кости о другую кость или твердый объект (рис. 7).

Скрытые переломы

Термин «скрытые» применяется для переломов, первично не выявленных рентгенологическими методами.

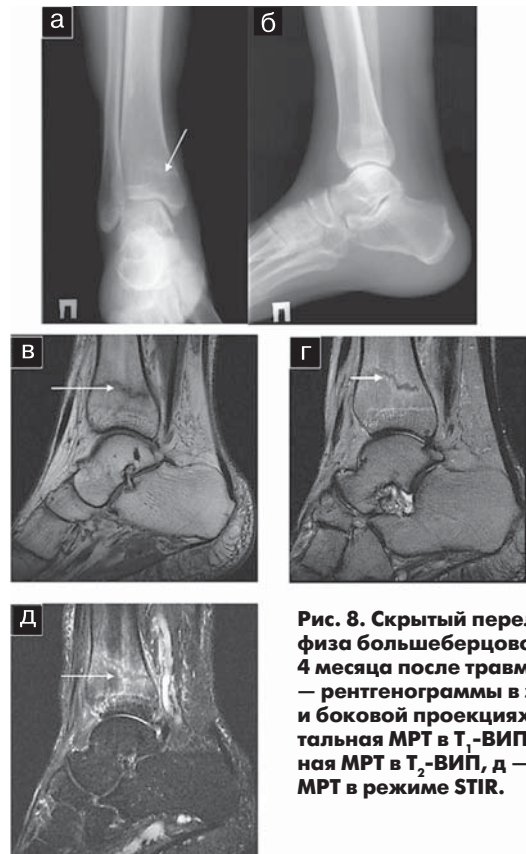


Рис. 8. Скрытый перелом метаэпифиза большеберцовой кости через 4 месяца после травмы (стрелка). а — рентгенограммы в задней прямой и боковой проекциях, б — сагиттальная МРТ в T₁-ВИП, в — сагиттальная МРТ в T₂-ВИП, д — сагиттальная МРТ в режиме STIR.

Перелом визуализируется только при МРТ во всех ВИП в виде линейной структуры неправильной формы, пониженной интенсивности, окруженной зоной отека.

Рентгенография и спиральная КТ пациентов со скрытыми переломами через 1,5–2 месяца после травмы позволяет обнаружить незначительные облаковидные остеосклеротические изменения по ходу линии перелома.

Наиболее часто скрытые переломы обнаруживаются в эпифизе большеберцовой кости, в таранной, пяточной и ладьевидной костях (рис. 8).

Стрессовые повреждения костей голеностопного сустава и стопы

Стрессовые повреждения костей голеностопного сустава и стопы включают патологические изменения вследствие нарушения механики, симптоматический стрессовый ответ и стрессовый перелом.

Нарушение механики прямохождения проявляется незначительным отеком костного мозга, выявляемым только при МРТ в режиме STIR. Данный тип поврежде-

ния сохраняется до восстановления кинематики стопы и исчезает без видимых последствий.

Переломы костей голеностопного сустава и стопы

Вторыми по количеству повреждениями костной ткани являются переломы костей голеностопного сустава и стопы. Рентгенологическая семиотика переломов включает наличие линии перелома и смещение отломков (рис. 9).

Кроме прямых признаков перелома встречаются и косвенные, такие как расширение дистального межберцового синдесмоза, увеличение суставной щели, подвывих в суставе, изменение формы костей.

КТ-семиотика переломов была идентична рентгенографическим признакам. Однако мультиспиральная КТ дополнительно выявляет переломы без смещения отломков, не определявшиеся при рентгенографии. МПР и 3D-реконструкции изображений позволяют изучить переломы в любой проекции и в объеме, что существенно повышает информативность метода (рис. 9).

При МРТ линия перелома ограничивается гипоинтенсивными во всех ВИП неровными краями костных отломков и выполнена гематомой и веществом костного мозга (рис. 10).



Рис. 9. Закрытый косой перелом правой малоберцовой кости в нижней трети, многооскольчатый перелом дистального конца большеберцовой кости справа, разрыв межберцового сочленения: а, б — рентгенограммы в прямой задней и задней с внутренней ротацией на 45° проекциях, в — аксиальная КТ, г — КТ, МПР в коронарной проекции, д, е, ж — КТ, трехмерные реконструкции изображений, з — аксиальная КТ, состояние после наружного открытого остеосинтеза.

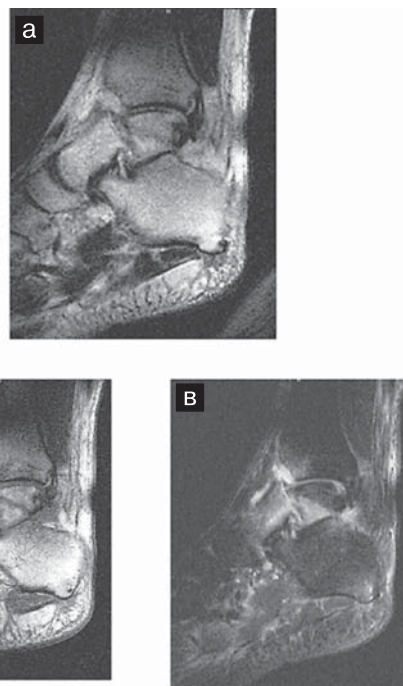


Рис. 10: а — сагитальная МРТ в T₂-ВИП, б — сагитальная МРТ в T₁-ВИП, в — сагитальная МРТ в режиме STIR.

Переломы берцовых костей

Переломы берцовых костей — наиболее частые повреждения костной ткани голеностопного сустава и стопы. Чаще всего встречаются переломы наружной лодыжки малоберцовой кости. Рентгенография достаточна для определения характера перелома малоберцовой кости. Выделяют краевые внутрисуставные, поперечные, косые, винтообразные, оскольчатые переломы.

Среди травм большеберцовой кости важное клиническое значение имеет наличие внутрисуставного перелома, его форма, количество и смещение отломков.

МСКТ-исследование позволяет визуализировать переход линий перелома на внутреннюю лодыжку, не определяемый на рентгенограммах.

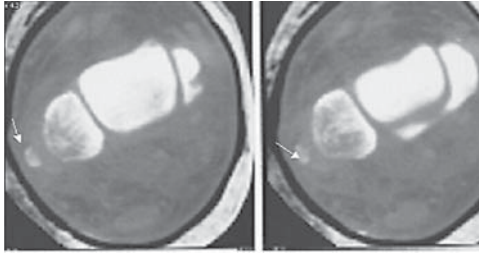


Рис. 11. Краевой авульсивный перелом латеральной лодыжки (стрелка).

МСКТ также используется для верификации авульсивных переломов латеральной и медиальной лодыжки (рис. 11).

МСКТ успешно применяется в оценке эффективности проводимого лечения. Несмотря на множественные линейные артефакты от металлических фиксирующих конструкций, всегда представляется возможным определить правильность сопоставления отломков, что особенно важно при устранении патологического диастаза между отломками или костями.

Переломы костей стопы

При переломах костей стопы максимальное количество повреждений приходится на таранную кость, минимальное — на кубовидную.

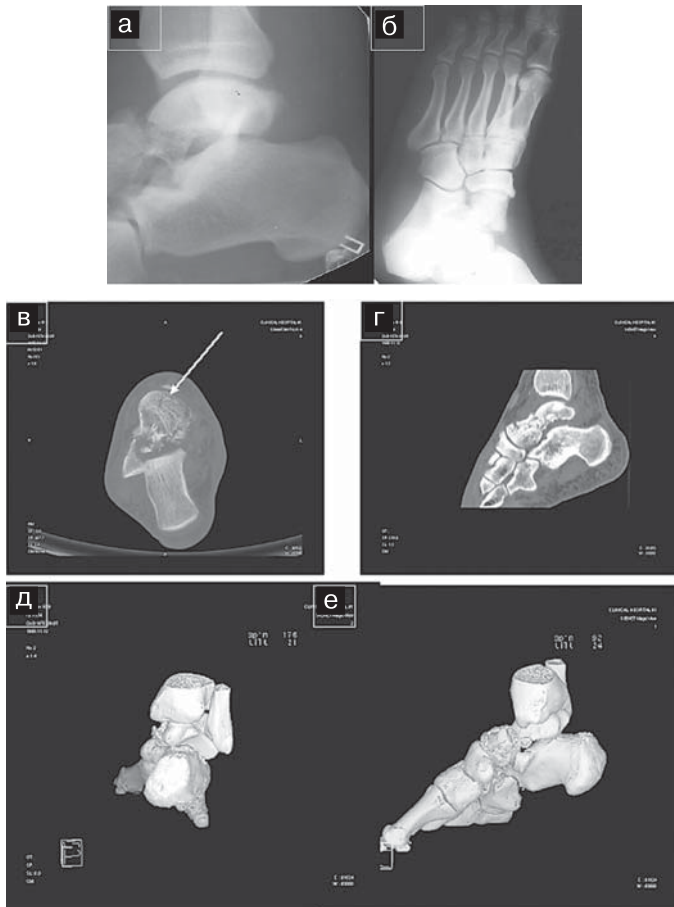


Рис. 12. Закрытый смешанный перелом таранной кости группы IV со смещением отломков, подвывих в правом подтаранном и таранно-пяточно-ладьевидном суставах: а, б — рентгенограммы в боковой и косой внутренней проекциях. Признаки перелома головки не выявлены в — аксиальная КТ: визуализируется перелом головки таранной кости (стрелка); г — КТ, сагиттальная МПР; д, е — КТ, 3D реконструкции: демонстрируют многооскольчатый характер перелома, подвывих в подтаранном и таранно-пяточно-ладьевидном суставах.

Наиболее часто переломы таранной кости локализуются в шейке — самом узком и наименее прочном отделе таранной кости, менее часто — в теле и головке. (рис. 12).

При рентгенографии таранной кости у больных выявляются переломы: шейки таранной кости, головки, тела и смешанные переломы. Диагностические затруднения вызывают переломы головки без смещения отломков, рассекающий остеохондрит и скрытые переломы.

Данный тип переломов позволяет выявить только спиральная и МС КТ, в том числе, и без смещения отломков, однако в случаях рассекающих остеохондритов и скрытых переломов головки и тела, наибольшую информативность имеет МРТ.

Применение МПР и 3D-реконструкций изображений, полученных при спиральной КТ, позволяет объективизировать степень подвывиха в суставах.

Остеохондральные переломы. Типичными местами их возникновения были передненаружный и задневнутренний отделы блока. Рентгенологически остеохондральный перелом визуализируется на снимках в косой задней проекции в виде малозаметной линии, проходящей через наружный или внутренний отделы блока (рис. 13).

МРТ позволяет не только выявить перелом кости, но и определить целостность суставной хрящевой ткани. При этом наиболее демонстративны изображения, выполненные в T_2 -ВИП и режиме FLASH.

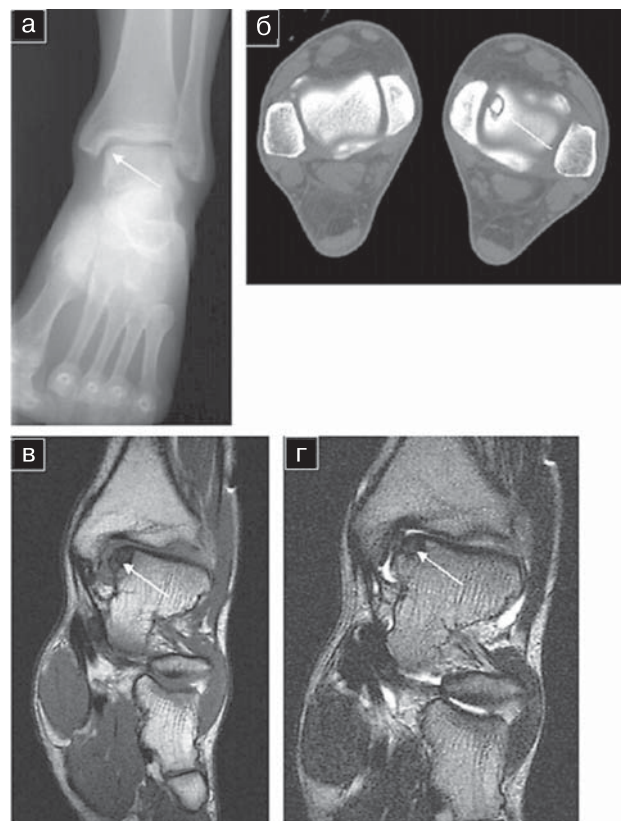


Рис. 13. Рассекающий остеохондрит переднемедиального отдела блока таранной кости (стрелка): а — рентгенограмма в задней прямой проекции: признаки остеохондрального перелома внутреннего вала блока таранной кости, начальные признаки артроза голеностопного сустава; б — аксиальная КТ: определяется линия перелома переднемедиального отдела блока таранной кости слева, остеосклероз таранной кости вдоль линии перелома; в — коронарная МРТ в T_1 -ВИП; г — коронарная МРТ в T_2 -ВИП: определяется гипоинтенсивная линия перелома блока таранной кости, отек костного мозга таранной кости, целостность хряща по горизонтальной поверхности кости сохранена.

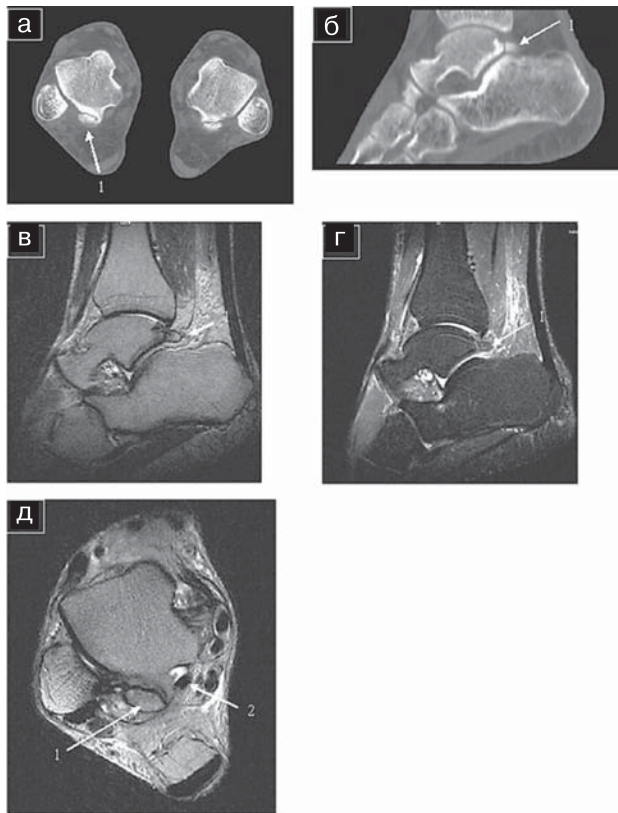


Рис. 14. Синдром трехгранной кости. Теносиновит сухожилия *m. flexor hallucis longus*: а — рентгенограмма в боковой проекции: визуализируется трехгранная кость (1); б — аксиальная КТ; в — КТ, МПР в сагиттальной проекции: на обеих конечностях визуализируются трехгранные кости (1), признаков повреждения не выявлено; г — сагиттальная МРТ в T_2 -ВИП; д — сагиттальная МРТ в режиме STIR: определяется отек костного мозга трехгранной кости (1) и заднего отростка таранной кости; е — аксиальная МРТ в T_2 -ВИП: дополнительно диагностируется теносиновит сухожилия *m. flexor hallucis longus* (2).

Начальная стадия рассекающего остеохондрита при МРТ во всех ВИП характеризуется локальным отеком в блоке таранной кости, на фоне которого определяется линейный фокус пониженной интенсивности. Данные рентгенографии и КТ, как правило, негативны.

Следующая стадия патологического процесса характеризуется частичным повреждением хрящевой ткани и проникновением синовиальной жидкости между отломком и костью в виде линейной гиперинтенсивной полосы при МРТ в T_2 -ВИП. Отломок считается частично свободным. Спиральная КТ также выявляет признаки рассекающего остеохондрита, а рентгенография в этих случаях неинформативна.

При прогрессировании заболевания происходит полное отделение костного фрагмента вместе с суставным хрящом. Отломок может не изменять своего положения, может быть ротирован в месте дефекта таранной кости, при этом информативными оказываются как рентгенологические методы исследования, так и МРТ во всех ВИП. Лечение таких больных заключается в артроскопическом удалении костных отломков.

Переломы латерального бугорка заднего отростка (синдром «*os trigonum*»).

Данный тип перелома возникает вследствие повреждения синхондроза между основанием латерального бугорка заднего отростка таранной кости и трехгранной костью. Рентгенологически синдром «*os trigonum*»

проявляется нарушением связи трехгранной кости с таранной. Дополнительно наблюдается остеосклероз и кистообразование трехгранной кости. Вследствие частой микротравматизации возникает неровность ее контуров и гипертрофия. Увеличенная в размерах трехгранная кость входит в состав подтаранного сустава, контактирует с пяточной костью и приводит к развитию артроза данного сустава.

Переломы *пяточной кости* разделяют на внутрисуставные переломы пяточной кости и внесуставные (краевые) повреждения пяточного бугра. Плоскости перелома пяточной кости располагаются в ортогональных или косых направлениях, пересекая суставные поверхности. Тяжесть переломов определяется степенью смещения костных фрагментов и повреждением суставов.

Переломы костей во всех случаях сопровождаются повреждениями мягких тканей.

Повреждения сухожилий

Теносиновиты характеризовались избыточным скоплением жидкости под оболочками сухожилия. Чаще всего он носит односторонний характер и сопровождается тендинозом, разрывы собственных сухожилий и перифокальный отек мягких тканей (рис. 15).

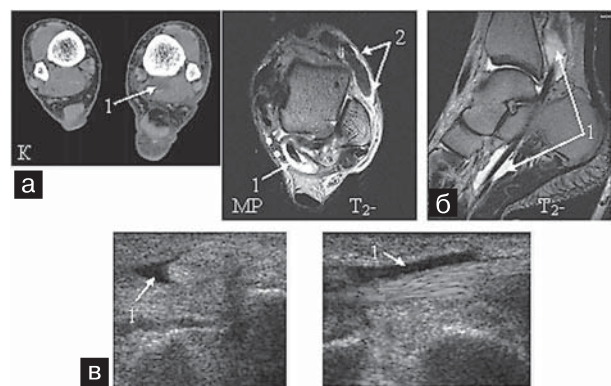


Рис 15. а — аксиальные КТ: визуализируется скопление жидкостного содержимого вокруг сухожилия длинного сгибателя большого пальца; б — МРТ аксиальная и сагиттальная: скопление жидкостного содержимого вокруг сухожилия длинного сгибателя большого пальца (1) и передней группы сухожилий (2); в — УЗИ: скопление жидкостного содержимого вокруг сухожилия стрелки.

МСКТ-семиотика теносиновита заключается в увеличении диаметра сухожилия с сохранением его округлой формы и четких контуров. Денситометрические показатели снижаются по периферии до 20–50 HU. Отек мягких тканей приводит к неравномерному и неоднородному повышению плотности жировой клетчатки до +10 HU и уменьшению четкости контуров сухожилия.

При МРТ скопление жидкости лучше визуализируется на томограммах в T_2 -ВИП и режиме STIR. На аксиальных срезах теносиновит проявляется в виде эксцентрично расположенного гиперинтенсивного halo. Сагиттальные и коронарные сечения демонстрируют распространенность жидкости вдоль сухожилия. В T_1 -ВИП жидкость была гипоинтенсивной к жировой клетчатке, но гиперинтенсивной по отношению к сухожилиям при низкой контрастности между ними.

УЗ-семиотика теносиновита идентична МРТ-признакам. Анэхогенное halo при поперечном скани-

ровании и анаэхогенные полосы над сухожилиями при продольном исследовании характеризуют теносиновит.

Травматический тендиоз

Травматический тендиоз возникает преимущественно у работников физического труда и спортсменов вследствие синдрома перегрузки, повторных стрессовых повреждений, ранее перенесенных неполных разрывов, а также на фоне ревматоидного артрита или псориаза.

При отсутствии явлений теносиновита тендиоз не идентифицируется методом КТ, лишь у небольшого ко-

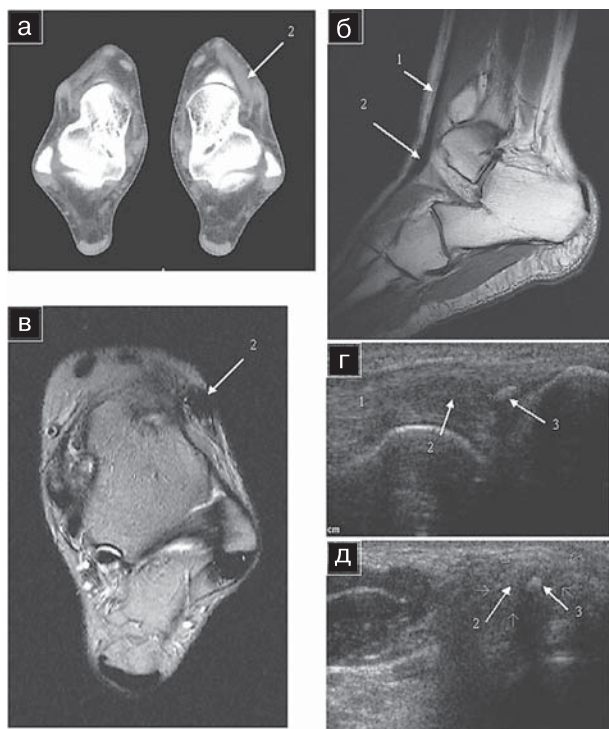


Рис. 16 Тендиоз сухожилия *m. extensor digitorum longus*: а — аксиальная КТ: визуализируется утолщение сухожилия *m. extensor digitorum longus* с неровными и нечеткими контурами (2); б — сагиттальная МРТ в T₁-ВИП: веретенообразное утолщение сухожилия (2), 1 — неповрежденный сегмент сухожилия; в — аксиальная МРТ в T₂-ВИП: на фоне утолщенного сухожилия выявляются мелкие гиперинтенсивные очажки (2); г — УЗИ, продольное сканирование; д — УЗИ, поперечное сканирование: 1 — неповрежденный сегмент сухожилия, 2 — участок тендиоза, 3 — кальциноз сухожилия.

личества пациентов были выявлены кальцинаты сухожилий (рис. 16).

Самым информативным методом диагностики тендиоза является УЗИ. Эхографическая семиотика тендиоза включает нарушение фибриллярного паттерна сухожилий, гетерогенность структуры с гипоэхогенными очагами и единичными кальцинатами.

Разрывы сухожилий

Различают 3 типа разрывов.

Тип I частичного разрыва, характеризуется локальным увеличением диаметра сухожилия, продольными или короткими поперечными расщеплениями. КТ позволяет лишь идентифицировать утолщение сухожилия.

По данным МРТ определяется выраженная неоднородность структуры и повышение сигнала в T₂-ВИП.

При УЗИ выявляются: нарушение целостности фи-

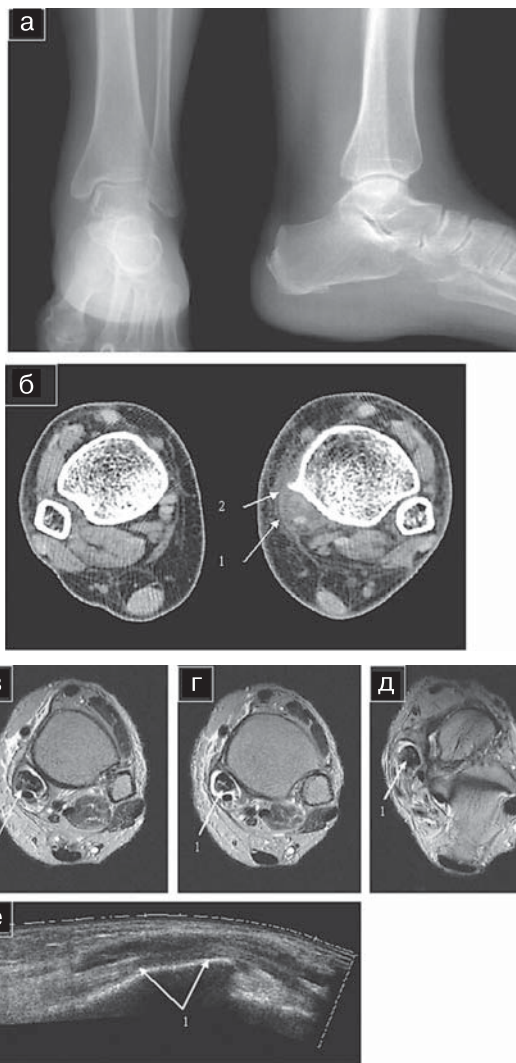


Рис 17. Неполный разрыв I типа сухожилия *m. tibialis posterior*: а — рентгенограммы в задней прямой и боковой проекциях: костных травматических изменений не выявлено; б — аксиальная КТ: определяется увеличение диаметра сухожилия *m. tibialis posterior* левого голеностопного сустава до 20–23 мм с неравномерным снижением денситометрических показателей до 10–20 НУ (1). Экзостоз по внутренней поверхности большеберцовой кости (2); в — аксиальная МРТ в T₁-ВИП; г, д — аксиальное МРТ в T₂-ВИП: визуализируется увеличение диаметра сухожилия *m. tibialis posterior*, гетерогенность его структуры с повышением сигнала на изображениях в T₁- и T₂-ВИП (1), скопление гиперинтенсивной жидкости в виде halo (2), перифокальный отек мягких тканей; е — УЗИ, продольное сканирование: определяется нарушение целостности фибрилл на периферии сухожилия *m. tibialis posterior*, увеличение расстояния между ними, неровность контуров сухожилия, гипоэхогенное halo вокруг сухожилия.

брилл, увеличение расстояния между ними, неровность контуров сухожилия. Продольные разрывы сопровождаются возникновением гипоэхогенных трещин, ориентированных косо вдоль сухожилий (рис. 17).

При типе II частичного разрыва возникает истончение сухожилия.

При КТ, МРТ и УЗИ определяется локальное утолщение сухожилия проксимальнее и дистальнее пораженного, уменьшенного в диаметре сегмента. На МРТ-томограммах в T₂-ВИП отмечается выраженная неоднородность структуры сухожилия с очагами повышения сигнала. УЗИ позволяет выявить нарушение фибриллярного паттерна (рис. 18).

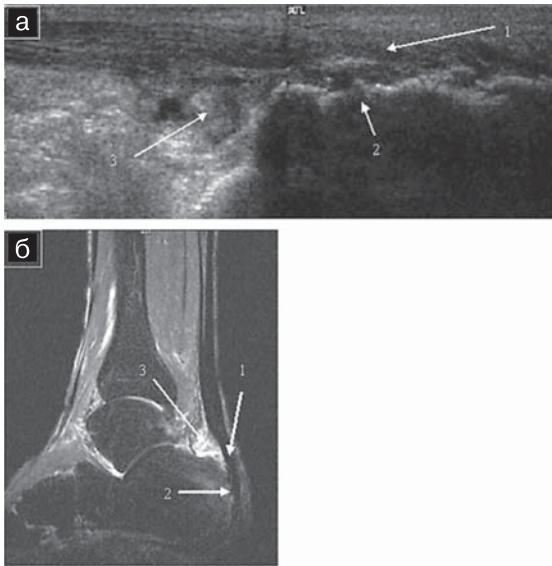


Рис. 18. Неполный разрыв ахиллова сухожилия 2 тип, ахиллобурсит: а — УЗИ, панорамное сканирование: визуализируется неполный разрыв ахиллова сухожилия (1) с авульсивным оскольчатым переломом бугра пяточной кости (2), ахиллобурсит (3); б — сагиттальная МРТ в режиме STIR: признаки разрыва сухожилия (1) менее убедительны, чем при УЗИ. Дополнительно определяется отек костного мозга пяточной кости (2) вследствие авульсивного перелома и ахиллобурсит (3).

Тип III поражения представляет полный разрыв сухожилия, который проявляется отсутствием сухожилия на аксиальных сканах. Место разрыва выполнено жировой тканью, гематомой и экссудатом. При разрывах оболочек сухожилия гематома имеет неровные контуры, в 3 и более раза превышает его диаметр. УЗИ с проведением кинематических проб позволило точно локализовать концы сухожилия и определить истинные размеры промежутка между ними (рис. 19).

Применение высоких технологий медицинской визуализации позволяет выявить повреждения сухожилий, которые не диагностировались при объективном обследовании. Лучевая диагностика позволяет дифференцировать тип разрыва и определяет сроки лечебных и реабилитационных мероприятий.

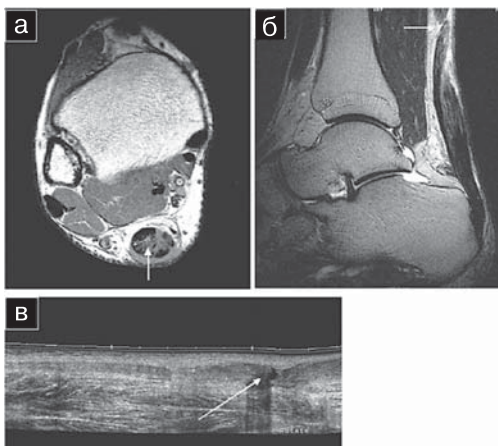


Рис. 19. Полный разрыв ахиллова сухожилия (стрелка): а — аксиальная МРТ в T₁-ВИП; б — сагиттальная МРТ в T₂-ВИП; в — УЗИ, режим панорамного сканирования: на расстоянии 6 см от бугра пяточной кости визуализируется нарушение целостности ахиллова сухожилия с значительным расхождением культей, отеком сухожилия и окружающих мягких тканей.

Применение комплексного подхода в лучевой диагностике повреждений сухожилий области голеностопного сустава и стопы изменяет или дополняет первичное клинично-рентгенологическое заключение.

Повреждения связок и подошвенного апоневроза

Повреждения *связок голеностопного сустава и стопы.*

Возможности рентгенографии в диагностике повреждений связок ограничены. Единственным прямым признаком дистрофических изменений в связках является их обызвествление. Косвенные признаки свидетельствуют, в первую очередь, о полном разрыве связок при нарушении сопоставления суставных поверхностей. Типичным примером является патологический диастаз при разрыве связок дистального межберцового синдесмоза. Рентгенография нечувствительна в выявлении диастаза величиной 3 мм и менее. Наличие авульсивного, краевого перелома одной из лодыжек свидетельствует о повреждении коллатеральной связки.

Информативность МСКТ ограничивается возможностью частичной визуализации дельтовидной связки, выявлением авульсивных переломов, отека и кровоизлияний в периартикулярных тканях.

МРТ позволяет визуализировать все связки голено-

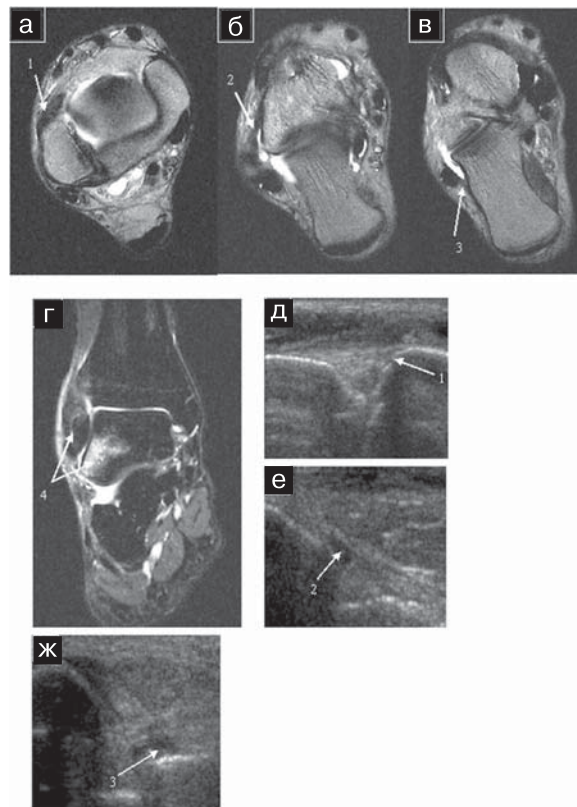


Рис. 20. Неполный разрыв *lig. tibiofibulare anterius* (1), *lig. talofibulare anterius* (2), *lig. calcaneofibularis* (3), ушиб костного мозга латеральной лодыжки и блока таранной кости (4): а, б, в — аксиальные МРТ в T₂-ВИП: визуализируется утолщение связок, гетерогенность структуры, нечеткость контуров, перифокальный отек мягких тканей; г — коронарная МРТ в режиме STIR: определяются гиперинтенсивные очаги в блоке таранной кости и латеральной лодыжке; д — УЗИ переднего отдела голеностопного сустава: нарушение фибриллярной структуры *lig. tibiofibulare anterius* в месте прикрепления связки к малоберцовой кости (1); е — УЗИ латерального отдела: гипэхогенный фокус *lig. talofibulare anterius* в месте прикрепления к латеральной лодыжке (2), ж — УЗИ латерального отдела: гипэхогенный фокус *lig. calcaneofibularis* в месте прикрепления к пяточной кости (3).

стопного сустава и стопы, повреждение которых имеет клиническое значение.

При острой травме определяется повышение сигнала от связок вследствие отека и кровоизлияния в T_2 -ВИП. Прямыми семиотическими признаками разрывов связок являются: полный перерыв волокон, их волнообразность, истончение и нечеткость контуров. Косвенными признаками разрывов считаются локальный отек костного мозга в местах прикрепления связок и теносиновит расположенного рядом сухожилия (рис. 20).

При подострой и хронической травме диагностика повреждений связок максимально сложна, поскольку многие семиотические признаки, связанные с отеком и кровоизлиянием, исчезают. Через 2–3 месяца с момента травмы возникает гипертрофия связок. Контуров становятся четкими, а отек исчезает. Это усложняло идентификацию разрывов связок в отдаленном периоде (рис. 21).

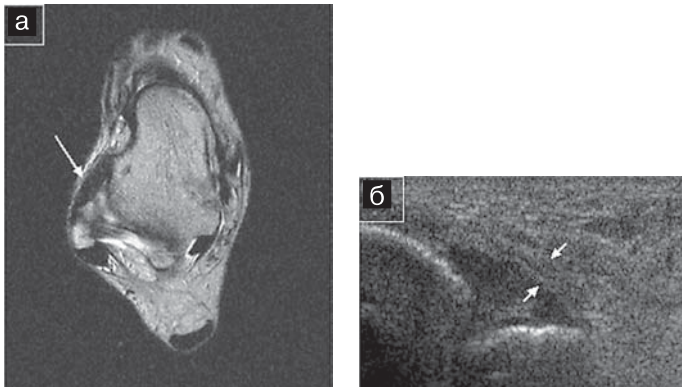


Рис. 21. Неполный разрыв *lig. talofibulare anterior*, стадия рубцевания (стрелки): а — аксиальная МРТ в T_2 -ВИП; б — УЗИ латерального отдела: утолщенная до 5–6 мм связка однородной структуры, с фибриллярным по УЗИ паттерном, с четкими и ровными контурами.

УЗИ уступает МРТ в диагностике повреждений связок. В норме визуализируются только самые крупные связки как гиперэхогенные образования с невыраженным фибриллярным паттерном. Структура связок определяется только при перпендикулярном направлении УЗ-луча к их волокнам. Их эхогенность снижается при косом сканировании.

Синдром пазухи предплюсны.

Рентгенография и КТ информативны только при переломах пяточной кости, проходящих через пазуху предплюсны. Выявление дорсального подвывиха и варусного смещения дистального отломка шейки таранной кости косвенно свидетельствует о разрыве *lig. talocalcaneum interosseum*.

Единственным методом непосредственной визуализации состояния мягких тканей пазухи является МРТ. Отмечаются инфильтративные и отечные изменения связки и жировой клетчатки пазухи, снижающие интенсивность сигнала в T_1 -ВИП и повышающие — в T_2 -ВИП. Неполный разрыв межкостной связки приводил к увеличению ее неоднородности и скоплению жидкости (рис. 22).

Повреждения подошвенного апоневроза.

При рентгенографии в боковой проекции обнаруживаются экзостозы пяточных костей. Метод спи-

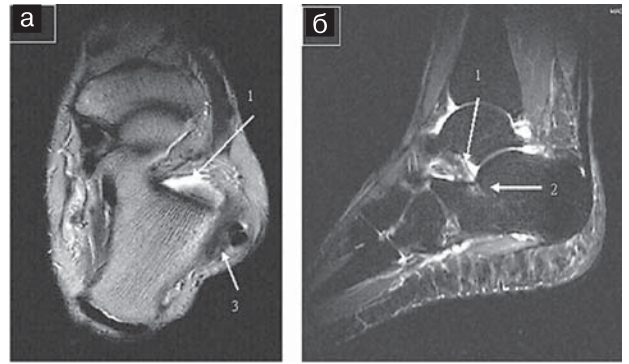


Рис. 22. Синдром пазухи предплюсны, неполный разрыв *lig. calcaneofibulare* (1): а — аксиальная МРТ в T_2 -ВИП; б — сагитальная МРТ в режиме STIR: визуализируется избыточное скопление гиперинтенсивной жидкости в пазухе предплюсны, утолщение *lig. talocalcaneum interosseum*, увеличение ее неоднородности, локальный ушиб пяточной кости непосредственно под *lig. talocalcaneum interosseum*. Кроме того, визуализируется утолщение, повышение сигнала и нечеткость контуров *lig. calcaneofibulare*.

ральной КТ только идентифицирует утолщение апоневроза.

В норме на МР-томограммах апоневроз представляет собой образование толщиной 3–4 мм, гипоинтенсивное во всех ВИП. При УЗИ он выглядит однородно фибриллярным. В области прикрепления апоневроза к пяточной кости изменяется направление волокон и наблюдается анизотропный эффект.

При МРТ в T_2 -ВИП и режиме STIR в случаях острого повреждения определяется утолщение проксимальной порции подошвенного апоневроза до 6–10 мм с различной величиной дистального распространения. Отмечается бугристость и нечеткость контуров, повышение МР-сигнала и снижение эхогенности по данным



Рис. 23. Неполный острый разрыв подошвенного апоневроза: а — рентгенограммы в задней прямой и боковой проекциях: определяется экзостоз по типу «пяточной шпоры» (1); б — коронарная МРТ в T_2 -ВИП; в — сагитальная МРТ в режиме STIR: определяется утолщение проксимального отдела подошвенного апоневроза до 5–6 мм, выраженное повышение сигнала (1), гиперинтенсивный перифокальный отек, ушиб пяточной кости (2); г — УЗИ, продольное сканирование: нарушение фибриллярного паттерна, увеличение расстояния между фибриллами (1).

УЗИ. При хроническом повреждении подошвенного апоневроза процесса выявляется его фузиформное утолщение до 5–6 мм с бугристыми, но четкими контурами (рис. 23).

Таким образом, комплексная лучевая диагностика позволяет выявить повреждения связочного аппарата, которые не диагностировались при объективном обследовании. Методами УЗИ и МРТ может быть проведена дифференциальная диагностика между полными и неполными разрывами связок, что определяет объем и сроки консервативной терапии, уточняет сроки реабилитационных мероприятий. Применение МРТ и УЗИ позволяет корректировать степень нагрузки во время тренировок и определить возможные сроки участия в соревнованиях.

Литература

1. Багиров А.Б. Лечение больных с внутри- и околоуставными переломами длинных трубчатых костей нижних конечностей, профилактика деформирующего артроза: Дисс. д-ра мед. наук. — М., 1992. — 295 с.

2. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний суставов. — Барнаул: Гарнитура Таймс, 2001. — 199 с.

3. Тазабеков К. Переломы пяточной кости: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. — М., 1965. — 24 с.

И др. авторы.

Современные рекомендации по выполнению виртуальной колоноскопии

С.П. Морозов, И.Ю. Насникова, Е.А. Звёздкина, И.В. Поспелов
ФГУ «ЦКБ с поликлиникой» УД Президента РФ

Виртуальная колоноскопия (компьютерная томографическая колонография, КТК) – это инновационный и быстро развивающийся метод обследования толстого кишечника, преимущественно используемый для скрининга рака толстой кишки. Адекватное очищение кишечника и его растяжение, оптимальная техника выполнения КТ, интерпретации результатов с использованием новейшего программного обеспечения подготовленными пользователями гарантируют высокую точность выявления полипов и опухолей. Маркирование остаточного содержимого кишечника повышает диагностическую точность и упрощает подготовку пациента к исследованию. Выявленные при КТК полипы должны быть точно измерены, так как размер полипа является решающим параметром в определении риска развития карциномы кишечника и выборе тактики дальнейшего обследования и лечения.

Ключевые слова: КТ, колонография, виртуальная колоноскопия.

Virtual colonoscopy (computerized tomographic colonography, KTC) is an innovative and quickly developing technique for colon examination. Mostly, it is used for cancer screening. Adequate intestinal cleansing and its stretching, an optimal CT technique, interpretation of obtained results using the latest software by well-trained specialists can guarantee a high accuracy in revealing polyps and tumours. Marking the residual intestinal contents increases diagnostic accuracy and simplifies preparation of patients for examination. Polyps revealed by KTC must be precisely measured because polyp's dimensions is the decisive parameter for determining intestinal carcinoma progressing as well for selecting tactics of further examination and treatment.

Key words: CT, colonography, virtual colonoscopy.

Введение

КТ-колонография, также известная как виртуальная колоноскопия, быстро приобретает всё большее признание в качестве эффективного метода скрининга рака толстой кишки. Крупнейшее клиническое исследование [2] по использованию КТК для скрининга рака толстой кишки, включающее 1233 взрослых пациентов с семейным анамнезом данного заболевания, показывает впечатляющую 86% чувствительность обнаружения аденоматозных полипов размером более 10 мм. Однако дальнейшие исследования демонстрируют противоречивые результаты, обусловленные подготовкой кишечника, его растяжением, маркированием остаточного кишечного содержимого, параметрами сканирования, методом интерпретации и навыками исследователя.

Подготовка кишечника

Для подготовки кишечника перед исследованием широко используются такие слабительные, как полиэтиленгликоль (ПЭГ), фосфат соды, цитрат магния, бисако-

дил. Фосфат соды и цитрат магния являются солевыми слабительными, также известными как «сухая подготовка», т.к. они обычно оставляют небольшое количество жидкости после применения. Их использование для КТК более предпочтительно по сравнению с ПЭГ, известного как «влажная подготовка», который часто оставляет большое количество внутрипросветной жидкости, затрудняющей выполнение КТК.

В противоположность маленьким объемам фосфата соды (обычно 90мл или 45мл) или цитрата магния (обычно 250мл), которые даются пациенту за 1 сутки до исследования, ПЭГ даётся большим объемом (обычно 236г, растворенные в 4л воды) за 2 суток до исследования. По Yee J. и соавторов [3], лучшее очищение кишечника и сокращение времени интерпретации КТК достигается при использовании ПЭГ по сравнению с фосфатом соды. Однако, в отличие от фосфата соды, ПЭГ очищает преимущественно нижние отделы кишечника. Фосфат соды является высокосолевым раствором и в редких случаях может быть причиной значительных электролитных на-