

Ультразвуковая диагностика в ревматологии: возможности и перспективы

К.Ю. Волков, к.м.н. И.С. Свиницкая, д.м.н. В.В. Тыренко, А.В. Платонова, д.м.н. В.Р. Хайрутдинов, к.м.н. Н.Ю. Демьяненко, д.м.н. С.Г. Бологов

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ

В настоящее время ультразвуковое исследование (УЗИ) является одним из наиболее информативных методов визуализирующего обследования. Благодаря портативности, доступности, скорости выполнения, относительно низкой стоимости и практически полному отсутствию противопоказаний УЗИ представляется эффективным методом не только диагностики, но и оценки качества лечения. Данный метод высокоинформативен в визуализации сухожильно-связочного аппарата, гиалинового хряща, кортикального слоя кости и параартикулярных мягких тканей, что значительно расширяет лечебно-диагностические возможности ревматолога и позволяет осуществлять мониторинг эффективности лечения. В данном обзоре обсуждаются возможности применения УЗИ в диагностике ряда ревматологических заболеваний, таких как ревматоидный артрит, остеоартрит, спондилоартрит, подагра, поражения сухожилий при гиперхолестеринемии. Также рассмотрены возможности применения соноэластографии (метода, который позволяет определить эластичность мягкотканых структур) в диагностике ревматических заболеваний. По мнению авторов, соноэластография в скором времени может прочно войти в клиническую практику в качестве метода первой линии диагностики для выявления биомеханических изменений сухожилий, мышц, связочного аппарата, а также оценки эффективности проводимого лечения. Проведение УЗИ костно-мышечной системы заметно увеличивает диагностические и лечебные возможности клинициста.

Ключевые слова: ревматические заболевания, ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата, остеоартрит, спондилоартрит, ревматоидный артрит, подагра, соноэластография.

Для цитирования: Волков К.Ю., Свиницкая И.С., Тыренко В.В. и др. Ультразвуковая диагностика в ревматологии: возможности и перспективы. РМЖ. 2020;7:9–13.

ABSTRACT

Ultrasonic diagnostic in rheumatology: capabilities and prospects

K.Yu. Volkov, I.S. Svinitskaya, V.V. Tyrenko, A.V. Platonova, V.R. Khairutdinov, N.Yu. Demyanenko, S.G. Bologov

S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg

Nowadays, ultrasound is one of the most informative methods of imaging examination. Given its portability, accessibility, speed of execution, relatively low cost and almost complete absence of contraindications, ultrasound is an effective method not only for diagnosis but also for evaluating the quality of treatment. This method is highly informative in visualizing tendons and ligamentous apparatus, hyaline cartilage, cortical bone and para-articular soft tissues, which greatly expands the diagnostic and treatment capabilities of a rheumatologist and allows to monitor the treatment efficacy. This article discusses the possibility of using ultrasound in the diagnosis of a number of rheumatological diseases, such as rheumatoid arthritis, osteoarthritis, spondyloarthritis, gout and tendon lesions in hypercholesterolaemia. The possibilities of using sonoelastography (a method that allows determining the elasticity of soft tissue structures) in the diagnosis of rheumatic diseases are also considered. According to the authors, sonoelastography may soon become substantially established in clinical practice as a first-line diagnostic method for detecting biomechanical changes in tendons, muscles, ligamentous apparatus, as well as evaluating the treatment efficacy. Ultrasound of the musculoskeletal system significantly increases the diagnostic and therapeutic capabilities of the clinician.

Keywords: rheumatological diseases, ultrasound of the musculoskeletal system, osteoarthritis, spondylarthritis, rheumatoid arthritis, gout, sonoelastography.

For citation: Volkov K.Yu., Svinitskaya I.S., Tyrenko V.V. et al. Ultrasonic diagnostic in rheumatology: capabilities and prospects. RMJ. 2020;7:9–13.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема заболеваний суставов остается сложной и требует комплексного подхода к диагностике и лечению с привлечением специалистов разного профиля: лучевых диагностов, ортопедов-травматологов, ревматологов, реабилитологов, физиотерапевтов и т. д.

По состоянию на 2013 г. распространенность болезней костно-мышечной системы составляла в России 14 247 на 100 тыс. населения [1]. По данным Е.А. Галушко и Е.Л. На-

сонова, истинная распространенность ревматических заболеваний, полученная в ходе эпидемиологического исследования, превышает данные официальной статистики в 2,5 раза по ревматоидному артриту (РА), в 5 раз — по остеоартриту (ОА), в 3,5 раза — по спондилоартритам и в 3 раза — по системным заболеваниям соединительной ткани [2].

Поражение практически всех возрастных групп населения, склонность к хронизации и неуклонное прогрессирование ревматических заболеваний определяют важность

их ранней диагностики. Выявление заболевания на ранней стадии позволяет не допустить стойкой утраты трудоспособности, выраженного снижения качества жизни и значительного увеличения стоимости лечения.

Современное ультразвуковое исследование (УЗИ) костно-мышечной системы заметно увеличивает диагностические и лечебные возможности клинициста. Интерес к расширению сферы применения ультразвука в диагностике заболеваний опорно-двигательного аппарата подтверждается постоянным ростом числа публикаций, посвященных изучению этого вопроса [3].

Благодаря своей портативности, доступности, скорости выполнения, относительно низкой стоимости и практически полному отсутствию противопоказаний УЗИ представляется эффективным методом не только диагностики, но и оценки качества лечения [4].

Первые работы по УЗ-диагностике суставов, появившиеся в 1970-х гг., были посвящены исследованию крупных суставов и наиболее доступных околоуставных мягких тканей, в частности диагностике кисты Бейкера [5]. В 1972 г. McDonald и Leopold впервые провели дифференциальную диагностику между тромбозом и разрывом кисты Бейкера [6]. Ими же впервые было предложено использовать метод УЗ-сканирования в качестве скрининг-теста в случаях припухлости в подколенной области.

В это же время появляются и первые работы по применению УЗИ в ревматологии, в основном посвященные диагностике изменений коленных суставов при ревматоидном артрите [7].

В настоящее время в мировой практике УЗИ является одним из наиболее информативных методов визуализирующего обследования суставов благодаря высокой разрешающей способности в визуализации сухожильно-связочного аппарата, сосудов, гиалинового хряща и кортикального слоя кости.

Кроме того, УЗИ — это прямой контакт исследователя и пациента, дающий возможность непосредственно во время исследования сосредоточить внимание на беспокоящей зоне. При выполнении УЗИ сустава компрессия датчиком служит ориентировкой в поиске патологического участка. Такое обследование не требует какой-либо специальной подготовки, громоздкого оборудования и проводится в сжатые сроки [8].

Данные УЗИ в настоящее время входят в классификационные критерии ряда заболеваний [9]. Так, наличие поддельтовидного бурсита, теносиновита бицепса или синовита плечевых суставов включено в классификационные критерии Европейской лиги против ревматизма (European League Against Rheumatism, EULAR) для ревматической полимиалгии.

Каждый сустав состоит из суставных поверхностей костей, покрытых хрящом; суставной полости и суставной капсулы, окружающей сустав и укрепленной связками. К дополнительным элементам сустава относятся такие структуры, как мениски, внутрисуставные связки и сесамовидные кости [10]. Кости, образующие сустав, полностью отражают ультразвук, поэтому их объемная визуализация невозможна. Они лоцируются как эхогенные линейные образования, оставляющие широкую акустическую тень. Гиалиновый хрящ в норме визуализируется в виде узкой гипо- или анэхогенной полоски, структура и толщина которой могут быть оценены эхографически. Капсула лоцируется только в крупных суставах. Мениски

в поперечном срезе визуализируются как гомогенные треугольные эхогенные зоны. Эхография позволяет оценить их структуру и целостность, а также выявить пролабирование в полость сустава.

Связки сустава визуализируются как переплетающиеся слабозоногенные линии. Современные датчики высокого разрешения позволяют достаточно хорошо оценить их структуру. Суставная полость визуализируется в виде узкой анэхогенной зоны. Параартикулярные мягкие ткани, изменения в которых могут быть ассоциированы с заболеванием суставов или быть проявлением самостоятельной патологии (тендиниты, миозиты, фасцииты), также хорошо доступны визуализации при УЗИ.

Перечень показаний к проведению УЗИ суставов достаточно обширен. Следует отметить, что любые изменения в области суставов (травма, боль, ограничение движений, увеличение в объеме, припухлость, наличие пальпируемого образования) [11] требуют проведения УЗИ с целью первичной диагностики и динамического наблюдения в ходе лечения [8, 12, 13].

Исследование суставов проводится в разных сечениях: продольном, поперечном и косом. Кроме того, для получения более полной информации исследование сустава проводится в положениях сгибания, разгибания и вращения [13, 14].

Проведение УЗИ сустава предусматривает осмотр двух симметричных суставов, что может быть особенно важным для дифференциальной диагностики травматического поражения сустава и обострения ревматического заболевания, спровоцированного незначительным травмирующим фактором [13, 14].

Наиболее доступными для проведения УЗИ являются плечевая [15, 16], локтевая, коленный [11] и голеностопный суставы. Диагностическая ценность УЗИ такого сустава, как тазобедренный, очень сильно зависит от телосложения пациента и заметно снижается у лиц с повышенной массой тела. В то же время УЗИ тазобедренных суставов у новорожденных и детей первого года жизни является высокоинформативным методом в выявлении врожденной дисплазии суставов [17]. Не менее важным является УЗИ мелких суставов кистей, особенно в диагностике ревматоидного артрита [18].

УЗИ В ДИАГНОСТИКЕ РЕВМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

РЕВМАТОИДНЫЙ АРТРИТ

Согласно современным представлениям, РА — аутоиммунное ревматическое заболевание неизвестной этиологии, характеризующееся хроническим эрозивным артритом (синовитом) и системным поражением внутренних органов [9]. Суставной синдром является главным проявлением РА. В процесс вовлекаются преимущественно мелкие суставы и околоуставные ткани. Ранняя диагностика РА обеспечивает быстрое начало терапии современными базисными противовоспалительными препаратами и применение генно-инженерной биологической терапии (ГИБТ), что позволяет достигнуть клинико-лабораторной ремиссии с замедлением воспалительных и деструктивных явлений и, в итоге, значительно улучшить прогноз заболевания.

В основе патогенеза РА лежит активация сложно-го цитокинового каскада, приводящего к воспалитель-

ной пролиферации синовиальной оболочки, развитию выраженного экссудативного синовита, пролиферации специфического паннуса с патологическим образованием сосудистой сети в нем, что в дальнейшем приводит к деструкции суставного хряща и субхондральной кости. Усиление васкуляризации паннуса и гипертрофированной синовиальной оболочки может служить индикатором активности РА, и, наоборот, на фоне терапии заболевания васкуляризация паннуса и синовиальной оболочки значительно снижается [19]. Показано, что УЗИ с цветовым и энергетическим доплеровским картированием обладает высокой чувствительностью в выявлении синовитов при РА. Сосудистые структуры четко визуализируются в местах эрозивных изменений хряща и кости.

Основным критерием оценки активности воспалительного процесса является выраженность васкуляризации синовиальной оболочки по данным энергетического доплеровского картирования (ЭДК).

Ведущим признаком, позволяющим верифицировать РА, является деструктивное поражение костей с образованием кист и эрозий на суставных поверхностях. Костные дефекты не всегда видны в ранней стадии РА при рентгенологическом исследовании.

УЗИ кистей достоверно чаще выявляет ранние эрозивные изменения в суставах, чем рентгенография [19, 20]. На эхограммах суставов больных РА отмечается значительное разрушение костных структур, формирующих поверхность суставов, хорошо визуализируются эрозии, особенно в области головок пястных костей [20, 21].

ОСТЕОАРТРИТ

Значительную роль УЗИ играет и в диагностике ОА — гетерогенной группы заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими, клиническими проявлениями и исходом, в основе которых лежит поражение всех компонентов сустава, в первую очередь хряща, а также субхондральной кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы, околосуставных мышц [9].

При проведении УЗИ может быть визуализировано истончение суставного хряща, появление «обломков» разрушенного хряща и кости («суставных мышей») в полости сустава, пролиферативные изменения краевых костных суставных поверхностей (остеофиты), нечеткость и неровность контуров суставных поверхностей, скопление жидкости в полости суставов, а также поражение внутрисуставных структур и параартикулярного аппарата в виде гипо- и дистрофических изменений [10, 22].

Крайне важна ранняя диагностика ОА, когда своевременное назначение хондропротекторов эффективно для воздействия на еще сохранившийся суставной хрящ. Здоровый хрящ визуализируется в виде ровной сплошной гомогенной анэхогенной полосы равномерной толщины (рис. 1). При ОА хрящ становится неравномерно истонченным, с нечеткими контурами и негомогенной структурой с возможными включениями (рис. 2) [10, 22].

Некоторые исследователи полагают, что при истончении гиалиновых хрящей, по данным УЗИ, менее 1,8 мм без визуализации жидкости назначение хондропротекторов будет эффективно для воздействия на еще сохранившийся суставной хрящ. Целесообразно также в этом случае рассмотреть возможность интраартикулярного введения препаратов гиалуроновой кислоты. Истончение гиалиновых хрящей менее 1,0 мм, изменение в синовиальных

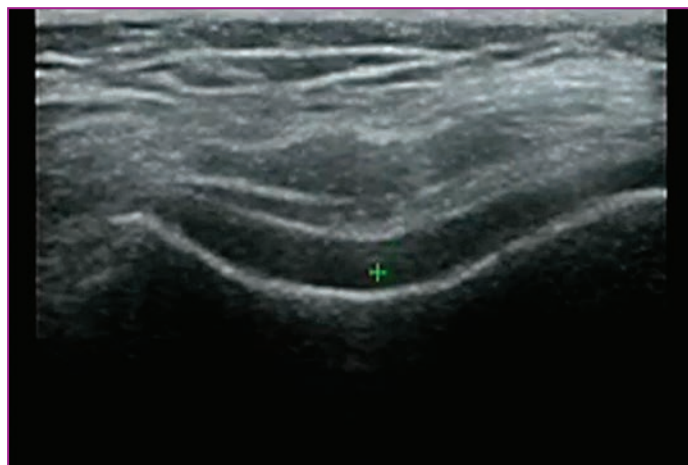


Рис. 1. Гиалиновый хрящ в норме



Рис. 2. Гиалиновый хрящ при ОА. Уменьшение толщины, неровность контура, гиперэхогенные включения

сумках и менисках в совокупности с рентгенологическими данными является показанием для эндопротезирования колennого сустава [11].

Поражение параартикулярного аппарата часто встречается как на фоне ОА и артритов различной этиологии, так и самостоятельно. Одним из самых наглядных примеров поражения параартикулярного аппарата является киста Бейкера — растянутая жидкостью синовиальная сумка подколенной ямки, расположенная в медиальном отделе между внутренней головкой икроножной мышцы и сухожилием полуперепончатой мышцы. Причинами возникновения кисты Бейкера могут быть ОА, РА, посттравматические состояния колennого сустава. Киста Бейкера визуализируется как образование округлой формы с четкими границами, анэхогенным содержимым, имеющее сообщение с полостью сустава через соустье. Особенностью кисты Бейкера является то, что при ее обнаружении устранить, как правило, надо не саму кисту, а вызвавшую ее причину [11].

При появлении бурситов и кист Бейкера размерами больше 70,0×15 мм рекомендуется проведение пункций с помощью УЗ-навигации. Эхография позволяет визуализировать иглу на всем протяжении ее введения, избежать повреждения сосудов, нервных стволов, эвакуировать содержимое из места патологического изменения и провести внутрисуставную инъекцию препаратов (глюкокортикоиды, гиалуронаты) [11, 24, 25].

СПОНДИЛОАРТРИТЫ

Возрастает роль УЗИ и в диагностике изменений мышечно-скелетной системы у пациентов со спондилоартритами. Спондилоартриты — группа хронических системных воспалительных заболеваний позвоночника, суставов, энтезисов, характеризующаяся общими клиническими, рентгенологическими и генетическими особенностями [26]. Это гетерогенная группа заболеваний, включающая в себя анкилозирующий спондилит (болезнь Бехтерева), реактивный артрит (РеА), псориатический артрит (ПсА), спондилоартрит, ассоциированный с воспалительными заболеваниями кишечника, ювенильный спондилоартрит и недифференцированный спондилоартрит [27].

У пациентов со спондилоартритами УЗИ позволяет визуализировать выпот в суставе, даже когда клинически нет выраженных проявлений [28]. Также опытный сонографист выявляет тендиниты, теносиновиты, разрывы сухожилий, энтезиты, гипертрофию синови и костные эрозии [28].

Подошвенный фасциит как самая частая причина боли в стопе у пациентов со спондилоартритом выявляется в виде утолщения плантарной фасции, снижения ее экзогенности и окружающей отека. Все это относится к основным патологическим УЗ-маркерам спондилоартрита.

Показана возможность диагностики и дифференциальной диагностики острого и хронического течения реактивного артрита с применением УЗИ [29].

Энтезиты как наиболее характерный признак всех нозологических форм из группы спондилоартритов доступны визуализации в энергетическом доплеровском режиме, позволяющем оценить степень васкуляризации (неоангиогенеза) в проблемной области [30, 31]. По изменению выраженности неоангиогенеза также можно судить и об эффективности местного и системного лечения [32].

ПОДАГРА И СУБКЛИНИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ

Установлено, что УЗИ позволяет визуализировать подагрические тофусы и ксантомы в области ахиллова сухожилия.

В последнее время все больше внимания уделяется возможности применения ультразвука для выявления субклинических состояний [33]. Так, М.А. Reuss-Borst, С.А. Pape, А.К. Tausche в 2014 г. показали наличие специфических для подагры сонографических изменений в суставах у пациентов с бессимптомной гиперурикемией [34], а В. Elnady et al. в 2019 г. показали с применением серошкального УЗИ и энергетического доплеровского картирования наличие у 39,5% пациентов с вульгарным псориазом бессимптомных энтезитов и синовитов [35].

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЗИ В ДИАГНОСТИКЕ РЕВМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Методы УЗ-диагностики постоянно совершенствуются. Успешно проходят апробацию и внедряются в практику новые методики. Так, в ряде исследований показано, что при использовании контрастного агента происходит повышение сигнала с гиперваскуляризованного синовиия, интенсифицируются цветовой сигнала, более отчетливо дифференцируются синовиты, некрозы или фиброзы в воспалительно измененных суставах [36]. Технология мультимодальной визуализации «фьюжн» («слияние») позволяет проводить УЗИ с одновременным выводом на экран соответствующих срезов КТ или МРТ.

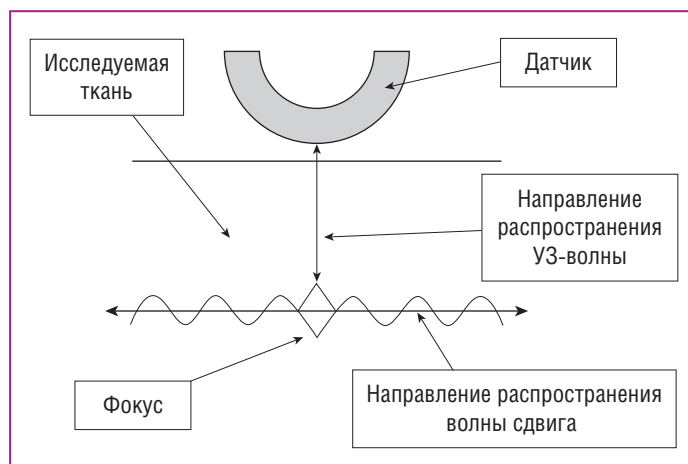


Рис. 3. Физические основы эластографии

С развитием УЗ-методов появилась возможность оценить и механические свойства мягких тканей. Так, соноэластография позволяет определить эластичность мягкотканых структур. Метод основан на определении деформируемости ткани, которая зависит от ее структуры и состава. Эластичность определяется модулем Юнга, который отображает свойства материала сопротивляться растяжению или сжатию при упругой деформации. Основные методики, используемые в настоящее время, включают компрессионную (квазистатическую) эластографию и эластографию сдвиговой волны (динамическую) [37–39].

Принцип эластографии сдвиговой волны основан на измерении распределения скоростей волны упругой деформации ткани, полученной с помощью УЗ-импульса (рис. 3). Эта методика позволяет провести не только качественную оценку в виде цветных эластограмм, но и количественные измерения в килопаскалях или сантиметрах в секунду [40].

Известно, что эластичность мягких тканей, таких как подкожная жировая клетчатка, мышцы и соединительная ткань, составляет приблизительно от 1 до 103 кПа. Выявлено также, что злокачественные новообразования имеют большую жесткость по сравнению с нормальными тканями. Этим обусловлено широкое применение метода эластографии в диагностике заболеваний печени, молочных, щитовидной и предстательной желез [39].

Эластичность мягкотканых структур опорно-двигательного аппарата также может быть изменена под воздействием различных патологических процессов, таких как микроповреждения, воспаление, фиброзирование и кальциноз.

Первые публикации о применении эластографии для оценки эластичности скелетных мышц появились еще в середине 1990-х гг. [41]. С конца прошлого десятилетия стали появляться отдельные публикации по эластографическому исследованию сухожилий различных локализаций, в первую очередь ахиллова сухожилия. Ряд публикаций посвящен возможности получения информации о жесткости сухожилия в режиме реального времени как в норме [42], так и при дегенеративных изменениях [43], а также оценки механических свойств сухожилия в динамике на фоне проводимой терапии [44]. Интересны, на наш взгляд, и находки, показывающие разнонаправленные изменения плотности в различных связках и сухожилиях при тендопатиях. Так, В.К. Coombes et al., оценив плотность ахиллова сухожилия и собственной связки надколенника с применением эластографии сдви-

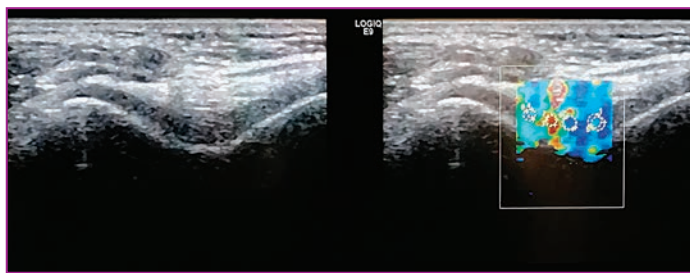


Рис. 4. Гиалиновый хрящ здорового человека

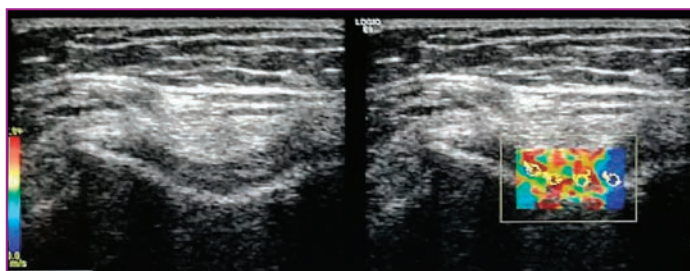


Рис. 5. Гиалиновый хрящ пациентки с вторичным остеоартритом коленного сустава на фоне РА. Визуализируются гиперэхогенные включения в структуре хряща в В-режиме и повышение плотности при эластографии

говой волны, показали увеличение плотности собственной связки надколенника и снижение плотности ахиллова сухожилия у пациентов с тендопатией в сравнении с контрольной группой здоровых добровольцев [45]. Однако некоторые исследования показывают, что при тендопатии ахиллова сухожилия в области его прикрепления к кости (энтезиса) отмечается повышение жесткости, обусловленное, скорее всего, формированием энтезофитов и кальцификацией сухожилия [46]. Также показано, что соноэластография позволяет обнаружить дегенеративные изменения сухожилий, кальцификаты в толще сухожилий, которые трудно выявить с помощью других методов исследования [47].

В последнее время появляются новые сообщения о диагностических возможностях метода эластографии при ревматологических заболеваниях. Так, E. Cindila et al. показано достоверное различие в эластичности больших слюнных желез у пациентов с синдромом Шегрена [48]. Q. Wang et al. сообщают об использовании эластографии сдвиговой волны для определения показателей жесткости мягкотканых структур в области первого плюснефалангового сустава в межприступный период и при обострении подагры [49]. Активно изучается возможность применения методики исследования сухожилий при склеродермии, анкилозирующем спондилите. Наш личный опыт показывает возможность определения эластичности гиалинового хряща коленного сустава, что может быть использовано в динамической оценке эффективности хондропротективной терапии, однако требует дальнейшего изучения (рис. 4, 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные методы УЗИ суставов благодаря скорости выполнения, относительно невысокой стоимости, отсутствию противопоказаний и высокой разрешающей способности значительно расширяют лечебно-диагностические возможности ревматолога и позволяют контролировать эффективность терапии.

В настоящее время УЗИ для диагностики заболеваний суставов применяется пока еще недостаточно широко из-за малого количества специалистов, владеющих этим методом, хотя в странах Европы и в США УЗИ является неотъемлемой частью обследования опорно-двигательной системы. Соноэластография в скором времени может прочно войти в клиническую практику в качестве метода первой линии диагностики для выявления биомеханических изменений сухожилий, мышц, связочного аппарата, а также оценки эффективности проводимого лечения.

Литература

1. Балабанова Р.М., Эрдеc Ш.Ф. Распространенность ревматических заболеваний в России в 2012–2013 гг. Научно-практическая ревматология. 2015;53(2):120–124. [Balabanova R.M., Erdes Sh.F. The incidence and prevalence of rheumatic diseases in Russia in 2012–2013. Rheumatology Science and Practice. 2015;53(2):120–124 (in Russ.)]. DOI: 10.14412/1995-4484-2015-120-124.
2. Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространенность ревматических заболеваний в России. Альманах клинической медицины. 2018;46(1):32–39. [Galushko E.A., Nasonov E.L. The prevalence of rheumatic diseases in Russia. Almanac of clinical medicine. 2018;46(1):32–39 (in Russ.)]. DOI: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39.
3. Хабарина Н.В., Есин Е.В. Ультразвуковая диагностика суставного синдрома в ревматологической практике: этапы становления. КМКВ. 2016;2:40–49 [Khabarina N.V., Esin E.V. Ultrasound diagnosis of articular syndrome in rheumatological practice: stages of formation. KMKV. 2016;2:40–49 (in Russ.)].
4. Швед Н.И., Михайлив Л.М., Мартынюк Л.П. Роль ультразвукового исследования в диагностике и мониторинге эффективности лечения подагрического артрита. Боль. Суставы. Позвоночник. 2015;4(20):34–38. [Shved N.I., Mikhayliv L.M., Martynyuk L.P. The role of ultrasound in the diagnosis and monitoring of the treatment of gouty arthritis. Pain. Joints. Spine. 2015;4(20):34–38 (in Russ.)].
5. Rudikoff J.C., Lynch J.J., Phillips E., Clapp P.R. Ultrasound diagnosis of Baker cyst. JAMA. 1976;235(10):1054–1055.
6. McDonald D.G., Leopold G.R. Ultrasound B-scanning in the differentiation of Baker's cyst and thrombophlebitis. Br J Radiol. 1972;45(538):729–732. DOI: 10.1259/0007-1285-45-538-729.
7. Cooperberg P.L., Tsang I., Truelove L., Knickerbocker W.J. Gray scale ultrasound in the evaluation of rheumatoid arthritis of the knee. Radiology. 1978;126(3):759–763. DOI: 10.1148/126.3.759.
8. Зубарев А.В. Диагностический ультразвук. Костно-мышечная система. М.: Стром; 2002. [Zubarev A.V. Diagnostic ultrasound. Musculoskeletal system. M.: Strom; 2002 (in Russ.)].
9. Российские клинические рекомендации. Ревматология. Под ред. Е.Л. Насонова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017. [Russian clinical recommendations. Rheumatology. Ed. E.L. Nasonova. M.: GEOTAR-Media; 2017 (in Russ.)].
10. Хитров Н.А. Ультразвуковое исследование суставов. Современная ревматология. 2008;2(4):42–45. [Khitrov N.A. Ultrasound examination of joints. Modern rheumatology. 2008;2(4):42–45 (in Russ.)]. DOI: 10.14412/1996-7012-2008-506.
11. Сигал З.М., Сурнина О.В. Ультразвуковая патология коленного сустава. Медицинский вестник Башкортостана. 2017;4(70):43–48 [Segal Z.M., Surnina O.V. Ultrasound pathology of the knee joint. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017;4(70):43–48 (in Russ.)].
12. Backhaus M., Burmester G.R., Gerber T. et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. Ann Rheum Dis. 2000;60(7):641–649.
13. McNally E. Practical Musculoskeletal Ultrasound E-Book. Elsevier Health Sciences; 2014.
14. Хинцман Й., Купац П. УЗИ опорно-двигательного аппарата. Стандартные плоскости сканирования. М.: МЕДпресс-информ; 2013. [Khintsman J., Kupats P. Ultrasound of the musculoskeletal system. Standard scan planes. M.: MEDpress-inform; 2013 (in Russ.)].
15. Шутова М.З., Волков А.В., Новиков Н.Д. Блокада плечевого сустава под контролем УЗИ при лечении калькулезного бурсита. Journal of Siberian Medical Sciences. 2015;1. (Электронный ресурс). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blokada-plechevogo-sustava-pod-kontrolem-uzi-pri-lechenii-kalkuleznogo-bursita> (дата обращения: 07.04.2020). [Shutova M.Z., Volkov A.V., Novikov N.D. Blockade of the shoulder joint under ultrasound control in the treatment of calcareous bursitis. Journal of Siberian Medical Sciences. 2015; 1. (Electronic resource). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blokada-plechevogo-sustava-pod-kontrolem-uzi-pri-lechenii-kalkuleznogo-bursita> (access date 07.04.2020) (in Russ.)].
16. Пересада А.С., Борисов А.В., Степура Л.И. и др. Особенности инструментальной диагностики периартикулярной патологии области плечевого сустава. Медицинские новости. 2013;12(231):82–85. [Peresada A.S., Borisov A.V., Stepuro L.I. and others. Features of instrumental diagnosis of periarticular pathology of the shoulder joint. Medical news. 2013;12(231):82–85 (in Russ.)].
17. Камоско М.М., Познович М.С. Методы лучевой диагностики патологии тазобедренного сустава у детей. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2015;3(2):31–41. [Kamosko M.M., Poznovich M.S. Methods of radiation diagnosis of the pathology of the hip joint in children. Pediatric Traumatology, Orthopedics and Reconstructive Surgery. 2015;3(2):31–41 (in Russ.)].

Полный список литературы Вы можете найти на сайте <http://www.rmj.ru>