

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79>

Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата при подагре

Полухина Е.В.*

КГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения” Министерства здравоохранения Хабаровского края;
680009 Хабаровск, ул. Краснодарская, д. 9, Российская Федерация

Статья представляет собой иллюстрированный обзор литературы, посвященный ультразвуковому исследованию опорно-двигательного аппарата при подагре, являющейся наиболее распространенной причиной воспалительных артропатий у взрослых. На настоящий момент среди методов визуализации ультразвуковое исследование представляет наилучшие возможности в диагностике и мониторинговании подагры, позволяя выявить депозиты моноурата натрия в различных структурах суставов, определить наличие и выраженность синовиального воспаления, в том числе для оценки динамики в ответ на уратснижающую терапию. С позиций последних клинических рекомендаций даны представления об основных эхографических признаках подагры (признак

двойного контура, тофусы, агрегаты и эрозии), позволяющих правильно интерпретировать выявленные изменения для своевременной диагностики подагрической артропатии, дифференциальной диагностики и оценки на фоне лечебных мероприятий.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, подагра, гиперурикемия, признак двойного контура, тофус, агрегаты, эрозии

Цитирование: Полухина Е.В. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата при подагре. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 62–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79>.

Тема и содержание статьи не затрагивают конкурирующих интересов.

Подагра – хроническое системное тофусное заболевание, характеризующееся отложением в различных тканях кристаллов моноурата натрия и развивающимся в связи с этим воспалением у лиц с гиперурикемией, обусловленной внешнесредовыми и/или генетическими факторами [1]. Согласно рекомендациям Европейской антиревматологической лиги по диагностике подагры, предлагается считать гиперурикемией уро-

вень мочевой кислоты сыворотки крови более 360 мкмоль/л (6 мг/дл) [2].

Подагра – наиболее распространенная причина артритов у взрослых. Распространенность подагры в мире в среднем составляет 1–2% и увеличивается с возрастом, достигая у лиц старше 50 лет 6%. Значительно чаще встречается у мужчин, чем у женщин (в возрасте 40–50 лет 7:1; старше 60 лет – 3:1). У женщин частота выявления

Полухина Елена Владимировна – доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры лучевой и функциональной диагностики КГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения” Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0000-0002-8760-4880>

Контактная информация: Полухина Елена Владимировна – e-mail: polukhina@inbox.ru*

нарушений пуринового обмена и подагры возрастает в период постменопаузы [3]. Заболеваемость подагрой ассоциируется с увеличением частоты сопутствующих состояний, связанных с гиперурикемией, таких как артериальная гипертензия, ожирение, сахарный диабет 2 типа, метаболический синдром, хроническая болезнь почек и почечная недостаточность [4].

Подагрическая артропатия – следствие нарушенного метаболизма пуринов, конечным продуктом которого является мочевая кислота, когда из-за повышенной ее продукции и снижения экскреции развивается стойкая гиперурикемия. Происходит накопление кристаллов моноурата натрия в суставах и периартикулярных тканях с последующим развитием воспалительной реакции. Повторяющиеся атаки ведут к разрушению гиалинового хряща и костной ткани с развитием хронического артрита.

В развитии подагры выделяют 4 стадии [1]:

- бессимптомная гиперурикемия с отсутствием депозитов моноурата натрия;
- бессимптомная гиперурикемия с наличием депозитов моноурата натрия, но без симптомов или анамнеза подагры (отсутствие приступов артрита и тофусов);
- депозиты моноурата натрия с текущим (острый подагрический артрит) или предшествующим эпизодом подагрического артрита (межприступный период при отсутствии артрита на текущий момент);
- хроническая тофусная подагра.

В последнее десятилетие произошел существенный прогресс в изучении подагры. С учетом научных достижений и их успешного применения в практике усовершенствованы и обновлены международные и российские рекомендации по диагностике и лечению подагры [1–3].

“Золотым стандартом” диагностики подагры является выявление кристаллов моноурата натрия в синовиальной жидкости и аспирате из тофусов методом поляризационной микроскопии [2, 5]. Метод имеет 100% специфичность, хотя чувствительность микроскопии существенно ниже, и примерно в 15–30% случаев кристаллы могут быть не обнаружены. Согласно последним рекомендациям, исследование аспирата синовиальной жидкости и содержимого тофусов рекомендовано всем паци-

ентам с подозрением на подагру [2]. Однако в клинической практике синовиальная аспирация выполняется лишь небольшой части пациентов и при отсутствии возможности проведения микроскопии клинико-лабораторные данные и данные методов визуализации могут помочь в установке диагноза.

Лучевые методы исследования (рентгенография, стандартная компьютерная томография и двухэнергетическая компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование) играют важную роль в первоначальной оценке, дифференциальной диагностике, подтверждении диагноза и наблюдении пациентов с подагрической артропатией [3, 5, 6]. Каждый из методов имеет свое значение в разные стадии течения подагры.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ ПОДАГРЫ

На настоящий момент ультразвуковое исследование (УЗИ) представляет наилучшие возможности в диагностике и мониторинге подагры [2, 6–8]. Метод позволяет выявить депозиты моноурата натрия в различных структурах суставов, в том числе у пациентов с бессимптомной гиперурикемией, оценить наличие и выраженность синовиального воспаления. УЗИ незаменимо для навигации при проведении прицельной аспирации синовиальной жидкости для идентификации кристаллов. Эхография также может быть использована для оценки динамики в ответ на уратснижающую терапию. Пожалуй, основным ограничением является высокая операторозависимость метода.

В последних рекомендациях Европейской антиревматологической лиги по диагностике подагры была подчеркнута роль УЗИ в установке диагноза у пациентов с подозрением на острый и хронический подагрический артрит путем выявления субклинических тофусов или признака двойного контура гиалинового хряща [2]. Согласно отечественным клиническим рекомендациям, всем пациентам с подозрением на подагру при невозможности исследования синовиальной жидкости методом поляризационной микроскопии также рекомендуется проведение УЗИ [1].

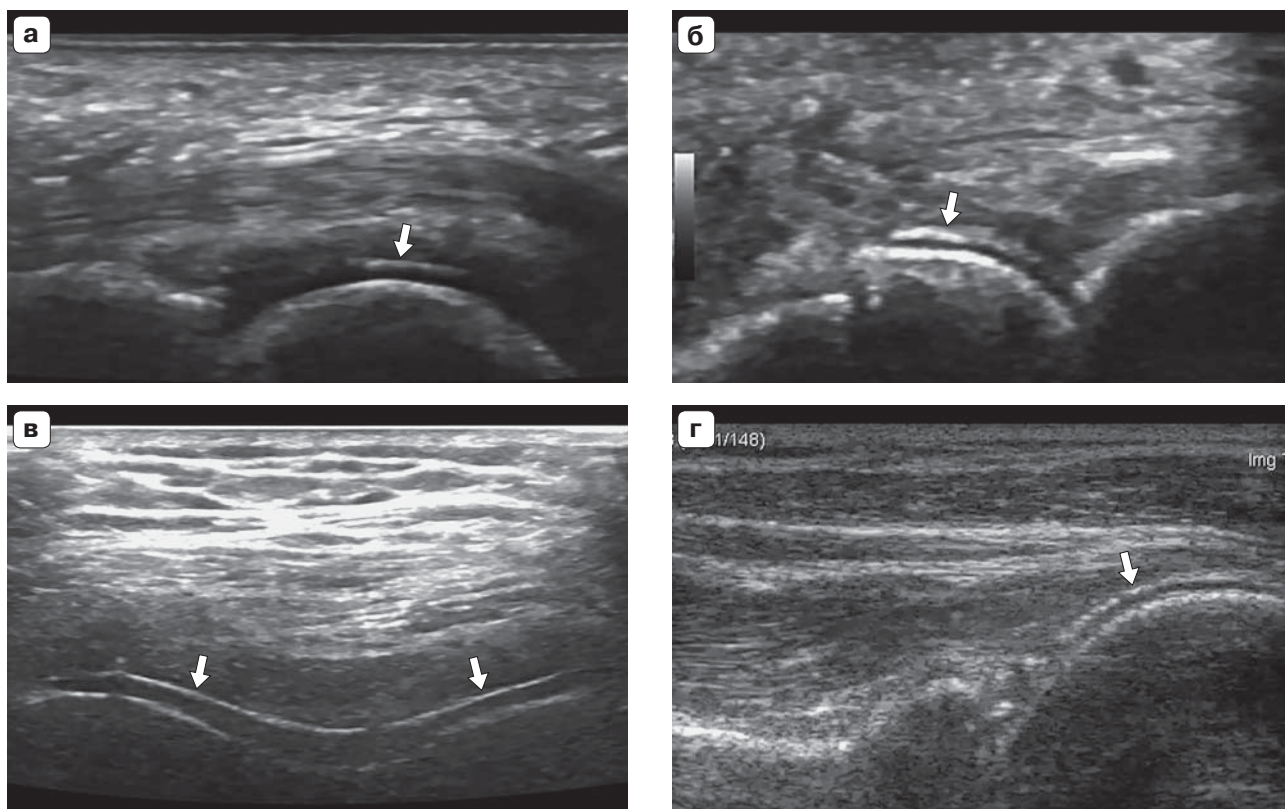


Рис. 1. Признак двойного контура при подагре. **а** – I ПФС. Двойной контур гиалинового хряща подошвенной поверхности головки плюсневой кости (стрелка); **б** – II ПФС. Двойной контур гиалинового хряща тыльной поверхности головки пястной кости (стрелка); **в** – двойной контур гиалинового хряща мыщелков бедренной кости (стрелки); **г** – двойной контур гиалинового хряща головки плечевой кости (стрелка).

Ультразвуковые находки при подагре могут быть как неспецифические, которые могут присутствовать при различных воспалительных артропатиях, так и характерные именно для данного заболевания. В 2015 г. целевой группой по оценке результатов клинических испытаний в ревматологии OMERACT были разработаны и утверждены основанные на консенсусе ультразвуковые признаки, характерные для подагры [9]. Они включили признак двойного контура (депозиты кристаллов на поверхности гиалинового хряща), тофусы (крупные депозиты моноурата натрия), агрегаты (мелкие скопления кристаллов) и эрозии.

Признак двойного контура

Признак двойного контура представляет собой отложение депозитов моноурата натрия на поверхности гиалинового хряща, формирующее гиперэхогенную полосу, па-

раллельную костному контуру, и имеющее схожую с ним яркость (“уратная глазурь”). Этот эхографический признак согласуется с гистопатологическими исследованиями, показавшими особую склонность к кристаллизации мочевой кислоты на поверхности гиалинового хряща в зоне хондросиновиальной границы [10].

Наиболее частая зона выявления признака двойного контура – суставной хрящ головок плюсневых костей, головок пястных костей, мыщелков бедренной кости, таранной кости, головки плечевой кости (рис. 1). Двойной контур может быть непрерывным или прерывистым.

Первый плюснефаланговый сустав (ПФС), как правило, раньше других суставов вовлекается в патологический процесс, что может быть связано с биомеханической нагрузкой и физическим стрессом, а также нередко сопутствующим остеоартритом [6, 11].

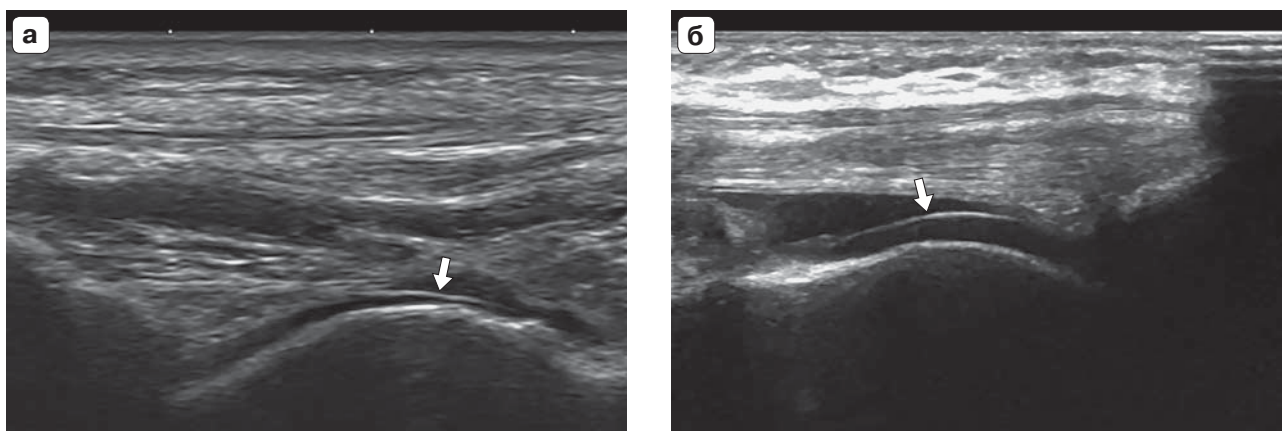


Рис. 2. Отражение от поверхности гиалинового хряща, возникающее в норме при перпендикулярном направлении ультразвукового луча (стрелки). **а** – гиалиновый хрящ таранной кости, передний продольный срез; **б** – гиалиновый хрящ мыщелка бедренной кости, продольный супрапателлярный срез. Поверхность хряща особенно отчетлива при наличии жидкостного содержимого в полости сустава.

Признак двойного контура имеет очень высокую специфичность в диагностике подагры, составляющую по разным данным 89–100% [11–13]. Специфичность оставалась высокой и у пациентов с ранней подагрой, в том числе у асимптомных [13]. Ввиду высокой информативности этот признак был включен Американским колледжем ревматологии и Европейской антиревматической лигой в диагностические критерии подагры – единственный из ультразвуковых критериев [14]. Однако, несмотря на высокую специфичность, признак двойного контура встречается не у всех пациентов с подагрой. По данным публикаций, чувствительность значительно варьирует, составляя в среднем 67% [7]. Более низкая чувствительность отмечена при ранней подагре.

Необходимо дифференцировать признак двойного контура от нормального отражения от поверхности хряща при перпендикулярном к нему направлении луча, особенно отчетливым при прохождении через жидкостное содержимое полости сустава (рис. 2). Ложное изображение в типичных случаях тоньше изображения кортикальной поверхности кости и исчезает при наклоне датчика. Эффект двойного контура при подагре сохраняется независимо от угла сканирования [12].

Депозиты моноурата натрия при подагре также необходимо дифференцировать от депозитов пирофосфата кальция, возникающих при пирофосфатной артропатии.

Ключевым моментом дифференциальной диагностики микрокристаллических артропатий является анатомическая локализация депозитов. Хондрокальциноз при пирофосфатной артропатии проявляется наличием кристаллов преимущественно в толще гиалинового хряща, в то время как кристаллы при подагре локализуются непосредственно на его поверхности (рис. 3). Расположение депозитов кристаллов преимущественно связано с местом их формирования: синовиальные клетки для кристаллов моноурата натрия и внеклеточный матрикс гиалинового хряща – для кристаллов пирофосфата [12].

Чаще хондрокальциноз при пирофосфатной артропатии выглядит в виде точечных гиперэхогенных включений внутри гиалинового хряща. Реже может быть в виде гиперэхогенной полосы, локализующейся в толще хряща (“симптом сэндвича”). Первый ПФС, в отличие от подагры, при пирофосфатной артропатии практически никогда не вовлекается в процесс. Наиболее часто поражается коленный сустав (хондрокальциноз гиалинового хряща и менисков), лучезапястный сустав (хондрокальциноз трехгранного волокнистого хряща), реже локтевой и акромиально-ключичный суставы [15].

При пирофосфатной артропатии депозиты кристаллов, располагающиеся в капсульно-связочном комплексе непосредственно над гиалиновым хрящом, нередко создают картину псевдодвойного контура.

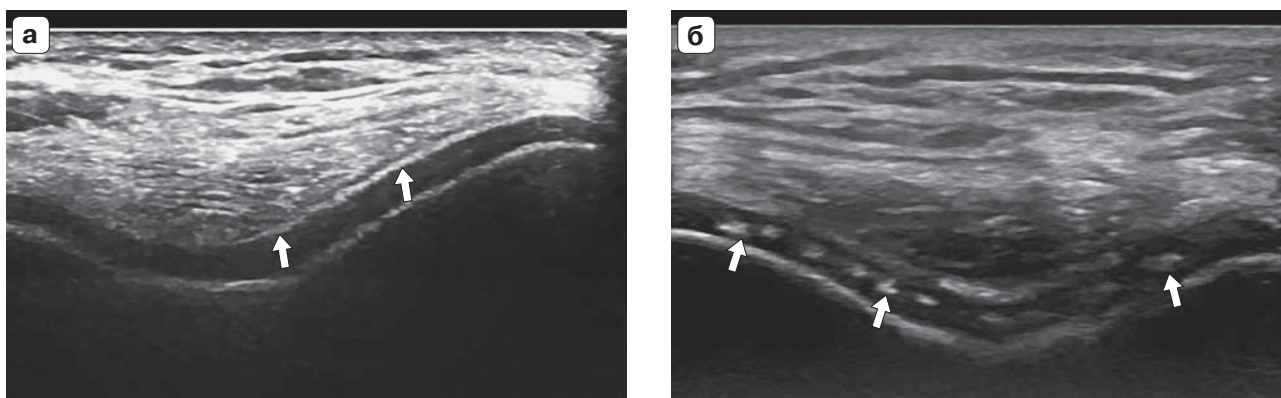


Рис. 3. Ультразвуковая визуализация депозитов кристаллов при микрокристаллических артропатиях. **а** – депозиты моноурата натрия на поверхности гиалинового хряща мыщелков бедренной кости при подагре (стрелки); **б** – депозиты пирофосфата в толще гиалинового хряща мыщелков бедренной кости при пирофосфатной артропатии (стрелки).

По данным литературы, подобная картина встречается до 10% пациентов с пирофосфатной артропатией [16]. В таких случаях для дифференциации с двойным контуром при подагре полезным является ультразвуковая оценка при движении в суставе. Двойной контур при подагре и пирофосфатной артропатии имеет различное изображение при динамическом исследовании. При подагре поверхностный гиперэхогенный слой движется вместе с субхондральным отделом кости, в то время как при пирофосфатной артропатии гиперэхогенные включения в полости сустава, капсуле и связках смещаются в противоположном направлении [16, 17]. Необходимо также помнить о возможности одновременного сочетания подагры и пирофосфатной артропатии.

Тофусы

Тофусы представляют собой крупные скопления кристаллов моноурата натрия, окруженные воспалительно измененной тканью. В тофусах микроскопически было идентифицировано несколько зон: сердцевина из кристаллов моноурата натрия, окружающая ее воспалительная клеточная зона в виде короны (из макрофагов, лимфоцитов и многоядерных гигантских клеток) и по периферии плотная соединительная ткань (фиброваскулярный матрикс) [18].

Тофусы встречаются практически исключительно при подагре на фоне персистирующей гиперурикемии. Являются своеобразной визитной карточной болезнью. Могут располагаться внутри полости сустава,

ва, в периартикулярных тканях, подкожно, внутри или вокруг сухожилий и связок.

При УЗИ тофус представляет собой ограниченное негетогенное образование преимущественно повышенной эхогенности, реже гипозетогенное, иногда с эффектом дистальной акустической тени. По периферии часто присутствует анэхогенная зона в виде ободка [9].

На ранних стадиях тофус может иметь гипозетогенный, часто достаточно гетогенный вид без дистальной акустической тени (внешний вид, описанный как “комки мокрого сахара”), может иметь облаковидный вид. Позднее тофус становится более эхогенным, негетогенным с гиперэхогенным включением. Вследствие плотности кристаллов может формироваться дистальная акустическая тень. Большинство тофусов не содержат кальций, и появление акустической тени связано с особенностями прохождения ультразвука через содержимое тофуса (рис. 4).

Медиальная поверхность I ПФС является наиболее частой зоной формирования тофусов [6, 9, 11] (рис. 5).

Эхография позволяет визуализировать внутрисуставные тофусы и тофусы, расположенные в глубоких тканях, которые не могут быть выявлены при физикальном осмотре (рис. 6а). Так, одной из зон отложения депозитов моноурата натрия в области коленного сустава может быть подколенная борозда – вдавление на внешней стороне латерального мыщелка бедренной кости в зоне прикрепления сухожилия подколен-

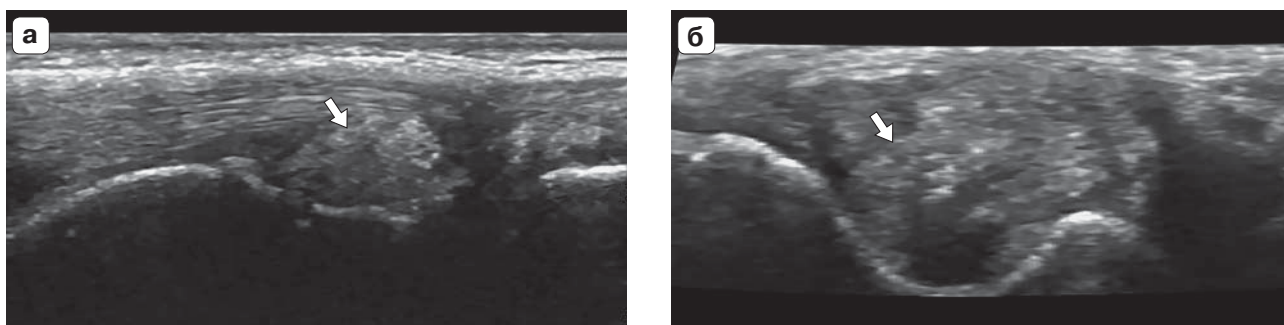
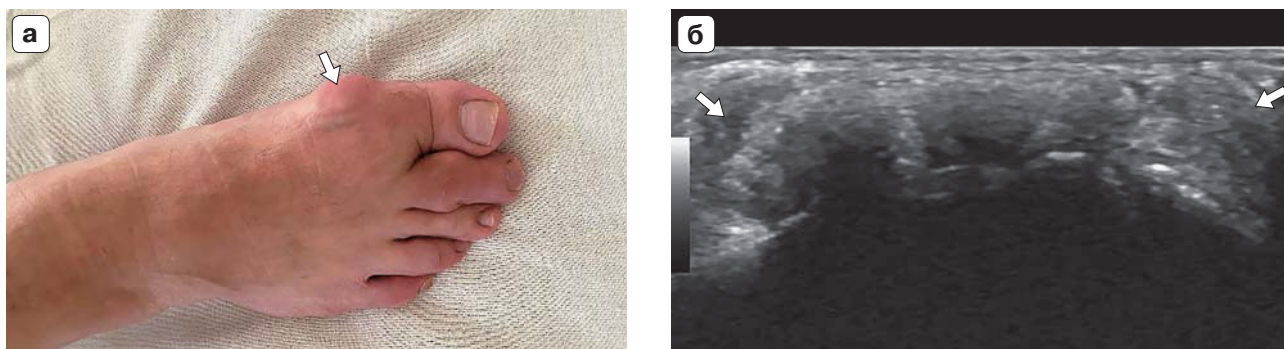
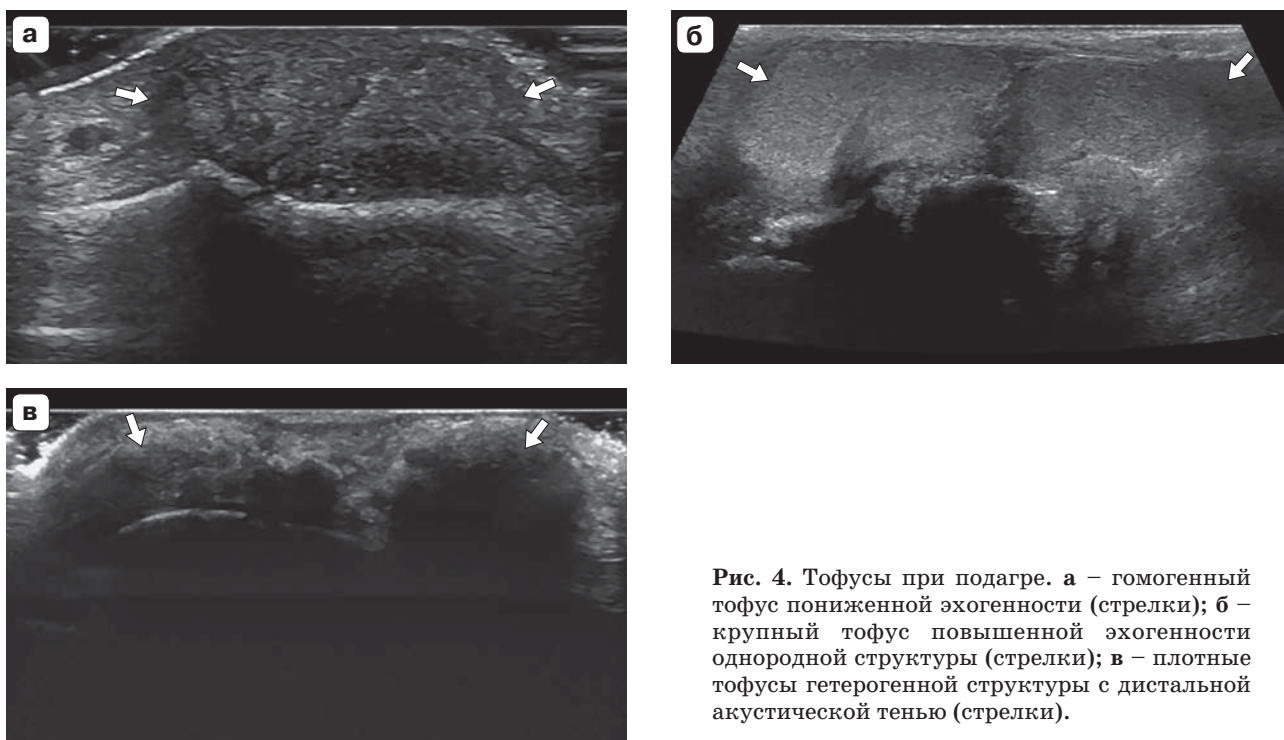




Рис. 7. Внутрисухожильные тофусы при подагре. **а** – внешний вид коленного сустава, деформации в зоне тофусов (стрелки); **б** – тофус в дистальном отделе сухожилия четырехглавой мышцы бедра (стрелка). Продольный супрапателлярный срез; **в** – тофус в дистальном отделе собственной связки надколенника (стрелка). Продольный инфрапателлярный срез.

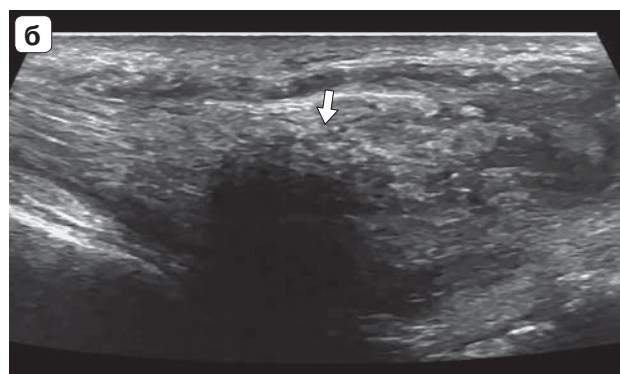
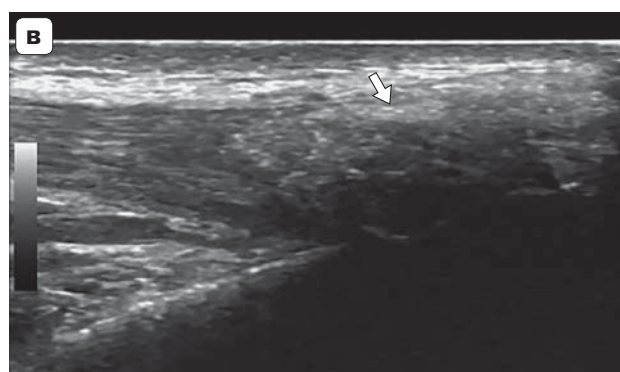
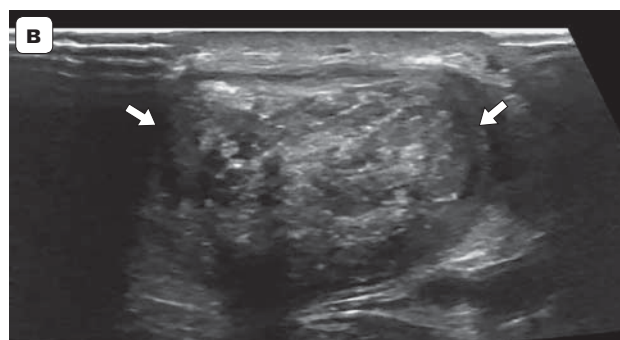


Рис. 8. Тофусы в сухожилии передней большеберцовой мышцы. **а** – внешний вид стопы, деформация в зоне тофуса (стрелка); **б** – продольный срез сухожилия передней большеберцовой мышцы. Сухожилие значительно утолщено, гетерогенно. В структуре определяются депозиты моноурата натрия с эффектом дистальной акустической тени (стрелка); **в** – поперечный срез сухожилия передней большеберцовой мышцы (стрелки).



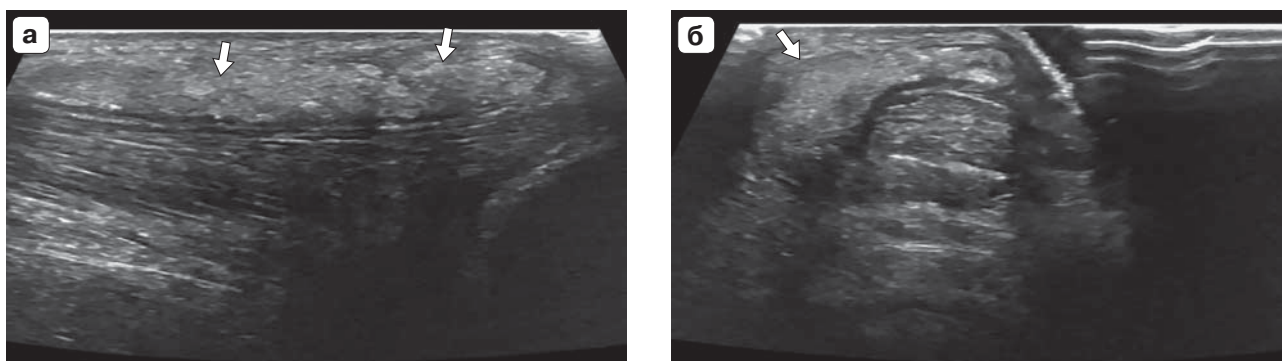


Рис. 9. Мягкий гомогенный тофус рядом с ахилловым сухожилием (стрелки). **а** – продольный срез; **б** – поперечный срез.

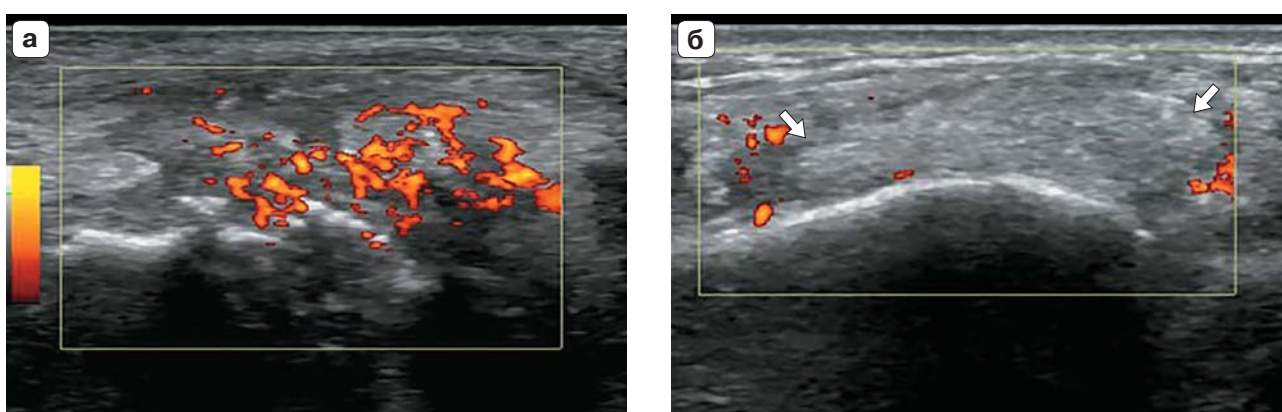


Рис. 10. Варианты васкуляризации тофусов при подагре. **а** – острый подагрический артрит; **б** – межприступный период. Выявляются сигналы кровотока в зоне тофуса (стрелки), несмотря на отсутствие у пациента клинических проявлений острого воспаления.

ной мышцы (рис. 6б). Возможность выявления подобных депозитов у пациентов с отсутствием типичных подкожных тофусов играет большую роль в своевременной диагностике подагры и выборе терапевтической тактики. Наличие тофусов является показанием к началу уратснижающей терапии, что уменьшает риск более тяжелого поражения суставов.

Внутрисухожильные тофусы чаще всего обнаруживаются в ахилловом сухожилии, сухожилии четырехглавой мышцы бедра, собственной связке надколенника (в проксимальном и, особенно, в дистальном отделе), малоберцовых сухожилиях, сухожилии передней большеберцовой мышцы и сухожилии трехглавой мышцы плеча [19] (рис. 7, 8).

Тофусы также могут располагаться не только внутри сухожилия, но и рядом с сухожилием, а также в зоне энтезиса (рис. 9).

Васкуляризация тофусов присутствует при острой атаке подагрического артрита, но может сохраняться и в межприступный период. Усиление васкуляризации, определяемое при цветовом и энергетическом доплеровском картировании, может быть следствием активного воспаления либо отражать наличие фиброваскулярного матрикса тофуса и определяется в том числе в субклиническую стадию болезни [20] (рис. 10).

Появились исследования по использованию эластографии при подагре [20–22]. Так, по данным одной из работ, модуль Юнга в содержимом полости суставов был значительно выше в группе пациентов с подагрой, чем в группе с неподагрической артропатией (авторы предложили пороговое значение модуля Юнга 45 кПа), с наибольшими значениями в подгруппе с гиперэхогенным содержимым полости суставов

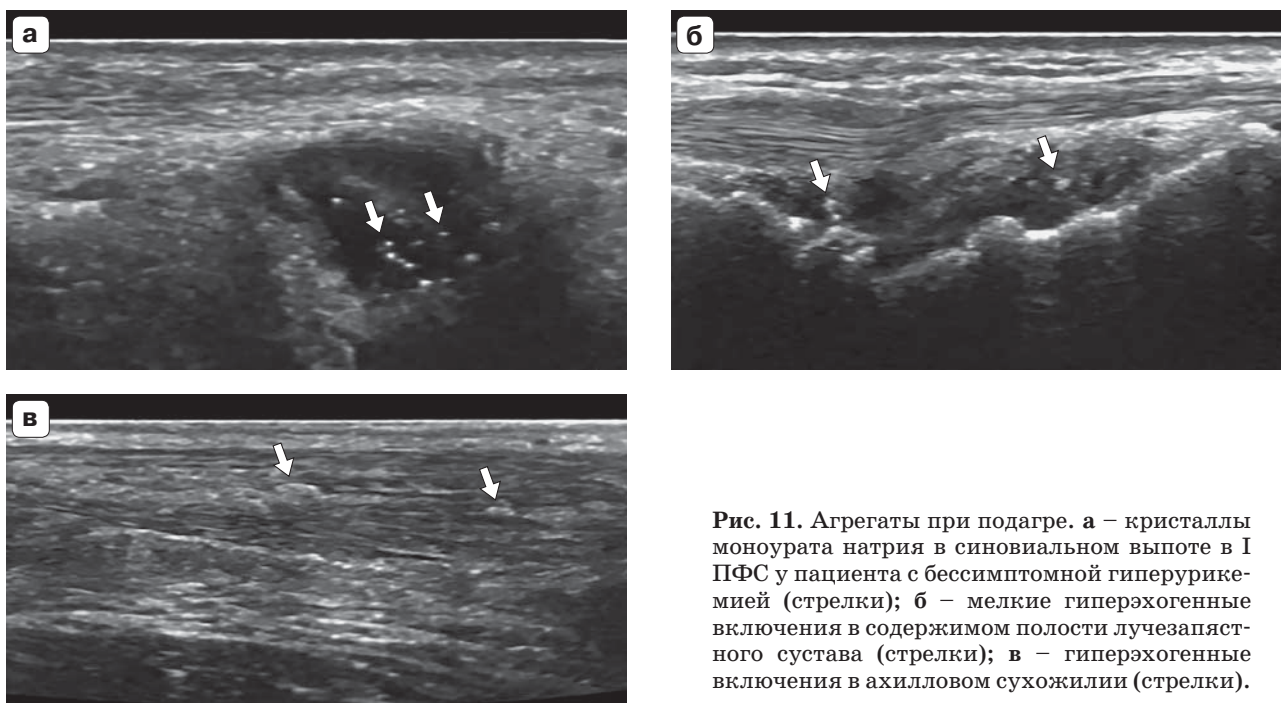


Рис. 11. Агрегаты при подагре. **а** – кристаллы моноурата натрия в синовиальном выпоте в I ПФС у пациента с бессимптомной гиперурикемией (стрелки); **б** – мелкие гиперэхогенные включения в содержимом полости лучезапястного сустава (стрелки); **в** – гиперэхогенные включения в ахилловом сухожилии (стрелки).

[21]. Указывается, что в тофусах скорость сдвиговой волны зависит от их консистенции. Более твердые тофусы имеют более высокую скорость, чем мягкие тофусы и утолщенный синовиум [22]. Также отмечено, что жесткость синовиума была выше в межприступную фазу подагры, чем при остром подагрическом артрите, что позволяет дифференцировать эти фазы в дополнении к режиму серой шкалы [20].

Агрегаты

Новый консенсус 2021 г. определяет агрегаты как депозиты кристаллов в полости сустава и периартикулярных тканях, слишком малые по размеру, чтобы характеризоваться как тофусы [23]. Агрегаты определяются в виде гиперэхогенных включений, сохраняющих высокую степень отражательной способности, даже при небольшом усилении ультразвука, и не изменяющихся в зависимости от угла сканирования. Агрегаты могут быть выявлены в синовиальной жидкости, в синовиальной оболочке, синовиальных сумках, сухожильных влагалищах, в толще сухожилий (рис. 11). Компрессия суставного содержимого может создавать движение кристаллов с появлением картины “снежной бури”.

Роль выявления агрегатов в диагностике подагры еще не до конца определена. Так как тофус, по сути, представляет собой более крупное скопление агрегатов, есть вероятность совпадения этих двух вариантов поражения. В отличие от признака двойного контура, наличие точечных включений – менее надежный ультразвуковой симптом, обладающий низкой чувствительностью [13, 23]. Он может выявляться и при других заболеваниях суставов (пирофосфатная артропатия, септический артрит, остеоартрит, ревматоидный артрит).

Эрозии

Костные эрозии представляют собой нарушение непрерывности контура внутрисуставной и внесуставной костной поверхности, определяемое в двух взаимно перпендикулярных проекциях [9] (рис. 12). Имеют округлую или овальную форму часто с подрытыми краями и склеротическими границами. Эрозии, как правило, являются проявлением длительно текущей подагры с наличием тофусов и синовиальной пролиферации.

Для подагры, в отличие от других воспалительных артропатий, более характерны экстраартикулярная локализация эрозий, а также расположение в зонах, прилежащих

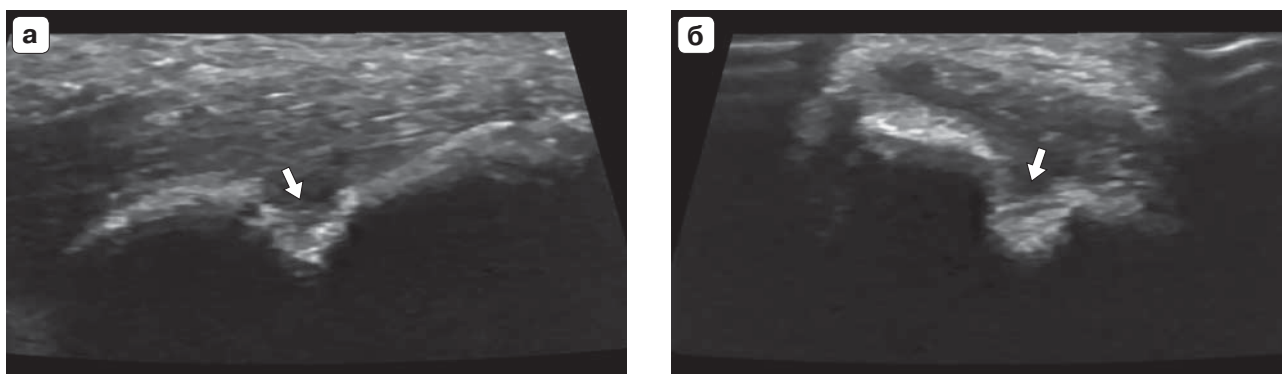


Рис. 12. Эрозия пяточной кости при подагре (стрелка). а – задний продольный срез; б – задний поперечный срез.

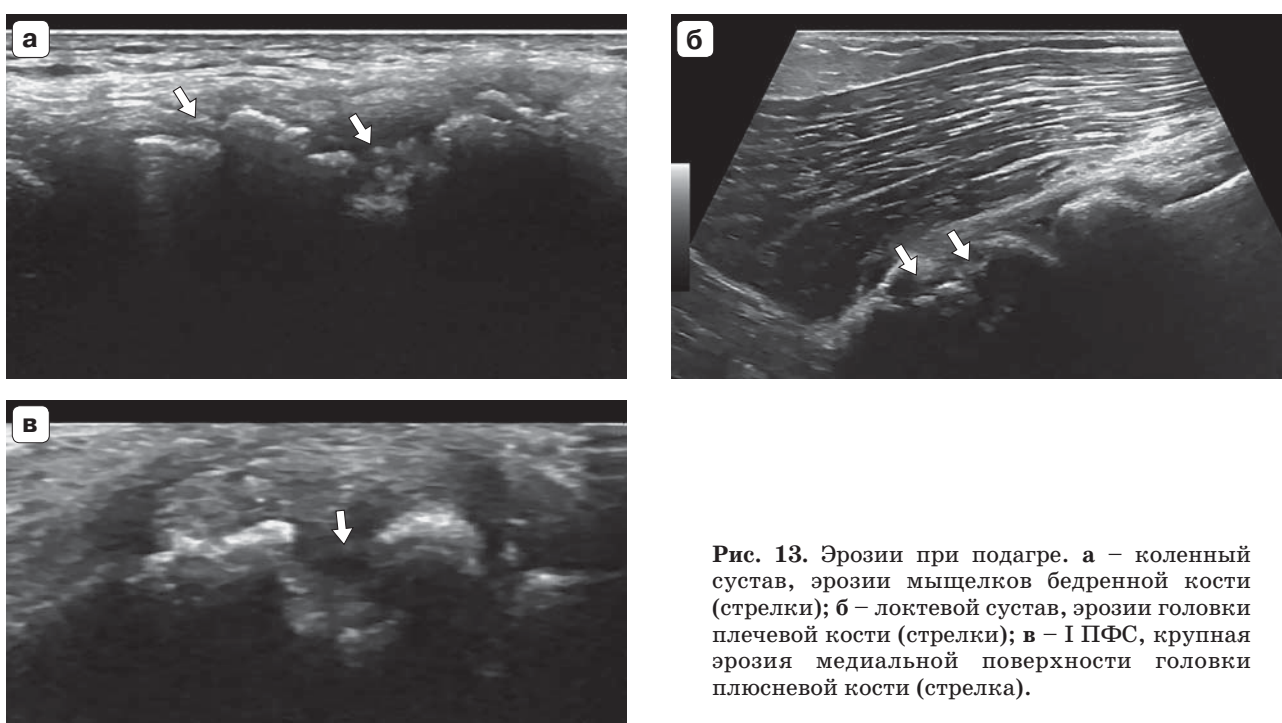


Рис. 13. Эрозии при подагре. а – коленный сустав, эрозии мыщелков бедренной кости (стрелки); б – локтевой сустав, эрозии головки плечевой кости (стрелки); в – I ПФС, крупная эрозия медиальной поверхности головки плюсневой кости (стрелка).

к тофусам [24, 25] (рис. 13). Костные эрозии с нависающими краями могут быть следствием распространения тофуса в костную ткань. По данным одной из недавних работ [25], костные эрозии были обнаружены у 44% пациентов с подагрой. Наиболее частая зона эрозивного процесса была локализована в I ПФС. По данным авторов, факторы, ассоциированные с наличием эрозий, – возраст пациента, продолжительность подагры, наличие тофусов и синовиальная гипертрофия. При этом тофусы были наиболее сильным предиктором развития эрозий.

Таким образом, наличие тофусов ассоциировано с повреждением костной поверхности. Механизм этого повреждения до конца не ясен. Механическое локальное давление внутрисуставного тофуса является только одной из причин деструктивных изменений. Более значимый вклад, вероятно, вносят высокая концентрация интерлейкинов, местная продукция фактора некроза опухоли и наличие остеокластоподобных клеток внутри тофуса [18].

В сравнении с рентгенографией ультразвуковой метод имеет более высокую чувствительность в выявлении эрозий, особен-

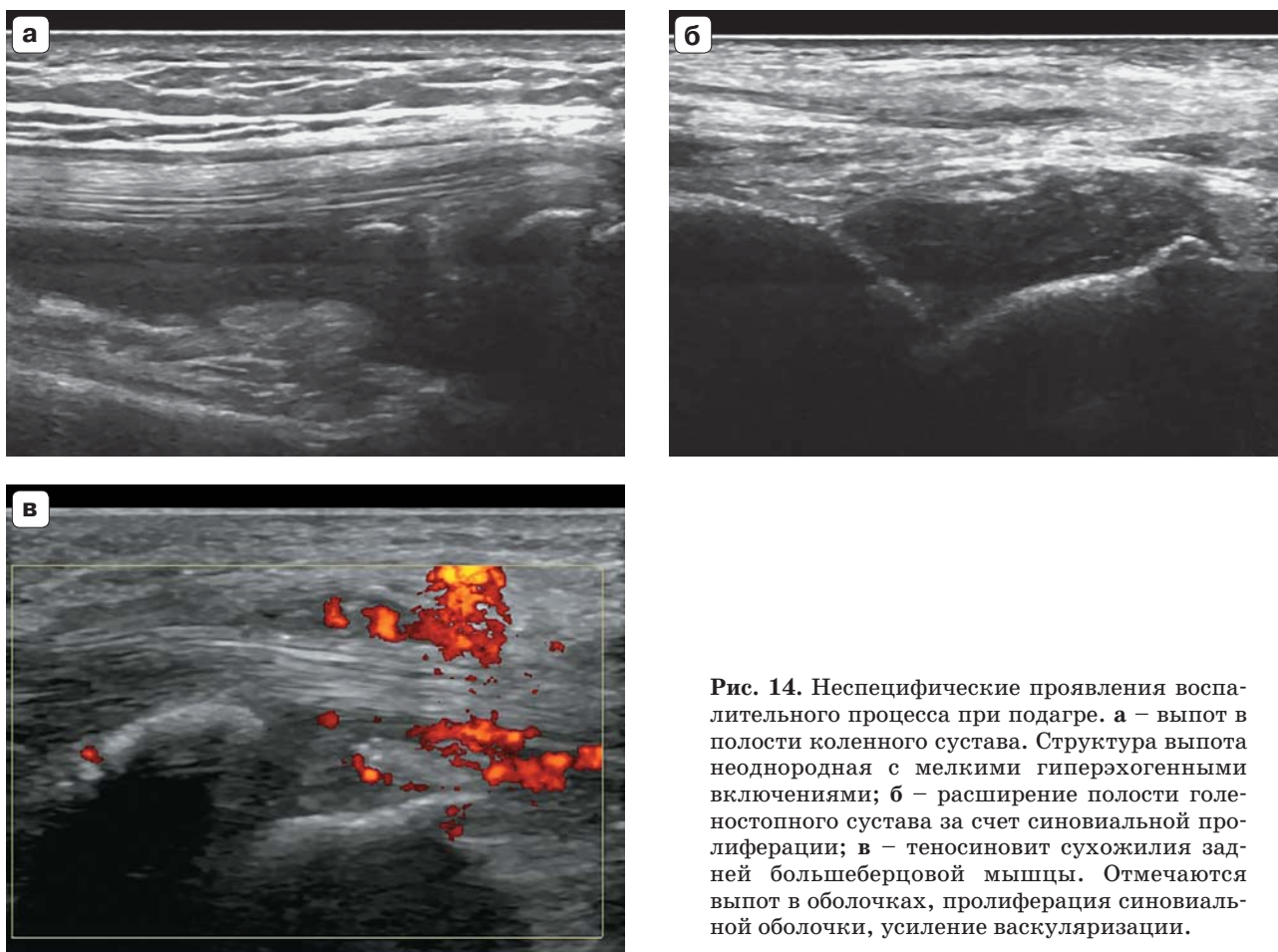


Рис. 14. Неспецифические проявления воспалительного процесса при подагре. **а** – выпот в полости коленного сустава. Структура выпота неоднородная с мелкими гиперэхогенными включениями; **б** – расширение полости голеностопного сустава за счет синовиальной пролиферации; **в** – теносиновит сухожилия задней большеберцовой мышцы. Отмечаются выпот в оболочках, пролиферация синовиальной оболочки, усиление васкуляризации.

но при небольшом их размере. Однако традиционная компьютерная томография и магнитно-резонансная томография имеют преимущества в выявлении эрозивного процесса [5, 24].

Неспецифические ультразвуковые проявления при подагре

Кроме специфических признаков наличия депозитов кристаллов, ультразвуковые находки при микрокристаллической артропатии могут быть и в виде таких неспецифических признаков воспаления, как выпот в полости суставов, синовиальная пролиферация, усиление васкуляризации, теносиновит, бурсит, отек окружающих суставов мягких тканей (рис. 14).

Ультразвуковая картина выпота полости суставов при подагре может быть различной и зависит от концентрации кристаллов моноурата натрия и степени их агрегации

(от однородно анэхогенного до гиперэхогенного с эффектом снежной бури).

При наличии длительно текущего воспаления нередко отмечается пролиферация синовиальной оболочки, в структуре которой могут присутствовать мелкие гиперэхогенные включения. Нет подтверждений того, что синовиальная гипертрофия при подагре вызывает инвазию субхондральных отделов кости как при ревматоидном артрите [9]. Отмечено, что интенсивность васкуляризации синовиума по данным цветового и энергетического доплеровского картирования статистически значимо выше в острую фазу, чем в межприступный период [20] (рис. 15).

Возможности эхографии в выявлении воспалительного процесса имеют важное значение и в межприступный период подагры, когда отсутствуют клинические признаки воспаления, а также у пациентов с вы-

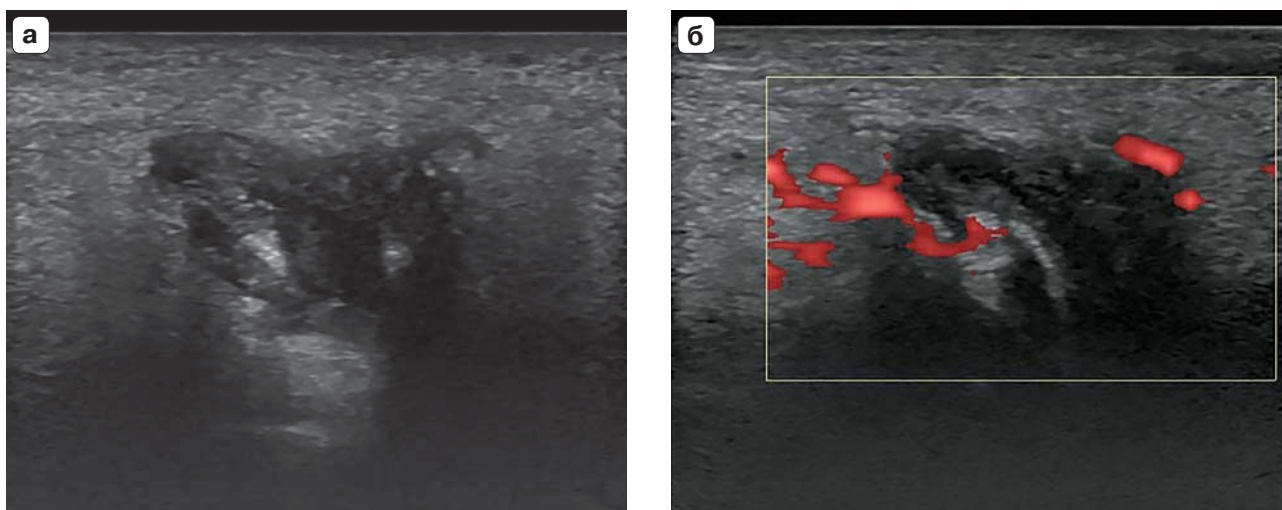


Рис. 15. Острый подагрический артрит I ПФС. **а** – режим серой шкалы. Расширение полости сустава за счет синовиальной пролиферации. В структуре синовиальной оболочки определяются гиперэхогенные включения. Отмечается отек окружающих мягких тканей; **б** – режим энергетического картирования. Васкуляризация усилена.

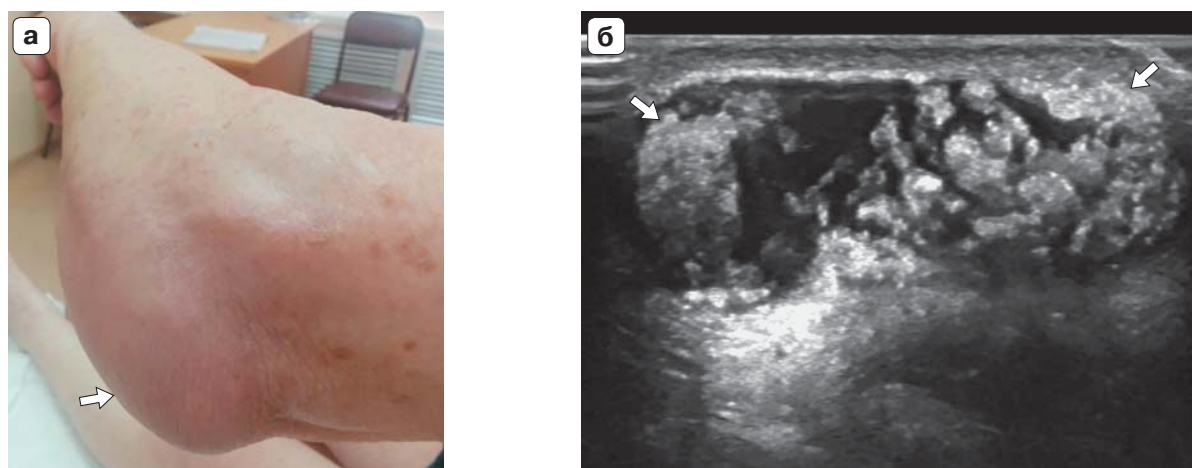


Рис. 16. Тофусы в сумке локтевого отростка. **а** – внешний вид локтевого сустава. Деформация задней поверхности сустава (стрелка); **б** – режим серой шкалы. Отмечается расширение сумки локтевого отростка (стрелки). Содержимое выражено неоднородно с наличием эхогенных тофусов.

раженным тофусным процессом и персистирующим хроническим воспалением. Оценка выраженности кровотока может быть также полезна для определения эффективности проводимых лечебных мероприятий.

Характерным для подагры является вовлечение в воспалительный процесс сино-

виальных сумок. Особенно часто поражается сумка локтевого отростка. Содержимое может варьировать от однородного анэхогенного до выражено неоднородного эхогенного с феноменом “снежной бури”. В полости сумок могут формироваться тофусы (рис. 16).

ИНФОРМАТИВНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОДАГРЕ

В ряде недавних исследований была оценена информативность УЗИ в диагностике подагры. В целом метод имеет высокую специфичность (84–99%) и средние показатели чувствительности (43–76%) [2, 6, 7, 11, 13].

Несколько лет назад было проведено крупное мультицентровое исследование, в котором была оценена информативность эхографии в сравнении с поляризационной микроскопией в качестве “золотого стандарта” [13]. Общая чувствительность и специфичность при наличии любого из предложенных OMERACT ультразвуковых критериев подагры (двойной контур, тофусы, выпот в полости сустава типа “снежной бури”) составили 76 и 84% соответственно. Чувствительность была выше среди пациентов с длительностью заболевания более 2 лет и ниже среди пациентов с ранней подагрой. Специфичность оставалась высокой у пациентов с ранней стадией болезни и без клинически определяемых тофусов.

УЗИ показало сопоставимую с двухэнергетической компьютерной томографией информативность в диагностике подагры у пациентов с продолжительностью заболевания более одного года и даже более высокую чувствительность у пациентов с острым подагрическим артритом, особенно в раннюю стадию заболевания [6].

Выявление комбинации специфических для подагры признаков повышает информативность УЗИ в диагностике подагры [26]. Таким образом, каждый из специфических признаков подагры (двойной контур, тофусы, симптом “снежной бури”) обладает хорошей специфичностью в диагностике подагры, еще большее диагностическое значение они имеют в случае, когда выявляются одновременно все вместе.

Анатомические зоны у пациентов с подозрением на подагру, рекомендованные для УЗИ целевой группой OMERACT: коленные суставы (гиалиновый хрящ мыщелков бедренной кости, собственная связка надколенника, костный профиль мыщелков бедренной кости), голеностопный сустав (ахиллово сухожилие) и I ПФС (гиалиновый хрящ, костный профиль, периапфизарные ткани) [9]. Эти анатомические зоны

были выбраны так как они наиболее часто вовлекаются в патологический процесс и легко доступны для УЗИ.

По мнению большинства авторов, рекомендуется исследование как минимум обоих I ПФС и коленных суставов, являющихся наиболее частыми зонами отложений моноурата натрия [6, 11, 27].

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В МОНИТОРИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ПОДАГРЫ

Ультразвуковой метод является информативным и удобным методом мониторинга течения заболевания, позволяя неинвазивно оценить ответ на уратснижающую терапию, ее эффективность, оперативно откорректировать лечение и повысить мотивацию и уверенность пациента в терапии.

С целью стандартизации клинической оценки течения подагры целевой группой по оценке результатов клинических испытаний в ревматологии в 2021 г. были определены критерии для полуколичественной балльной оценки выраженности повреждений при подагре с использованием ультразвуковой диагностики [23]. Система оценки была разработана для определенных OMERACT специфических критериев подагры: двойной контур, тофусы и агрегаты.

Появился целый ряд исследований, в которых было доказано, что на фоне адекватного лечения выраженность симптома двойного контура и размер тофусов могут уменьшиться вплоть до их исчезновения [28–30]. Так, по результатам одной из недавних работ признак двойного контура и размер тофусов статистически значимо уменьшались в течение уратснижающей терапии начиная уже с 3-го месяца лечения [28]. По данным еще одного недавнего исследования [30], выраженность признака двойного контура, полуколичественно оцененная по балльным критериям, предложенным OMERACT, существенно уменьшилась уже через 3 мес лечения в группе пациентов, достигших целевого значения мочевого кислоты, и через 6 мес в группе, не достигшей целевых значений. Площадь и диаметр тофусов в группе пациентов, достигших целевых значений мочевого кислоты, значимо уменьшились, в то время

как у пациентов, не достигших целевых значений, – незначительно увеличивались в течение 12 мес наблюдения. Таким образом, ультразвуковой мониторинг показал, что достижение таргетного уровня мочевой кислоты ассоциировано со значительным уменьшением отложений кристаллов, что было особенно наглядно для признака двойного контура.

Пока еще не решен вопрос стандартизации параметров мониторинга. Какие из тофусов являются наиболее репрезентативной целью для наблюдения? До сих пор не ясно, является ли процесс растворения депозитов моноурата натрия одинаковым в различных зонах. Важной задачей ультразвукового мониторинга также является оценка взаимосвязи между плотностью тофусного содержимого и процессом растворения кристаллов.

ВЫВОДЫ

1. Ультразвуковое исследование является информативным и безопасным методом визуализации при подагре и наиболее ценным методом в раннем выявлении депозитов кристаллов моноурата натрия, мониторинге на фоне лечения, навигации при аспирации.

2. При подозрении на подагру рекомендуется исследование как минимум обоих плюснефаланговых и коленных суставов, являющихся наиболее частыми зонами отложений моноурата натрия.

3. Специфические признаки, характерные для подагры: признак двойного контура (депозиты кристаллов на поверхности хряща), тофусы (крупные депозиты моноурата натрия), агрегаты (мелкие скопления кристаллов) и эрозии.

4. Дополнительные внутрисуставные проявления могут включать выпот в суставе, синовиальную пролиферацию и усиление васкуляризации (неспецифические признаки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клинические рекомендации “Подагра”. 2018 г. https://apicr.minzdrav.gov.ru/api.ashx?op=GetClinrecPdf&id=251_1 (дата обращения 10.11.2023)
2. Richette P., Doherty M., Pascual E., Barskova V., Becce F., Castaneda J., Coyfish M., Guillo S., Jansen T., Janssens H., Liote F., Mallen C.D., Nuki G., Perez-Ruiz F., Pimentao J., Punzi L., Pywell A., So A.K., Tausche A.K., Uhlig T., Zavada J., Zhang W., Tubach F., Bardin T. 2018 updated European League Against Rheumatism evidence-based recommendations for the diagnosis of gout. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (1): 31–38. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215315>
3. FitzGerald J.D., Dalbeth N., Mikuls T., Brignardello-Petersen R., Guyatt G., Abeles A.M., Gelber A.C., Harrold L.R., Khanna D., King C., Levy G., Libbey C., Mount D., Pillinger M.H., Rosenthal A., Singh J.A., Sims J.E., Smith B.J., Wenger N.S., Bae S.S., Danve A., Khanna P.P., Kim S.C., Lenert A., Poon S., Qasim A., Sehra S.T., Sharma T.S.K., Toprover M., Turgunbaev M., Zeng L., Zhang M.A., Turner A.S., Neogi T. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout. *Art. Rheumatol.* 2020; 72 (6): 879–895. <http://doi.org/10.1002/art.41247>
4. Bardin T., Richette P. Definition of hyperuricemia and gouty conditions. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2014; 26 (2): 186–191. <http://doi.org/10.1097/BOR.000000000000028>
5. Weaver J.S., Vina E.R., Munk P.L., Klauser A.S., Elifritz J.M., Taljanovic M.S. Gouty Arthropathy: Review of Clinical Manifestations and Treatment, with Emphasis on Imaging. *J. Clin. Med.* 2021; 29; 11 (1): 166. <http://doi.org/10.3390/jcm11010166>
6. Stewart S., Su I., Gamble G.D., Dalbeth N. Diagnostic value of different imaging features for patients with suspected gout: A network meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (6): 1251–1257. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2021.10.005>
7. Lee Y.H., Song G.G. Diagnostic accuracy of ultrasound in patients with gout: A meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2018; 47 (5): 703–709. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.09.012>
8. Pastor C.M., Perez E.A., Casares E.G. Usefulness of ultrasound in the diagnosis of crystal deposition diseases. *Eur. J. Rheumatol.* 2022. <http://doi.org/10.5152/eurjrheum.2022.20129>
9. Gutierrez M., Schmidt W.A., Thiele R.G., Keen H.I., Kaeley G.S., Naredo E., Iagnocco A., Bruyn G.A., Balint P.V., Filippucci E., Mandl P., Kane D., Pineda C., Delle Sedie A., Hammer H.B., Christensen R., D’Agostino M.A., Terslev L. OMERACT Ultrasound Gout Task Force group. International Consensus for ultrasound lesions in gout: results of Delphi process and web-reliability exercise. *Rheumatology (Oxford)*. 2015; 54 (10): 1797–1805. <http://doi.org/10.1093/rheumatology/kev112>
10. Towiwat P., Chhana A., Dalbeth N. The anatomical pathology of gout: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20 (1): 140. <http://doi.org/10.1186/s12891-019-2519-y>
11. Zhang W., Jin Z., Xiang W., Wu M., Wang S., Zhang H., Zhang P. Ultrasonographic Features of Lower-Limb Joints in Gout: Which Joints and Clinical Characteristics Would Provide More Information for Diagnosis? *J. Clin. Rheumatol.* 2020; 26 (1): 14–18. <http://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000898>

12. Filippucci E., Reginato A.M., Thiele R.G. Imaging of crystalline arthropathy in 2020. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2020; 34 (6): 101595. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101595>
13. Ogdie A., Taylor W.J., Neogi T., Fransen J., Jansen T.L., Schumacher H.R., Louthrenoo W., Vazquez-Mellado J., Eliseev M., McCarthy G., Stamp L.K., Perez-Ruiz F., Sivera F., Ea H.K., Gerritsen M., Cagnotto G., Cavagna L., Lin C., Chou Y.Y., Tausche A.K., Lima Gomes Ochtop M., Janssen M., Chen J.H., Slot O., Lazovskis J., White D., Cimmino M.A., Uhlig T., Dalbeth N. Performance of Ultrasound in the Diagnosis of Gout in a Multicenter Study: Comparison With Monosodium Urate Monohydrate Crystal Analysis as the Gold Standard. *Art. Rheumatol.* 2017; 69 (2): 429–438. <http://doi.org/10.1002/art.39959>
14. Neogi T., Jansen T.L., Dalbeth N., Fransen J., Schumacher H.R., Berendsen D., Brown M., Choi H., Edwards N.L., Janssens H.J., Lioté F., Naden R.P., Nuki G., Ogdie A., Perez-Ruiz F., Saag K., Singh J.A., Sundry J.S., Tausche A.K., Vazquez-Mellado J., Yarows S.A., Taylor W.J. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann. Rheum. Dis.* 2015; 74 (10): 1789–1798. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2015-208237>
15. Filippou G., Scirè C.A., Damjanov N., Adinolfi A., Carrara G., Picerno V., Toscano C., Bruyn G.A., D'Agostino M.A., Delle Sedie A., Filippucci E., Gutierrez M., Micu M., Möller I., Naredo E., Pineda C., Porta F., Schmidt W.A., Terslev L., Vlad V., Zufferey P., Iagnocco A. Definition and Reliability Assessment of Elementary Ultrasonographic Findings in Calcium Pyrophosphate Deposition Disease: A Study by the OMERACT Calcium Pyrophosphate Deposition Disease Ultrasound Subtask Force. *J. Rheumatol.* 2017; 44 (11): 1744–1749. <http://doi.org/10.3899/jrheum.161057>
16. Filippou G., Miguel-Pérez M., Coronel L., Sirotti S., Pacini G., Scanu A., Bong D., Möller I. EULAR Study Group on Anatomy for the Image. The ultrasonographic pseudo-double contour sign in calcium pyrophosphate deposition disease: an anatomic explanation and how to distinguish it from gout. *Art. Rheumatol.* 2023; 75 (4): 639–640. <http://doi.org/10.1002/art.42397>
17. Cipolletta E., Abhishek A., Di Matteo A., Grassi W., Filippucci E. Dynamic assessment of the double contour sign by ultrasonography helps to distinguish between gout and calcium pyrophosphate deposition disease. *RMD Open*. Published online March 16, 2023. <http://doi.org/10.1136/rmdopen-2022-002940>
18. Dalbeth N., Pool B., Gamble G.D., Smith T., Callon K.E., McQueen F.M., Cornish J. Cellular characterization of the gouty tophus: a quantitative analysis. *Art. Rheum.* 2010; 62 (5): 1549–1556. <http://doi.org/10.1002/art.27356>
19. Ventura-Ríos L., Sánchez-Bringas G., Pineda C., Hernández-Díaz C., Reginato A., Alva M., Audisio M., Bertoli A., Cazenave T., Gutiérrez M., Mora C., Py G., Sedano O., Solano C., de Miguel E. Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35 (8): 2039–2044. <http://doi.org/10.1007/s10067-016-3309-7>
20. Wang Q., Guo L.H., Li X.L., Zhao C.K., Li M.X., Wang L., Liu X.Y., Xu H.X. Differentiating the acute phase of gout from the intercritical phase with ultrasound and quantitative shear wave elastography. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (12): 5316–5327. <http://doi.org/10.1007/s00330-018-5529-5>
21. Tang Y., Yan F., Yang Y., Xiang X., Wang L., Zhang L., Qiu L. Value of Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Gouty and Non-Gouty Arthritis. *Ultrasound Med. Biol.* 2017; 43 (5): 884–892. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.12.012>
22. Taljanovic M.S., Gimber L.H., Becker G.W., Latt L.D., Klauser A.S., Melville D.M., Gao L., Witte R.S. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics.* 2017; 37 (3): 855–870. <http://doi.org/10.1148/rg.2017160116>
23. Christiansen S.N., Filippou G., Scirè C.A., Balint P.V., Bruyn G.A., Dalbeth N., DeJaco C., Sedie A.D., Filippucci E., Hammer H.B., Iagnocco A., Keen H.I., Kissin E.Y., Koski J., Mandl P., Martin J., Miguel E., Möller I., Naredo E., Pineda C., Schmidt W.A., Stewart S., Antonietta D'Agostino M., Terslev L.; on the behalf of the OMERACT Ultrasound working group. Consensus-based semi-quantitative ultrasound scoring system for gout lesions: Results of an OMERACT Delphi process and web-reliability exercise. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (3): 644–649. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.11.011>
24. Dalbeth N., Clark B., Gregory K., Gamble G., Sheehan T., Doyle A., McQueen F.M. Mechanisms of bone erosion in gout: a quantitative analysis using plain radiography and computed tomography. *Ann. Rheum. Dis.* 2009; 68 (8): 1290–1295. <http://doi.org/10.1136/ard.2008.094201>
25. Wu M., Liu F.J., Chen J., Chen L., Wei C., Hu Z.M., Han Y., Lu J.X., Jiang L.X., Chen H.B. Prevalence and Factors Associated With Bone Erosion in Patients With Gout. *Art. Care Res. (Hoboken).* 2019; 71 (12): 1653–1659. <http://doi.org/10.1002/acr.23816>
26. Zhang Q., Gao F., Sun W., Ma J., Cheng L., Li Z. The diagnostic performance of musculoskeletal ultrasound in gout: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018; 13 (7): e0199672. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0199672>
27. Bhadu D., Das S.K., Wakhlu A., Dhakad U., Sharma M. Ultrasonographic detection of double contour sign and hyperechoic aggregates for diagnosis of gout: two sites examination is as good as six sites examination. *Int. J. Rheum. Dis.* 2018; 21 (2): 523–531. <http://doi.org/10.1111/1756-185X.13235>
28. Christiansen S.N., Østergaard M., Slot O., Keen H., Bruyn G.A.W., D'Agostino M.A., Terslev L. Assessing the sensitivity to change of the OMERACT ultrasound structural gout lesions during urate-lowering therapy. *RMD Open.* 2020; 6 (1): e001144. <http://doi.org/10.1136/rmdopen-2019-001144>

29. Hammer H.B., Karoliussen L., Terslev L., Haavardsholm E.A., Kvien T.K., Uhlig T. Ultrasound shows rapid reduction of crystal depositions during a treat-to-target approach in gout patients: 12-month results from the NOR-Gout study. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (11): 1500–1505. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-217392>
 30. Yuan H., Fan Y., Mou X., Qing Y., Yan X., Tang X., Yue W., Gu P., Yang Q., He Y. Musculoskeletal Ultrasound in Monitoring the Efficacy of Gout: A Prospective Study Based on Tophus and Double Contour Sign. *Balkan Med. J.* 2023; 40 (2): 104–110. <http://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2022.2022-7-39>
- ## REFERENCES
1. Clinical guidelines “Gout”, 2018. Available at: https://apicr.minzdrav.gov.ru/api.ashx?op=GetClinrecPdf&id=251_1 (Accessed 10.11.2023) (In Russian)
 2. Richette P., Doherty M., Pascual E., Barskova V., Becce F., Castaneda J., Coyfish M., Guillo S., Jansen T., Janssens H., Lioté F., Mallen C.D., Nuki G., Perez-Ruiz F., Pimentao J., Punzi L., Pywell A., So A.K., Tausche A.K., Uhlig T., Zavada J., Zhang W., Tubach F., Bardin T. 2018 updated European League Against Rheumatism evidence-based recommendations for the diagnosis of gout. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (1): 31–38. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215315>
 3. FitzGerald J.D., Dalbeth N., Mikuls T., Brignardello-Petersen R., Guyatt G., Abeles A.M., Gelber A.C., Harrold L.R., Khanna D., King C., Levy G., Libbey C., Mount D., Pillinger M.H., Rosenthal A., Singh J.A., Sims J.E., Smith B.J., Wenger N.S., Bae S.S., Danve A., Khanna P.P., Kim S.C., Lenert A., Poon S., Qasim A., Sehra S.T., Sharma T.S.K., Toprover M., Turgunbaev M., Zeng L., Zhang M.A., Turner A.S., Neogi T. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout. *Art. Rheumatol.* 2020; 72 (6): 879–895. <http://doi.org/10.1002/art.41247>
 4. Bardin T., Richette P. Definition of hyperuricemia and gouty conditions. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2014; 26 (2): 186–191. <http://doi.org/10.1097/BOR.000000000000028>
 5. Weaver J.S., Vina E.R., Munk P.L., Klauser A.S., Elifritz J.M., Taljanovic M.S. Gouty Arthropathy: Review of Clinical Manifestations and Treatment, with Emphasis on Imaging. *J. Clin. Med.* 2021; 29; 11 (1): 166. <http://doi.org/10.3390/jcm11010166>
 6. Stewart S., Su I., Gamble G.D., Dalbeth N. Diagnostic value of different imaging features for patients with suspected gout: A network meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (6): 1251–1257. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2021.10.005>
 7. Lee Y.H., Song G.G. Diagnostic accuracy of ultrasound in patients with gout: A meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2018; 47 (5): 703–709. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.09.012>
 8. Pastor C.M., Perez E.A., Casares E.G. Usefulness of ultrasound in the diagnosis of crystal deposition diseases. *Eur. J. Rheumatol.* 2022. <http://doi.org/10.5152/eurjrheum.2022.20129>
 9. Gutierrez M., Schmidt W.A., Thiele R.G., Keen H.I., Kaeley G.S., Naredo E., Iagnocco A., Bruyn G.A., Balint P.V., Filippucci E., Mandl P., Kane D., Pineda C., Delle Sedie A., Hammer H.B., Christensen R., D’Agostino M.A., Terslev L. OMERACT Ultrasound Gout Task Force group. International Consensus for ultrasound lesions in gout: results of Delphi process and web-reliability exercise. *Rheumatology (Oxford)*. 2015; 54 (10): 1797–1805. <http://doi.org/10.1093/rheumatology/kev112>
 10. Towiwat P., Chhana A., Dalbeth N. The anatomical pathology of gout: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20 (1): 140. <http://doi.org/10.1186/s12891-019-2519-y>
 11. Zhang W., Jin Z., Xiang W., Wu M., Wang S., Zhang H., Zhang P. Ultrasonographic Features of Lower-Limb Joints in Gout: Which Joints and Clinical Characteristics Would Provide More Information for Diagnosis? *J. Clin. Rheumatol.* 2020; 26 (1): 14–18. <http://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000898>
 12. Filippucci E., Reginato A.M., Thiele R.G. Imaging of crystalline arthropathy in 2020. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2020; 34 (6): 101595. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101595>
 13. Ogdie A., Taylor W.J., Neogi T., Fransen J., Jansen T.L., Schumacher H.R., Louthrenoo W., Vazquez-Mellado J., Eliseev M., McCarthy G., Stamp L.K., Perez-Ruiz F., Sivera F., Ea H.K., Gerritsen M., Cagnotto G., Cavagna L., Lin C., Chou Y.Y., Tausche A.K., Lima Gomes Ochtrup M., Janssen M., Chen J.H., Slot O., Lazovskis J., White D., Cimmino M.A., Uhlig T., Dalbeth N. Performance of Ultrasound in the Diagnosis of Gout in a Multicenter Study: Comparison With Monosodium Urate Monohydrate Crystal Analysis as the Gold Standard. *Art. Rheumatol.* 2017; 69 (2): 429–438. <http://doi.org/10.1002/art.39959>
 14. Neogi T., Jansen T.L., Dalbeth N., Fransen J., Schumacher H.R., Berendsen D., Brown M., Choi H., Edwards N.L., Janssens H.J., Lioté F., Naden R.P., Nuki G., Ogdie A., Perez-Ruiz F., Saag K., Singh J.A., Sundry J.S., Tausche A.K., Vazquez-Mellado J., Yarows S.A., Taylor W.J. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann. Rheum. Dis.* 2015; 74 (10): 1789–1798. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2015-208237>
 15. Filippou G., Scirè C.A., Damjanov N., Adinolfi A., Carrara G., Picerno V., Toscano C., Bruyn G.A., D’Agostino M.A., Delle Sedie A., Filippucci E., Gutierrez M., Micu M., Möller I., Naredo E., Pineda C., Porta F., Schmidt W.A., Terslev L., Vlad V., Zufferey P., Iagnocco A. Definition and Reliability Assessment of Elementary Ultrasonographic Findings in Calcium Pyrophosphate Deposition Disease: A Study by the OMERACT Calcium Pyrophosphate Deposition Disease Ultrasound Subtask Force. *J. Rheumatol.* 2017;

- 44 (11): 1744–1749.
<http://doi.org/10.3899/jrheum.161057>
16. Filippou G., Miguel-Pérez M., Coronel L., Sirotti S., Pacini G., Scanu A., Bong D., Möller I. EULAR Study Group on Anatomy for the Image. The ultrasonographic pseudo-double contour sign in calcium pyrophosphate deposition disease: an anatomic explanation and how to distinguish it from gout. *Art. Rheumatol.* 2023; 75 (4): 639–640.
<http://doi.org/10.1002/art.42397>
 17. Cipolletta E., Abhishek A., Di Matteo A., Grassi W., Filippucci E. Dynamic assessment of the double contour sign by ultrasonography helps to distinguish between gout and calcium pyrophosphate deposition disease. *RMD Open*. Published online March 16, 2023.
<http://doi.org/10.1136/rmdopen-2022-002940>
 18. Dalbeth N., Pool B., Gamble G.D., Smith T., Callon K.E., McQueen F.M., Cornish J. Cellular characterization of the gouty tophus: a quantitative analysis. *Art. Rheum.* 2010; 62 (5): 1549–1556.
<http://doi.org/10.1002/art.27356>
 19. Ventura-Ríos L., Sánchez-Bringas G., Pineda C., Hernández-Díaz C., Reginato A., Alva M., Audisio M., Bertoli A., Cazenave T., Gutiérrez M., Mora C., Py G., Sedano O., Solano C., de Miguel E. Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35 (8): 2039–2044.
<http://doi.org/10.1007/s10067-016-3309-7>
 20. Wang Q., Guo L.H., Li X.L., Zhao C.K., Li M.X., Wang L., Liu X.Y., Xu H.X. Differentiating the acute phase of gout from the intercritical phase with ultrasound and quantitative shear wave elastography. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (12): 5316–5327.
<http://doi.org/10.1007/s00330-018-5529-5>
 21. Tang Y., Yan F., Yang Y., Xiang X., Wang L., Zhang L., Qiu L. Value of Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Gouty and Non-Gouty Arthritis. *Ultrasound Med. Biol.* 2017; 43 (5): 884–892.
<http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.12.012>
 22. Taljanovic M.S., Gimber L.H., Becker G.W., Latt L.D., Klauser A.S., Melville D.M., Gao L., Witte R.S. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics.* 2017; 37 (3): 855–870.
<http://doi.org/10.1148/rg.2017160116>
 23. Christiansen S.N., Filippou G., Scirè C.A., Balint P.V., Bruyn G.A., Dalbeth N., DeJaco C., Sedie A.D., Filippucci E., Hammer H.B., Iagnocco A., Keen H.I., Kissin E.Y., Koski J., Mandl P., Martin J., Miguel E., Möller I., Naredo E., Pineda C., Schmidt W.A., Stewart S., Antonietta D'Agostino M., Terslev L.; on the behalf of the OMERACT Ultrasound working group. Consensus-based semi-quantitative ultrasound scoring system for gout lesions: Results of an OMERACT Delphi process and web-reliability exercise. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (3): 644–649.
<http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.11.011>
 24. Dalbeth N., Clark B., Gregory K., Gamble G., Sheehan T., Doyle A., McQueen F.M. Mechanisms of bone erosion in gout: a quantitative analysis using plain radiography and computed tomography. *Ann. Rheum. Dis.* 2009; 68 (8): 1290–1295.
<http://doi.org/10.1136/ard.2008.094201>
 25. Wu M., Liu F.J., Chen J., Chen L., Wei C., Hu Z.M., Han Y., Lu J.X., Jiang L.X., Chen H.B. Prevalence and Factors Associated With Bone Erosion in Patients With Gout. *Art. Care Res. (Hoboken).* 2019; 71 (12): 1653–1659.
<http://doi.org/10.1002/acr.23816>
 26. Zhang Q., Gao F., Sun W., Ma J., Cheng L., Li Z. The diagnostic performance of musculoskeletal ultrasound in gout: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018; 13 (7): e0199672.
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0199672>
 27. Bhadu D., Das S.K., Wakhlou A., Dhakad U., Sharma M. Ultrasonographic detection of double contour sign and hyperechoic aggregates for diagnosis of gout: two sites examination is as good as six sites examination. *Int. J. Rheum. Dis.* 2018; 21 (2): 523–531. <http://doi.org/10.1111/1756-185X.13235>
 28. Christiansen S.N., Østergaard M., Slot O., Keen H., Bruyn G.A.W., D'Agostino M.A., Terslev L. Assessing the sensitivity to change of the OMERACT ultrasound structural gout lesions during urate-lowering therapy. *RMD Open.* 2020; 6 (1): e001144.
<http://doi.org/10.1136/rmdopen-2019-001144>
 29. Hammer H.B., Karoliussen L., Terslev L., Haavardsholm E.A., Kvien T.K., Uhlig T. Ultrasound shows rapid reduction of crystal depositions during a treat-to-target approach in gout patients: 12-month results from the NOR-Gout study. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (11): 1500–1505.
<http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-217392>
 30. Yuan H., Fan Y., Mou X., Qing Y., Yan X., Tang X., Yue W., Gu P., Yang Q., He Y. Musculoskeletal Ultrasound in Monitoring the Efficacy of Gout: A Prospective Study Based on Tophus and Double Contour Sign. *Balkan Med. J.* 2023; 40 (2): 104–110.
<http://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2022.2022-7-39>

Musculoskeletal ultrasound in gout

*Polukhina E.V.**

*Postgraduate Institute for Public Health Workers Ministry of Health of the Khabarovsk Region;
9, Krasnodarskaya str., Khabarovsk 680009, Russian Federation*

Elena V. Polukhina – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of Department of Radiology and Functional Diagnostics, Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk. <https://orcid.org/0000-0002-8760-4880>

Correspondence* to Dr. Elena V. Polukhina – e-mail: polukhina@inbox.ru

The article presents a pictorial literature review on musculoskeletal ultrasound in gout, which is the most common cause of inflammatory arthropathy in adults. Nowadays, among imaging modalities, ultrasound provides the best capabilities for gout diagnosing and monitoring by revealing of monosodium urate deposits in various joint structures, assessing the presence and severity of synovial inflammation, including for dynamical evaluation on urate-lowering therapy. The main ultrasound features of gout (double contour sign, tophi, aggregates and erosions) are described according to the current clinical guidelines. Knowing of these features provides the correct interpretation of ultrasound findings for timely diagnosis and differential diagnosis of gouty arthropathy, and dynamical assessment on therapy.

Keywords: *ultrasound, gout, hyperuricemia, double contour sign, tophus, aggregates, erosions*

The title and content of the article do not affect competing interests

Citation: *Polukhina E.V. Musculoskeletal ultrasound in gout. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2023; 2: 62–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79> (In Russian)*