

## ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ СТОПЫ И ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

А.В. Холин<sup>1</sup>, Е.Н. Пугачева<sup>1</sup>, Н.А. Корышков<sup>2</sup>, Л.В. Корышкова<sup>3</sup>, А.А. Корсун<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ГОУ ДПО «Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования Росздрава», ректор – д.м.н. О.Г. Хурцилава

<sup>2</sup> ФГУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий»,

директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов

<sup>3</sup> НУЗ «Дорожная клиническая больница ОАО «РЖД», гл. врач – к.м.н. Н.Ю. Сахарова

Санкт-Петербург

<sup>4</sup> Клиническая больница им. Н.В. Соловьева,

гл. врач – к.м.н. А.А. Дегтярев  
г. Ярославль

Ультрасонография – полезный инструмент в отображении состояния суставов и околоуставных структур. У пациентов с болью и/или отеком стопы и голеностопного сустава ультрасонография позволяет визуализировать наличие гематомы, синовита, тендинопатии и разрывов сухожилий. Ультразвуковая диагностика различных повреждений и патологических состояний стопы и голеностопного сустава должна стать повседневно и широко используемым методом, позволяющим оптимизировать диагностику и лечебную тактику.

**Ключевые слова:** ультрасонография, стопа, голеностопный сустав.

Ultrasonography is a useful tool for imaging, which can be used for the assessment of joints and periarticular structures. In patients with pain and/or swelling of the foot and ankle, ultrasonography provides information about the presence of joint effusion, synovitis, tendinopathy and tendons tears. Ultrasonic diagnostics of various damages both pathological conditions of the foot and ankle should become daily and widely used method, allowing to optimize diagnostics and medical tactics.

**Key words:** ultrasonography, foot, ankle.

По данным отечественной и зарубежной литературы, частота повреждений голеностопного сустава и стопы составляет от 6 до 21% всей патологии опорно-двигательного аппарата [6, 9, 10]. Трудности диагностики обусловлены большим числом нозологических форм и вариантов, вариабельностью клинического течения и прогноза. Кроме того, пациент далеко не всегда может правильно дать оценку своим болевым ощущениям. В связи с этим возрастает число диагностических ошибок при первичном обращении пациента к врачу. Дополнительно к клиническому обследованию используют классическую рентгенографию, но с ее помощью получают подробную информацию лишь о костных структурах. За последние годы были попытки использовать другие методы визуализации, такие как магнитно-резонансная томография (МРТ), рентгеновская компьютерная томография, сцинтиграфия, ангиография, ультразвуковая диагностика, позитронно-эмиссионная томография и т.д. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. «Золотым стандартом» исследования костно-мышечной системы на сегодняшний день

является магнитно-резонансная томография. Но небольшая распространенность магнитно-резонансных томографов и высокая стоимость исследования существенно ограничивают применение данного метода при поиске повреждений голеностопного сустава [12]. Неоспоримыми достоинствами метода ультразвуковой диагностики являются неинвазивность, высокая информативность, простота выполнения исследования, отсутствие противопоказаний, возможность многократного исследования в режиме реального времени с применением функциональных проб и низкие экономические затраты. Метод ультразвуковой диагностики применялся ранее для исследования, но его возможности в отношении патологии стопы и голеностопного сустава недостаточно изучены.

**Целью** настоящей работы было совершенствование ультразвуковой диагностики повреждений и дегенеративно-дистрофических заболеваний голеностопного сустава и стопы.

В работе представлены результаты обследования 88 пациентов с патологией стопы и голеностопного сустава: женщин – 37, мужчин – 51.

Распределение по возрасту: 16–20 лет – 7 пациентов; 21–30 лет – 22; 31–40 лет – 34; 41–50 лет – 17; старше 51 лет – 8. Первичная диагностика осуществлялась на основании общей оценки результатов стандартного клинического, рентгенологического, ультразвукового, МРТ исследований. В половине случаев было выполнено повторное ультразвуковое исследование с целью динамического наблюдения результатов консервативного и оперативного лечения.

Ультразвуковое исследование выполнялось на аппаратах Acuson Sequoia-512 (Siemens, Германия), Logiq 400CL (GE, США), линейными датчиками 7, 8 и 12 МГц с небольшой рабочей поверхностью для удобства сканирования. Результаты ультразвукового исследования сопоставлялись с результатами МРТ у 13 пациентов, с интраоперационными находками – у 8. Кроме того, в процессе лечения пациентам проводилось неоднократное дополнительное УЗ-исследование для контроля и корректировки лечебного процесса. Группу из 41 человек составили пациенты с повреждениями и заболеваниями пяточного (Ахиллова) сухожилия. Были диагностированы полные и частичные разрывы пяточного сухожилия, его тендинопатии, а также формирование преахиллярного бурсита.

У 47 пациентов наблюдались воспалительные проявления посттравматического и воспалительного происхождения различной локализации, в том числе и костной: повреждение связочного аппарата, тендинит передней и задней большеберцовых мышц, длинной и короткой малоберцовой мышц, длинного разгибателя пальцев; плантарный фасциит; артрозоартриты мелких суставов стопы; бурситы различных локализаций; переломы добавочной и плюсневых костей; экзостозы пяточной кости.

Ультразвуковое исследование и оценка сухожилий и связок голеностопного сустава проводилось в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, при этом УЗ-луч должен составлять с исследуемым сухожилием прямой угол. В противном случае, даже при небольшом наклоне датчика в сторону, вступает в силу принцип анизотропии, согласно которому снижается эхогенность, что позволяет сделать неверное заключение о состоянии исследуемой структуры. Для подтверждения выявленных изменений производилось сравнение с контралатеральной стороной. При исследовании сухожилий мы оценивали их размеры, эхоструктуру, эхогенность, контуры, место перехода в мышечную ткань и скольжение при динамическом наблюдении. Кинематическое сканирование позволяло визуализировать движения сухожилий, взаимоотношение культи при разрывах. При исследовании

связок важно было оценить их структуру, эхогенность, состояние поверхности костей, к которым прикреплялись исследуемые связки.

Синовиты и остеоартриты плюснефаланговых и межфаланговых суставов визуализировались высокочастотными линейными датчиками (12–15 МГц). Поверхность суставобразующих костей в норме – гиперэхогенная, гладкая; суставная щель – узкая с минимальным количеством жидкости, синовиальная оболочка – в виде тонкой (1–0,5 мм) гиперэхогенной линии [5].

Гиалиновый хрящ голеностопного сустава представлял собой гипоэхогенную линейную структуру, определяемую по гиперэхогенному контуру коркового слоя костей. Наружный контур костей – гладкий, однородный. В месте контакта суставных поверхностей отмечалось его прерывание и утолщение расположенной поверх него гиперэхогенной суставной капсулы.

Суставные поверхности в проекции среднего и переднего отделов стопы также оценивались нами с помощью ультразвука.

Рентгенонегативные переломы костей среднего и переднего отделов стопы можно диагностировать по ступенеобразному смещению кортикального слоя кости. Перелом добавочной кости среднего отдела стопы (*os Vesalii*) был подтвержден при УЗИ диастазом ее отломков и концов разорванного сухожилия *m. peroneus longus* [7].

УЗ-изображение сухожилий и связок отражает их гистологическое строение. Оценка тыльной поверхности стопы на уровне среднего отдела начинается с визуализации сухожилий *mm. tibialis anterior, extensor hallucis longus, et extensor digitorum longus*. Они состоят из коллагеновых волокон, которые в норме в В-режиме выглядят как гомогенные гиперэхогенные фибриллярные структуры. Сухожилие при поперечном сканировании окружает гиперэхогенная линия, представляющая собой синовиальную оболочку. В норме под оболочкой малоберцовых мышц, задней большеберцовой и мышц сгибателей может определяться небольшое количество синовиальной жидкости, которая при сканировании выглядит тонкой гипоэхогенной линией толщиной до 2 мм и лоцируется на уровне обеих лодыжек. В передней группе сухожилий жидкость под оболочками в норме не определяется. Лучше всего визуализируется патологическое скопление жидкости под оболочками сухожилий при поперечном сканировании с компрессией датчиком. Количество жидкости в контралатеральных суставах может быть односторонним и умеренно асимметричным.

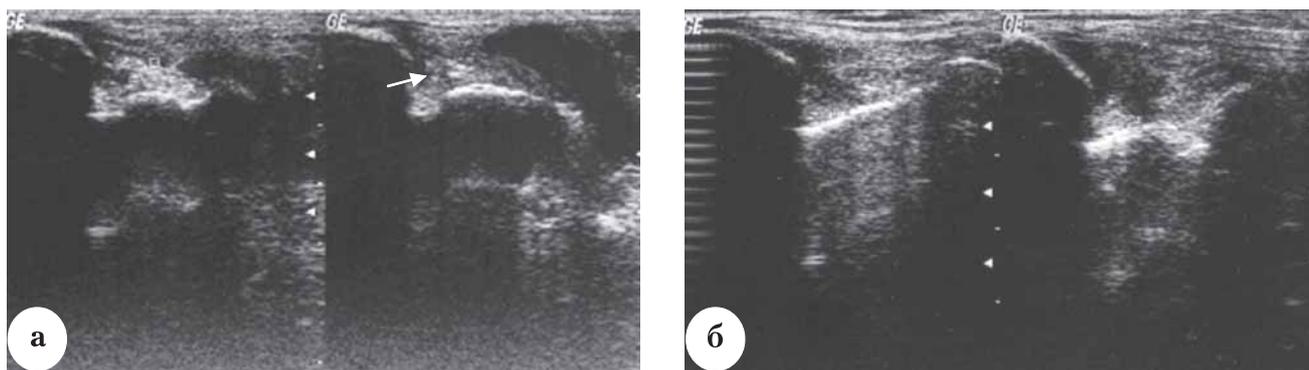
Ультразвуковая диагностика в нашем исследовании позволила диагностировать с высокой точностью полные и частичные разрывы лишь

наружных связок голеностопного сустава. Разрывы внутренних связок из-за сложности ультразвуковой визуализации плохо определялись. В этих случаях мы прибегали к помощи МРТ. Чаще всего травмировались наружные боковые связки – передняя таранно-малоберцовая и пяточно-малоберцовая. При ультразвуковом сканировании полный разрыв связки выявлялся в виде дефекта с различной степенью диастаза волокон от 2 до 4 мм в 61% случаев, при этом концы порванной связки были неровными, с нечеткими контурами. В месте разрыва обнаруживался анэхогенный участок неправильной формы и нечеткими контурами в 87% случаев. Прилежащие к разрыву ткани были сниженной эхогенности в сравнении с контралатеральной стороной и несколько увеличены в объеме при локации в поперечном сечении в 63% случаев, что расценивалось нами как посттравматический отек мягких тканей. Кроме того, отмечалась выраженная болезненность при исследовании, которая не позволяла в полной мере проводить функциональные тесты.

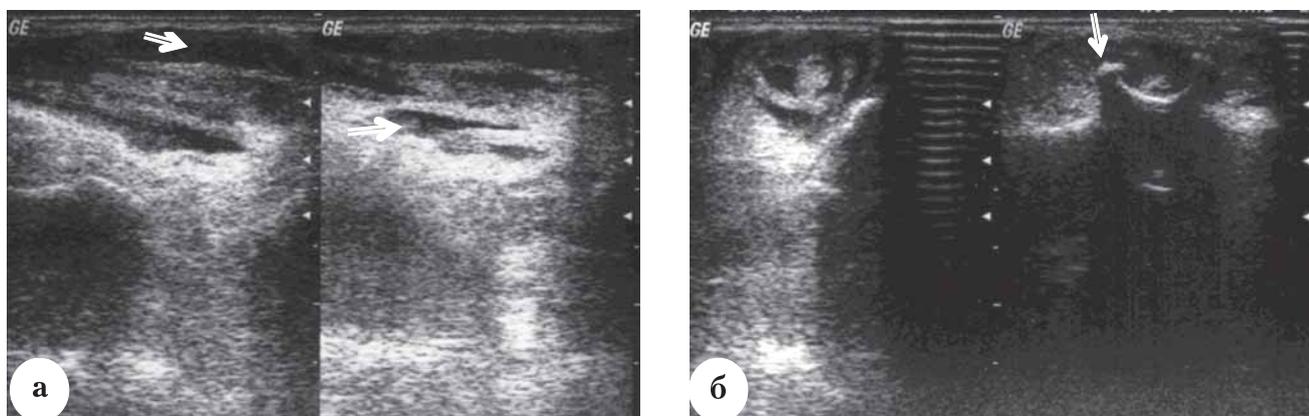
Частичный разрыв связки появлялся в виде фокальной истонченности (в 55% случаев) с краевым дефектом различной протяженности (78%) и прилежащими к нему ан- или гипоэхогенными участками с нечеткими контурами (88%), также болезненными при локации (рис. 1).

Характерными, статистически достоверными ( $p < 0,001$ ), ультразвуковыми признаками тендинопатии сухожилия были его утолщение, снижение эхогенности диффузного или фокального характера, наличие жидкости и утолщение синовиальной оболочки. В некоторых случаях по переднему контуру прилежащей кости определялся небольшой костный остеофит, который являлся причиной развития тендинопатии (рис. 2, 3).

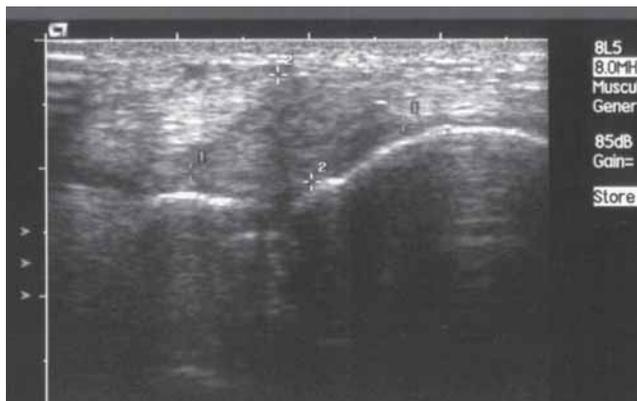
Ахиллово сухожилие исследовалось от места прикрепления к пяточной кости до места перехода в икроножную и камбаловидную мышцы. Размер пяточного (Ахиллова) сухожилия зависел от возраста, пола и конституции обследуемого: толщина не превышала 5–6 мм, ширина в месте прикрепления варьировала от 12 до 25 мм, длина 70–110 мм. Ахиллово сухожилие



**Рис. 1.** Сонограммы при частичном разрыве связки: а – частичное повреждение передней таранно-малоберцовой связки (стрелкой указан фрагмент связки, низкоэхогенные зоны – гематомы) правого голеностопного сустава пациентки М.; б – разрыв передней порции дельтовидной связки – передней большеберцово-таранной связки правого голеностопного сустава пациента Г.



**Рис. 2.** Сонограммы пациента К. с посттравматическим тендовагинитом малоберцовых мышц: а – продольные; б – поперечные (стрелками отмечены жидкость в межоболочечном пространстве, выступающий осколок поврежденной наружной лодыжки)



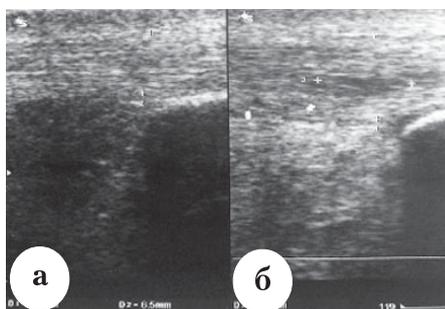
**Рис. 3.** Продольная сонограмма фокальной тендинопатии передней большеберцовой мышцы

не имеет истинного сухожильного влагалища и окружено так называемым паратеноном, жидкость вокруг него в норме не визуализировалась. Преахиллярная сумка лоцировалась в нижнем углу жирового треугольника Kager, имела щелевидную форму с переднезадним размером, в норме не превышающим 1 мм. При увеличении (более 3 мм) размеров сумки сухожилия предполагали наличие патологических изменений синовиальной оболочки и/или скопления жидкости. Поверхностная, подкожно расположенная ретроахиллярная сумка в норме не визуализируется из-за малых размеров. В пяточной области имеется еще одна непостоянная синовиальная сумка, расположенная под пяточной костью в месте прикрепления к ней подошвенной фасции, ее появление часто сопровождается плантарный фасциит. Встречаются непостоянные сумки между другими сухожильными образованиями этой области, например, в области таранно-пяточной связки.

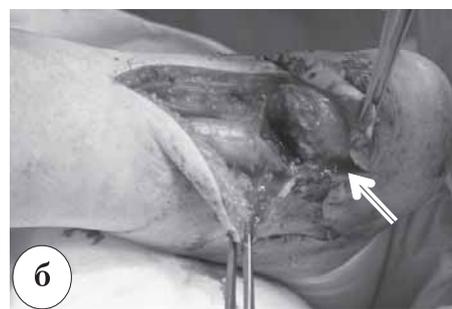
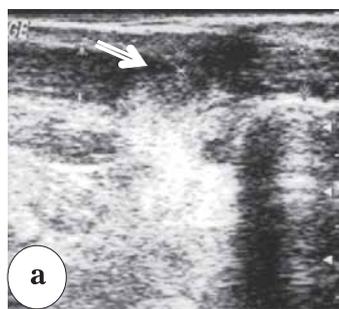
**Полные и частичные разрывы Ахиллова сухожилия.** Ультрасонографическими признаками полного разрыва Ахиллова сухожилия явились прерывание сплошного контура сухожилия и появление гипоэхогенной зоны дефекта ( $p < 0,001$ ). При расхождении концов сухожилия оно не визуализировалось в анатомическом месте расположения. Концы сухожилия обнаруживались дистальнее и проксимальнее места повреждения. Между ними находилась низкоэхогенная зона неправильной формы с нечеткими неровными контурами, с полным отсутствием эхосигналов, которая соответствовала образуемому участку гематомы. В некоторых случаях организуемая гематома и плохая локация концов сухожилия на фоне хронической тендинопатии затрудняли диагностику. В этих случаях мы исследовали сухожилие при тыльно-подошвенном сгибании-разгибании, и в результате ранее не определяемый зазор между концами сухожилия становился видимым.

В нашем исследовании основным ультразвуковым признаком неполного разрыва сухожилия являлось наличие гипоэхогенной зоны в толще сухожилия ( $p < 0,01$ ) при сохранном интактном паратеноне (рис. 4). В случае открытой травмы лоцировалась неповрежденная порция сухожилия по медиальному краю в виде удерживающего «мостика» (рис. 5), положение которого важно правильно дифференцировать от прилежащего сухожилия подошвенной мышцы.

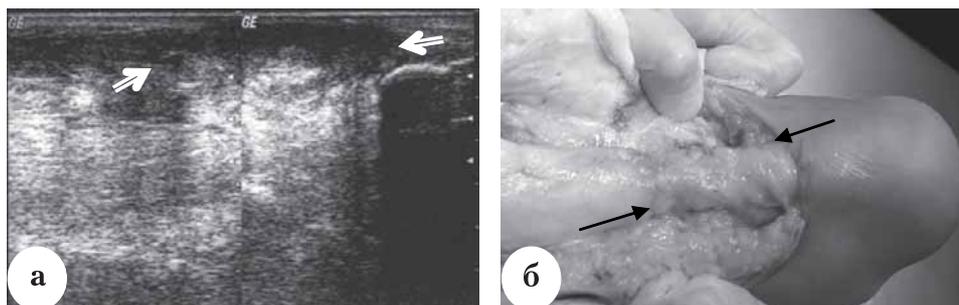
Особое значение имеет ультразвуковая диагностика в оценке протяженности и характера регенерата, что особенно важно при предоперационном планировании пластических восстановительных операций на пяточном сухожилии (рис. 6).



**Рис. 4.** Продольные сонограммы пяточных сухожилий пациента Т.: а – УЗ-картина неполного разрыва правого пяточного сухожилия; б – симметричный участок контралатерального сухожилия



**Рис. 5.** Пациент В. через 3 недели после открытого повреждения правого пяточного сухожилия с неполным его перерывом и сохранением порции сухожилия по медиальному краю: а – продольная сонограмма; б – интраоперационное фото



**Рис. 6.** Пациентка К. через 9 мес. после подкожного разрыва левого пяточного сухожилия: а – УЗ-картина посттравматической ахиллотендинопатии с формированием регенерата; б – интраоперационное фото (стрелками указан регенерат)

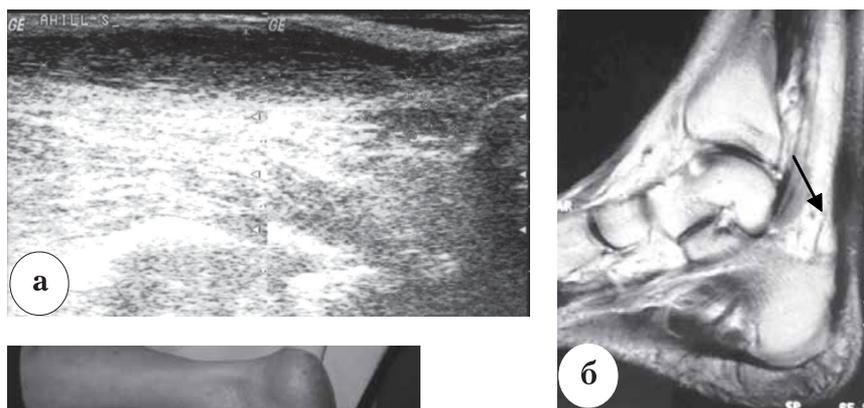
Признаками повторного разрыва сухожилия при послеоперационном исследовании являются прерывистость его сплошного контура с появлением гипоэхогенной зоны дефекта ( $p < 0,001$ ). При наличии диастаза фрагменты сухожилия смещались в дистальном и проксимальном направлениях, между ними визуализировались гиперэхогенные послеоперационные лигатуры.

**Тендинопатия Ахиллова сухожилия.** Эхографическим признаком тендинопатии явились веретенообразное утолщение ( $p < 0,01$ ) и снижение эхогенности (чаще диффузного характера) исследуемого сухожилия в сравнении с контралатеральной стороной ( $p < 0,01$ ). В поперечном сканировании сухожилие становилось более округлым. В месте прикрепления сухожилия к пяточной кости (энтезис) определялись гиперэхогенные точечные включения – кальцификаты либо формировался вертикальный экзостоз ( $p < 0,01$ ) (рис. 7, 9 б). В 58% случаев тендинопатию пяточного сухожилия сопровождали эхо-признаки преахиллярного бурсита – формирование гипоэхогенной неоднородной структуры с эхоплотным контуром (стенками) в проекции сумки с регистрацией в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) воспалительного кровотока по периферии ( $p < 0,001$ ) (рис. 8).

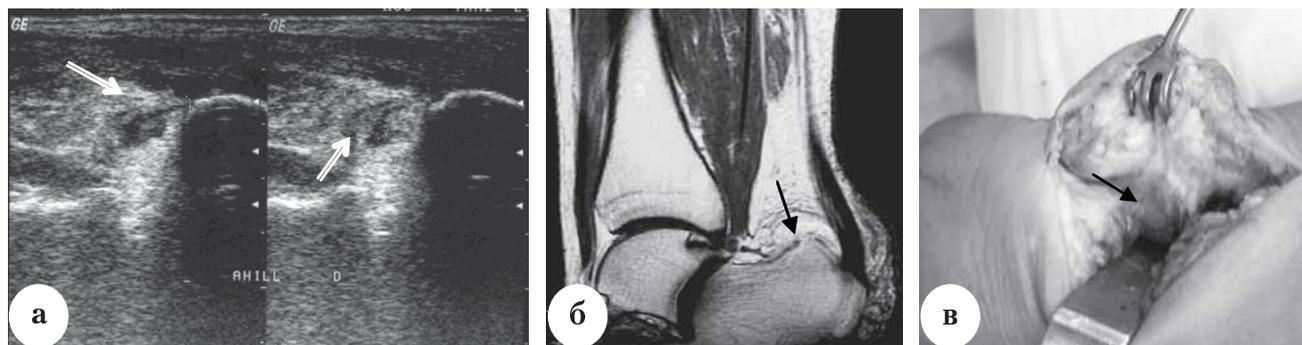
Подошвенная фасция представляет собой апоневроз внутренних подошвенных мышц и удовлетворительно лоцируется при продольном сканировании в виде гиперэхогенной структуры с незначительно выраженным фибриллярным паттерном. В месте прикрепления к медиальному и латераль-

ному бугоркам пяточной кости отмечается снижение его эхогенности вследствие анизотропного эффекта. В нашем исследовании толщина апоневроза не превышала 4 мм. Воспалительно-дегенеративные изменения подошвенной фасции, – плантарный фасциит, диагностировался нами в случае выраженного (более 4 мм) утолщения подошвенного апоневроза, наличия кальцификации в месте прикрепления его к пяточному бугру, фокальным снижением эхогенности и утолщением жировой пяточной подушки за счет отека ( $p < 0,01$ ) (рис. 9 а).

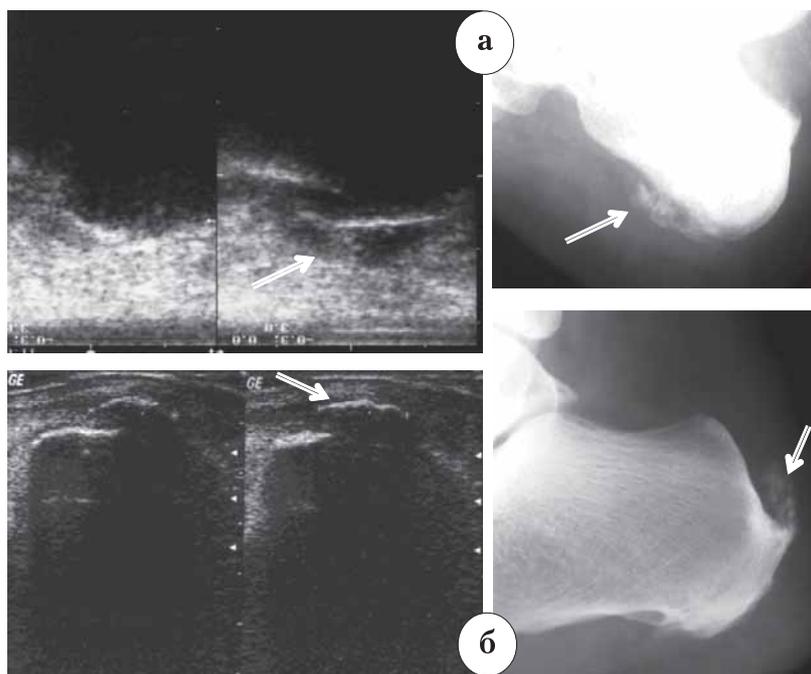
Кальцификат («шпора») имел горизонтальную направленность. В наших наблюдениях данная патология выявлена у женщин в возрасте от 50 до 72 лет со статической деформацией стоп – продольного и/или комбинированного плоскостопия, на фоне дегенеративных изменений подошвенного апоневроза.



**Рис. 7.** Пациентка М. с диагнозом тендинопатии левого пяточного сухожилия: а – продольная сонограмма; б – МР-томограмма; в – внешний вид области левого голеностопного сустава



**Рис. 8.** Пациентка Ф. с диагнозом «преахиллярный бурсит»: а – продольные сонограммы; б – МР-томограмма; в – интраоперационное фото



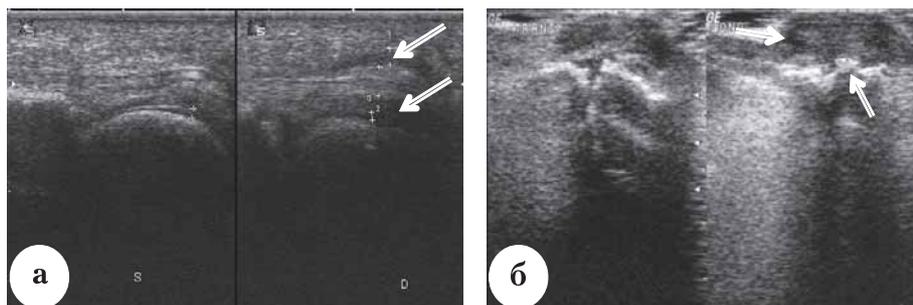
**Рис. 9.** Энтезопатии пяточной области: а – ультразвуковая и рентгенологическая картина плантарного фасциита, формирование горизонтального экзостоза; б – ахиллотендинопатия и формирование вертикального экзостоза

**Артрозоартриты суставов стопы.** Проявления артрита верифицировали по остеофитам на тыльной поверхности соединяющихся костей, при этом капсула сустава была гипертрофирована, неоднородной эхогенности, что расценивалась нами как признак сопутствующего синовита. В наших наблюдениях статистически достоверными ( $p < 0,01$ ) ультразвуковыми диагностическими признаками дегенеративно-дистрофических процессов в плюсне-фаланговых суставах явились: увеличение количества свободной жидкости в полости сустава, умеренное расширение суставной щели или сужение ее за счет деформации суставных поверхностей с определением краевых костных разрастаний, а в крайних слу-

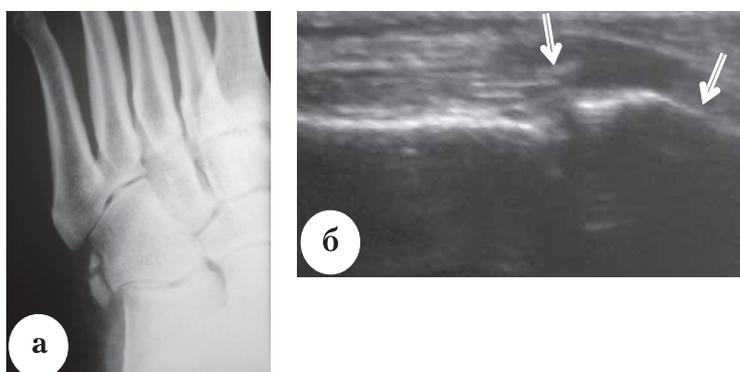
чаях – невозможность визуализации суставной щели за счет выраженной деформации суставобразующих поверхностей (рис. 10).

**Перелом добавочной и плюсневых костей.**

Ультразвуковое исследование выполнялось нами в дополнение к рентгенологическому, при этом определялись нарушение целостности кортикального слоя кости, прерывистость контура и наличие анэхогенного дефекта в проекции перелома. В 1 случае нам встретился перелом добавочной (дополнительной кубовидной) кости среднего отдела стопы – *os Vesalii* – с визуализацией диастаза ее отломков в толще поврежденного сухожилия *m.peroneus longus* (рис. 11).



**Рис. 10.** Ультразвуковая картина дегенеративно-дистрофических процессов: а – остеоартроз первого плюснефалангового сустава правой стопы (стрелками указано увеличение количества свободной жидкости в полости сустава и паратрикулярных тканях); б – бурсит области первого плюснефалангового сустава, УЗ-признаки остеоартроза сустава, сужение суставной щели за счет деформации суставных поверхностей с краевыми костными разрастаниями



**Рис. 11.** Рентгенологическая картина перелома дополнительной (добавочной кубовидной) кости среднего отдела левой стопы – *os Vesalii* (а) пациентки А. и УЗ-картина диастаза отломков дополнительной кости (отмечены стрелками) в толще поврежденного сухожилия *m. peroneus longus* (б)

## Выводы

Ультрасонография позволяет объективизировать клинические проявления и данные мануального обследования патологии стопы и голеностопного сустава, не уступая в информативности и специфичности компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Наибольшую практическую ценность приобретает ультразвуковое исследование в динамике после восстановительных операций на сухожилиях конечностей, особенно в случаях дифференцирования повторных разрывов сухожилия от перерастяжения регенерата между его фрагментами. Под УЗ-контролем может быть выполнено введение препаратов с лечебной целью, что приводит к удовлетворительным результатам и несколько отдалает хирургическое вмешательство. Таким образом, ультразвуковая диагностика различных повреждений и патологических состояний сто-

пы и голеностопного сустава должна стать повседневно и широко используемым методом, позволяющим оптимизировать диагностику и лечебную тактику.

## Литература

1. Беленький, А.Г. Заболевания периартикулярных тканей области стопы / А.Г. Беленький // *Consilium Medicum*. – 2005. – Т. 7, № 8. – С. 614–618.
2. Витько, Н.К. Ультразвуковая диагностика поврежденного голеностопного сустава / Н.К. Витько, Н.Ю. Маркина // *Медицинская визуализация*. – 2002. – № 4. – С. 82–89.
3. Еськин Н.А. Эхография нервов, сухожилий и связок / Н.А. Еськин [и др.] // *SonoAce-International*. – 2005. – №13.
4. Зубарев А.В. Диагностический ультразвук. Костно-мышечная система / А.В. Зубарев. – М.: Стром, 2002. – 136 с.
5. Зубарев, А.Р. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата у взрослых и детей: пособие для врачей / А.Р. Зубарев, Н.А. Неменова. – М.: Видар-М, 2006. – 136 с.

6. Коряшков Н.А. Травма стопы / Н.А. Коряшков. — Ярославль; Рыбинск : Рыбинский дом печати, 2006. — 208 с.
7. Коряшков, Н.А. Ультрасонография в обследовании стопы и голеностопного сустава / Н.А. Коряшков, А.А. Корсун, С.О. Дружинин // Сборник тезисов I международной конференции по хирургии стопы и голеностопного сустава. — М., 2006. — С. 51.
8. Менщикова, Т.И. Эффективность использования метода ультрасонографии при оценке структурного состояния костно-мышечной системы у травматологических больных / Т.И. Менщикова, Л.В. Мальцева // Современные технологии в травматологии, ортопедии. Ошибки и осложнения — профилактика, лечение : тез. докл. междунар. конгресса. — М., 2004. — С. 27.
9. Симон, Р.Р. Неотложная ортопедия конечности / Р.Р. Симон, С.Дж. Кёнигскнехт : пер. с англ. — М. : Медицина, 1998. — 624 с.
10. Черкес-Заде, Д.И. Хирургия стопы / Д.И. Черкес-Заде, Ю.Ф. Каменев. — М. : Медицина, 1995. — 287 с.
11. Adler, R. Atlas of foot and ankle sonography / R. Adler, C.M. Sofka, R.G. Positano. — N.-Y. : Lippincott Williams & Wilkins, 2004. — 200 p.
12. Fessel, D. US of the ankle: technique, anatomy, and diagnosis of pathologic conditions / D. Fessel // RadioGraphics. — 1998. — Vol. 18, N 2. — P. 325–340.
13. Finlay, K. Ultrasonography of the lower extremity / K. Finlay, L. Friedman // Orthop. Clin. North Am. — 2006. — Vol. 37, N 3. — P. 245–275.
14. Hsu, C.C. Ultrasonographic examination for inversion ankle sprains associated with osseous injuries / C.C. Hsu [et al.] // Am. J. Phys. Med. Rehabil. — 2006. — Vol. 85, N 10. — P. 785–792.
15. Jacobson, J.A. Musculoskeletal ultrasonography / J.A. Jacobson, Van M.T. Holsbeeck // Orthop. Clin. North Am. — 1998. — Vol. 29. — P. 135–167.
16. McMinn's color atlas of foot and ankle anatomy / B.M. Logan, D. Singh, R. Hutchings. — 3rd ed. — N.Y. : Mosby, 2004. — 130 p.
17. Pijnenburg A.C.M. Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle / A.C.M. Pijnenburg [et al.] // J. Bone Joint Surg. — 2003. — Vol. 85-B, N 5. — P. 525–530.

Контактная информация:

Пугачева Елена Николаевна – ассистент кафедры лучевой диагностики

e-mail: elenapugacheva1962@yandex.ru

## OPPORTUNITIES OF ULTRASONIC DIAGNOSTICS AT A PATHOLOGY FOOT AND ANKLE

A.V. Kholin, E.N. Pugacheva, N.A. Koryshkov, L.V. Koryshkova, A.A. Korsun