

УДК: 636.1:617.3

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.268

ТЕНДИНОПАТИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СГИБАТЕЛЯ ПАЛЬЦА У ЛОШАДЕЙ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ТРЕТИ ПЯСТИ

Борхунова, Е.Н.¹ – д-р биол. наук, доц., зав. каф. анатомии и гистологии животных, (ORCID 0000-0003-2355-8616); **Жукова, М.В.**^{2*} – соискатель каф. анатомии и гистологии животных, глав. ветврач клиники Максима Вет (ORCID 0009-0009-5894-8279); **Гасангусейнова Э.К.**¹ – канд. биол. наук, доц. каф. анатомии и гистологии животных (ORCID 0000-0002-2868-1261).

¹ ФГБОУ ВО МГАВмиБ – МВА им. К.И. Скрябина

² Клиника Максима Вет, Московская область, Горки

*black717@mail.ru

Ключевые слова: лошадь, сухожилие, поверхностный сгибатель пальца, тендинопатия, морфология.

Key words: horse, tendon, superficial flexor of the finger, tendinopathy, morphology.

Поступила: 27.02.2024

Принята к публикации: 25.03.2024

Опубликована онлайн: 02.04.2024



РЕФЕРАТ

Особенностью тренировочного процесса у верховых спортивных лошадей являются повторяющиеся неравномерные максимальные весовые нагрузки на конечности и, в частности, на их сухожильно-связочный аппарат. В исследовании использованы сухожилия поверхностного сгибателя пальца грудных и тазовых конечностей спортивных лошадей, павших от причин, не связанных с травмами сухожилий. У всех животных прижизненно была диагностирована тендинопатия. Отбирали изолированные кисти грудной конечности и стопы тазовой конечности, а также образцы сухожилия поверхностного сгибателя пальца 15-ти спортивных лошадей в возрасте от 6 до 15 лет. Гистологические исследования проводили по общепринятой методике: материал фиксировали в 10%-м растворе формалина, заливали в парафин, готовили срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином для выявления общей морфологической картины, по Ван-Гизон для оценки состояния пучков коллагеновых волокон и альциановым синим для выявления гликозаминогликанов. Микропрепараты изучали с помощью микроскопов Jenamed-2 и MicroScreen. В результате проведенных исследований получены оригинальные данные. Признаки хронического воспаления, многочисленные очаги деструкции ткани в сочетании с умеренными реактивными изменениями в ткани свидетельствуют о длительном, многолетнем течении патологического процесса. Поскольку сухожилие является умеренно васкуляризованной тканью, постольку недостаточная перфузия не позволяет поддерживать окислительно-восстановительные процессы на необходимом уровне. Поэтому в условиях, когда в хорошо васкуляризованных скелетных мышцах метаболизм восстанавливается, в сухожилиях этот процесс еще не завершен. Условия гипоксии сами по себе создают фон для развития соединительной ткани и склерозирования. Не исключено, что именно таким образом постепенно нарастают признаки склероза в эпитеении и перитеении, а также в стенках кровеносных сосудов, которые были выявлены в наших исследованиях.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Тендинопатии – патологическое состояние сухожилия лошади, развивающееся в результате накопления эндогенных травм, которые возникают обычно на фоне спортивных нагрузок и перегрузок. Сухожилия спортивных лошадей с трудом восстанавливаются, что связано с особенностями и структуры, а также значительной массой лошади и наличием единственного опорного луча – третьего пальца. Это обуславливает невозможность перераспределения нагрузки при травмах [1,2,3].

Особенностью тренировочного процесса у верховых спортивных лошадей являются повторяющиеся неравномерные максимальные весовые нагрузки на конечности и, в частности, на их сухожильно-связочный аппарат. Например, при выполнении программы выездки лошадь выдерживает длительно повторяющиеся циклы на искусственных аллюрах (пассаж и пиаффе), в конкуре и троеборье она производит высотно-широтные прыжки через препятствия при основной работе на галопе. При этом компенсация биомеханических нагрузок и перегрузок за счет структурных особенностей опорно-двигательного аппарата во многом определяется особенностями экстерьера лошади, а разнообразие нагрузок создает условия для формирования множественных мелких очагов деструкции, которые никак не проявляются клинически [4,5]. При ортопедической диспансеризации нередко можно выявить такие патологические очаги, определив доклиническую форму тендинопатии. Однако своевременное лечение удается начать не всегда, так как в конном спорте предпочтение часто отдают не терапии, из-за которой приходится откладывать старт или тренировки, а сохранению спортивной формы животного и выступлениям на соревнованиях. В результате микротравмы, накапливаясь, приводят к развитию клинической картины, которая может быть неодинаковой: от выраженного отека с нарушением функции конечности до незначительной хромоты. Прогноз восстановления работоспособности лошади бывает разным и

зависит, в частности, от локализации повреждения и его объема [6,7,8]. Патоморфологическая характеристика сухожилий при тендинопатиях описана фрагментарно, а патогенез этого состояния недостаточно изучен, что затрудняет дифференциальную диагностику с тендинитами и проведение лечебных мероприятий, соответствующих состоянию пациента.

В этой связи цель работы – изучить микроструктуру сухожилия поверхностного сгибателя пальца в области средней трети пясти у лошадей при тендинопатии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

В исследовании использованы сухожилия поверхностного сгибателя пальца грудных и тазовых конечностей спортивных лошадей, павших от причин, не связанных с травмами сухожилий. У всех животных прижизненно была диагностирована тендинопатия. Отбирали изолированные кисти грудной конечности и стопы тазовой конечности, а также образцы сухожилия поверхностного сгибателя пальца 15-ти спортивных лошадей в возрасте от 6 до 15 лет. Гистологические исследования проводили по общепринятой методике: материал фиксировали в 10%-м растворе формалина, заливали в парафин, готовили срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином для выявления общей морфологической картины, по Ван-Гизон для оценки состояния пучков коллагеновых волокон и альциановым синим для выявления гликозаминогликанов. Микропрепараты изучали с помощью микроскопов Jenamed-2 и MicroScreen.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

При изучении микроскопической картины сухожилия поверхностного сгибателя пальца в средней трети пясти выявлена неоднородная морфологическая картина. Она характеризовалась сочетанием в структуре сухожилия относительно сохраненных участков, имеющих типичные регионарные особенности строения и расположенные главным образом на периферии сухожильного тяжа, а также очагов дистрофических изменений и склероза, которые расположены в толще сухожиль-

ного тяжа диффузно (рис. 1).

Области с сохранной структурой наблюдали в поверхностных слоях сухожильного тяжа. В средней трети пясти структура ткани сухожилия поверхностного сгибателя пальца характеризуется плотной упаковкой пучков коллагеновых волокон 2 порядка, между которыми визуализируются тонкие прослойки перитенона (рис.1А). На поперечном срезе сухожилия отчетливо просматриваются функциональные единицы, описанные нами в предыдущих исследованиях – пучки коллагеновых волокон 2 порядка, окруженные рыхлой соединительной тканью и связанные с прилежащим звеном микроциркуляторного русла [9,10]. Под эпителием, а также в толще сухожилия, по углам функциональных единиц видны группы сосудов артериального и венозного типов, а также лимфатические сосуды, переходящие в более мелкие сосуды. Они окружены прослойками соединительной ткани с разнонаправленной фиброархитектоникой (рис.1Б). Очевидно, эти струк-

туры создают механизм, предотвращающий избыточную компрессию сосудов при движении. В то же время они создают механизм стимуляции локальной гемодинамики, так как при компрессии и декомпрессии возникают условия для направленного продвижения крови, что улучшает перфузию тканей.

Важно отметить, что в крупных сосудах (ветвях пястных артерий и вен), расположенных в эпителионе, наблюдали явления склероза стенки. Толстостенные артерии, характерные для дистальных отделов конечностей, имеют суженный просвет, в средней оболочке стенки сосуда видны многочисленные коллагеновые волокна, что свидетельствует о склерозе. Такие же изменения выражены в венах. Адвентиция сосудов сильно развита, богата эластическими волокнами. Паравазально отмечены признаки склероза. Лимфатические сосуды расширены, что указывает на нарушение венозного оттока (рис.2).

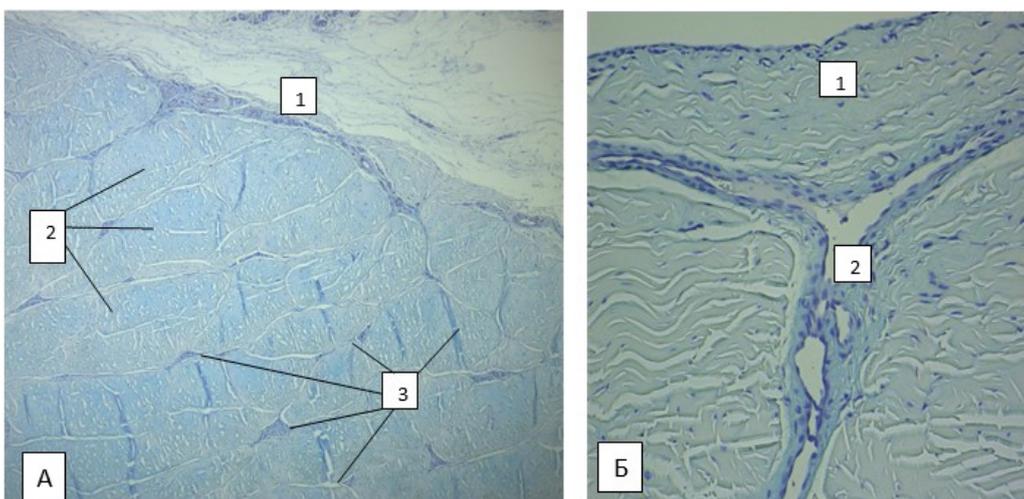


Рисунок 1 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца, средняя треть пясти. А – периферическая часть сухожилия имеет сохранную структуру, видны эпителион с кровеносными сосудами (1), 2 – пучки коллагеновых волокон 2 порядка плотно упакованы, хорошо структурированы, разделены перитеноном (3). Б – в эпителионе соединительнотканый футляр (1) окружает кровеносные сосуды (2). Альциановый синий, А – х40, Б – х200.



Рисунок 2 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца, область средостения. 1 – эпителион; 2 – параваскулярная соединительная ткань; 3 – артерии и 4 – вена с признаками склероза стенки; 5 – пучки коллагеновых волокон сухожилия. Пикрофуксин-фукселин, x200.

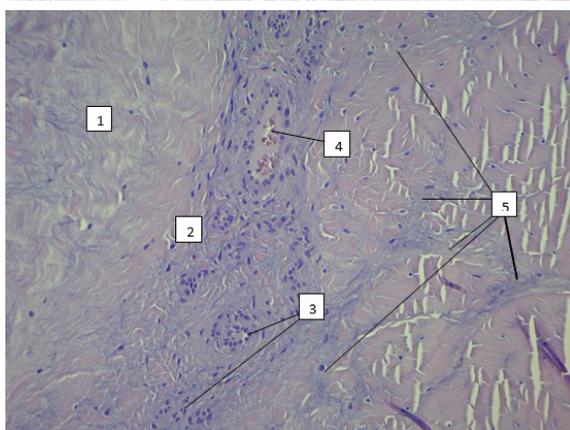


Рисунок 3 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца, средняя треть пясти. 1 – эпителион с признаками склероза; 2 – соединительнотканый футляр; 3 – артерии с явлениями склероза стенки; 4 – вена с явлениями склероза стенки и плазмостазом, 5 – склеротические изменения в перитеноне. Гематоксилин и эозин, x200.

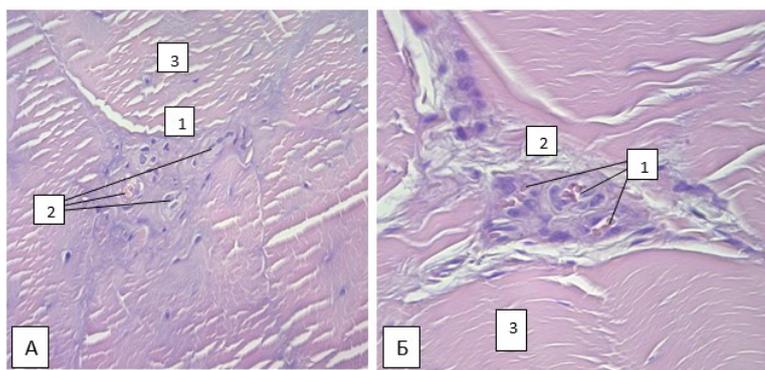


Рисунок 4 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца, средняя треть пясти. А: 1 – соединительная ткань, окружающая сосуды, находится в состоянии мукоидного набухания межклеточного вещества, виден макрофагальный инфильтрат; 2 – кровеносные сосуды с облитерированным просветом. Б: 1 – кровеносные сосуды венозного типа с дистрофически измененными стенками, слущенным эндотелием, полнокровным просветом; 2 – окружающая соединительная ткань с признаками мукоидного набухания межклеточного вещества; 3 – пучки коллагеновых волокон сухожилия. Гематоксилин и эозин, А – x100, Б – x200.

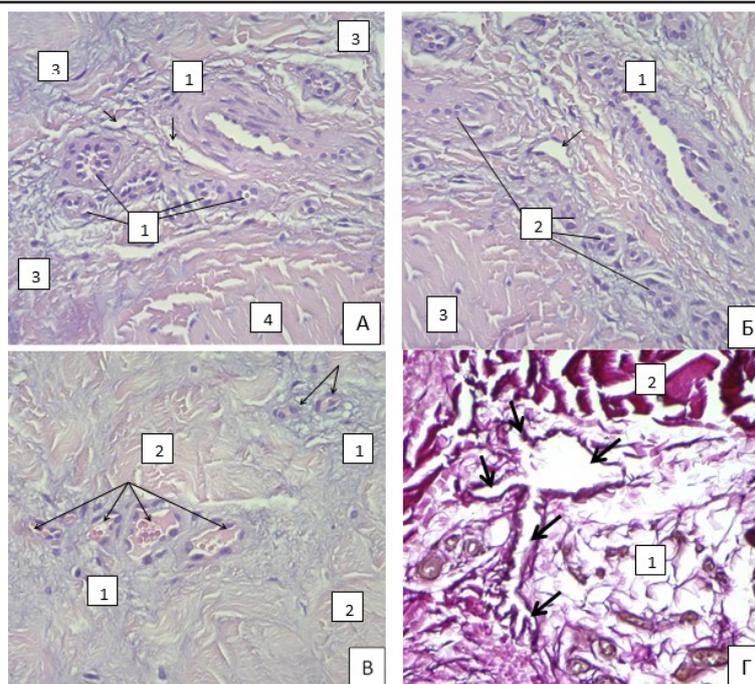


Рисунок 5 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца.

А: 1 – артерии разных калибров, стрелками показаны расширенные лимфатические сосуды; 2 – паравазальная соединительная ткань с признаками отека; 3 – очаг мукоидного набухания межклеточного вещества соединительной ткани; 4 – пучки коллагеновых волокон сухожилия. Гематоксилин и эозин, $\times 100$.

Б: 1 – вена с признаками мукоидного набухания и отека стенки, наблюдается отек паравазальных тканей; 2 – группа мелких сосудов артериального типа, стрелкой показан расширенный лимфатический сосуд; 3 – пучки коллагеновых волокон сухожилия. Гематоксилин и эозин, $\times 100$.

В: 1 – перитенон с признаками отека и мукоидного набухания; стрелками показаны сосуды венозного типа, в которых наблюдается гиперхромный, набухший, очагово-слищенный эндотелий, мукоидное набухание стенки, явления стаза и плазмостаза; 2 – пучки коллагеновых волокон сухожилия с признаками отека, фибробласты не идентифицируются. Гематоксилин и эозин, $\times 200$.

Г: выраженный отек в паравазальной соединительной ткани под эпитеноном (1), стрелкой показана группа расширенных лимфатических сосудов; 2 – пучки коллагеновых волокон сухожилия. Ван-Гизон, $\times 200$.

В эпитенонии наблюдали явления склероза, которые локально были выражены весьма значительно и распространялись на соединительнотканые футляры, окружающие сосуды, а также на перитенон. Артерии и вены здесь также имеют признаки склероза стенок, в них наблюдаются явления стаза (рис.3). Все это указывает на снижение эффективности ком-

прессионного механизма, поддерживающего регионарную гемодинамику.

При тендинопатиях в ткани сухожилия выявлены многочисленные, диффузно расположенные очаги дистрофических изменений межклеточного вещества в форме мукоидного и фибриноидного набухания (рис.4А). Пучки коллагеновых волокон с явлениями мукоидного набуха-

ния наблюдали чаще возле перитенона. Ткань здесь была отечна, на что указывает увеличение межволоконных пространств, а межклеточное вещество окрашивалось слабобазофильно. В очагах дистрофии наблюдали умеренную диффузную макрофагально-лимфоцитарную инфильтрацию (рис.4,5). Иногда в таких очагах регистрировали небольшие петрификаты (рис.6 Б, 7).

Наряду с этим обнаруживали и более обширные очаги деструкции с явлениями фибриноидного некроза. В них не визуализировали теноциты, в межклеточном веществе выявляли признаки отека, при этом пучки коллагеновых волокон имели гомогенный вид, окрашивались эозинофильно. Обращает на себя внимание состояние сосудов в этих областях. В небольших кровеносных сосудах венозного типа наблюдали деструктивные изменения стенок в форме дистрофических и склеротических изменений, а также полнокровие (рис.6А). Эти признаки сочета-

лись с расширением лимфатических сосудов разного калибра, что дополняло картину нарушения венозного оттока крови. В межклеточном веществе соединительной ткани, расположенной паравазально, определяли признаки отека и мукоидного набухания, а также диффузные макрофагальные инфильтраты.

Наряду с этим выявлены очаги рубцовых изменений. Они наблюдались в перитеноне, эпитеноне и распространялись на прилежащие пучки коллагеновых волокон сухожилия. При этом отмечены признаки склерозирования стенок сосуда и облитерации просвета сосудов венозного типа. В очагах склероза наблюдали умеренную диффузную макрофагально-лимфоцитарную инфильтрацию. Нельзя исключить, что склеротические явления развиваются как исход дистрофии и некроза, возникших на фоне нарушения кровообращения в ходе спортивной эксплуатации лошади.

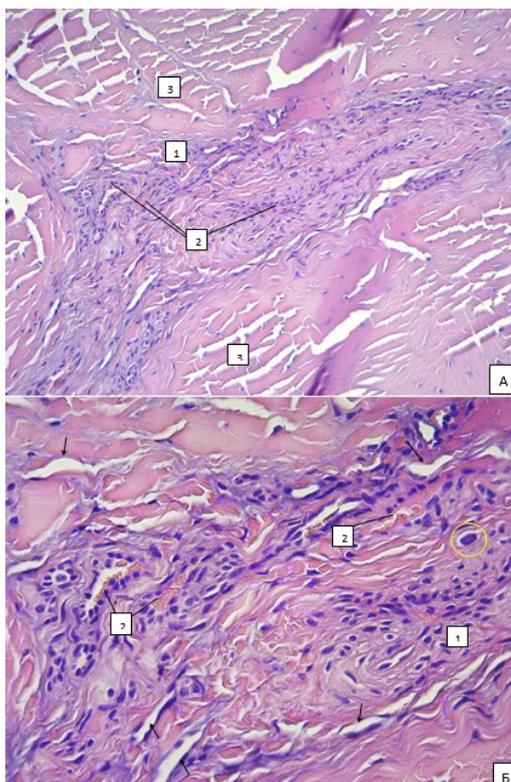


Рисунок 6 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца.

А: 1 – склероз в перитеноне; 2 - кровеносные сосуды со склерозированными стенками просвет сосудов спавшийся; 3 – ткань сухожилия с включениями волокнистого хряща.

Б – тот же препарат: 1 – артерия со склерозированными стенками и спавшимся просветом; 2 – сосуды венозного типа с явлениями склероза стенки, спущенным эндотелием, паравазальная соединительная ткань с признаками мукоидного набухания. Лимфатические сосуды расширены (показаны стрелками), виден петрификат (обведен).

Гематоксилин и эозин, А – x100, Б – x200.

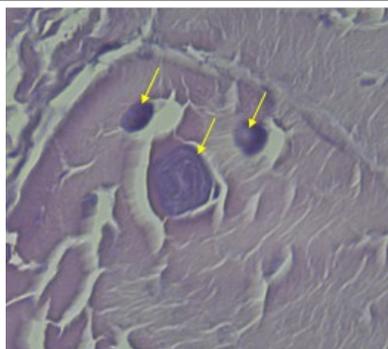


Рисунок 7 – Сухожилие поверхностного сгибателя пальца, средняя треть пясти. 1 – петрификаты (стрелки) в очаге фибриноидного некроза сухожилия. Гематоксилин и эозин, $\times 400$.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В результате проведенных исследований получены оригинальные данные, позволяющие дополнить представления о патогенезе тендинопатий у спортивных лошадей. Признаки хронического воспаления, многочисленные очаги деструкции ткани в сочетании с умеренными реактивными изменениями в ткани свидетельствуют о длительном, многолетнем течении патологического процесса. Не исключено, что первые очаги деструкции возникают на фоне перетренированности, столь свойственной режиму тренинга спортивных лошадей. Они могут формироваться как при частых значительных нагрузках и перегрузках, так и при монотонной работе в отсутствие достаточного периода отдыха. В этих условиях у лошади развивается гипоксия, в том числе локальная. Поскольку сухожилие является умеренно васкуляризованной тканью, постольку недостаточная перфузия не позволяет поддерживать окислительно-восстановительные процессы на необходимом уровне. Поэтому в условиях, когда в хорошо васкуляризованных скелетных мышцах метаболизм восстанавливается, в сухожилиях этот процесс еще не завершен. Условия гипоксии сами по себе создают фон для развития соединительной ткани и склерозирования. Не исключено, что именно таким образом постепенно

нарастают признаки склероза в эпителии и перитениии, а также в стенках кровеносных сосудов, которые были выявлены в наших исследованиях. Все это, несомненно, снижает возможности регионарной гемодинамики и усугубляет состояние гипоксии. Склеротические изменения, в свою очередь, ведут к снижению упруго-деформативных свойств сухожилий, что может приводить к возникновению новых микротравм. Постоянный «износ» коллагеновых конструкций сухожилия диктует необходимость перманентного ремоделирования ткани, а в условиях недостаточной перфузии и постоянных нагрузок этот процесс может находиться в незавершенной фазе в то самое время, когда лошадь снова выступает на соревнованиях или находится в режиме интенсивного тренинга. Именно в этих условиях, на наш взгляд, и формируются очаги дистрофических изменений сухожилия. Это вполне могут быть те регионы ткани сухожилия, которые не успели пройти этап ремоделирования. Ткань, подлежащая резорбции, не была лизирована, а на ее месте не сформировалась новая, полноценная в функциональном отношении. Очаг подвергся дистрофическим изменениям, в дальнейшем – некрозу с последующим исходом в склероз. Такие участки ткани сухожилия становятся областями наименьшей устойчивости, а на границе с ними возникает концентрация напряжений, что может приводить к вовлечению в патологический процесс новых пучков коллагеновых волокон. При этом в сухожилии, по-видимому, происходит перегрузка и, отчасти, рабочая гипертрофия оставшихся сохранных пучков коллагеновых волокон, за счет чего компенсируется функциональная пригодность сухожилия. Однако на этом фоне, по-видимому, нарушения кровообращения и дистрофические изменения продолжают медленно развиваться, внося свой вклад в патогенез, а также в сонографическую и клиническую картину тендопатий.

TENDINOPATHY OF THE SUPERFICIAL FLEXOR OF THE FINGER IN HORSES: MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE MIDDLE THIRD OF THE PASTERNA

Borkhunova E.N.¹ – d. biol. n., professor of the department. Anatomy and histology of animals named after prof. A.F. Klimov; **Zhukova M.V.**² – graduate student, main vet. doctor of the clinic Maxima Vet; **Gasanguseynova E.K.**¹ – candidate biol. of Sciences, Associate Professor.

¹Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology

²Maxima Vet, Moscow region, Russia

*black717@mail.ru

ABSTRACT

A feature of the training process in riding sports horses is the repeated uneven maximum weight loads on the limbs and, in particular, on their tendon-ligamentous apparatus. The study used the tendons of the superficial flexor of the pectoral and pelvic extremities of sports horses that died from causes unrelated to tendon injuries. Tendinopathy was diagnosed in all animals during their lifetime. Isolated hands of the thoracic limb and feet of the pelvic limb were selected, as well as samples of the tendon of the superficial flexor of the finger of 15 sports horses aged 6 to 15 years. Histological studies were carried out according to a generally accepted technique: the material was fixed in a 10% formalin solution, poured into paraffin, sections were prepared, which were stained with hematoxylin and eosin to identify the general morphological picture, according to Van Gieson to assess the condition of bundles of collagen fibers and alcian blue to identify glycosaminoglycans. The micro-preparations were studied using Jenamed-2 and MicroScreen microscopes. As a result of the conducted research, original data were obtained. Signs of chronic inflammation, numerous foci of tissue destruction in combination with moderate reactive changes in the tissue indicate a long, long-term course of the pathological process. Since the tendon is a moderately vascularized tissue, insufficient perfusion does not allow maintaining

redox processes at the required level. Therefore, in conditions where metabolism is restored in well-vascularized skeletal muscles, this process has not yet been completed in tendons. The conditions of hypoxia themselves create a background for the development of connective tissue and sclerosis. It is possible that this is how the signs of sclerosis gradually increase in the epithenonia and perithenonia, as well as in the walls of blood vessels, which were identified in our studies.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Борхунова Е.Н. Строение и места наименьшей устойчивости костно-сухожильных соединений сгибателей пальца лошади. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 6. С. 6-17.
2. Chesen A.B., Dabareiner R.M., Chaffin M.K., Carter G.K. Tendinitis of the proximal aspect of the superficial digital flexor tendon in horses: 12 cases (2000-2006). J. Am. Vet. Med. Assoc. 2009. Vol. 234(11). P. 1432-1436.
3. Dowling B.A., Dart A.J. Mechanical and functional properties of the equine superficial digital flexor tendon. Vet J. 2005. Vol. 170(2). P. 184-192.
4. Борхунова Е.Н. Морфологические изменения в ткани сухожилия поверхностного сгибателя пальца у лошадей при тендинитах. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 3. С. 6-13.
5. Ali O.J., Comerford E.J., Clegg P.D., Canty-Laird E.G. Variations during ageing in the three-dimensional anatomical arrangement of fascicles within the equine superficial digital flexor tendon. Eur Cell Mater. 2018. Vol. 35 (13). P. 87-102.
6. Жукова М.В., Борхунова Е.Н. Ультрасонографическая визуализация морфологических изменений в ткани сухожилия поверхностного сгибателя пальца у спортивных лошадей при тендинопатии. Международный вестник ветеринарии. 2023. №2. С. 281-291.
7. Борхунова Е.Н., Жукова М.В. Морфологические и ультрасонографические корреляции при тендинитах поверхностного сгибателя пальца у спортивных лошадей / В сборнике: Актуальные пробле-

мы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции. Под общей редакцией С.В. Полябина, Л.А. Гнездиловой. Москва, 2023. С. 36-38

8. Жукова М.В., Борхунова Е.Н., Гасангусейнова Э.К. Инцидентность травм сухожилия поверхностного сгибателя пальца у спортивных лошадей / В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции. Под общей редакцией С.В. Полябина, Л.А. Гнездиловой. Москва, 2023. С. 35-36.

9. Борхунова Е.Н., Жукова М.В. Общие закономерности микроорганизации сухожилий лошади. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 10. С.17-28

10. Spiesz E.M., Thorpe C.T., Thurner P.J., Screen H.R.C. Structure and collagen crimp-patterns of functionally distinct equine tendons, revealed by quantitative polarised light microscopy (qPLM). *Acta Biomater.* 2018 Vol,70 (1). P.281-292.

REFERENCES

1. Borkhunova E.N. The structure and places of least stability of the bone-tendon joints of the flexors of the horse's finger. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology.* 2022. No. 6. pp. 6-17. [in Russ.]

2. Chesen A.B., Dabareiner R.M., Chaffin M.K., Carter G.K. Tendinitis of the proximal aspect of the superficial digital flexor tendon in horses: 12 cases (2000-2006). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2009. Vol.234(11). P. 1432-1436.

3. Dowling B.A., Dart A.J. Mechanical and functional properties of the equine superficial digital flexor tendon. *Vet J.* 2005. Vol. 170(2). P.184-192.

4. Borkhunova E.N. Morphological changes in the tendon tissue of the superficial flexor of the finger in horses with tendinitis. Veteri-

nary medicine, animal science and biotechnology. 2021. No. 3. pp. 6-13. [in Russ.]

5. Ali O.J., Comerford E.J., Clegg P.D., Canty-Laird E.G. Variations during ageing in the three-dimensional anatomical arrangement of fascicles within the equine superficial digital flexor tendon. *Eur Cell Mater.* 2018. Vol.35 (13). P.87-102.

Zhukova M.V., Borkhunova E.N. Ultrasonographic visualization of morphological changes in the tendon tissue of the superficial flexor of the finger in sports horses with tendinopathy. *International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2023. No.2. pp.281-291. [in Russ.]

Borkhunova E.N., Zhukova M.V. Morphological and ultrasonographic correlations in tendinitis of the superficial flexor of the finger in sports horses / In the collection: Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and expertise of raw materials and animal products. Proceedings of the 2nd Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of S.V. Pozyabin, L.A. Gnezdilova. Moscow, 2023. pp. 36-38 [in Russ.]

8. Zhukova M.V., Borkhunova E.N., Gasanguseynova E.K. Incidence of injuries of the tendon of the superficial flexor of the finger in sports horses / In the collection: Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and expertise of raw materials and animal products. Proceedings of the 2nd Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of S.V. Pozyabin, L.A. Gnezdilova. Moscow, 2023. pp. 35-36. Gnezdilova. Moscow, 2023. pp. 36-38 [in Russ.]

9. It's Borkhunova N., Zhukova M.V. General regularities of microorganism's tendon maladies. *Veterinary, zootechnics and biotechnology.* 2023. № 10. S.17-28 [in Russ.]

10. Spiesz E.M., Thorpe C.T., Thurner P.J., Screen H.R.C. Structure and collagen crimp-patterns of functionally distinct equine tendons, revealed by quantitative polarised light microscopy (qPLM). *Acta Biomater.* 2018 Vol,70 (1). P.281-292.