

УДК: 636.12: 591.471.32

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.281

УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ТКАНИ СУХОЖИЛИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СГИБАТЕЛЯ ПАЛЬЦА У СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ ПРИ ТЕНДИНОПАТИИ

Жукова М.В.^{1,2*} – гл. вет. врач клиники Максима Вет, соискатель кафедры анатомии и гистологии им. проф. А.Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА им. К.И. Скрябина; **Борхунова Е.Н.**¹ – д. биол. н., профессор каф. анатомии и гистологии животных имени проф. А.Ф. Климова им. К.И. Скрябина (ORCID 0000-0003-2355-8616)

¹ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

²ООО Максима Вет, Москва, Россия

*black717@mail.ru

Ключевые слова: сухожилие, лошади, поверхностный сгибатель пальца, сгибательный рукав, тендиниты, тендинопатии, тендовагиниты, гистология, ультрасонография.

Keywords: tendon, superficial flexor of the finger, histology, ultrasonography

Поступила: 25.04.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023



РЕФЕРАТ

В течение жизни у большей половины спортивных лошадей регистрируются патологии сухожилия поверхностного сгибателя пальца, в частности тендиниты или тендинопатии. Они имеют разную этиологию, а их развитие связано как с морфологическими особенностями этого сухожилия, так и со спортивной специализацией лошади. Успешное определение ранних, доклинических признаков тендинопатий имеет важное значение для своевременной диагностики патологий и эффективного лечения, направленного на максимальную сохранность спортивных качеств лошади. Однако при клиническом обследовании не всегда возможно выявить наличие патологических изменений в сухожилии без помощи ультрасонографии. При этом особую значимость имеет выявление корреляций между морфологическими и ультрасонографическими признаками, так как это повышает диагностическую и прогностическую ценность ультрасонографического обследования пациента. В связи с этим целью данного исследования стало изучение морфологических и ультрасонографических характеристик сухожилия поверхностного сгибателя пальца (ПСП) в средней, дистальной трети пясти и в области путового сустава в норме и при тендинопатии у спортивных лошадей конкурного и выездкового направлений использования.

В настоящем исследовании использовались методы анатомического препарирования и описания, проводились гистологические исследования по общепринятой методике, а также ультрасонографические исследования спортивных лошадей на аппаратах Миндрей ДС-70.

Выявлены структурные особенности сухожилия поверхностного сгибателя пальца, которые объясняют хронизацию патологического процесса и предрасполагают к неполной регенерации сухожилия, приводя к ухудшению его функциональных характеристик и снижению работоспособности лошади. Полученные данные углубляют представления об этиологии и патогенезе тендинопатии поверхностного сгибателя пальца и позволяют более детально интерпретировать результаты ультразвукографических исследований, проводимых в ходе диагностических мероприятий у спортивных лошадей, а также корректировать схемы лечения.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Патологические изменения сухожилия поверхностного сгибателя пальца весьма широко распространены у спортивных лошадей: не менее, чем у половины из них в течение жизни регистрируются тендиниты или тендинопатии [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Тендиниты имеют травматическую природу и возникают, как правило, после травм при субмаксимальной нагрузке на сухожилие. Тендинопатии развиваются длительно в результате накопления микротравм в процессе ежедневной тренировки, а их дебют не всегда связан с предшествующей нагрузкой или травмой. У лошадей, выступающих в разных видах конного спорта, тендиниты и тендинопатии могут протекать с особенностями, в частности, иметь предпочтительную локализацию.

На примере рысистых лошадей ранее было установлено, что сухожилия поверхностного и глубокого сгибателей пальца имеют места наименьшей устойчивости, предрасположенные к повреждению в связи с пониженной васкуляризацией и наличием хрящевых включений, а именно в средней трети пясти и области путового сустава [9, 10, 11]. У лошадей, выступающих в конкуре и выездке, по нашим данным, острое и/или хроническое воспаление, сопровождающееся хромотой, чаще всего локализуется в дистальной трети пясти и области кольцевидной связки путового сустава. В этом анатомическом регионе происходит постепенное накопление микроповреждений, которые усугубляются по мере спортивной эксплуатации лошади, а затем проявляются в виде тендинопатии или тендовагинита с хроническим течением [1, 2, 12, 13, 14]. Кроме того, в патологический процесс могут быть вовлечены зоны сгибательно-

го рукава [6, 15]. Причина этого, на наш взгляд, кроется в сложной регионарной архитектонике сухожилия поверхностного сгибателя пальца, а также в склонности ткани сухожилия к репарации по типу субституции с формированием на месте деструкции рубца. В этой связи выявление ранних, доклинических признаков тендинопатий при помощи ультразвукографии имеет важное значение для своевременной диагностики патологий сухожилий и эффективного лечения, направленного на максимальную сохранность спортивных качеств лошади [1, 2, 3, 8, 16].

Особое значение при этом приобретает выявление корреляций между морфологическими и ультразвукографическими признаками [7, 12, 13, 15] так как это повышает диагностическую и прогностическую ценность ультразвукографического обследования пациента.

Цель исследования - изучить морфологические и ультразвукографические характеристики сухожилия поверхностного сгибателя пальца (ПСП) в дистальной трети пясти и в области путового сустава в норме и при тендинопатии у спортивных лошадей конкурного и выездкового направлений использования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проведены на базах клиники Максима Вет и кафедры анатомии и гистологии животных ФГБОУ ВО «МГАВМиБ - МВА им. К.И. Скрябина». Объектом исследования были пациенты клиники Максима Вет в период с 2017 по 2022 год включительно – верховые спортивные лошади конкурного и выездкового направлений использования, в количестве 170 голов, а также секционный материал - изолированные грудные конечности

сти от 25 лошадей верховых пород в возрасте от 3 до 15 лет. В работе использован комплексный методический подход, включающий ультразвукографические, анатомические и гистологические исследования.

При изучении морфологических особенностей сухожилий использовали классический метод анатомического препарирования и описания. Гистологические исследования проводили по классическим методикам [9, 10, 11, 17], продольные и поперечные срезы окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизон для выявления общей морфологической картины. При изучении морфологических особенностей сухожилий использовали методы анатомического препарирования и описания, а также проводили отбор материала для микроморфологического исследования. Гистологические исследования проводили по общепринятой методике, продольные и поперечные срезы окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизон для выявления общей морфологической картины.

Ультразвукографические исследования спортивных лошадей проводили на аппарате Миндрей ДС-70 с использованием линейного трансдуктора с частотой 10 мГц и на глубине 4,8 см. Методика сканирования лошадей и оценка ультразвукограмм проводилась по общепринятой схе-

ме, разработанной и описанной в зарубежной и отечественной литературе [1, 2, 8, 16].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Исследования показали, что средняя треть пясти у спортивных лошадей – гиповаскулярный регион, в котором на сухожилие действует максимальная растягивающая нагрузка [9, 10, 11]. Здесь плотность упаковки пучков коллагеновых волокон высокая, очень тонки эндо- и перитенон (рис. 1А), что, очевидно, является адаптивными реакциями. В то же время такие особенности строения могут приводить к компрессии кровеносных сосудов и замедленному восстановлению гомеостаза ткани после значительных биомеханических нагрузок. Кроме того, в этом регионе площадь поперечного сечения сухожилия невелика, что приводит к повышению нагрузки на единицу его площади. Циклические субмаксимальные нагрузки на сухожилие могут приводить к нарушению трофического обеспечения ткани и возникновению участков с дистрофическими изменениями, что чаще имеет субклиническое течение. Такие небольшие очаги деструкции с признаками ремоделирования являются нередкой случайной находкой при изучении аутопсийного материала от лошадей, не имеющих в анамнезе травм и заболеваний сухожилий (рис. 1Б).

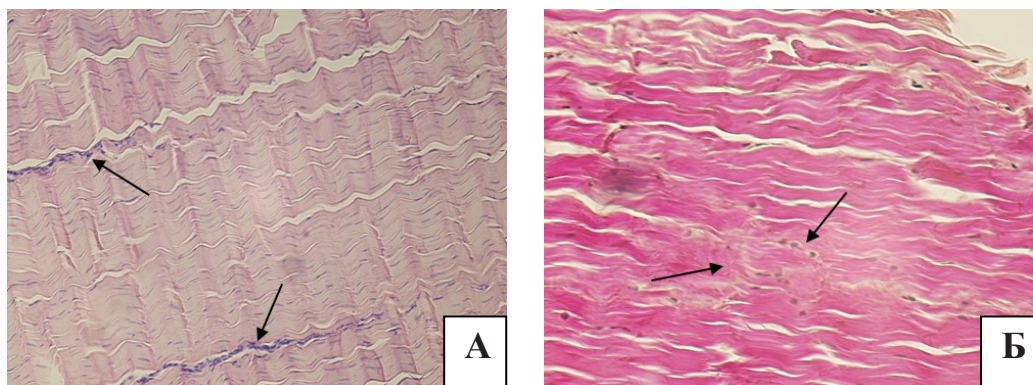


Рис. 1 – Сухожилие поверхностного пальцевого сгибателя. Общий вид.

А - видны пучки коллагеновых волокон I, II и III порядков, среди них видны теноциты, стрелками показан перитенон. Гематоксилин и эозин, $\times 100$.

Б - очаг дезорганизации в ткани сухожилия: видны области деструкции пучков коллагеновых волокон и пролифераты фибробластов (стрелки). Ван-Гизон, $\times 200$.

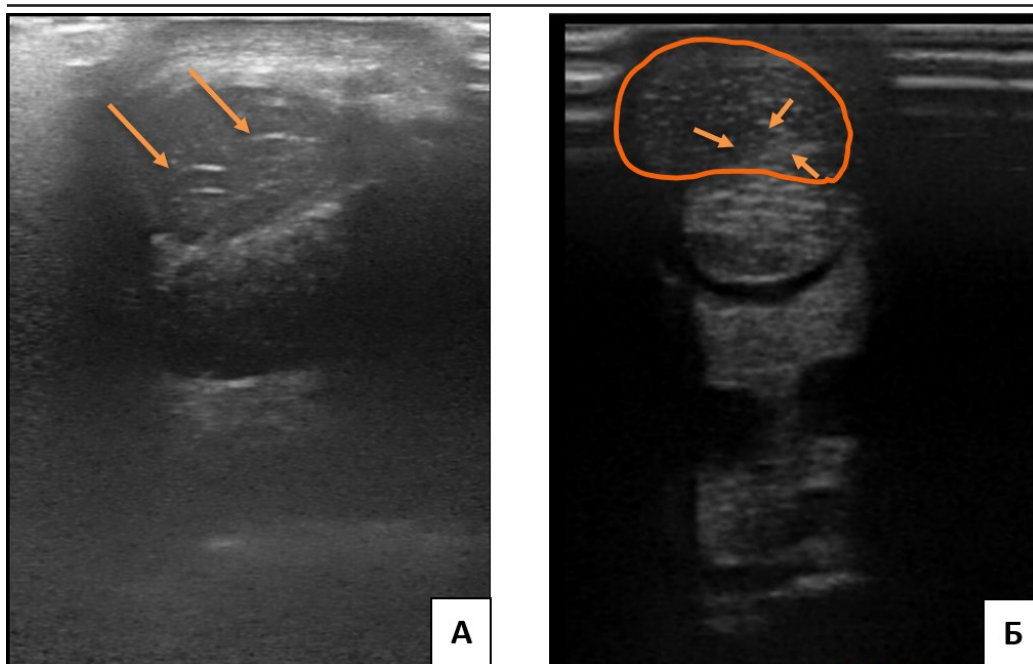


Рисунок 2. Ультрасонографические изображения зоны 2А-2В в поперечном изображении с отклонением датчика от оси сканирования – контрастные эхограммы (А, Б). Зоны утолщенного перитенона в сухожилии поверхностного сгибателя пальца отмечены стрелкой (А). Объемные эхогенные включения – рубцовая ткань в толще сухожилия поверхностного сгибателя пальца, отмечены стрелками (Б). Линейный датчик (частота 10,0 МГц, глубина сканирования 4,8 см).

При клиническом обследовании спортивных лошадей в тренинге в средней трети пясти сложно установить ранние деструктивные изменения сухожилия, в то время как при ультрасонографической диагностике, оценив форму, размерные характеристики и эхоструктуру, можно выявить отклонения на доклинической стадии. Так, в норме поперечный размер сухожилия поверхностного сгибателя пальца в средней и дистальной трети пясти меньше поперечного размера сухожилия глубокого сгибателя пальца. При тендинопатии возникает увеличение площади сухожилия, и, соответственно поперечного размера, усугубляющиеся по мере прогрессирования патологического процесса. Ультрасонографическая оценка эхоструктуры такого сухожилия при стандартном поперечном сканировании может быть недооценена, так как эхо-картина на мониторе часто определяется как нормоэ-

хогенная и эхоплотная. Однако, при использовании эффекта анизотропии, проявляющегося при угловом контрастном сканировании в ткани сухожилия можно выявить дополнительные детали, свидетельствующие о патологическом процессе. Характерными признаками ранних стадий тендинопатии являются гиперэхогенные линейные включения в толще гипозохогенного сухожилия, которые при упорядоченном рисунке соответствуют утолщенному перитенону на месте микроразрывов между пучками волокон. При усугублении патологического процесса гиперэхогенные включения имеют все более консолидированное расположение линий, что отражает участки рубцовых изменений (рис. 2 А, Б).

При гистологическом исследовании образцов сухожилия поверхностного сгибателя пальца при тендинопатии в толще сухожилия наблюдали различные по пло-

щадя очаги дезорганизации ткани. Они гиповаскулярны, с клеточной инфильтрацией и деструкцией пучков коллагеновых волокон, а также с некротическими изменениями фибробластов. В этих очагах

встречаются участки рубцовых изменений сухожилия, что может указывать на перманентное травмирование органа и хроническое течение процесса (рис.3 А, Б).

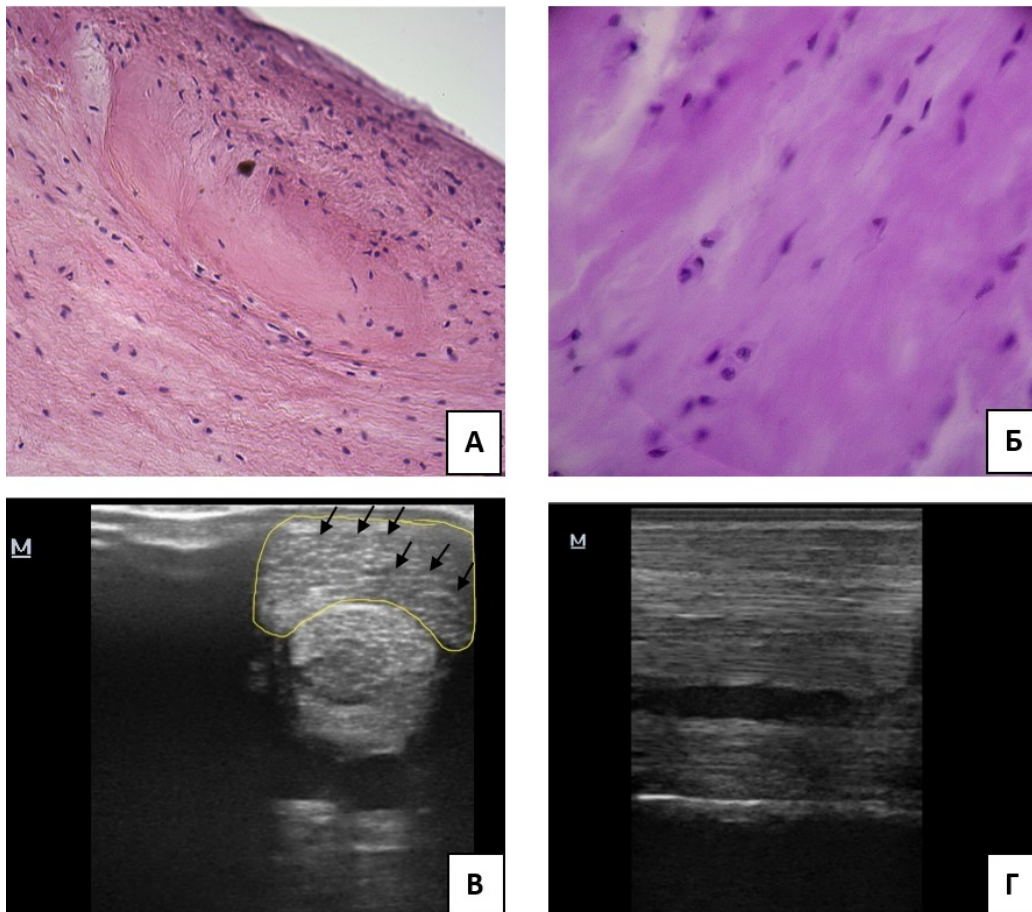


Рисунок 3. Состояние сухожилия поверхностного сгибателя пальца при хронической тендинопатии.

А – очаг дистрофических изменений ткани сухожилия с признаками макрофагальной резорбции. Гематоксилин и эозин, x100.

Б – очаг организации области дистрофических изменений (видны фибробласты). Гематоксилин и эозин, x100.

В – ультразвукографические признаки хронической тендинопатии: площадь поперечного сечения сухожилия ПСП увеличена, структура сухожилия гетерогенна с гипер-, гипо- и анэхогенными зонами (показаны стрелками). Поперечное сечение, линейный датчик (частота 10,0 МГц, глубина сканирования 4,8 см).

Г – линейная плотность сухожилия ПСП нарушена (а) по сравнению с линейной плотностью сухожилия ГСП (б). Продольное сечение, линейный датчик (частота 10,0 МГц, глубина сканирования 4,8 см).

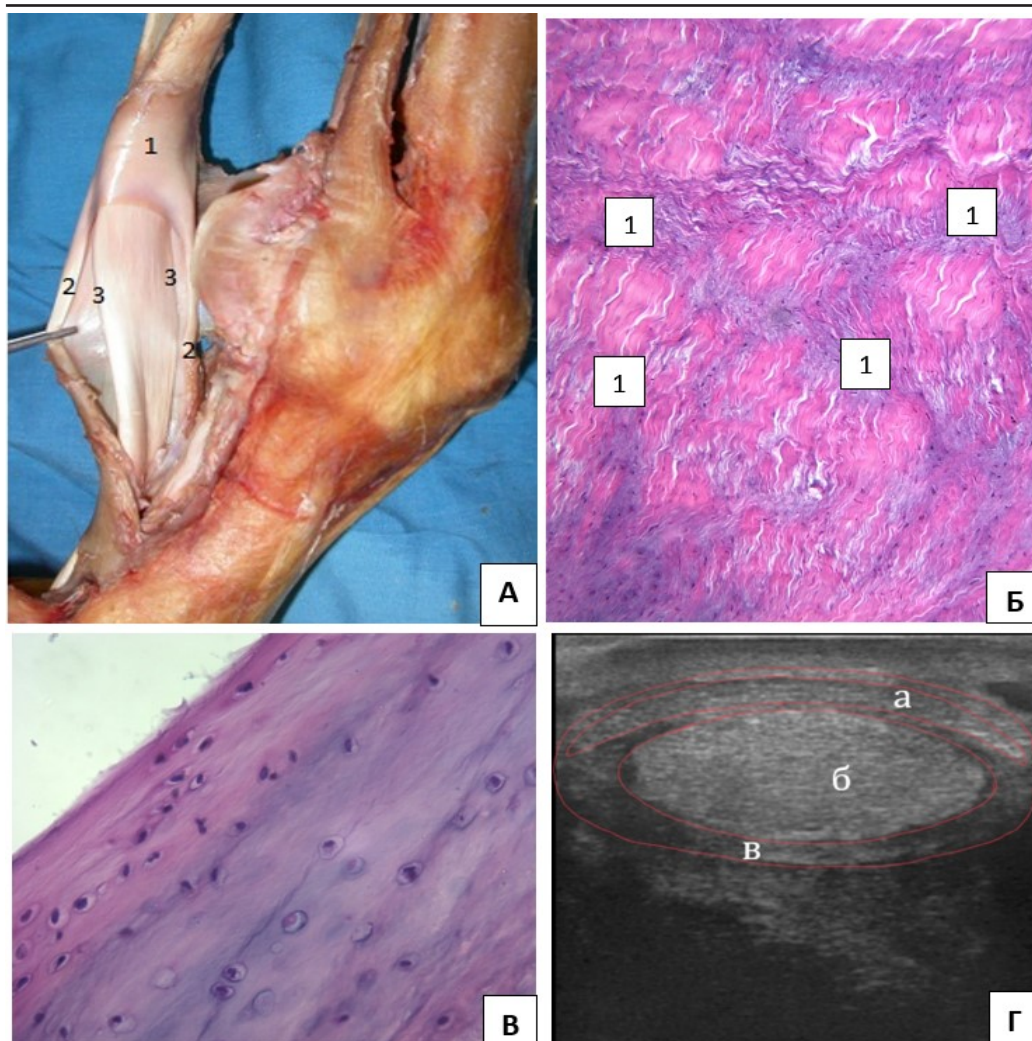


Рисунок 4. Сухожилие поверхностного пальцевого сгибателя лошади: сгибательный рукав, области сухожилия, сформированные волокнистым хрящом.

А – макропрепарат: 1 – сгибательный рукав, 2 – боковые части сухожилия поверхностного и 3 – глубокого сгибателей пальца.

Б – включения фибрознохрящевой ткани в перитенонии (1) в области путового сустава. Гематоксилин и эозин, x100.

В – внутренняя поверхность сгибательного рукава с тангенциально расположенными пучками коллагеновых волокон. Гематоксилин и эозин, x200.

Г – поперечная ультрасонограмма сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей пальца в области сгибательного рукава у клинически здоровой лошади (ультразвуковая зона 3 В). Площадь поперечного сечения сухожилий поверхностного (а) и глубокого (б) сгибателей соответствует норме для лошади данного размера. Эхогенность и плотность эхоструктуры сухожилия соответствуют норме. Сгибательный рукав (в). Угловое «контрастное» сканирование (линейный датчик с частотой 10,0 МГц, глубина сканирования 4,8 см).

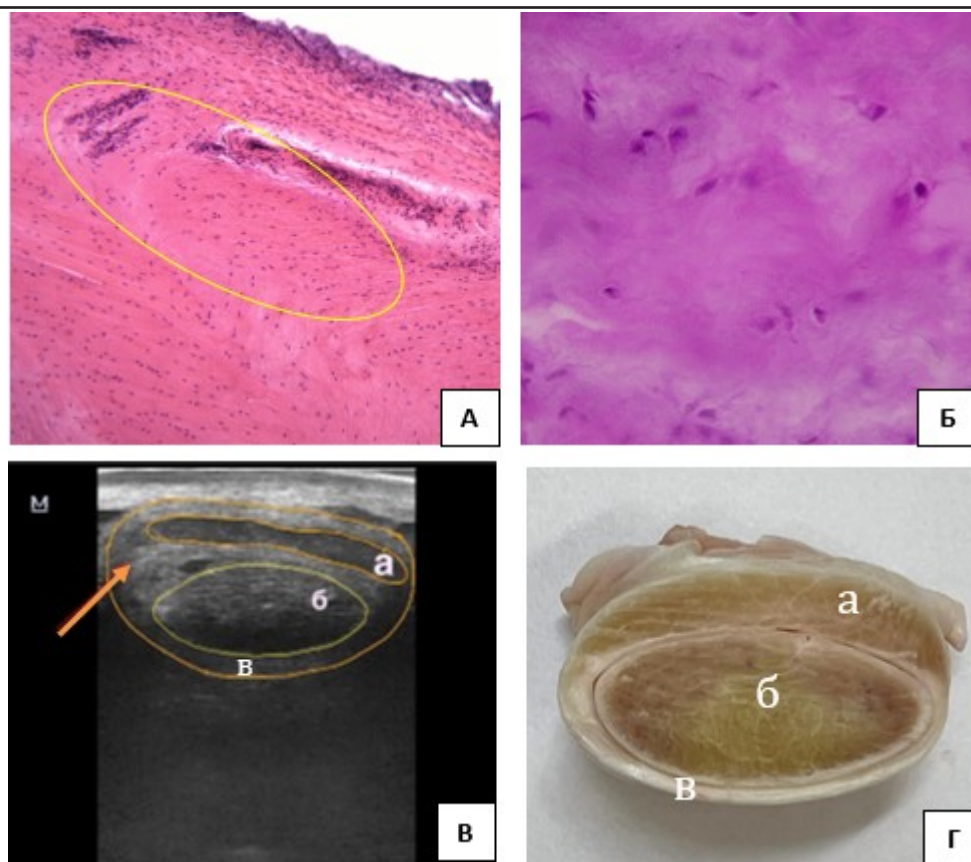


Рисунок 5. Состояние сухожилий ПСП, ГСП и сгибательного рукава при хроническом тендовагините с травмой латеральной части сгибательного рукава.

А – очаг фибриноидного набухания (обведен) с перифокальным воспалением. Гематоксилин и эозин, $\times 100$.

Б – фибриноидное набухание и некроз фибрознохрящевой ткани. Гематоксилин и эозин, $\times 400$.

В – на поперечной ультрасонограмме дистальной трети пясти визуализируется изменение расположения, размера и формы сухожилия поверхностного сгибателя пальца (а), увеличение сухожилия глубокого сгибателя пальца (б), а также утолщение и адгезия (стрелка) латеральной части сгибательного рукава с сухожилиями поверхностного и глубокого пальцевого сгибателя (в). Контрастное сканирование, линейный датчик, ультразвуковая зона 3 В (частота 10,0 МГц, глубина сканирования 4,8 см).

Г – сухожилия поверхностного (а) и глубокого (б) сгибателей пальца лошади в области сгибательного рукава (в). Макропрепарат.

У лошадей с выраженной хронической формой тендинопатии сухожилия ПСП при осмотре выявляют характерное увеличение объема конечности по пальмарной поверхности пясти и в области путового сустава. Ультрасонографическим

методом в поперечном изображении на фоне увеличения площади поперечного сечения и изменения формы ПСП можно выявить в толще сухожилия гипер-, гипо- и анэхогенные зоны различного размера и локализации, что формирует гетероген-

ный, «пестрый» рисунок сухожилия и соответствует участкам деструкции пучков коллагеновых волокон (рис. 3 В). При угловом контрастном сканировании можно выявить дезорганизованные скопления экзогенных тяжей, а также гиперэхогенные включения (рис. 2 Б). Продольные сонограммы характеризуются участками с плохо определяемой линейной исчерченностью и неплотной упаковкой пучков (рис. 3 Г).

Еще одна структурная особенность сухожилия поверхностного сгибателя пальца в дистальном отделе конечности – наличие фибрознохрящевой ткани (рис. 4 А).

В области путового сустава она в большом количестве расположена в перитеноне (рис. 4 Б), что может явиться структурной адаптацией к компрессионной нагрузке в этой области. Вместе с тем, очевидно, что за счет фибрознохрящевых включений сухожилие становится гиповаскулярным. Это может создавать фон для неполной регенерации ткани при повреждении, и приводит к снижению устойчивости к компрессионным нагрузкам, и создает условия для повторного травмирования.

Яркой анатомической особенностью в дистальной трети пясти является сгибательный рукав, отходящий от сухожилия поверхностного сгибателя пальца и кольцевидно охватывающий сухожилие глубокого сгибателя (рис. 4 А). Он сформирован фибрознохрящевой тканью (рис. 4 В) и способствует стабилизации положения сухожилий относительно биомеханической оси конечности. Кроме того, тесная связь поверхностного сгибателя пальца с сухожилием глубокого сгибателя в дистальной трети пясти посредством паратенона свидетельствует о возможности развития паратенонита и сочетанного повреждения сухожилий обоих сгибателей.

При хронических тендинопатиях в ткани сгибательного рукава возникают обширные области дистрофических изменений (рис. 5). Наряду с этим можно видеть признаки репарации в виде пролифе-

ратов хрящевых клеток. Очевидно, что при вовлечении в воспалительный процесс структурных элементов сухожилия, сформированных волокнистым хрящом, процесс восстановления осложняется из-за аваскулярности и низкого репаративного потенциала хрящевой ткани. Длительное сохранение очагов дистрофических изменений способствует переходу процесса в хроническое течение и замыканию его в «порочный круг», а сухожилие при этом становится функционально неполноценным.

При клиническом осмотре лошадей с описанными повреждениями сухожилий регистрируются характерные признаки тендовагинита с увеличением объема конечности в дистальной трети пясти. Ультрасонографическая картина при этом позволяет выявить признаки частичного разрыва и адгезии поперечной складки сгибательного рукава с латеральной или медиальной поверхности с подлежащими сухожилиями ПСП и ГСП (рис. 5).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, полученные данные позволили выявить корреляции между морфологической и ультрасонографической картинами и показать, что визуализируемые при тендинопатиях участки снижения эхоплотности и гиперэхогенные включения отражают различные стадии дистрофических процессов в сухожилии. Важно отметить, что в области путового сустава к возникновению очагов дистрофии и некроза предрасполагает гиповаскулярность, связанная с наличием обширных включений хрящевой ткани. Выявленные структурные особенности сухожилия поверхностного сгибателя пальца предрасполагают к неполной регенерации и объясняют хронизацию патологического процесса гиповаскулярностью, склонностью сухожилия к восстановлению по типу реституции из-за невысокого репаративного потенциала, в частности, фибрознохрящевой ткани. При репарации, очевидно, нарушается сложная гистоархитектоника сухожилия в области путового сустава, что приводит к нарушению функциональных характери-

стик сухожилия и снижению работоспособности лошади.

Полученные данные углубляют представления об этиологии и патогенезе тендинопатии поверхностного сгибателя пальца и позволяют более детально интерпретировать результаты ультразвукографических исследований, проводимых в ходе диагностических мероприятий у спортивных лошадей.

ULTRASONOGRAPHIC VISUALIZATION OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE TENDON TISSUE OF THE SUPERFICIAL FLEXOR OF THE FINGER IN SPORTS HORSES WITH TENDINOPATHY

Zhukova M.V.^{1,2*} – ch. vet. Maxim Vet Clinic doctor, candidate of the Department of Anatomy and Histology named after prof. A.F. Klimov, K.I. Scriabin Moscow State Medical University; **Borkhunova E.N.**¹ – Doctor of Biology, Professor of the Faculty. anatomy and histology of animals named after Prof. A.F. Klimov named after K.I. Scriabin (ORCID 0000-0003-2355-8616)

¹FGBOU V MGAVMiB – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russia

²Maxima Vet LLC, Moscow, Russia

*black717@mail.ru

ABSTRACT

At least one half of population of sport horses during life suffer from superficial digital flexor tendon (SDFT) pathologies, particularly tendinitis and tendinopathies. Etiology of these injuries differs, and their evolution depends on some morphological peculiarities and type of equestrian sport. Success in early detection of preclinical signs of tendinopathy plays a key role in diagnostics and effective treatment in order to preserve athletic potential of a horse. Although in terms of clinical assessment it is not always possible to detect these early pathological changes in tendon tissue without ultrasonography. In this situation elicitation of correlation between morphological and ultrasonic signs seems to be of great importance, because it adds diagnostic and

prognostic value of an ultrasound assessment of a patient. Taking into account all mentioned above the aim this study is investigating morphological and ultrasound characteristics of SDFT in middle and distal parts at the cannon and in the area of fetlock joint in normal horses and dressage and show jumping horses with tendinitispathy. In the present study, methods of anatomical preparation and description were used, histological studies were carried out according to the generally accepted methodology, as well as ultrasonographic studies of sports horses using Mindray DC-70 device. Structural features of the SDF tendon were revealed, which explain the chronicity of the pathological process and predispose to incomplete regeneration of the tendon, leading to a deterioration in its functional characteristics and a decrease in the horse's performance. The data obtained deepen the understanding of the etiology and pathogenesis of tendinopathy of the SDFT and allow more detailed interpretation of data obtained by ultrasonographic studies carried out during diagnostic procedures in sport horses, as well as adjusting treatment regimens.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жукова, М.В. Влияние современных методов диагностики и лечения на восстановление сухожильно-связочных структур конечности лошади. Коневодство и конный спорт. - №1. - 2009. - С. 20-22
2. Ковач, М. Ортопедические заболевания лошадей. Современные методы диагностики и лечения / М. Ковач.// -М.: ООО «Королевский издательский дом». - 2013. - 624 с.
3. Коноплев, В.А. Комплексная диагностика тендинитов у лошадей. /Коноплев В.А., Ковалев С. П. // Коневодство и конный спорт. – 2020. - №2. - С. 34-35.
4. Семёнов, Б. С. Тендинит поверхностного сгибателя пальца у лошадей: проблемы возникновения, лечения и реабилитации. / Семёнов Б. С., Рыбин Е. В., Гусева В. А., Кузнецова Т. Ш. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2018. - №2. - С. 77-81.

5. Dowling, BA. Mechanical and functional properties of the equine superficial digital flexor tendon. / Dowling BA, Dart AJ. // *Vet J.* 2005 Sep;170(2):184-92. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.03.021. PMID: 16129339.
6. Findley, JA. An anatomical and histological study of the equine proximal manica flexoria. / Findley JA, Ricci EE, Singer EE. // *Vet Comp OrthopTraumatol.* 2017 Mar 20;30(2):91-98. doi: 10.3415/VCOT-16-01-0016. Epub 2017 Jan 27. PMID: 28127617.
7. Verkade, ME. Equine digital tendons show breed-specific differences in their mechanical properties that may relate to athletic ability and predisposition to injury. / Verkade ME, Back W, Birch HL. // *Equine Vet J.* 2020 Mar;52(2):320-325. doi: 10.1111/evj.13169. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31442314.
8. Denoix, J.M. L'examen echographique des tendons chez le cheval. Bilan de l'annee 1989 / Denoix J.M., Azevedo C., Perrot P. // *P.V.E.* 1990. №3. P. 73-78.
9. Борхунова, Е.Н. Морфофункциональные особенности сухожилий и костно-сухожильных соединений пальца грудной конечности у рысистых лошадей. Дисс. ... канд. биол. наук. М: МГАВМиБ им. К. И. Скрябина. - 2000. - 225 с.
10. Слесаренко, Н. А. Морфофункциональные характеристики сухожилий и костно-сухожильных соединений пальца у рысистых лошадей. / Слесаренко Н. А., Борхунова Е. Н., Алекперова В. Г. // СПб. - 2005. - 96с.
11. Слесаренко, Н.А. Морфологическая и биомеханическая характеристика зон наименьшей устойчивости сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей пальца кисти у спортивных лошадей. / Слесаренко Н.А., Борхунова Е.Н., Ипполитова Т.В., Ковач М. // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.* - 2019. - № 6. - С. 62-80.
12. Spiesz, EM. Structure and collagen crimp patterns of functionally distinct equine tendons, revealed by quantitative polarised light microscopy (qPLM). / Spiesz EM, Thorpe CT, Thurner PJ, Screen HRC. // *Acta Biomater.* 2018 Apr 1;70:281-292. doi:10.1016/j.actbio.2018.01.034. Epub 2018 Feb 2. PMID: 29409868; PMCID:PMC5894809.
13. Ali, OJ. Variations during ageing in the three-dimensional anatomical arrangement of fascicles within the equine superficial digital flexor tendon. / Ali OJ, Comerford EJ, Clegg PD, Canty-Laird EG // *Eur Cell Mater.* - 2018 Feb 13; 35:87-102. doi:10.22203/eCM.v035a07. PMID: 29437201.
14. Dakin, SG. Resolving an inflammatory concept: the importance of inflammation and resolution in tendinopathy. / Dakin SG, Dudhia J, Smith RK. // *Vet Immunol Immunopathol.* 2014 Apr 15;158(3-4):121-7. doi: 10.1016/j.vetimm.2014.01.007. Epub 2014 Jan 31. PMID: 24556326; PMCID: PMC3991845.
15. Daniel, AJ. Enhanced ultrasonographic imaging of the equine distal limb using saline injection of the digital flexor tendon sheath: A cadaver study. / Daniel AJ, Leise BS, Selberg KT, Barrett MF. // *Vet J.* - 2019 May; 247: 26-31. doi: 10.1016/j.tvjl.2019.02.007. Epub 2019 Feb 23. PMID: 30971347.
16. Denoix, J.M. Apport des techniques recentes dans le diagnostic des affections locomotrices chez le cheval // *Le Point Veterinaire.* 1993. Vol. 155. P. 211-215.
17. Микроскопическая техника: Руководство для врачей и лаборантов / Под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Петрова. - М.: Медицина, 1996. - 544 с.

REFERENCES

1. Zhukova, M.V. Influence of modern methods of diagnostics and treatment on the restoration of tendon-ligamentous structures of the horse's limb. Horse breeding and equestrian sport. - No. 1. - 2009. - P. 20-22 (In Russ.)
2. Kovacs, M. Orthopedic diseases of horses. Modern methods of diagnosis and treatment / M. Kovach. // -M.: Royal Publishing House LLC. - 2013. - 624 p. (In Russ.)
3. Konoplyov, V.A. Comprehensive diagnosis of tendonitis in horses. / Konoplev V.A., Kovalev S.P. // *Horse breeding and equestrian sport.* - 2020. - No. 2. - P. 34-35. (In Russ.)

4. Semyonov, B.S. Superficial finger flexor tendonitis in horses: problems of occurrence, treatment and rehabilitation. / Semyonov B. S., Rybin E. V., Guseva V. A., Kuznetsova T. Sh. // Issues of legal regulation in veterinary medicine. - 2018. - No. 2. - P. 77-81. (In Russ.)
5. Dowling, BA. Mechanical and functional properties of the equine superficial digital flexor tendon. / Dowling BA, Dart AJ. // Vet J. 2005 Sep;170(2):184-92. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.03.021. PMID: 16129339.
6. Findley, JA. An anatomical and histological study of the equine proximal manica flexoria. / Findley JA, Ricci EE, Singer EE. // Vet Comp OrthopTraumatol. 2017 Mar 20;30(2):91-98. doi: 10.3415/VCOT-16-01-0016. Epub 2017 Jan 27. PMID: 28127617.
7. Verkade, M.E. Equine digital tendons show breed-specific differences in their mechanical properties that may relate to athletic ability and predisposition to injury. / Verkade ME, Back W, Birch HL. // Equine Vet J. 2020 Mar;52(2):320-325. doi: 10.1111/evj.13169. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31442314.
8. Denoix, J.M. L'examen échographique des tendons chez le cheval. Bilan de l'année 1989 / Denoix J.M., Azevedo C., Perrot P. // P.V.E.1990. № 3. P. 73-78.
9. Borkhunova, E.N. Morphofunctional features of tendons and bone-tendon joints of the finger of the pectoral limb in trotting horses. Diss. ... cand. biol. Sciences. M: MGAVMiB im. K. I. Scriabin. - 2000. - 225 p.
10. Slesarenko, N. A. Morphofunctional characteristics of tendons and bone-tendon joints of the finger in trotting horses. / Slesarenko N. A., Borkhunova E. N., Alekperova V. G. // SPb. - 2005.-96p. (In Russ.)
11. Slesarenko, N.A. Morphological and biomechanical characteristics of the zones of the least stability of the tendons of the superficial and deep finger flexors in sports horses. / Slesarenko N.A., Borkhunova E.N., Ippolitova T.V., Kovach M. // Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy. - 2019. - No. 6. - S. 62-80.
12. Spiesz, E.M. Structure and collagen crimp patterns of functionally distinct equine tendons, revealed by quantitative polarized light microscopy (qPLM). / Spiesz EM, Thorpe CT, Thurner PJ, Screen HRC. // Acta Biomater. 2018 Apr 1;70:281-292. doi:10.1016/j.actbio.2018.01.034. Epub 2018 Feb 2. PMID: 29409868; PMCID:PMC5894809.
13. Ali, OJ. Variations during aging in the three-dimensional anatomical arrangement of fascicles within the equine superficial digital flexor tendon. / Ali OJ, Comerford EJ, Clegg PD, Canty-Laird EG // Eur Cell Mater. - 2018 Feb 13; 35:87-102. doi:10.22203/eCM.v035a07. PMID: 29437201.
14. Dakin, S.G. Resolving an inflammatory concept: the importance of inflammation and resolution in tendinopathy. / Dakin SG, Dudhia J, Smith RK. // Vet Immunol Immunopathol. 2014 Apr 15;158(3-4):121-7. doi: 10.1016/j.vetimm.2014.01.007. Epub 2014 Jan 31. PMID: 24556326; PMCID: PMC3991845.
15. Daniel, AJ. Enhanced ultrasonographic imaging of the equine distal limb using saline injection of the digital flexor tendon sheath: A cadaver study. / Daniel AJ, Leise BS, Selberg KT, Barrett MF. // Vet J. - May 2019; 247:26-31. doi: 10.1016/j.tvjl.2019.02.007. Epub 2019 Feb 23. PMID: 30971347.
16. Denoix, J.M. Apport des techniques recentes dans le diagnostic des affections locomotrices chez le cheval // Le Point Vétérinaire. 1993 Vol. 155. P. 211-215.
17. Microscopic technique: A guide for physicians and laboratory assistants / Under the editorship of D.S. Sarkisov and Yu.L. Petrov. - M.: Medicine, 1996.-544 p.