

## ВОЗМОЖНОСТИ НЕОТЛОЖНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОДКОЖНОЙ ТРАВМЫ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ

\*И.М. Гольдина – д.м.н., в.н.с.<sup>1</sup>  
 Е.Ю. Трофимова – д.м.н., профессор, рук.отд.<sup>1</sup>  
 И.Ю. Ключвин – д.м.н., профессор, рук.отд.<sup>2</sup>  
 М.А. Малыгина – д.м.н., в.н.с.<sup>2</sup>  
 О.М. Сахарова – м.н.с.<sup>2</sup>

*НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы*  
<sup>1</sup>отделение ультразвуковых методов исследования  
 и миниинвазивных методов лечения с использованием ультразвука  
<sup>2</sup>отделение неотложной травматологии  
 129010 Россия, г. Москва Б. Сахаровская площадь д.3

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- ультразвуковая диагностика
- подкожный разрыв ахиллова сухожилия
- ультразвуковая классификация
- полный разрыв ахиллова сухожилия
- тендинозы

### РЕЗЮМЕ:

**Цель исследования:** оценить возможности применения ультразвуковой классификации подкожного разрыва ахиллова сухожилия (АС) в клинической практике.

**Материалы и методы:** в исследование включено 11 пациентов, мужчин – 9, женщин – 2. Всем пациентам проведены клинические и рентгенографические исследования. Ультразвуковое исследование проведено согласно стандартным методикам и современной ультразвуковой классификации подкожного разрыва АС с проведением функциональной пробы.

**Результаты:** клинические признаки подкожного разрыва АС выявлены у всех пациентов. Согласно ультразвуковой классификации признаки полного разрыва АС выявлены в 27,2% (3/11) случаях, неполного – в 72,8% (8/11). Среди пациентов с неполным разрывом АС 37,5% (3/8) пациентов имели признаки тендиноза.

**Выводы:** полученные данные свидетельствуют об эффективности ультразвуковой классификации подкожного разрыва ахиллова сухожилия в выявлении многообразных вариантов его повреждения, что может значительно оптимизировать тактику лечения.

## POSSIBILITIES OF URGENT ULTRASOUND DIAGNOSTICS OF ACHILLES TENDON' TRAUMA

\*Goldina I. M. – MD, PhD, senior researcher<sup>1</sup>  
 Trofimova E. Yu. – MD, PhD, Professor<sup>1</sup>  
 Klyukvin I. Yu. – MD, PhD, Professor<sup>2</sup>  
 Malygina M. A. – MD, PhD<sup>2</sup>  
 Sakharova O. M. – MD<sup>2</sup>

*Scientific-Research Institute of Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovsky,  
 Moscow, Russian Federation*

<sup>1</sup>Department of ultrasound diagnostics and mini-invasive methods  
 of treatment under ultrasound control;

<sup>2</sup>Department of urgent traumatology  
 3, Sukharevskaya sq., Russian Federation, Moscow, 129010

### KEY-WORDS:

- ultrasound diagnosis
- achilles tendon rupture
- sonographic classification
- complete rupture
- tendinosis

### ABSTRACT:

**Aim:** was to evaluate possibilities of using of ultrasound classification of subcutaneous rupture of the Achilles tendon (AT) for hospital clinical practice.

**Materials and methods:** we examined 11 patients (9 men and 2 women). Clinical and X-ray examinations were done. Ultrasound examination was done by the standard method; modern sonographic classification of the rupture of AT was done with functional probe.

**Results:** clinical signs of subcutaneous rupture of AT were obtained in each patient. According to sonographic classification, complete AT rupture was found in 27,2% patients (3 of 11), incomplete rupture was found in 72,8% (8 of 11). Tendinosis signs were found in 37,5% patients (3 of 8) with incomplete rupture.

**Conclusions:** obtained data prove the effectiveness of ultrasound method of diagnosis of subcutaneous rupture of AT, in detection various variants of its trauma. It is important for optimization of treatment strategy.

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Гольдина Ирина Михайловна (Goldina I.M.), e-mail: markmgold@gmail.com

## Введение

Травма ахиллова сухожилия (АС) является наиболее распространенной из спортивных травм [1]. Разрыв АС происходит в результате чрезмерных повторяющихся растягивающих усилий, возникающих во время бега и прыжков [2]. Травма АС чаще возникает у мужчин в возрасте от 30 до 50 лет без предшествующих болей в травмированной конечности [3]. Чаще всего разрывы происходят на участке АС от 2 до 6 см проксимальнее пяточной кости из-за небольшой площади поперечного сечения, больших эксцентрических нагрузок и гиповаскуляризации [1].

Инструментальная диагностика разрыва АС заключается в проведении компьютерной томографии и ультразвукового исследования. Несмотря на высокую точность КТ или МРТ, ультразвуковое исследование имеет преимущество в оценке состояния АС из-за его низкой стоимости, относительной доступности, неинвазивности и возможности многократного динамического контроля. Известно, что метод позволяет обнаружить участок измененного АС, гематому и диастаз между волокнами в случае полного разрыва [4–6]. Чувствительность и специфичность ультразвукового метода в диагностике разрыва АС находятся в пределах от 96% до 100% и от 83% до 100% соответственно [7,8]. Более того, ультразвуковой метод является не только признанным инструментом в стандартной диагностике разрыва АС, но и предпочтительным методом [9–11].

Существенную роль в установлении клинического диагноза разрыва АС играет симптом Томпсона, чувствительность и специфичность которого составляют 96% и 93% соответственно [12]. Однако острый разрыв АС не диагностируется клинически в 20–36% случаев, что обусловлено как степенью выраженности болевого синдрома, отека, ограничивающего возможность пальпации места разрыва [7,13], так и пожилым возрастом пациентов, которые имеют дегенеративные изменения АС [11,14,15]. Большинство пациентов, поступающих в клинику с застарелой травмой, в течение длительных сроков наблюдались по месту жительства с диагнозом повреждения связочного аппарата голеностопного сустава. Сохранение активного подошвенного сгибания стопы (за счет глубоких мышц голени) может вызвать ложное представление о неполном разрыве сухожилия. Клиническая дифференциальная диагностика полного и неполного, а также застарелого разрывов АС затруднена, но очень важна для выбора оптимальной тактики лечения. [1,16]. Неотложное ультразвуковое исследование пациентов с подозрением на разрыв АС, проведенное в первые часы поступления в неотложный травматологический стационар, может решить данную задачу.

**Цель исследования:** оценить возможности приме-

нения ультразвуковой классификации подкожного разрыва ахиллова сухожилия (АС) в клинической практике.

## Материалы и методы

В исследование включено 11 пациентов, поступивших в стационар с травмой АС с августа 2013 г. по февраль 2014 г. Мужчин было 9, женщин – 2. Средний возраст составил 41,8 лет (24–69). Клинически на основании жалоб, физикального исследования с проведением функциональных диагностических тестов всем больным был поставлен диагноз подкожного разрыва АС. Пациенты с разрывом АС жаловались на внезапно возникшую после форсированного движения боль в нижней трети голени и характеризовали момент травмы как «внезапный удар». Важным признаком разрыва АС являлось снижение силы подошвенного сгибания стопы и невозможность поднятия на носок поврежденной конечности. Все больные предъявляли жалобы на боль и отек нижней трети голени. Стопа находилась в состоянии полного или частичного подошвенного сгибания, опора на травмированную конечность была невозможна или ограничена. При осмотре выявлялась диффузная отечность нижней трети голени, пальпируемое или видимое западение по ходу ахиллова сухожилия, как правило, на 2–6 см выше пяточного бугра. Симптом Томпсона был положительным [7].

Всем пациентам проведено рентгенографическое исследование голеностопного сустава для исключения костной травмы.

Ультразвуковое исследование было выполнено всем больным в первые 24 часа от момента поступления в стационар на ультразвуковых аппаратах Logic 6P GE (США), Phillips iU22 (Нидерланды) мультислотными датчиками 10–5МГц, 15–10МГц и 9–4МГц по общепринятым методикам с использованием ультразвуковой классификации типов разрыва АС [16,18]. Пациент располагался на кушетке на животе со свободно спущенными стопами в нейтральном положении. Первым этапом оценивали здоровое ахиллово сухожилие в продольной и поперечной плоскостях сканирования, его форму, структуру, экзогенность, толщину, площадь поперечного сечения [18–20]. Проводили сравнительное исследование обеих конечностей, чтобы избежать ложноотрицательного результата, который может наблюдаться при неполном разрыве АС [21]. Больную конечность во всех случаях для окончательного установления диагноза исследовали во время движений стопы (тыльное/подошвенное сгибание) в продольной и в поперечных плоскостях. При этом оценивали толщину АС на всем протяжении до места разрыва, в месте разрыва оценивали сопоставление концов разорванного сухожилия при подошвенном сгибании под

углом не более 20°, величину диастаза, наличие или отсутствие гематомы между концами разорванного сухожилия, соотношение площадей поперечного сечения проксимального и дистального концов разорванного сухожилия [19]. Кровоток оценивали с использованием режимов цветового доплеровского картирования и анализа спектра доплеровского сдвига частот [22]. Чтобы избежать артефакта акустической анизотропии, который дает ложноположительный результат патологического изменения АС, при продольном сканировании ультразвуковой датчик располагали параллельно волокнам сухожилия [23,24]. Патология АС сопровождалась появлением свободной жидкости в позадисухожильной и подкожной сумках, которые хорошо визуализируются ультразвуковым методом [25].

Хирургическое лечение проведено всем больным, в 9 случаях наложен чрескожный шов АС по Кюнео [26,27], 2 больным проведена открытая пластика АС по Линдолму и по Краскову.

## Результаты исследования

Результаты клинического обследования 11 больных представлены в **таблице 1**.

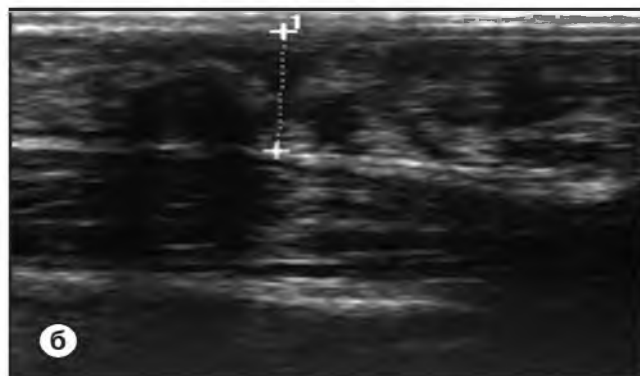
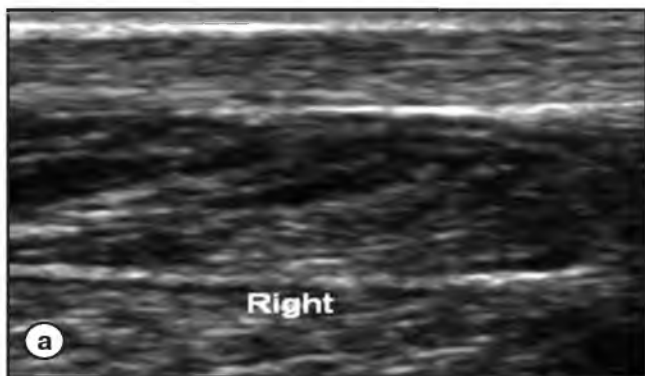
Клиническое исследование, как видно из **таблицы 1**, показало, что травма АС чаще происходит у мужчин в 81,8% (n=9) случаев; средний возраст травмированных пациентов составил 41,8 года, бытовой характер травмы отмечен у 10(90,9%) больных. В первые 3 суток поступили в стационар 8(72,7%) пациентов, 3 больных были госпитализированы в период более 3 суток, а один пациент через 3 недели от момента травмы. Симптомы, характерные для разрыва АС – боль, отек конечности, западение в области АС, выявлены у всех пациентов, положительный симптом Томпсона у 10(90,9%) больных. Разрыв АС по данным клинического обследования был локализован в типичном для разрыва участке истончения сухожилия – на протяжении 2–6 см от пяточного бугра у 10 (90,9%) пациентов.

Таблица 1. **Данные клинического обследования пациентов с разрывом ахиллова сухожилия**

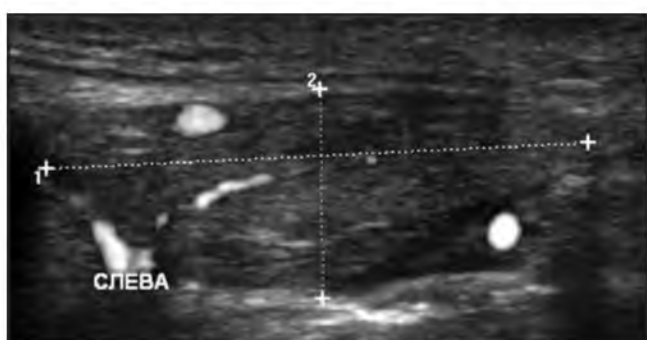
Признаки	Количество наблюдений
Пол (м/ж)	9/2
Средний возраст – 41,8 лет	
Тип травмы (бытовая/спортивная)	10/1
Время от момента травмы (<72 ч/>72 ч)	8/3
Клинические проявления	
Боль	11
Отек	11
Симптом Томпсона Положительный/отрицательный	11/0
«Западение» в области АС	11
Уровень травмы	
От 2–6 см/высокий/низкий	10/1/0



**Рис. 1.** УЗ-изображение в В-режиме. Ахиллово сухожилие контрлатеральной здоровой конечности.  
*а* – в продольной плоскости сканирования АС представлено параллельно расположенными фибриллами, представляющими собой экзогенные линейной формы структуры. Внешний контур АС представлен тонкой рыхлой оболочкой – паратеноном, имеющим гиперэхогенный характер;  
*б* – в поперечной плоскости сканирования АС имеет форму овала, в поперечном сечении паратенон экзогенной структуры.

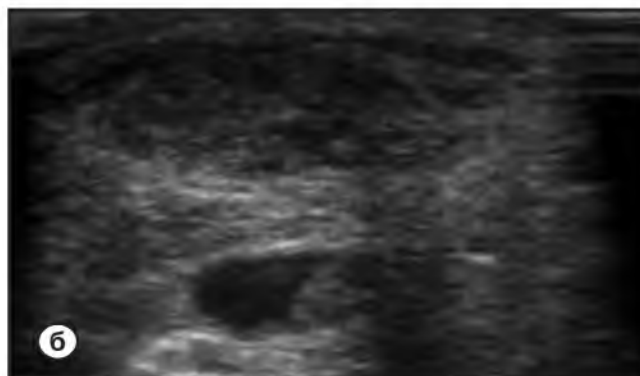


**Рис. 2.** УЗ-изображение в В-режиме. Острая травма ахиллова сухожилия при продольном сканировании. а – сухожилие на здоровой ноге толщиной 0,36 см; структура эхогенная с параллельно расположенными волокнами; б – утолщение сухожилия на стороне травмы до 1,28 см; структура сухожилия диффузно гетерогенная с анэхогенными зонами и хаотично расположенными волокнами.



**Рис. 3.** УЗ-изображение ахиллова сухожилия в режиме ЭОДС. Отмечается диффузное утолщение АС на всем протяжении с усиленным сосудистым рисунком.

**Рис. 4.** УЗ-изображение в В-режиме. Ахиллово сухожилие при поперечном сканировании в месте фиксации к пяточной кости содержит включения кальция с акустическими тенями.



**Рис. 5.** УЗ-изображение в В-режиме. Позадисухожильный бурсит. а, б - под ахилловым сухожилием в месте прикрепления его к задне-верхней поверхности пяточной кости визуализируется сухожильная сумка с жидкостным содержимым.

В одном случае разрыв был локализован на уровне мышечно-сухожильного перехода.

Рентгенологически ни в одном случае не был выявлен перелом костей голени и костей стопы.

Ультразвуковое исследование начинали с оценки АС на здоровой ноге по толщине, форме, площади поперечного сечения и эхогенности (рис. 1).

Исследование АС у 11 пациентов на больной конечности от мышечно-сухожильного перехода до пяточного

бугра указывало на увеличение поперечных размеров и изменение эхоструктуры сухожилия по сравнению со здоровой конечностью (рис. 2). В одном наблюдении сухожилие на обеих ногах было истончено до 2,0 мм. Пациентка страдала системной красной волчанкой и постоянно принимала гормональные препараты.

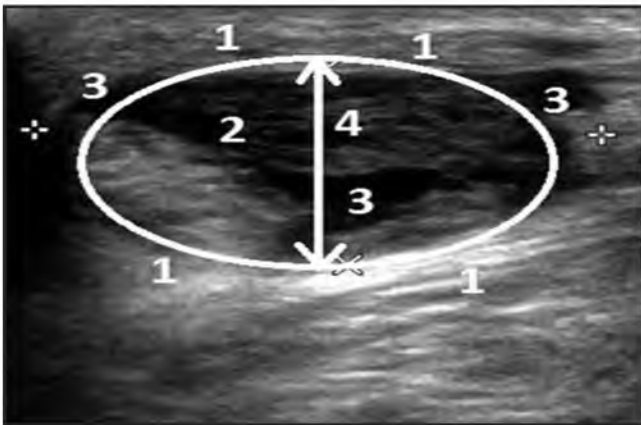
У 3-х больных АС было диффузно утолщено вне зоны травмы от 7,8 до 9,5 мм с усиленным сосудистым рисунком в режиме ЭОДС. (рис. 3).

Таблица 2.

**Количество пациентов с различными типами разрывов согласно ультразвуковой классификации разрывов ахиллова сухожилия**

Тип	Ультразвуковые признаки	Значение адаптации*	Характеристика	Кол-во пациентов
1	Высокий контакт концов АС	>70%	Полная адаптация концов АС при подошвенном сгибании 20°	1
2а	Частичный контакт с интерпозицией гиперэхогенной структурой	30–70%	Частичная адаптация с организующейся гематомой между концами АС	4
2б	Частичный контакт без интерпозиции гиперэхогенной структурой	30–70%	Частичная адаптация с организующейся гематомой между концами АС	2
3а	Расхождение концов АС с интерпозицией гиперэхогенной структурой	<30%	Организующаяся гематома между концами АС	1
3б	Расхождение концов АС без интерпозиции гиперэхогенной структурой	<30%	Щель между концами АС	2
4	Проксимальный разрыв	Не измеряется	Разрыв в месте перехода мышцы в сухожилие	1
5	Дистальный разрыв	Не измеряется	Рядом с местом прикрепления, часто в случаях тендинопатии	–
<b>ВСЕГО</b>				<b>11</b>

**Примечание:** \*Расчет значения адаптации -  $S_{min} / S_{max} \cdot 100\%$ , где  $S_{min}$  – минимальная площадь поперечного сечения АС проксимальнее зоны разрыва,  $S_{max}$  – минимальная площадь поперечного сечения АС дистальнее зоны разрыва.



**Рис. 6.** УЗ-изображение в В-режиме. Поперечное сканирование. Разрыв ахиллова сухожилия.  
 1 – нарушение целостности паратенона с потерей сухожилием правильной овальной формы,  
 2 – диффузное снижение эхогенности сухожилия,  
 3 – появление анэхогенных зон различной формы и размеров (гематомы),  
 4 – увеличение толщины сухожилия (2,0 см).

У 3-х больных в месте прикрепления АС к пяточной кости определялись кальцинаты (рис.4), в 2 наблюдениях обнаружены ультразвуковые признаки ахиллова бурсита (рис.5).

Исследование АС в зоне разрыва выявило не только признаки утолщения его, но потерю овальной формы, упорядоченности структуры сухожилия, нарушение целостности паратенона, анэхогенные зоны неправильной формы (гематомы) (рис.6).

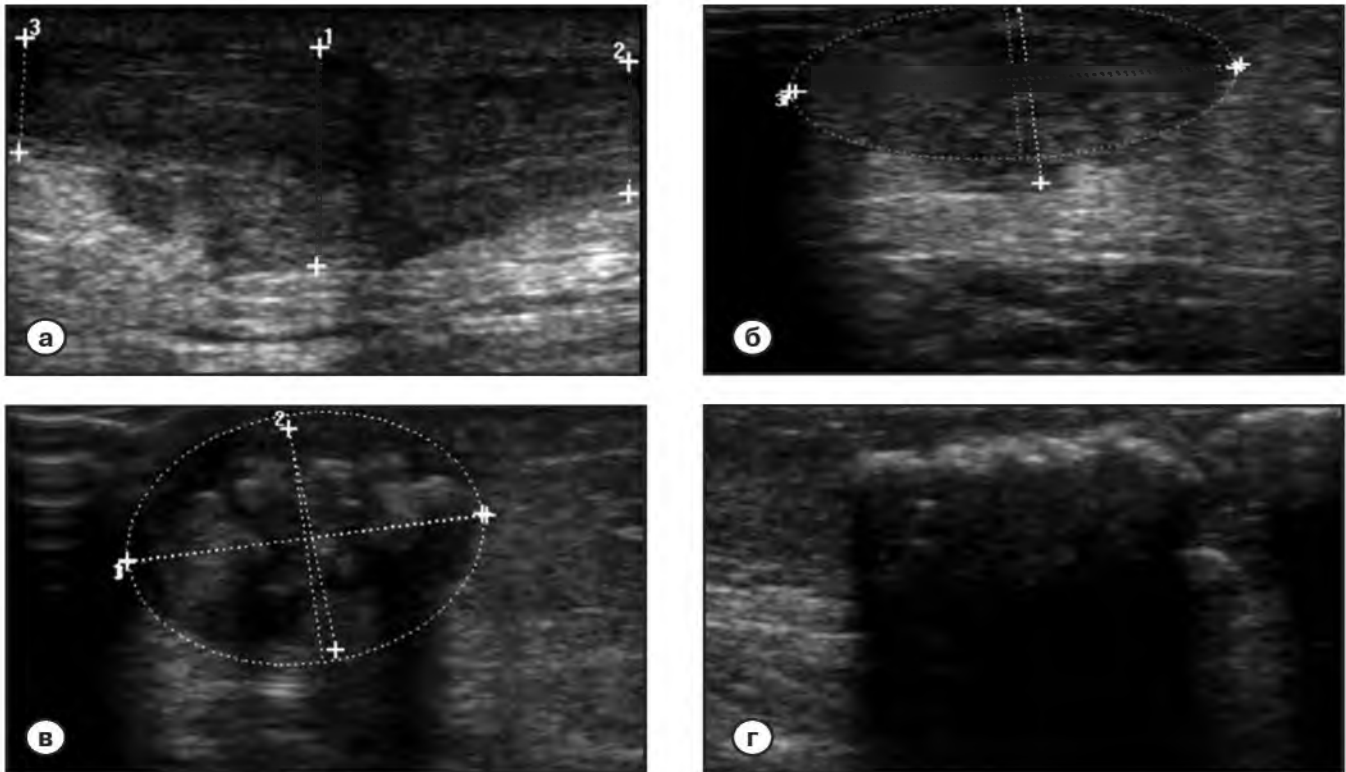
В зоне разрыва оценивалась подвижность концов сухожилия при проведении динамического ультразвукового исследования с подошвенным сгибанием и разгибанием. Если при подошвенном сгибании концы сухожилия соприкасались друг с другом (полная адаптация), а соотношение площадей поперечного сечения проксимального и дистального концов превышали 70%, разрыв относили к 1 типу разрывов с высоким контактом концов разорванного сухожилия согласно ультразвуковой классификации (табл.2, рис.7). Подобный тип разрыва выявлен у 1 пациента. В данном случае разрыв произошел на фоне тендинопатии с кальцинозом АС.

У 4 из 11 пациентов отмечен 2а тип разрыва АС, при котором между концами сухожилия имелась гиперэхогенная ткань (организованная гематома), значение адаптации концов сухожилия находилось в пределах от 30 до 70% (рис. 8,9).

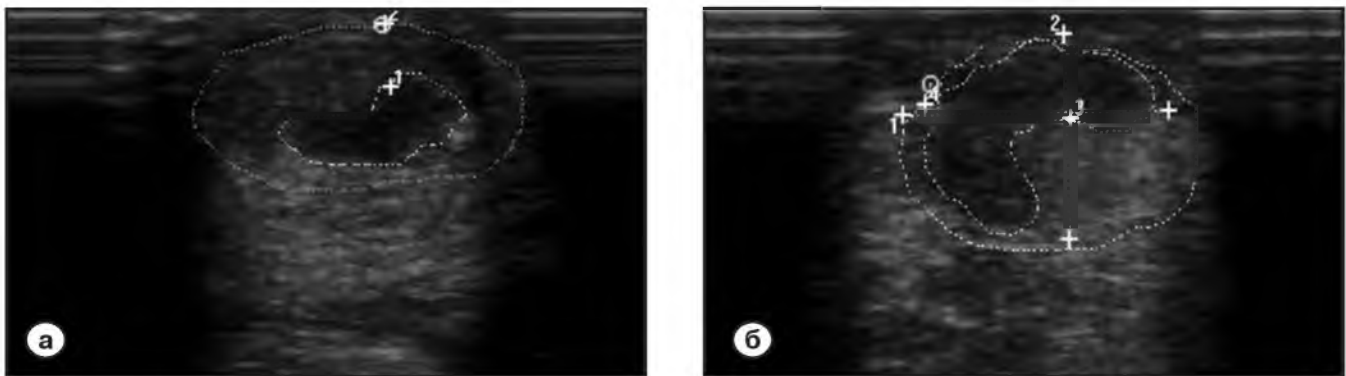
У 2 больных выявлен частичный разрыв типа 2б, при котором обеспечивался частичный контакт концов сухожилия без расположения между их концами гиперэхогенной ткани (организованной гематомы), когда значение адаптации концов сухожилия находилось в пределах от 30 до 70% (рис. 10).

У 3 пациентов выявлен разрыв АС с образованием диастаза между концами сухожилия. Размеры диастаза составили от 1,2 до 2,3 см. У 1 больного между концами диастаза выявлялась гиперэхогенная ткань (3а тип), у 2 пациентов – гиперэхогенная ткань отсутствовала – 3б тип (рис. 11).

У 1 пациента диагностирован 4 тип разрыва – прокси-



**Рис. 7.** УЗ-изображение в В-режиме. Разрыв ахиллова сухожилия на фоне хронических дегенеративных изменений – 1 тип.  
 а – при продольном сечении концы сухожилия гипохогенной структуры, соприкасаются друг с другом, отсутствует щель между ними;  
 б – при поперечном сечении площадь проксимального конца сухожилия ( $S_{min}$ ) составила  $2,39 \text{ см}^2$ ;  
 в – при поперечном сечении площадь дистального конца сухожилия ( $S_{max}$ ) составила  $2,62 \text{ см}^2$ ; адаптация концов сухожилия –  $91,2\%$ ;  
 г – кальцинаты в месте фиксации АС к пяточной кости.



**Рис. 8.** УЗ-изображение в В-режиме. Разрыв ахиллова сухожилия с частичным контактом концов сухожилия и интерпозицией гиперэхогенной тканью – тип 2а.  
 а – при поперечном сканировании площадь проксимального конца АС ( $S_{min}$ ) составила  $0,4 \text{ см}^2$ ;  
 б – при поперечном сканировании площадь дистального конца АС ( $S_{max}$ ) составила  $0,84 \text{ см}^2$ ; адаптация концов сухожилия –  $47,6\%$ .

мальный (высокий) разрыв на уровне мышечно-сухожильного перехода (**рис. 12**)

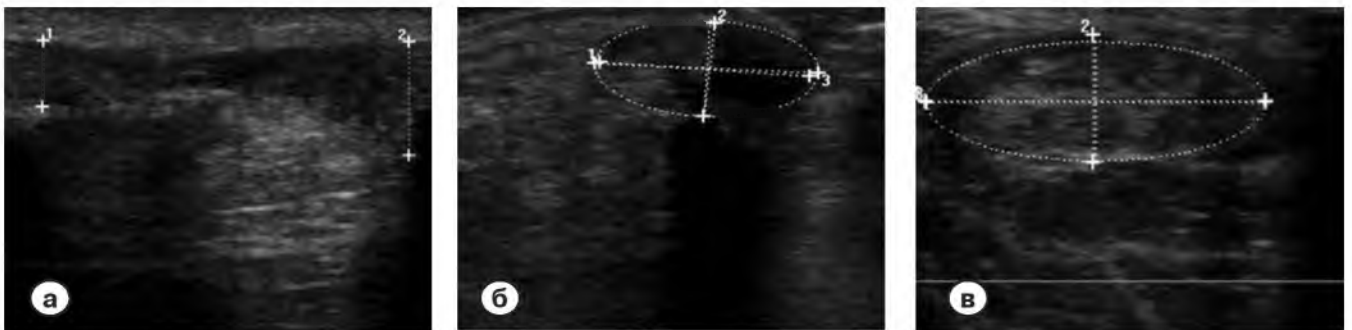
Больных с 5 типом разрыва АС согласно ультразвуковой классификации (в месте прикрепления АС к пяточной кости) выявлено не было.

Таким образом, ультразвуковое исследование АС с применением ультразвуковой классификации

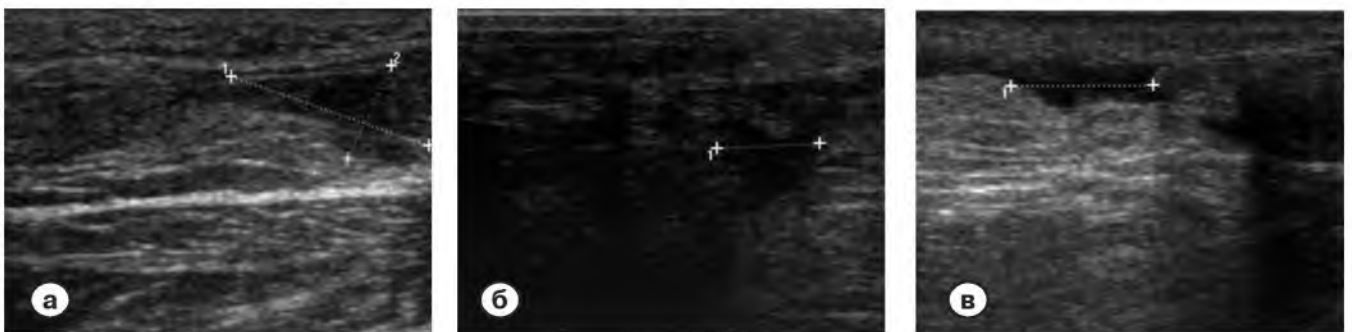
позволило выявить признаки полного разрыва АС в 3(27,2%) случаях, неполного – в 8(72,8%). Среди пациентов с неполным разрывом АС трое больных имели признаки тендиноза, из них в одном наблюдении выявлен застарелый разрыв АС. У 1 пациентки в подгруппе с неполным разрывом имелся спонтанный разрыв сухожилия.



**Рис. 9.** УЗ-изображение в В-режиме. Разрыв АС с частичным контактом концов сухожилия и интерпозицией гиперэхогенной ткани – тип 2а.  
 а – неполный разрыв АС, при продольном сканировании между концами сухожилия находится гиперэхогенная ткань;  
 б – при поперечном сканировании площадь проксимального конца сухожилия ( $S_{min}$ ) составила 0,743 см<sup>2</sup>;  
 в – при поперечном сканировании площадь дистального конца сухожилия ( $S_{max}$ ) составила 2,28 см<sup>2</sup>, адаптация концов сухожилия – 32,6%.



**Рис. 10.** УЗ-изображение в В-режиме. Разрыв АС с частичным контактом концов сухожилия и без гиперэхогенной ткани между концами сухожилия – тип 2б.  
 а – неполный разрыв АС, при продольном сканировании между концами сухожилия отсутствует гиперэхогенная ткань;  
 б – при поперечном сканировании площадь проксимального конца сухожилия ( $S_{min}$ ) составила 0,99 см<sup>2</sup>;  
 в – при поперечном сканировании площадь дистального конца сухожилия ( $S_{max}$ ) составила 1,66 см<sup>2</sup>; адаптация концов сухожилия – 59,6%.



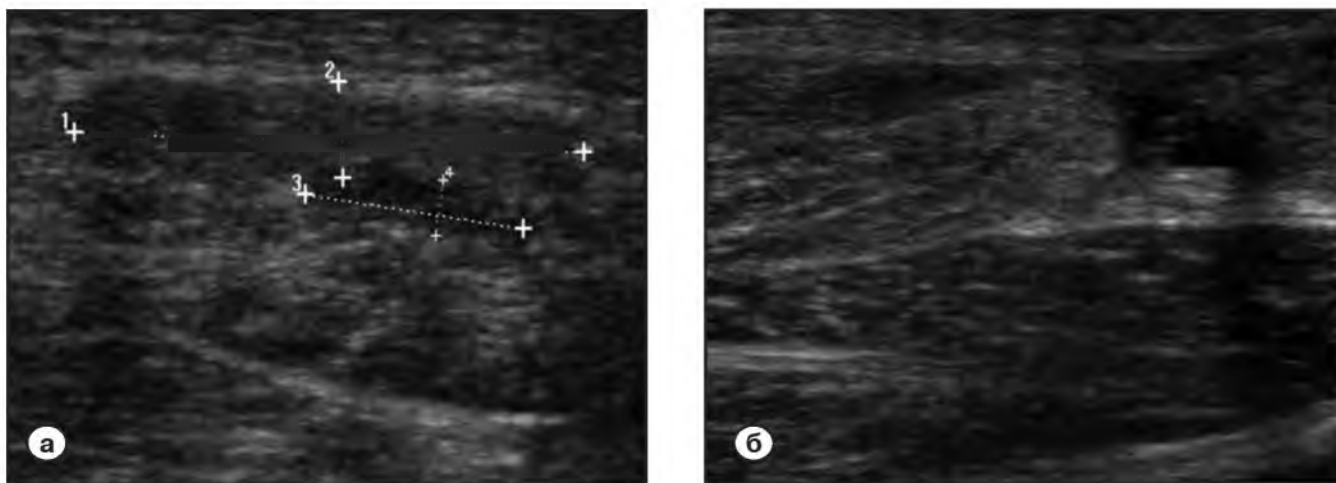
**Рис. 11.** УЗ-изображение в В-режиме. Разрыв АС с расхождением концов сухожилия.  
 а – с интерпозицией экзогенных структур – тип 3а. Сокращение волокон сухожилия в месте разрыва, повышение его эхогенности; анэхогенная зона в месте разрыва – диастаз между концами разорванного сухожилия;  
 б, в – без интерпозиции экзогенных структур – тип 3б.

## Обсуждение результатов

Ультразвуковое исследование ахиллова сухожилия в случае его острой травмы начинали с ультразвукового исследования аналогичного сухожилия на здоровой конечности не случайно. Это позволило исключить хронические заболевания сухожилия или иные патоло-

гические состояния [19]. Нормальная толщина сухожилия находится в диапазоне от 4,2 до 7,1 мм. Толщина АС отражает не только его локальное состояние при заболеваниях, но и используется для определения и мониторинга семейной гиперлипидемии [28], сахарного диабета [29], конечной стадии почечной недостаточности [30], воспалительного артрита





**Рис. 12.** УЗ-изображение в В-режиме. Высокий разрыв АС – на уровне мышечно-сухожильного перехода – 4 тип разрыва АС.  
 а – поперечное сечение на уровне сухожильно-мышечного перехода АС. Структура АС пониженной эхогенности, анэхогенная гематома ниже АС;  
 б – продольное сечение в месте мышечно-сухожильного перехода АС с сокращенной мышцей и гематомой.

[19,20,31]. Известно, что лечение гормональными препаратами является фактором риска развития патологического разрыва АС, кальцификации или оссификации, которое может быть особенностью хронического тендиноза или предыдущего разрыва сухожилия [21]. Применение кортикостероидов при системных заболеваниях, а также при патологии сухожилия имеет отрицательное влияние на клетки и основное вещество соединительной ткани [32]. Увеличение переднезаднего размера АС от 7 мм до 16 мм или на 78% от толщины здорового АС на контралатеральной конечности и диффузное изменение его структуры до гипоэхогенного характера являются признаками тендиноза (тендинопатии), что гистологически соответствует дезорганизации волокон, отеку и накоплению фибробластов [10, 33–35]. Для тендиноза характерно также включение кальция и усиление сосудистого рисунка. Применение режима ЭОДС дает важную информацию о гиперемии, которая может быть связана с тендинозом сухожилия [36]. Определение степени васкуляризации с использованием этого режима позволяет повысить специфичность ультразвукового метода в корреляции с болевым синдромом при тендинозе АС [37].

В нашем наблюдении у 3 больных выявлены признаки тендиноза, на фоне которого произошел разрыв АС. Известно, что прогрессивное дегенеративное заболевание Ахиллова сухожилия приводит к спонтанным разрывам АС [38]. У 2 пациентов развитие тендиноза связано с занятием любительским спортом (футбол и бег). Доказано, что постоянные чрезмерные физические нагрузки на ахиллово сухожилие приводят к развитию воспалительной клеточной реакции, отеку и нарушению локального кровообращения [39,40]. Все указанные признаки тендиноза диагностируются при ультразвуковом исследовании.

Кроме того, выявление под сухожилием позапяточной сумки bursa subachillea (retrocalcanearis) с жидкостным содержимым также указывает на хронические дегенеративные изменения сухожилия и воспаление сумок [25].

Наличие кальцинатов и гетерогенная структура ахиллова сухожилия характерна для дегенеративных заболеваний, на фоне которых разрыв может потерять остроту и приобрести признаки застарелого разрыва [5,6]. В случае застарелого разрыва АС концы сухожилия дегенеративно изменены, часто истончены, поврежденное сухожилие теряет свою характерную фибриллярную исчерченность, его эхогенность снижена, что определяет плохую дифференцировку от окружающих тканей [16]. Кроме того, наличие участков регенерации в месте разрыва при застарелом разрыве характеризуется увеличением сосудистого рисунка – количества мелкой артериальной сети [36]. Так, у одного из трех пациентов с тендинозом своевременно не был диагностирован разрыв и он поступил в клинику с застарелым разрывом.

Один из ведущих ультразвуковых критериев, подтверждающих полный разрыв АС, является наличие диастаза между волокнами поврежденного АС. Однако клинически диастаз выявляется не во всех случаях. Так, из 11 пациентов полный разрыв с диастазом до 2,3 см был диагностирован у 3 (27,2%) больных. Данные УЗИ позволяют дифференцировать полный разрыв АС от частичного разрыва и от тендиноза с точностью 92% [7,41]. Диастаз АС может не определяться клинически не только по причине отека, но и при ультразвуковом исследовании. Это связано с заполнением пространства между разорванными волокнами гематомой. Одним из бесспорных преимуществ ультразвукового метода над другими лучевыми методами является возможность проведения функциональной пробы с пас-



сивным подошвенным сгибанием [42]. Даже при застарелых травмах, несмотря на рубцовый процесс в зоне диастаза и вокруг концов сухожилия, поврежденные концы при проведении пробы расходятся, расстояние между ними увеличивается и это позволяет разобраться в ультразвуковой картине разрыва. При подошвенном сгибании определяется также целостность паратенона при повреждении оболочки сухожильные концы накладываются друг на друга. При подошвенном сгибании стопы уточняется возможность адаптации концов сухожилия, что играет важную роль в выборе метода лечения повреждения. При достижении полной адаптации сухожильных концов или остаточном диастазе между ними не более 5 мм в положении подошвенного сгибания стопы на 20° возможно применение подкожного шва сухожилия. Невозможность контакта концов сухожилия в данном положении (вследствие ретракции проксимального отдела, интерпозиции паратенона или под-

ворачивания дистального отдела сухожилия) указывает на необходимость открытого восстановления АС [43,44].

Таким образом, ультразвуковое исследование ахиллова сухожилия позволяет не только подтвердить клинический диагноз разрыва, но и уточнить место разрыва, размер диастаза между проксимальным и дистальным концами сухожилия, выявить разволокнение сухожилия, острую гематому или интерпозицию в области разрыва организованной гематомой, а также диагностировать тендиноз.

## Выводы

Полученные данные свидетельствуют об эффективности ультразвуковой классификации подкожного разрыва ахиллова сухожилия в выявлении многообразных вариантов его повреждения, что может значительно оптимизировать тактику лечения. ■

## Список литературы/References

- Hess G.W. Achilles tendon rupture: a review of etiology, population, anatomy, risk factors, and injury prevention. *Foot Ankle Spec.* 2010; 3(1): 29–32.
- Jarvinen T.A., Kannus P., Paavola M. et al. Achilles tendon injuries. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2001;13(2): 150–155.
- Schepesis A.A., Jones H., Haas A.L. Achilles tendon disorders in athletes. *Am. J. Sports Med.* 2002; 30(2): 287–305.
- Miller T.T. Common tendon and muscle injuries: low extremity. *Ultrasound Clin.* 2007; 2(4):595–615.
- Еськин Н.А. Ультразвуковая диагностика в травматологии и ортопедии. М.: Социально-политическая мысль. 2009; 440 с.  
Es'kin N.A. Ul'trazvukovaja diagnostika v travmatologii i ortopedii [Ultrasound diagnostics in traumatology and orthopedics]. М.: Social'no-politicheskaja mysl'. 2009; 440 s [In Russ].
- Robinson P. Sonography of common tendon injuries. *Am. J. Roentgenol.* 2009;193(3): 607–618.
- Hartgerink P., Fessell D.P., Jacobson J.A., van Holsbeeck M.T. Full versus partial-thickness Achilles tendon tears: sonographic accuracy and characterization in 26 cases with surgical correlation. *Radiology.* 2001; 220(2):406–412.
- Paavola M., Paakkala T., Kannus P., Jarvinen M. Ultrasonography in the differential diagnosis of Achilles tendon injuries and related disorders. A comparison between pre-operative ultrasonography and surgical findings. *Acta Radiol.* 1998;39(6):612–619.
- Nielsen M.B. Musculoskeletal ultrasound in an European Journal. *Ultraschall in der Medizin.* 2006; 27(6): P.533–534.
- Gibbon W.W., Cooper J.R., and Radcliffe G.S. Sonographic incidence of tendon microtears in athletes with chronic Achilles tendinosis. *The British Journal of Sports Medicine.* 1999; 33(2):129–130.
- Grechenig W., Clement H., Bratschitsch G. et al. Ultrasonography of the Achilles tendon. *Orthopade.* 2002; 31(3):319–332.
- Maffulli N. and Ajs A. Management of Chronic Ruptures of the Achilles Tendon. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008; 90(6):1348–1360.
- Ballas M.T., Tytko J., Mannarino F. Commonly missed orthopedic problems. *Am. Fam. Physician.* 1998; 57(2): 267–274.
- Nestorson J., Movin T., Muller M., Karlsson J. Function after Achilles tendon rupture in the elderly: 25 patients older than 65 years followed for 3 years. *Acta Orthop. Scand.* 2000; 71: 64–68.
- Wijesekera N.T., Calder J.D., Lee J.C. Imaging in the Assessment and Management of Achilles Tendinopathy and Paratendinitis. Seminar in musculoskeletal Radiology. 2011; 15(1): 89–100.
- Корышков С.М., Платонов С.В. и др. Лечение застарелых повреждений пяточного (ахиллова) сухожилия. *Травматология и ортопедия России.* 2012; 2 (64): 34–40.  
Koryshkov S.M., Platonov S.V. i dr. Lechenie zastarelyh povrezhdenij pjatochnogo (ahillova) suhozhilija [ Treat-

ment of old lesions of Achilles tendon]. *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2012; 2 (64): 34–40 [In Russ].

17. Amlang M.H., Zwipp H., Friedrich A. et al. Clinical Study. Ultrasonographic Classification of Achilles Tendon Ruptures as a Rationale for Individual Treatment Selection. *International Scholarly Research Network ISRN Orthopedics Volume*, 2011, Article ID 869703, 10 pages doi:10.5402/2011/869703.

18. Bertolotto M., Perrone R., Martinoli C. et al. High resolution ultrasound anatomy of normal Achilles tendon. *Br. J. Radiol.* 1995; 68(813): 986–991.

19. Kainberger F.M., Engel A., Barton P., Huebsch P. et al. Injury of the Achilles tendon: diagnosis with sonography. *Am. J. Roentgenol.* 1990;155(5):1031–1036.

20. Koivunen-Niemelä T., Parkkola K. Anatomy of the Achilles tendon (tendo calcaneus) with respect to tendon thickness measurements. *Surg. Radiol. Anat.* 1995; 17(13):263–268.

21. Bleakney R.R., White L.M. Imaging of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(2):239–254.

22. Daftary A., Adler R.S. Sonographic evaluation and ultrasound-guided therapy of the Achilles tendon. *Ultrasound Q.* 2009; 25(3):103–110.

23. Crass J.R. van de Vegte G.L., Harkavy L.A. Tendon echogenicity: ex vivo study. *Radiology.* 1988; 167(2): 499–501.

24. McNally E.G. The development and clinical applications of musculoskeletal ultrasound. *Skeletal. Radiol.* 2011; 40(9): 1223–1231.

25. Bianchi S., Martinoli C., Gaignot C. et al. Ultrasound of the ankle: anatomy of the tendons, bursae, and ligaments. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2005; 9(3): 243–259.

26. Webb J.M., Bannister G.C. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achilles. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999; 81(5): 877–880.

27. Young J., Sayana K., McClelland D. et al. Percutaneous repair of acute Achilles tendon. *Tech Foot Ankle Surg.* 2006; 5(1): 9–14.

28. Ebeling T., Farin P., Pyörälä K. Ultrasonography in the detection of Achilles tendon xanthomata in heterozygous familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis.* 1992; 97(2–3): 217–228.

29. Maffulli N., Regine R., Angelillo M. et al. Ultrasound diagnosis of Achilles tendon pathology in runners. *Br. J. Sports Med.* 1987;21(4):158–162.

30. Giacomozzi C., D'Ambrogio E., Uccioli L, Macellari V. Does the thickening of Achilles tendon and plantar fascia

contribute to the alteration of diabetic foot loading? *Clin. Biomech.* 2005; 20(5): 532–539.

31. Brountzos E., Syrgiannis K., Panagiotou I. et al. Ultrasonographic alterations in Achilles tendon in relation to parathormone in chronic hemodialysis patients. *J. Nephrol.* 2009; 22(4):476–483.

32. Genc H., Cakit B.D., Tuncbilek I., Erdem H.R. Ultrasonographic evaluation of tendons and enthesal sites in rheumatoid arthritis: comparison with ankylosing spondylitis and healthy subjects. *Clin. Rheumatol.* 2005; 24(3): 272–277.

33. Buckwalter J.A. Pharmacological treatment of soft-tissue injuries. *J. Bone and Joint Surg.* 1995; 77 (appl): 1902–1914.

34. Fornage B.D. Achilles tendon: US examination. *Radiology.* 1986;159(3):759–764.

35. Abate M., Silbernagel K.G., Siljeholm C. et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Res. Ther.* 2009; 11(3)doi:10.1186/ar2723.

36. Zanetti M., Metzdorf A., Kundert H.P. et al. Achilles tendons: clinical relevance of neovascularization diagnosed with power Doppler US. *Radiology.* 2003; 227(2):556–560.

37. Nazarian L.N. The top 10 reasons musculoskeletal sonography is an important complementary or alternative technique to MRI. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2008; 190(6): 1621–1626.

38. Kainberger F., Mittermaier F., Seidl G. et al. Imaging of tendons: adaptation, degeneration, rupture. *Eur. J. Radiol.* 1997; 25: 209–222.

39. James S.L., Bates B.T., Osternig L.R. Injuries to runners. *Am. J. Sports Med.* 1978; 6(2): 40–50.

40. Paavola M., Kannus P., Järvinen T.A. et al. Achilles tendinopathy. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2002; 84A(11): 2062–2076.

41. Khan K.M., Forster B.B., Robinson J. et al. Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br. J. Sports Med.* 2003; 37:149–153.

42. Asplund C.A., Best T.M. Achilles tendon disorders. *BMJ.* 2013; 346:f1262 doi: 10.1136/bmj.f1262

43. Kuwada G.T. Classification of tendo Achillis rupture with consideration of surgical repair techniques. *J. Foot Surg.* 1990; 29(4): 361–365.

44. Thompson J., Baravarian B. Acute and Chronic Achilles Tendon Ruptures in Athletes. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2011; 28(1):117–135.