

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

На правах рукописи

Великодная Елизавета Константиновна

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА
ИММУНО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНЫХ
ЛОШАДЕЙ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и
токсикология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Карпенко Лариса Юрьевна

Санкт-Петербург

2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	15
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	15
1.1 Характеристика лошадей арабской породы.....	15
1.2 Особенности адаптации к аэробной физической нагрузке умеренной мощности.....	17
1.2.1 Срочная адаптация к аэробной физической нагрузке умеренной мощности.....	17
1.2.2 Долговременная адаптация к аэробной физической нагрузке умеренной мощности	19
1.3 Характеристика конных дистанционных пробегов.....	21
1.4 Влияние физической нагрузки на организм лошадей.....	23
1.4.1 Влияние физической нагрузки на морфологические показатели крови спортивных лошадей	23
1.4.2 Влияние физической нагрузки на биохимические показатели спортивных лошадей.....	32
1.4.3 Влияние физической нагрузки на активность ферментных систем крови.....	39
1.4.4 Влияние физической нагрузки на эндокринологические показатели спортивных лошадей.....	45
1.4.5 Кардиомаркеры в спорте.....	50
1.4.6 Изменения антиоксидантной защиты крови спортивных лошадей под влиянием физической нагрузки.....	52
1.4.7 Влияние физической нагрузки на изменения состава слюны.....	55
1.4.8 Микробиом кишечника лошадей и его изменения под влиянием физической нагрузки.....	57
1.4.9 Влияние физической нагрузки на иммунологические показатели спортивных лошадей.....	60
1.5 Использование пробиотиков в кормлении лошадей.....	64

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	66
2.1 Материалы и методы исследований.....	66
2.2 Результаты собственных исследований.....	72
2.2.1 Влияние физической нагрузки на изменение морфологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы.....	72
2.2.2 Влияние физической нагрузки на изменение биохимических показателей крови спортивных лошадей арабской породы.....	74
2.2.3 Влияние физической нагрузки на изменение эндокринологических показатели крови спортивных лошадей арабской породы.....	77
2.2.4 Влияние физической нагрузки на изменение концентрации сердечного тропонина I.....	78
2.2.5 Влияние физической нагрузки на изменение показателей антиоксидантной защиты крови спортивных лошадей арабской породы	79
2.2.6 Влияние физической нагрузки на изменение рисунка микрокристаллизации слюны спортивных лошадей арабской породы.....	80
2.2.7 Влияние физической нагрузки на иммунологические показатели крови спортивных лошадей арабской породы.....	82
2.2.8 Влияние физической нагрузки на изменение кишечного микробиома спортивных лошадей арабской породы.....	83
2.2.9 Определение корреляционной зависимости показателей крови спортивных лошадей арабской породы под влиянием длительной аэробной нагрузки.....	86
2.2.10 Изменение адаптации организма лошадей к физической нагрузке при использовании пробиотика.....	92
3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	100
3.1 Оценка изменений морфологических показателей крови.....	100
3.2 Биохимические показатели крови.....	105
3.3 Ферментные системы крови.....	110
3.4 Эндокринологические показатели.....	114
3.5 Анализ изменения концентрации сердечного тропонина I.....	117
3.6 Антиоксидантная защита.....	118

3.7 Оценка изменения рисунка микрокристаллизации слюны.....	119
3.8 Микробиом кишечника.....	120
3.9 Иммунологические показатели.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	128
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ...	129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	130
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.....	167
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	169
Приложение А. Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 4 балла...	169
Приложение Б. Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 3 балла...	170
Приложение В. Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 2 балла...	171
Приложение Г. Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 1 балла...	172

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одним из направлений использования лошадей является конный спорт (Алексеева, Е. И., 2016; Стекольников, А. А., Щербаков, Г. Г., Яшин, А. В., и др., 2016; Чернигова, С. В., Сучков, М. В., Зубкова, Н. В., и др., 2022; Шараськина, О. Г., 2025).

Тренинг и испытания молодняка являются неотъемлемой частью селекционно-племенной работы в коневодстве (Оришев, З. Х., 2008; Алексеева, Е. И., Дорофеева, Н. В., Головина, Т. Н., 2020). Спортивная подготовка лошадей требует постоянного контроля процессов адаптации их организма к предъявляемому уровню физической нагрузки (Чернигова, С. В., Чернигов, Ю. В., Бабаков, Н. В., 2017; Косорыгина, К. Ю., Тарасова, Л. В., 2024).

Вопросы сохранения высокого уровня состояния здоровья лошадей с каждым годом становятся всё более актуальными (Грызлова, А. В., Зеленовский, Н. В., Биллевич, Д. В. и др., 2016; Щипакин, М. В., Дугучиев, И. Б., Зеленовский, Н. В. и др., 2017; Енгашев, С. В., Енгашева, Е. С., Белова, Л. М. и др., 2018; Васильева, С. В., Прусаков, А. В., Голодяева, М. С., 2024).

Непрерывный рост спортивных достижений требует выполнения тренировочных нагрузок всё большего объема и интенсивности. Это делает более сложным индивидуализацию тренировочной нагрузки в процессе достижения её оптимального уровня. Использование универсальных схем подготовки лошадей может привести к срыву адаптационных механизмов и развитию патологических процессов в различных системах их организма. Наиболее часто это проявляется в патологиях дыхательной системы, желудочно-кишечного тракта, а также нарушении обмена веществ. Заболевания желудочно-кишечного тракта, сопровождающиеся симптомокомплексом колик, у лошадей занимают ведущие позиции среди причин смерти взрослых лошадей (Концевая, С. Ю., Дерхо М. А., Мансурова, Л. Р., 2007; Кудряшов, А. А., Миронов, В. А., 1994; Романова, О. В., Кудряшов, А. А., 2010; Концевая, С. Ю., Пекуровский Д. А., Моисеева, М. А., и др.,

2013; Науменко, И. Б., Демин, В. А., Цыганок, И. Б. и др., 2021; Великодная Е. К., Солодилова А. Ю., 2025).

Чтобы объективно оценить реакцию спортивной лошади на выполненную работу, необходимо знать общие принципы изменений, происходящих в её организме при адаптации к физической нагрузке различной интенсивности (Сергиенко, В. С., 2008).

Адаптация организма к мышечной деятельности носит фазный характер. Выделяют два этапа адаптации в зависимости от характера и времени реализации приспособительных изменений в организме – срочный и долговременный (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988).

Этап срочной адаптации является реакцией организма на однократное воздействие физической нагрузки. При этом во время мышечной работы осуществляются такие процессы, как: мобилизация энергетических ресурсов; транспорт кислорода и субстратов окисления к работающим мышцам; удаление конечных продуктов реакций энергетического обмена; создание условий для пластического обеспечения работы мышц. Срочную адаптацию организма отражает изменение лабораторных показателей после физической нагрузки (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988; Тамбовцева, Р. А., 2015; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Этап долговременной адаптации сопровождается структурными и функциональными изменениями в организме, приводящими к росту его возможностей. Развивается этот этап в результате многократной реализации срочной адаптации. В процессе долговременной адаптации под влиянием физических нагрузок усиливается синтез нуклеиновых кислот и белков, это приводит к ускоренному образованию клеточных структур и росту мощности их функционирования. Под влиянием мышечной нагрузки увеличивается сократительная активность мышц, что приводит к росту концентрации макроэргических фосфатов в клетке. Эти процессы стимулируют синтез аденозинтрифосфата и восстанавливают нарушенный баланс макроэргов в мышце, что составляет начальное звено срочной адаптации. Срочные адаптационные

процессы вызывают усиленный синтез нуклеиновых кислот и белков в результате воздействия на определенные структуры мышц таких соединений, как креатин, циклический аденозинмонофосфат, стероидные и некоторые пептидные гормоны. Долговременную адаптацию отражают изменения, которые мы можем обнаружить у животного в полном покое, а также напряженность и скорость изменения показателей при срочной адаптации и скорость их возвращения к прежним значениям (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988; Тамбовцева, Р. А., 2015; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Адаптационные механизмы повышают работоспособность и спортивный потенциал. Чтобы подготовить лошадь к максимальной резвости, важно знать характер и закономерность этих изменений (Ласков, А. А., 1982; Сергиенко, Г. Ф., 1998; Петрикеева, Л. В., 2017), что до настоящего времени не до конца изучено. Учитывая данное обстоятельство выбранная нами тема исследования является актуальной.

Степень разработанности темы. Под влиянием физической нагрузки в организме лошади изменяются мышечная система, микробиом кишечника, многие биохимические и иммунологические показатели, костная система, работа печени, сердца, центральной нервной системы и т.д. (Сергиенко, Г. Ф., 1998; Петрикеева, Л. В., 2017).

Вопрос адаптации организма лошади к физической нагрузке достаточно изучен. В настоящее время ведётся поиск и разработка новых методов повышения их работоспособности при сохранении здоровья (Послов, Г. А., 1999; Козлов, С. А., 2000; Романова, О. В., 2000; Карюк, Е. А., 2004; Полякова, Е. В., 2004; Сергиенко, В. С., 2008; Мансурова, Л. Р., 2009; Иванова, Н. В., 2011).

Работоспособность лошади, высокие спортивные результаты и эффективность восстановления после нагрузок, в значительной степени зависят от особенностей состава рациона. Поиск альтернативных видов кормов и кормовых добавок, специальная подготовка и обработка для увеличения эффективности их энергетического действия, а также оценка их влияния на показатели

работоспособности – задачи, которые на современном этапе требуют решения (Шараськина, О. Г., 2022; Шараськина, О. Г., Алексеева, Е. И., 2024).

Изучением конных дистанционных пробегов занимались многие российские и иностранные ученые (Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014; Петрикеева, Л. В., 2017; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022; Fraipont, A., Erck, E. V., Ramery, E. и др., 2012; Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019; Page, A. E., Stewart, J. C., Fielding, C. L. и др., 2019; Chang, X., Zhang, Z., Yao, X., 2025). Это востребованный и активно развивающийся вид конного спорта в Российской Федерации и в мире (Великодная, Е. К., Карпенко, Л. Ю., 2025; Козлов, С. А., Зиновьева, С. А., Маркин, С. С., 2025).

Арабская порода лошадей, являясь одной из древнейших пород в мире, продолжает активно исследоваться и современными учёными (Васильева, А. П., 2011; Калинкова, Л. В., 2017; Петрикеева, Л. В., 2017; Халилов, Р. А., Королева, Г. В., Шемарыкин, А. Е., 2019; Калинкова, Л. В., Шемарыкин, А. Е., 2020; Шемарыкин, А. Е., 2022; Шешулина, Т. Б., 2025; Ricard, A., Touvais, M., 2007; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

Представители породы успешно участвуют в соревнованиях по пробегам и создают серьёзную конкуренцию лошадям других пород (Калинкова, Л. В., 2017; Калинкова, Л. В., Шемарыкин, А. Е., 2020; Шемарыкин, А. Е., 2022; Ricard, A., Touvais, M., 2007).

Однако, исследований с системным подходом, где одновременно изучаются изменения комплекса биохимических, эндокринологических и иммунологических показателей в ответ на физическую нагрузку разной интенсивности, на сегодняшний день нет.

Таким образом, исследование, направленное на изучение влияния физической нагрузки на организм спортивных лошадей арабской породы в дисциплине дистанционные пробеги имеет значение с научной и практической точки зрения, является актуальным и значимым.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – изучить динамику основных биохимических, морфологических, иммунологических показателей

организма спортивных лошадей и состав кишечного микробиома при разной интенсивности физической нагрузки и научно обосновать применение пробиотика для повышения работоспособности спортивных лошадей.

Задачи:

1. Установить влияние физической нагрузки разной интенсивности на морфологические, биохимические, эндокринологические, иммунологические показатели и антиоксидантную защиту крови спортивных лошадей;
2. Определить влияние физической нагрузки разной интенсивности на кардиомаркеры;
3. Выявить влияние физической нагрузки разной интенсивности на изменения микрокристаллизации слюны спортивных лошадей;
4. Дать характеристику микробиома кишечника лошадей и его изменениям под влиянием физической нагрузки разной интенсивности;
5. Научно обосновать эффективность применения пробиотика с целью повышения работоспособности спортивных лошадей;
6. Провести корреляционный анализ зависимости между изученными показателями.

Научная новизна и ценность полученных результатов.

- впервые проведена комплексная оценка состояния организма лошадей при физической нагрузке разной интенсивности;
- впервые проведен корреляционный анализ между показателями организма лошадей после длительной аэробной нагрузки;
- впервые изучено влияние длительной аэробной нагрузки на изменение морфологических, биохимических, эндокринологических, антиоксидантных, иммунологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы;
- впервые изучено влияние нагрузки разной интенсивности на изменение морфологических, биохимических, эндокринологических, антиоксидантных, иммунологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы;
- получены данные об изменении концентрации сердечного тропонина I после физической нагрузки разной интенсивности;

- уточнены и дополнены данные о терапевтической эффективности применения пробиотиков для коррекции иммуно-биохимических показателей спортивных лошадей;
- впервые получены данные об изменении рисунка микрокристаллизации слюны под влиянием длительной аэробной нагрузки;
- расширены сведения об изменении кишечного микробиома спортивных лошадей при физической нагрузке разной интенсивности.

Теоретическая и практическая значимость работы. Данные, полученные в результате исследования, способствуют расширению теоретической базы в области изучения физиологических особенностей адаптации лошадей к физической нагрузке. В работе раскрывается значение показателей крови, необходимых для оценки реакции организма лошадей арабской породы на длительную аэробную нагрузку.

Работа позволяет перейти от эмпирического подхода в оценке переносимости организмом лошади физической нагрузки к научно опосредованной стратегии, а также раскрывает возможности использования пробиотических препаратов в качестве адаптогенов к физической нагрузке. Полученные данные позволяют проводить спортивную подготовку молодых лошадей в соответствии с их физиологией, своевременно выявлять отклонения в иммуно-биохимических показателях и на их основании корректировать физическую нагрузку, применять методы по восстановлению, улучшать условия содержания и кормления.

Информация из нашего исследования может быть использована конными клубами, частными владельцами, племенными и фермерскими хозяйствами для подготовки спортивных лошадей, мониторинга состояния их здоровья, оценки адаптации к физической нагрузке. Также полученные результаты могут быть использованы при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий по физиологии животных, биологической химии, клинической диагностике в высших учебных заведениях.

Методология и методы исследования. При проведении исследований и изложении материала были применены общенаучные и специальные методы:

теоретико-методологический анализ литературных источников, клинико-физиологические, морфологические, биохимические, иммунологические, молекулярно-генетические методы и метод математического анализа. В основе этих методов лежат органолептические, физические, химические и ветеринарно-биологические методы исследования в оценке клинического состояния животных, их биохимических и морфологических показателей крови и слюны, микробиома кишечника и иммунологического статуса. Использование перечисленных методов и статистический анализ экспериментальных данных обеспечили объективность и достоверность полученных результатов и выводов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Физическая нагрузка вызывает разные изменения морфологических, биохимических, эндокринологических, антиоксидантных, иммунологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы в зависимости от интенсивности;
2. Определение изменения концентрации сердечного тропонин I является информативным методом оценки переносимости физической нагрузки разной интенсивности;
3. Длительная аэробная нагрузка вызывает изменение рисунка микрокристаллизации слюны спортивных лошадей арабской породы;
4. Изменение кишечного микробиома спортивных лошадей арабской породы зависит от интенсивности физической нагрузки;
5. Пробиотические препараты возможно использовать в конном спорте в качестве адаптогена к физической нагрузке;
6. Между изучаемыми показателями существует корреляционная зависимость, отражающая адаптации организма лошадей к длительной аэробной нагрузке.

Степень достоверности и апробация результатов.

Полученные данные подвергались обработке методом вариационной статистики с расчетом коэффициента достоверности Стьюдента и коэффициента корреляции Пирсона. Достоверность данных определяется достаточным объемом

выборки анализируемых данных и их статистической обработкой. Полученные данные согласуются между собой и взаимно дополняют друг друга, выводы обоснованы и вытекают из результатов исследования. Материалы научной работы доложены на 8 научных конференциях: 79-я Международная научная конференция молодых ученых и студентов СПбГУВМ (г. Санкт-Петербург, 2025); IV международный студенческий научно-практический форум «Global Issues Forum 2025: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Zootechnology, Pedagogical and Philological Sciences» (г. Москва, 2025); XIX Всероссийский молодежный форум «АПК – МОЛОДЕЖЬ, НАУКА, ИННОВАЦИИ» (г. Москва, 2025); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы ветеринарной патологии и научные основы решения», посвящённая 55-летию организации ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии» (ФГБНУ «ВНИВИПФиТ») (г. Воронеж, 2025); VIII Международная научно-практическая конференция «Постгеномные технологии в обеспечении здоровья и повышении продуктивности сельскохозяйственных животных и птиц» (г. Воронеж, 2025); 80-я международная научная конференция молодых ученых и студентов СПбГУВМ (г. Санкт-Петербург, 2026); «Конная индустрия и современное общество: Перспективы, тенденции, регулирование» (г. Санкт-Петербург, 2026); Международная научно-практическая конференция, посвященная 95-летию юбилею доктора сельскохозяйственных наук, профессора Рождественской Гаяны Александровны «От традиций к инновациям: Вопросы развития коневодства и селекции лошадей» (п. Дивово, 2026).

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе и научно-исследовательской деятельности на кафедре биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», на кафедре внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», на кафедре физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный

университет», на кафедре клинической диагностики УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Публикация результатов исследования. По теме диссертационной работы опубликовано 11 работ. Из них в журналах перечня рецензируемых научных изданий Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки РФ опубликовано 4 работы (Актуальные вопросы ветеринарной биологии – 1; Международный вестник ветеринарии – 1; Иппология и ветеринария – 1; Вестник КрасГАУ – 1); в региональной печати – 5 работ. По теме диссертации зарегистрированы 1 база данных и 1 патент на полезную модель.

Личный вклад. Данная работа является результатом исследования автора, проведенного в период с 2023 по 2026 годы. Соискателем совместно с научным руководителем были поставлены цель и задачи по проведению эксперимента, был составлен план мероприятий для хода исследования. Соискателем лично проводился отбор проб и последующее проведение их исследований. Совместно с научным руководителем был проведен анализ полученных результатов, их обобщение, написание научных публикаций, составление презентаций и написания текста к выступлениям на конференциях. Некоторые исследования и публикации выполнены совместно с профессорско-преподавательским составом кафедры биохимии и физиологии, который не возражает против использования в диссертационной работе материалов совместных исследований. Личный вклад автора составляет 90 %.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология: пункты 3, 4, 18, 21.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 172 страницах компьютерного текста и состоит из введения, основной части, включающей обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований и их обсуждение, и выводы, заключения, практические предложения, перспективы дальнейшей разработки темы исследования, списка литературы,

списка иллюстрированного материала и приложений. Список литературы состоит из 311 литературных источников, из которых 206 отечественных и 105 иностранных авторов. Работа содержит 31 таблицу и 4 приложения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Характеристика лошадей арабской породы

Арабская чистокровная порода лошадей – одна из древнейших и наиболее многочисленных пород в мире. Всего в мире около 420 тыс. представителей данной породы (Васильева, А. П., 2011; Калинкова, Л. В., 2017; Калинкова, Л. В., Шемарыкин, А. Е., 2020; Шешулина, Т. Б., 2025).

Лошади данной породы участвуют в различных видах конного спорта, но, как правило доминируют в пробегах на длинные дистанции благодаря своей необычайной выносливости, даже в экстремальных климатических условиях. В российском коннозаводстве принято различать 4 внутripородных типа чистокровных арабских лошадей, значительно различающихся по морфологическими физиологическим характеристикам: сиглави, кохейлан, кохейлан-сиглави и хадбан (Калинкова, Л. В., 2017; Калинкова, Л. В., Шемарыкин, А. Е., 2020; Рябова, Е. В., Цыганок, И. Б., Демин, В. А., 2021; Шемарыкин, А. Е., 2022; Ricard, A., Touvais, M., 2007).

Порода выведена на территории Аравийского полуострова в IV-VII вв. бедуинскими кочевниками для использования в качестве транспорта и в условиях военных действий (Болаев, В. К., 2016; Будко, А. Н., Мороз, Е. А., Нехвядович, А. И., 2018; Шемарыкин, А. Е., Халилов, Р. А., Королева, Г. В., 2022). В Европе она появилась в XI-XV вв., где использовалась для улучшения местного поголовья. В XVIII-XIX вв. были созданы конные заводы по разведению чистопородных лошадей.

Арабские лошади имеют невысокий рост, сухое телосложение, крепкие конечности, но выделяют их высоко поставленный хвост и в особенности вогнутый профиль головы. Встречается серая, гнедая, рыжая, вороная масти. Используются в гладких скачках, дистанционных пробегах, конных шоу. Многие современные породы лошадей были созданы при использовании лошадей арабской породы, например, чистокровная верховая, липпичианская, орловская рысистая и другие.

В России лошади арабской породы появились в XVI веке. Их чистопородное разведение началось с 1930 года (Шемарыкин, А. Е., 2022; Шешулина, Т. Б., 2025).

По сравнению с другими скаковыми породами, мышечная ткань арабских лошадей характеризуется значительными структурными отличиями – у арабских лошадей наблюдается преобладание окислительных волокон типа I (характеризуется низким содержанием гликогена и высокой способностью к накоплению триглицеридов, что приводит к большему использованию жира в качестве источника энергии), тогда как более высокая доля волокон типа IIa наблюдается, например, у чистокровных лошадей. Это различие в распределении типов волокон приводит к различным показателям работоспособности (Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D., 2019).

A. Prince и соавт. (2002) сообщают о более высоких концентрациях свободных жирных кислот и их использовании в крови арабских лошадей по сравнению с кровью чистокровных лошадей во время физических нагрузок.

В мышцах арабских лошадей длительные физические нагрузки индуцируют экспрессию генов, связанных с расщеплением жирных кислот (ACAA2, ACADS, ACADM, ACSL1, CPT1B, CPT2), а также снижение экспрессии генов, относящихся к путям гликолиза/глюконеогенеза и инсулиновой сигнализации. Систематическое увеличение экспрессии гена SLC16A1 во время физических нагрузок подтвердило значительное увеличение интенсивности метаболизма лактата в мышцах лошади, что имеет решающее значение для предотвращения накопления лактата и поддержания тканевого гомеостаза после многократных физических нагрузок (Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Zukowski, K. и др., 2017; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

Исследования, проведенные на чистокровных арабских лошадях в период тренировок для скачек, также показали значительное снижение экспрессии гена SH3RF2, гена, связанного с апоптозом. Во время интенсивных физических нагрузок регуляция клеточной смерти путем апоптоза может привести к замене неприспособленных мышечных клеток новыми клетками, лучше приспособленными к физическим нагрузкам. Поэтому апоптоз считается одним из

механизмов адаптации, контролирующих и поддерживающих физическую форму, тогда как мышечная сила рассматривается как ремоделирование скелетной ткани (Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Zukowski, K. и др., 2017; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

1.2 Особенности адаптации к аэробной физической нагрузке умеренной мощности

1.2.1 Срочная адаптация к аэробной физической нагрузке умеренной мощности

Срочная адаптация развивается сразу после воздействия раздражителя и может осуществляться благодаря уже существующим, ранее сформированным физиологическим механизмам и программам. В ответ на сигнал о необходимости совершения мышечной работы происходит возбуждение корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центров. Рефлекторно увеличиваются частота сердечных сокращений, минутный объем кровотока, лёгочная вентиляция, частота дыхательных движений; сокращается селезёнка и в кровеносное русло поступает дополнительный объем крови богатый клетками; в реакцию включаются дополнительные мышечные группы. Одновременно активируются гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая и симпатoadреналовая системы. Высвобождается большое количество гормонов: кортиколиберин, соматолиберин, адренотропный гормон, соматотропный гормон, катехоламины, глюкокортикоиды, альдостерон, вазопрессин, ренин, глюкагон, тиреоидные гормоны, тиреокальцитонин; угнетается секреция инсулина. Большое значение в формировании структурной основы будущей устойчивой адаптации имеет активация секреции соматотропина, тиреоидных гормонов, андрогенов, являющихся индукторами синтеза нуклеиновых кислот и белков (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988; Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Письменский, И. А., Аллянов, Ю. Н., 2014; Галимова, А. Г., Дагбаев, Б. В., Кудрявцев, М. Д., и др. 2018; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Аэробная нагрузка совершается с относительно постоянной мощностью, что характерно для циклических упражнений на средних, длинных и сверхдлинных дистанциях. Соответственно степень функциональных сдвигов будет зависеть от её мощности. Потребление кислорода за единицу времени, частота сердечных сокращений, минутный объем кровотока и дыхания будут увеличиваться с повышением мощности работы (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Дубровский, В. И., 2002).

Длительная аэробная нагрузка выполняется в зоне умеренной мощности с частотой сердечных сокращений до 70 % от максимума, потребление кислорода составляет 70-80 % от максимума. Её длительность может быть свыше 30 минут (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Дубровский, В. И., 2002; Михайлов, С. С., 2013; Письменский, И. А., Аллянов, Ю. Н., 2014; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

При беге на длинные дистанции аэробное окисление является основным способом энергообеспечения работы. Анаэробные процессы в основном с большой скоростью протекают в самом начале работы, могут усиливаться на финише или при ускорении на дистанции (Тамбовцева, Р. В., 2015).

Скорость аэробного пути ресинтеза аденозинтрифосфата контролируется содержанием аденозиндифосфата, который является активатором ферментов тканевого дыхания. Избыток последнего ускоряет тканевое дыхание. Другой активатор аэробного пути ресинтеза аденозинтрифосфата – углекислый газ. Активируя центры дыхания, он улучшает снабжение мышц кислородом (Черемисинов, А. А., 2009; Михайлов, С. С., 2013).

Аэробный механизм энергообеспечения разворачивается через 3-4 минуты (у хорошо тренированных особей за 1 минуту) физической работы. Источниками энергии для аэробного синтеза аденозинтрифосфата являются окисление углеводов, жиров, аминокислот и других продуктов обмена веществ, распад которых завершается циклом Кребса. Используются не только запасы мышц, но и доставленные кровью вещества. Катехоламины стимулируют ключевые ферменты гликолиза, гликогенолиза, липолиза и приводят к мобилизации углеводных и

жировых депо; стимулируют сердечную деятельность, облегчают проведение импульсов, усиливая сокращения скелетных мышц (Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Продолжительная работа вызывает снижение запасов гликогена в организме. Расход гликогена частично компенсируется превращением аминокислот в глюкозу. Процесс контролируется глюкокортикоидами (Дубровский, В. И., 2002; Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015).

Лактат практически не накапливается. Концентрация молочной кислоты может повышаться не более, чем в 3 раза, на 2-10 минутах работы, затем снижаться до уровня покоя, несколько возрастая к концу работы в случае финишного ускорения. Повышение интенсивности белкового обмена, распад структурных белков, ферментов, гемоглобина, нуклеопротеидов приводит к повышению мочевины в крови. Происходит потеря электролитов, аскорбиновой кислоты и других витаминов (Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015; Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Усиление обменных процессов и многочисленные разрывы макроэргических связей приводят к высвобождению энергии в виде тепла, повышая теплопродукцию и температуру тела (Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

1.2.2 Долговременная адаптация к аэробной физической нагрузке умеренной мощности

Долговременная адаптация развивается постепенно под влиянием на организм систематически повторяющегося воздействия стресс-фактора, то есть на базе многократного повторения срочной адаптации, в результате чего накапливаются изменения, позволяющие увеличить начальный уровень адаптации (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Галимова, А. Г., Дагбаев, Б. В., Кудрявцев, М. Д. и др., 2018; Тимофеев, А. А., 2018).

В центральной нервной системе формируются необходимые для быстрого ответа рефлекторные пути, стабильные рабочие доминанты, которые обладают

высокой помехоустойчивостью, отдавая развитие запредельного торможения в условиях монотонной работы; перестраивается аппарат гуморальной регуляции. На ту же самую нагрузку организм даёт менее напряженный ответ, меньше возрастают частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, минутный объем кровотока, биохимические сдвиги и т.д. (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Тамбовцева, Р. В., 2015; Галимова, А. Г., Дагбаев, Б. В., Кудрявцев, М. Д. и др., 2018; Тимофеев, А. А., 2018).

Увеличиваются объем легких, глубины дыхания, диффузионная способность лёгких, мощность и выносливость дыхательных мышц, объем сердечного выброса, развивается спортивная брадикардия, гипотония, повышается количество эритроцитов и объём циркулирующей крови, снижается её вязкость, увеличивается венозный возврат за счёт более сильного сокращения сердца, развиваются медленные волокна в мышцах и увеличиваются буферные системы; повышается лактатный порог анаэробного обмена (молочная кислоты утилизируется быстрее, чем вырабатывается). Растёт максимальное потребление кислорода за единицу времени, что повышает аэробную выносливость (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Михайлов, С. С., 2013; Письменский, И. А., Аллянов, Ю. Н., 2014; Галимова, А. Г., Дагбаев, Б. В., Кудрявцев, М. Д. и др., 2018; Тимофеев, А. А., 2018).

Рабочая гипертрофия протекает по саркоплазматическому типу. В саркоплазме запасаются гликоген, липиды, миоглобин. Становится богаче капиллярная сеть, увеличивается размер и количество митохондрий, а также объем ферментов аэробного окисления в них. Повышается количество миоглобина в мышцах и гемоглобина в крови (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999; Тамбовцева, Р. В., 2015, Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

Под влиянием систематической многолетней тренировки показатели аэробной мощности улучшаются в 2 раза, а показатель аэробной ёмкости может улучшиться в 4 раза. Возрастают возможности аэробных окислительных процессов. Биохимической основой выносливости к длительной работе являются потенциальные возможности дыхательного аэробного ресинтеза аденозинтрифосфата и общая величина запасов жиров, а также гликогена в печени

и мышцах (Селезнева, И. С., Иванцова, М. Н., 2019).

У спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, повышенная аэробная способность позволяет скелетным мышцам метаболизировать больше жира и использовать энергию из жирных кислот, одновременно используя углеводы в качестве источника энергии, при этом концентрация глюкозы в крови остаётся в пределах референтных значений или незначительно повышена. Одновременное использование углеводов и липидов позволяет получать больше энергии за единицу времени (Михайлов, С. С., 2013; Иванов, А. А., Войнова, О. А., Ксенофонтов, Д. А. и др., 2022; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

Таким образом, чем выше квалификация спортсмена, тем ниже диапазон функционально активности, способной стимулировать адаптационные процессы (Галимова, А. Г., Дагбаев, Б. В., Кудрявцев, М. Д. и др., 2018).

1.3 Характеристика конных дистанционных пробегов

Пробеги – это дисциплина конного спорта, в которой победитель определяется по лучшему (наименьшему) времени прохождения дистанции спортсменом на лошади при условии сохранения в норме ее физиологических показателей. Конные пробеги направлены на развитие дистанционной выносливости лошади и умения всадника правильно рассчитать её физические возможности на дистанции (Правила вида спорта «Конный спорт». Глава XIII. Пробеги., 2025).

История возникновения данного вида спорта имеет практический характер, который заключается в достижении военных целей путём преодоления больших расстояний с максимально возможной скоростью. Считается, что дистанционные пробеги ведут начало от совершённого в 1889 году М.В. Асеевым перехода на 2633 км из г. Лубны в Париж (Шитикова, П. А., 2023).

Пробеги классифицируются по уровню соревнований, категориям участников, по длине дистанции и по возрасту лошадей. Соревнования могут быть

любительскими, профессиональными, с ограничением скорости прохождения дистанции и без. Также учитывается суммарный вес, который несёт лошадь на протяжении маршрута. Основные дистанции, на которых проводят соревнования – 40, 80, 100, 120, 160 км. Дистанция делится на этапы, между этапами лошадь проходит ветеринарный контроль и имеет возможность восстановиться. Лошади, не прошедшие ветеринарный контроль, из соревнований исключаются (Великодная, Е. К., 2025; Правила вида спорта «Конный спорт». Глава XIII. Пробеги., 2025).

Дисциплины конного спорта могут значительно различаться с точки зрения энергозатрат с учетом особенностей течения обменных процессов, происходящих при работе разного уровня и характера, доли вовлечения аэробных и анаэробных процессов (Шараськина, О. Г., 2022).

Дистанционные пробеги являются циклическим видом спорта, поскольку лошадь совершает повторяющиеся движения, направленные на перемещения тела в пространстве. Нагрузка, испытываемая лошадьми во время преодоления дистанции, сравнима с марафонским бегом у человека, то есть является длительной аэробной нагрузкой умеренной мощности. Траты энергии на единицу времени меньше, чем в силовых видах спорта, однако суммарные затраты энергии значительно превышают любые другие виды физической нагрузки. На дистанции расходуются жиры и углеводы для обеспечения энергией мышечной деятельности. Развитие гипогликемии резко нарушает функции центральной нервной системы, координацию движений, ориентацию в пространстве, а в тяжелых случаях вызывает потерю сознания. Длительная монотонная работа приводит также к запредельному торможению в центральной нервной системе (охранительное торможение), так как оно, снижая темп движения или прекращая работу, предохраняет организм спортсмена, в первую очередь, нервные клетки от разрушения и гибели. Ведущее значение в зоне умеренной мощности имеют большие запасы углеводов, предотвращающие гипогликемию, и функциональная устойчивость центральной нервной системы к монотонии, противостоящая развитию запредельного торможения. Также дисциплина характеризуется

длительным восстановительным периодом (до нескольких суток) (Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б., 1999).

В Ленинградской области официальные соревнования по дистанционным пробегам проводятся с 2008 года (Великодная Е. К., 2026).

1.4 Влияние физической нагрузки на организм лошадей

1.4.1 Влияние физической нагрузки на морфологические показатели крови спортивных лошадей

Лейкоциты.

Лёгкая физическая нагрузка не вызывает изменения количества лейкоцитов (Антоневич, Д. А., Пенькова, А. А., Корнийчук, А. А. и др., 2021; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022). Андрийчук А.В. и соавт. (2014) отмечают незначительное увеличение лейкоцитов после преодоления лошадьми дистанции 16 км.

Результатом хронической физической нагрузки у нетренированных чистокровных лошадей становится увеличение количества лимфоцитов, эозинофилов и тромбоцитов, а также гиперкоагуляция, проявляющаяся на 30-й день тренировок (Кабасова, И. А., Петрушко, Н. П., 2018; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022).

Интенсивная физическая нагрузка у лошадей вызывает появление миогенного лейкоцитоза (Агафонова, М. Е., 2009).

Е. Ю. Бородкина (2008) и многие другие авторы наблюдали повышение количества лейкоцитов в крови лошадей после физической нагрузки (Бородкина, Е. Ю., 2008; Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014; Тахир-Заде, С. М., 2014; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2024; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

В исследовании А. А. Иванова и соавт. (2016) установили, что максимальное количество лейкоцитов у лошадей наблюдается в середине соревновательного

периода. Изменения в лейкограмме при этом характеризовались повышением относительного количества сегментоядерных нейтрофилов и максимальным снижением относительного количества лимфоцитов. Авторы отмечают, что такая реакция свойственна большому количеству патологических процессов. Однако наиболее вероятной причиной повышения относительного количества нейтрофилов и лимфоцитов в данном случае, по их мнению, является стрессовый лейкоцитоз, спровоцированный выбросом кортизола под воздействием стрессовой ситуации. Этот гормон провоцирует нейтрофилию, лимфопению и эозинопению.

О. А. Макарова и Л. С. Васильева (2002) указывают, что увеличение количества сегментоядерных и палочкоядерных нейтрофилов в периферической крови происходит на фоне опустошения депо зрелых нейтрофилов в красном костном мозге. Сочетаются низкая скорость нейтрофилопоэза с усиленным выбросом нейтрофилов в кровь. М. С. Z. Meleiro и соавт. (2022), Э. Н. Трушина и соавт. (2012) видят причину в высвобождении глюкокортикоидов.

Э. Н. Трушина и соавт. (2012) ещё одной причиной повышения нейтрофилов указывает выход клеток из пристеночного пула в общий кровоток, что по мнению М. С. Z. Meleiro и соавт. (2022) может быть вызвано выбросом катехоламинов.

При этом известно, что глюкокортикоиды снижают экспрессию белка L-селектина поверхности нейтрофилов, участвующего в адгезии, что способствует отрыву нейтрофилов от эндотелия в кровоток и снижают миграцию в ткани (Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022; Ronchetti, S., Ricci, E., Migliorati, G. и др., 2018).

В работах А. Cywinska и соавт. (2013) и других учёных отмечено, что активность нейтрофилов повышается после тренировок у скаковых лошадей (Cywinska, A., Szarska, E., Degorski, A. и др., 2013; Meleiro, M. C. Z., Carvalho, H. J. C., Ribeiro, R. R. и др., 2022).

При этом первоначально при срочной адаптации происходит мобилизация лейкоцитов из костного мозга (Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Имеются данные, что после физической нагрузки происходит незначительное повышение уровня лимфоцитов, а затем его резкое снижение, ниже референтного интервала (Трушина, Э. Н., Мустафина, О. К., Никитюк, Д. Б. и др., 2012; Щербак, С. Г., Вологжанин, Д. А., Макаренко, С. В. и др., 2025).

Аналогичные изменения наблюдаются у лошадей после прохождения дистанции 40 км. Так отмечается незначительная лимфоцитопения и достоверное повышение абсолютного количества сегментоядерных нейтрофилов с превышением референтного интервала. С повышением тренированности снижается степень развития нейтрофилии после нагрузки, поскольку снижается и необходимость утилизации продуктов распада мышечных тканей (Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022).

Увеличение количества лимфоцитов вызвано влиянием адреналина, который вызывает их мобилизацию, как через синтез лимфоцитарных молекул клеточной адгезии (интегринов и селектинов), так и через симпатическую нервную систему, вызывающую увеличения сердечного выброса и усиления кровотока (Трушина, Э. Н., Мустафина, О. К., Никитюк, Д. Б. и др., 2012). В то время как снижение числа лимфоцитов после физической нагрузки происходит в основном за счет уменьшения содержания Т-хелперов 1-го типа, что подтверждается исследованиями О. Witkowska-Piłaszewicz и соавт. (2024). Механизм данных изменений в настоящее время до конца не раскрыт. Вероятно, влияние оказывает апоптоз клеток или их перераспределение (Трушина, Э. Н., Мустафина, О. К., Никитюк, Д. Б. и др., 2012; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Имеются данные, что глюкокортикоиды резко снижают количество лимфоцитов (Шукуров, Ф. А., Халимова, Ф. Т., 2024).

Установлено, что стимуляция бета-адренорецепторов подавляет функции лимфоцитов (Hozn, N. A., Anatase, D. M., Hecker, K. E. и др., 2005).

Также известно, что бета-2-адренорецепторы присутствуют практически на всех видах лимфоцитов (Sanders, B., Baker, R., Ramer-Quinn, S., 1997).

Срочная адаптация к физической нагрузке у нетренированных лошадей вызывает подавление пролиферации Т-хелперов и Т-киллеров. Длительные упражнения также снижают количество Т-хелперов, однако, доля В-лимфоцитов при этом увеличивается (Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Тренированные скаковые лошади реагируют на нагрузку увеличением количества моноцитов фенотипа CD14-MHCII+, в то время как нетренированные лошади реагируют на нагрузку их снижением (Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Согласно данным О. Witkowska-Piłaszewicz и соавт. (2024) трёхмесячный период тренировок у здоровых лошадей вызывает прогрессивное увеличение количества эозинофилов.

С. А. Зиновьева и соавт. (2019) исследовали изменение лейкоцитарных индексов в покое у рысистых лошадей в начале и в конце подготовительной стадии рысистого тренинга.

С. М. Tyler-McGowan и соавт. (1999) отмечают, что лейкограмму давно используют как индикатор стресса у лошадей и выделяют характерные для «стрессовой лейкограммы» изменения: нейтрофилию, лимфопению и эозинопению.

А. В. Андрийчук и соавт. (2014) установили, что у лошадей после прохождения дистанции 16 км увеличилось количество моноцитов и эозинофилов на 40 %. В то время как в исследовании С. А. Зиновьевой и соавт. (2021) количество моноцитов у лошадей русской рысистой породы после рысистых бегов снизилось. Возможно, изменения в количестве клеток после физической нагрузки обусловлена разным типом физической нагрузки, степенью подготовленности лошадей или другими причинами.

В исследовании Н. Е. Орловой и М. Е. Пономарёва (2020) у скаковых лошадей после нагрузки наблюдали повышение лимфоцитов менее 1 % по сравнению с покоем и снижение гранулоцитов менее 1 % по сравнению с покоем, в то время как у конкурных лошадей наблюдался подъем гранулоцитов на 3 % и

снижение лимфоцитов на 5 %. Данные изменения указывают на то, что к выполненной нагрузке лошади были хорошо адаптированы.

С. С. Маркин и соавт. (2020) изучили реакцию тяжеловозных лошадей на упражнения, требующие силовой выносливости. У тяжеловозных лошадей также наблюдался достоверно значимый рост числа лейкоцитов за счет увеличения содержания лимфоцитов, в то время как количество нейтрофилов на момент окончания силового испытания упало на 9,5 %. Авторы отмечают, что данные изменения могут свидетельствовать о высокой мощности нагрузки и достаточном напряжении на организм при её выполнении.

Г. Ф. Сергиенко (1998) в своей работе указывает, что успех выступления лошади наиболее вероятен в стадии "спокойной активации" при относительном количестве лимфоцитов 39-44 %, что характеризует хорошо тренированную лошадь.

В исследовании С. А. Зиновьевой и соавт. (2022) сравнивалась реакция лошадей рысистых и тяжеловозных пород на скоростно-силовую нагрузку. Лейкограмма рысаков демонстрировала рост относительного количества нейтрофилов и снижение относительного количества моноцитов и эозинофилов, в то время как у тяжеловозов относительное количество моноцитов наоборот возрастало, на фоне незначительного роста лейкоцитов и относительного количества лимфоцитов.

С. М. Тахир-заде (2014) установил повышение количества эозинофилов и лимфоцитов у лошадей карабахской породы после физической нагрузки, тогда как у донской породы они оставались практически без изменений.

При экспериментальных исследованиях, выполненных на животных в условиях хронического физического перенапряжения, выявлено угнетение Т-системы иммунитета.

Синдром усталости при физических нагрузках сопровождается снижением системы фагоцитоза (фагоцитарное число, индекс завершенности фагоцитоза, лейкоцитарный индекс интоксикации), а также бактерицидной активности крови,

что может быть связано со спортивным (кратковременным) иммунодефицитом (Тахир-Заде, С. М., 2014).

Эритроциты.

Эритроциты – клетки крови, переносящие кислород и углекислый газ. Образование эритроцитов происходит в красном костном, разрушение – в селезенке и печени. У лошадей в условиях гипоксии, вызванной физической нагрузкой, для удовлетворения потребности организма в кислороде происходит выход эритроцитов из депо в циркулирующую кровь, что отмечается рядом авторов (Бородкина, Е. Ю., 2008; Оришев, З. Х., 2008; Иванова, Н. В., 2011; Иванов, А. А., Хотов, В. Х., Петрикеева, Л. В., 2016; Орлова, Н. Е., 2018; Крячко, О. В., Будник, А. О., 2020; Орлова, Н. Е., Пономарева, М. Е., 2020; Иванов, А. А., Войнова, О. А., Ксенофонов, Д. А. и др., 2022; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2024; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

От интенсивности физической нагрузки будет зависеть количество эритроцитов, вышедших в кровяное русло из депо, в которых в покое содержится до 50 % от общего количества эритроцитов в организме (Агафонова, М. Е., 2009; Flethoj, M., Kanters, J. K., Naugaard, M. M. и др., 2016).

Н. Е. Орлова и М. Е. Пономарёв (2020) отмечают незначительное повышение таких показателей, как средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах и среднее содержание гемоглобина в эритроците, что расходится с данными Л. Р. Мансуровой (2009), которая в постнагрузочных сдвигах наблюдала снижение среднего содержания гемоглобина в эритроците.

На следующее утро после нагрузки количество эритроцитов также может быть повышено (Flethoj, M., Kanters, J. K., Naugaard, M. M. и др., 2016).

Срочная адаптация вызывает повышение количества эритроцитов за счёт выброса клеток из депо, долговременная адаптация также вызывает повышение количества эритроцитов, но преимущественно за счёт увеличения эритропоэза в красном костном мозге (Оришев, З. Х., 2008; Иванова, Н. В., 2011; Кабасова, И. А., Петрушко, Н. П., 2018;).

Также долговременная адаптация на фоне систематических тренировок проявляется в улучшении антиоксидантной защиты эритроцитов, характеризующейся снижением концентрации тиобарбитуровой кислоты-активных продуктов в суспензии эритроцитов после физической нагрузки (Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2013; Антонов, А. В., 2013; Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014).

Лёгкая физическая нагрузка в эритроцитарном звене также не будет вызывать значительных изменений (Антоневич, Д. А., Пенькова, А. А., Корнийчук, А. А. и др., 2021; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022).

Значения многих показателей анализа крови выражаются в виде концентрации и изменяются не только в абсолютном отношении, но и в относительном, то есть при изменении количества растворителя. Дегидротация организма вызывает повышение концентрации растворённых веществ, в то время как их абсолютное количество может быть неизменным или даже снижаться. Однако, возбуждение симпатической нервной системы на фоне стресса, проводящее к сокращению селезёнки, также может вызывать относительный эритроцитоз. В таком случае следует обратить внимание на концентрацию белка, которая не изменится при сокращении селезёнки, но изменится при дегидротации организма (Андрийчук, А. В., Ткаченко, Г. М., Кургалюк, Н. Н. и др., 2015; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022).

Физическая нагрузка снижает срок жизни эритроцитов, изменяя состав крови, вызывая гипоксию и образования недоокисленных продуктов, что может повышать их утилизацию селезенкой и печенью. При этом будет повышена концентрация гемоглобина за счёт выхода дополнительного пула из депо и билирубина в крови (Голубева, М. Г., 2020).

Так в исследовании О. А. Коленчуковой и соавт. (2021) установлено снижение количества эритроцитов с повышением интенсивности физической нагрузки.

Гемоглобин.

Гемоглобин – железосодержащий белок эритроцитов. Участвует в поддержании постоянства кислотно-основного состояния крови; является акцептором кислорода и углекислого газа в эритроцитах. При разрушении эритроцитов гемоглобин связывается с белком гаптоглобином и переносится в клетки печени, селезенки, красного костного мозга. Промежуточным продуктом распада гема является билирубин (Васильева, С. В., Карпенко, Л. Ю., Бахта, А. А., 2024).

Срочная адаптация к физической нагрузке приводит к повышению концентрации гемоглобина в крови, что, вероятно, связано с выходом дополнительного пула эритроцитов из депо. Долговременная адаптация к физической нагрузке в условиях достаточного содержания железа в рационе также может приводить к повышению концентрации гемоглобина в крови. Поскольку гипоксия активирует компенсаторные механизмы кроветворения, стимулируя выработку эритропоэтина для увеличения числа эритроцитов и повышения кислородной ёмкости крови (Бородкина, Е. Ю., 2008; Оришев, З. Х., 2008; Агафонова, М. Е., 2009; Иванова, Н. В., 2011; Черный, Н. В., Мачула, О. С., Крылова, А. О. и др., 2017; Кабасова, И. А., Орлова, Н. Е., 2018; Петрушко, Н. П., 2018; Орлова, Н. Е., Пономарева, М. Е., 2020; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2024; Великодная Е. К., Карпенко Л. Ю., 2025; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

Скаковые лошади также отвечают на систематические тренировки повышением концентрации гемоглобина (Орлова, Н. Е., 2018).

З. Х. Оришев (2008) утверждает, что с ростом уровня тренированности рысистых лошадей концентрация гемоглобина будет выше как в покое, так и после стандартной и соревновательной нагрузок. Однако, здесь необходимо отметить, что поскольку с повышением тренированности ответ на нагрузку становится менее напряжённым, то и повышение концентрации гемоглобина в ответ на нагрузку у хорошо тренированных лошадей должно быть меньше (Антоневич, Д. А., Пенькова, А. А., Корнийчук, А. А. и др., 2021; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022).

На следующее утро после нагрузки, как и количество эритроцитов, концентрация гемоглобина может оставаться повышенной (Flethoj, M., Kanters, J. K., Naugaard, M. M. и др., 2016).

J. Giers и соавт. (2024) описывает изменения, происходящие в крови тренированных троеборных лошадей после нагрузки субмаксимальной мощности, и отмечает повышение концентрации гемоглобина выше референсных значений.

Лёгкая физическая нагрузка вызывает лишь незначительное повышение концентрации гемоглобина (Антоневич, Д. А., Пенькова, А. А., Корнийчук, А. А. и др., 2021; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022).

Тромбоциты.

Тромбоциты – безъядерные форменные элементы крови, участвующие в процессе гемостаза. Имеют дискоидную форму, образуют длинные выросты при соприкосновении с чужеродной поверхностью, в цитоплазме содержат факторы свёртывания. Синтезируются в красном костном мозге, длительность жизни составляет 8-11 дней, после чего они разрушаются в печени, лёгких и селезёнке (Марковчин, А. А., 2014).

Тромбоциты относительно устойчивы к изменениям, происходящим во внутренней среде организма, поэтому их количество может как быстро увеличиваться, например, при финишном рывке, так и быстро возвращаться к исходному уровню (Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022).

При срочной адаптации к нагрузке количество тромбоцитов увеличивается. Механизм увеличения может быть связан с изменением рН крови, ее сгущением и, как следствие, изменением концентрации ионизированного кальция, приводящему к повышению количества тромбоцитов. Долговременная адаптация к физической нагрузке приводит к увеличению числа тромбоцитов в крови (Бородкина, Е. Ю., 2008; Цыбенко, Л. А., Савина, П. С., 2012; Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014; Тахир-Заде, С. М., 2014; Иванов, А. А., Хотов, В. Х., Петрикеева, Л. В., 2016; Черный, Н. В., Мачула, О. С., Крылова, А. О. и др., 2017; Орлова, Н. Е., 2018; Орлова, Н. Е., Пономарева, М. Е., 2020).

Есть предположение, что малотренированные лошади отвечают на физическую нагрузку относительным снижением количества тромбоцитов за счёт увеличения объёма циркулирующей крови путём усиления периферического кровообращения или за счёт эмоционального стресса (Хабарова, В. А., Семенов, В. Г., 2018).

М. Flethoj и соавт. (2016) обнаруживали в крови лошадей на следующее утро после нагрузки повышенное количество тромбоцитов.

В исследовании А. А. Блажко и А. В. Ефимова (2022) у крыс после 8-часового бега на тредбане со скоростью 6-8 м/мин наблюдалось снижение количества тромбоцитов в крови.

Скорость оседания эритроцитов.

Работы некоторых исследователей отмечают, что чем выше тренированность, тем медленнее скорость оседания эритроцитов (Сергиенко, В. С., 2008; Порфирьев, И. А., Сотникова, Е. Д., 2011; Коленчукова, О. А., Степанова, Л. В., Федотова, А. С. и др., 2021).

В исследовании А. Hiraga и S. Sugano (2016) были собраны данные по изменению показателей крови под влиянием физической нагрузки. Согласно исследованию, скорость оседания эритроцитов снижалась при интенсивной физической нагрузке и также по мере её увеличения (Hiraga A., Sugano S., 2016)

Ю. А. Мерк и соавт. (2020) указывают, что скорость оседания эритроцитов при легкой работе достоверно не изменялась.

При физическом утомлении, особенно у нетренированных лошадей, наблюдается замедление скорости оседания эритроцитов (Иванов, А. А., Войнова, О. А., Ксенофонтов, Д. А. и др., 2022).

1.4.2 Влияние физической нагрузки на биохимические показатели спортивных лошадей

Белки крови.

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие полипептиды, состоящие из аминокислот. Выполняют важные функции в организме, такие как биокаталитическая, пластическая, регуляторная, защитная, дыхательная, транспортная. Синтезируются из аминокислот, поступающих из желудочно-кишечного тракта. В крови содержится более 100 видов различных белков. Основными белками плазмы крови являются альбумины и глобулины (альфа, бета и гамма). Альбумины в основном выполняют транспортную функцию, гамма-глобулины – защитную, альфа- и бета-глобулины – транспортную и защитную (Кольман, Я., Рём, К.-Г., 2004; Емельянов, В. В., Максимова, Н. Е., Мочульская, Н. Н., 2016).

В. С. Сергиенко (2008) установила, что в соревновательный период снижается количество общего белка, особенно альбуминов, как у конкурных, так и у выездковых лошадей, а концентрация глобулина повышается. Данные изменения указывают на высокое напряжение функциональных систем. Г. Ф. Сергиенко (1998) в своей работе отмечает, что чем ниже концентрация альбумина в сыворотке крови, тем меньше устойчивость организма к изменяющимся условиям, соответственно хуже адаптационные способности.

Срочная адаптация к физической нагрузке вызывает повышение концентрации общего белка, но в пределах физиологической нормы (не более 10 %), длительная адаптация вызывает увеличение концентрации общего белка в сыворотке крови спортивного и скакового направлений в спокойном состоянии (Иванова, Н. В., 2011).

Однократные физические нагрузки вызывают угнетение синтеза белка и усиление их катаболизма. При систематических физических нагрузках в мышцах и других тканях активируется адаптивный синтез белка, увеличивается содержание структурных и сократительных белков, а также миоглобина и многих ферментов (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др. 2000).

С. М. Тахир-заде (2014) отмечает, что при интенсивном тренинге концентрация общего белка снижается.

Физическая нагрузка вызывает увеличение концентрации альбуминов и бета-глобулинов в сыворотке крови спортивных лошадей, снижение альфа-глобулинов и гамма-глобулинов (Орлова, Н. Е., 2018).

У спортсменов концентрация альбуминов в сыворотке крови после выполнения физической нагрузки изменяться не должна, альфа-глобулины снижаются, бета-глобулины увеличиваются. Снижение всех фракций белков свидетельствует о снижении адаптационных резервов организма (Орлова, Н. Е., 2018).

Необходимо учитывать, что изменение концентрации белка в сыворотке крови после субмаксимальной нагрузки может быть вызвано уменьшением объёма плазмы (Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Основная функция альбуминов – поддержание онкотического давления плазмы крови, также они осуществляют транспорт жирных кислот, билирубина, солей желчных кислот, связывают ионы кальция. Альфа-глобулины – осуществляют транспорт углеводов, холестерина, триглицеридов, фосфолипидов. Бета-глобулины также переносят липиды, стероидные гормоны, железо. Гамма-глобулины обеспечивают иммунную защиту организма (Сорокина, Е. Г., Реутов, В. П., Карасева, О. В. и др., 2025).

В покое у хорошо тренированных двухлетних рысаков содержание альбуминов около 50 % (Сергиенко, Г. Ф., 1998). Благополучный в физиологическом плане организм лошадей демонстрирует содержание альбумина 50-60 % от уровня общего белка (Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2020).

Мочевина.

Мочевина – полный амид угольной кислоты. Синтезируется в печени в орнитинном цикле (Лелевич, В. В., Леднёва, И. О., Курбат, М. Н. и др., 2010).

Срочная адаптация к физической нагрузке вызывает повышение концентрации мочевины. Длительная адаптация характеризуется менее напряжённым увеличением концентрации мочевины в ответ на физическую нагрузку. Повышение может быть вызвано увеличением процессов катаболизма

белков в организме (Сейранов, С. Г., 1986; Михайлов, С. С., 2013; Орлова, Н. Е., 2018; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2020).

Повышенный распад нуклеиновых кислот также может приводить к повышению концентрации мочевины (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др. 2000).

Концентрация мочевины в сыворотке крови находится в прямой зависимости от объёма выполненной работы (Машкин, А. И., Зацепина, Е. В., Коломыцев, М. В. и др., 2022).

После длительной нагрузки у лошадей повышается концентрация мочевины в сыворотке крови (Castejon, F., Trigo, P., Munoz, A. и др., 2006; Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019).

В исследовании Н. Е. Орловой и соавт. (2018) у скаковых лошадей после тренировочной нагрузки концентрация мочевины в сыворотке крови увеличивалась (Орлова, Н. Е., 2018). Что подтверждается исследованиями С. М. Тахир-заде (2014), проведенными на лошадях карабахской и донской породы.

В спортивной медицине динамику изменения концентрации мочевины в сыворотке крови используют для оценки восстановления организма после физической нагрузки (Сейранов, С. Г., 1986; Машкин, А. И., Зацепина, Е. В., Коломыцев, М. В. и др., 2022).

Креатинин.

Креатин необходим для образования в мышцах макроэргического соединения креатинфосфата. Креатин из печени переносится в мышцы, где из него под влиянием креатинфосфокиназы образуется креатинфосфат. Креатин и креатинфосфат превращаются в креатинин и выводятся с мочой (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др. 2000; Лелевич, В. В., Леднёва, И. О., Курбат, М. Н. и др., 2010; Емельянов, В. В., Максимова, Н. Е., Мочульская, Н. Н., 2016).

Количество креатинина, выделяющегося из организма, пропорционально общему содержанию креатинфосфата (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др. 2000).

Повышение концентрации креатинина наблюдалось у лошадей после прохождения дистанции 40, 80 и 160 км. Его повышение в сыворотке крови после физической нагрузки может быть вызвано повреждением мышечных клеток, а также задержкой мочи в период прохождения длинных дистанций (Мансурова, Л. Р., 2009; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2021; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А. 2024; Castejon, F., Trigo, P., Munoz, A. и др., 2006; Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019).

Концентрация креатинина в сыворотке крови лошадей после физической нагрузки и на следующее утро была повышена в исследованиях Flethoj M. и соавт. (2016), Giers J. и соавт. (2023).

Глюкоза.

Глюкоза – это моносахарид. В организме в первую очередь выполняет энергетическую функцию и является главным источником энергии, окисляясь анаэробным и аэробным путём. В организме находится как в свободной форме, так и входит в состав полисахаридов. Участвует в синтезе гликогена (Михайлов, С. С., 2013; Шаройко, В. В., Кузнецова, О. Г., Агеев, С. В. и др., 2023).

Под влиянием адреналина и снижением глюкозы в крови в печени ускоряется распад гликогена до глюкозы, которая затем выходит в кровь. В мышцах распад гликогена продолжается до углекислого газа и воды при аэробном типе работы (Лысикив, Ю. А., 2013; Михайлов, С. С., 2013).

Глюкокортикоиды стимулируют глюконеогенез и угнетают гексокиназу, которая катализирует переход глюкозы в глюкозо-6-фосфат, что тормозит использование глюкозы всеми клетками организма и приводит к её накоплению в крови. Предполагается, что мозг устойчив к данному влиянию благодаря наличию гематоэнцефалического барьера и свободно использует глюкозу для получения энергии. Таким образом, в начале работы концентрация глюкозы в крови возрастает. При длительной работе истощаются запасы гликогена, истощается количество гормонов, глюкоза в крови снижается, развивается гипогликемия (Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015; Гусакова, Е. А., Городецкая, И. В., 2020).

Катехоламины также снижают потребление глюкозы и угнетают активность гексокиназ (Шукуров, Ф. А., Халимова, Ф. Т., 2024).

В адаптированном к длительным аэробным нагрузкам умеренной мощности организме после физической нагрузки уровень глюкозы практически не изменяется, поскольку поддерживается баланс в использовании липидов и углеводов для энергообеспечения мышечной деятельности (Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

Н. В. Иванова Н. В. (2011) отмечает, что у лошадей при долговременной адаптации концентрация глюкозы в сыворотке крови увеличивается.

Н. В. Чёрный и соавт. (2017) обнаружил снижение концентрации глюкозы у лошадей при срочной адаптации к физической нагрузке.

В исследовании К. Klobucar (2019) и соавт. концентрация глюкозы у лошадей до и после забегов на 40 и 80 км существенно не различалась (Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019), при этом Н. С. Schott и соавт. (2006) сообщают об её увеличении после преодоления дистанции 160 км (Schott, H. C., Marlin, R. J., Geor, R. J. и др., 2006).

Определение концентрации глюкозы в сыворотке крови у лошадей может быть не столь информативно, поскольку лошади, участвующие в пробегах, получают корма до, во время, и после нагрузки, что влияет на результат (Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019).

Холестерин.

Холестерин – жироподобное органическое соединение животного происхождения, природный липофильный спирт, выполняя структурную функцию находится в каждой клетке организма животного на протяжении всей жизни. Участвует в синтезе желчных кислот, миелиновых оболочек, стероидных гормонов, витамина D (Шевченко, О. Г., 2010).

В исследовании А. Assenza и соавт. (2016) у конкурных лошадей концентрация холестерина после нагрузки уменьшалась.

В то время как в исследовании К. Klobucar и соавт. (2019), проведенном на пробежных лошадях, концентрация холестерина после забега на 40 и 80 км увеличивалась, но повышение после 40 км было не достоверно. Что согласуется с исследованием Rose R. J. и соавт. (1977), которые установили значительное повышение холестерина у лошадей после забега на 100 км.

Данные о закономерности изменения холестерина у спортсменов противоречивы. У спортсменов, занимающихся аэробными видами спорта, уровень холестерина намного ниже, чем у среднестатистического человека. При этом в случае более высокого содержания общего холестерина отмечается его снижение в ответ на мышечную нагрузку, а при относительно низком, наоборот, происходит его увеличение. В исследовании на беспородных крысах острая аэробная физическая нагрузка вызвала повышение общего холестерина. Автор связывает данное явление с влиянием гипоксии (Ермолаева, Е. Н., 2015; Ермолаева, Е. Н., Кривожикина, Л. В., 2015).

Повышение концентрации холестерина может быть следствием мобилизации липидов из-за интенсивной физической активности, которая, возможно, происходит только при определенном пороге нагрузки. Также может быть вызвана его мобилизацией в целях усиления синтеза стероидных гормонов (кортизол, тестостерон), которые активно расходуются на протяжении всего времени преодоления дистанции (Jovic, S., Stevanovic, J., Borožan, S. и др., 2013).

Кальций и фосфор.

Кальций и фосфор – макроэлементы. Известно, что кальций необходим для передачи нервного импульса, мышечного сокращения, свертывания крови, секреторной активности, дифференцировки клеток, реализации иммунного ответа, построении костной ткани и т.д. Фосфор – регулируют синтез 2,3-дифосфоглицерата, определяющего кислород-транспортную способность гемоглобина; входит в состав макроэргов; формирует фосфатные буферные системы крови и мочи; необходим для создания костной ткани; выступают в качестве составной части фосфопротеинов, нуклеиновых кислот, фосфолипидов

клеточных мембран, коферментов (Скопичев, В. Г. и др., 2004; Родионова, Л. В., 2005; Карпенко, Л. Ю., Енукашвили, А. И., Панова, Н. А. и др., 2024).

J. Giers и соавт. (2023) наблюдали повышение концентрации кальция и снижение неорганического фосфата после нагрузки. На следующее утро после физической нагрузки данные отклонения не превышали 2 % от предварительного значения.

Однако есть данные о повышении содержания фосфора через 10 минут после нагрузки, что вместе с повышением оксигенации крови и активностью альдолазы говорит о наступлении фазы суперкомпенсации (Сергиенко, Г. Ф., 1998).

Повышение концентрации кальция может быть вызвано выходом иона из мышечной ткани или снижением объёма плазмы крови.

В исследовании Ф. А. Иорданской и Н. К. Цепковой (2009) концентрация кальция у спортсменов после испытания на велоэргометре повышалась.

1.4.3 Влияние физической нагрузки на активность ферментных систем крови

Лактатдегидрогеназа.

Лактатдегидрогеназа – фермент, катализирующий реакцию взаимопревращения молочной и пировиноградной кислот. Рост уровня энергообеспечения мышц сопровождается изменениями активности лактатдегидрогеназы, в частности рост концентрации лактата прямо стимулирует активность лактатдегидрогеназы (Андрийчук, А. В., Ткаченко, Г. М., Ткачова, И. В. и др., 2014; Васильева, С. В., Конопатов, Ю. В., 2017; Конопатов, Ю. В., Васильева, С. В., 2022).

По степени убывания общей каталитической активности фермента все органы и ткани располагаются в следующем порядке: почки, сердце, скелетные мышцы, поджелудочная железа, селезенка, печень, легкие, сыворотка крови.

Разрушение клеток приводит к повышению активности лактатдегидрогеназы в сыворотке крови (Назаренко, Г. И., Кишкун, А. А., 2002). После тренировки у

лошадей активность лактатдегидрогеназы повышается (Guy, P. S., Snow, D. H., 1977).

По данным Е. Н. Ермолаевой и соавт. (2015) активность лактатдегидрогеназа после острой физической нагрузки и хронической нагрузки умеренной и субмаксимальной мощности повышается, что указывает на стабильность работы звеньев анаэробно-гликолитического механизма энергообеспечения скелетной мускулатуры и системно-адаптивное повышение активности фермента.

Активность лактатдегидрогеназы также повышалась у лошадей упряжных пород после скоростно-силовой нагрузки (Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2022).

Б. С. Семенов и соавт. (2023) установили повышение активности лактатдегидрогеназы у лошадей после прохождения дистанции 40 км. Также считается, что активность лактатдегидрогеназы после нагрузки возрастает сильнее у менее подготовленных спортсменов.

Продолжительные высокоинтенсивные тренировки повышают активность лактатдегидрогеназы у скаковых лошадей и влияют на активность ферментов, участвующих в метаболизме глюкозы и липидов (Arai, T., Hosoya, M., Nakamura, M., 2002; Arai, T., Inoue, A., Uematsu, Y. и др., 2003; Li, G., Lee, P., Mori, N. и др., 2012; Jovic, S., Stevanovic, J., Borozan, S. и др., 2013).

Повышение активности креатинкиназы и лактатдегидрогеназы в сыворотке крови сразу после нагрузки обусловлено избирательным повышением проницаемости мышечных мембран в результате усиления перекисного окисления, происходящего во время истощающей нагрузки (Jovic, S., Stevanovic, J., Borozan, S. и др., 2013).

Креатинфосфокиназа.

Креатинфосфокиназа – фермент, катализирующий реакцию ресинтеза аденозинтрифосфата из креатинфосфата. Полученный аденозинтрифосфат обеспечивает энергией мышечное сокращение и транспорт ионов через мембрану. При снижении аденозинтрифосфата механизм включается быстрее, чем

окислительное фосфорилирование. В условиях покоя и избытка аденозинтрифосфата креатинкиназа восстанавливает креатинфосфат из креатина. Сравнительно много фермента в мозге, скелетной и сердечной мускулатуре. Определение активности креатинкиназы имеет значение при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний, при повреждении мышечной и нервной тканей и при других патологиях (Васильева, С. В., Конопатов, Ю. В., 2017; Хайтин, В. Ю., Матвеев, С. В., Гришин, М. Ю., 2018; Конопатов, Ю. В., Васильева, С. В., 2022; Нефедов, А. М., Луцай, В. И., Руденко, А. А. и др., 2024).

У спортсменов детекция активности фермента в крови используется для оценки повреждения мышц под влиянием физической нагрузки. Микротравмы мышечных волокон приводят к выходу креатинфосфокиназы в межклеточное пространство и попаданию её в кровь (Хайтин, В. Ю., Матвеев, С. В., Гришин, М. Ю., 2018).

Индекс повреждения мышечной ткани – отношение показателей активности креатинкиназы и аспартатаминотрансферазы. В спортивной медицине значение коэффициента менее 10 указывает на повреждение сердечной мышцы, более 10 – скелетных мышц (Ермолаева, Е. Н., Кривохижина, Л. В., 2015).

Одновременное повышение активности лактатдегидрогеназы и креатинкиназы в крови также может указывать на перенапряжение или повреждение мышц (Рыбина, И. Л., Нехвядович, А. И., Будко, А. Н. и др., 2017; Иванов, А. А., 2023).

Неполное восстановление организма и хроническая физическая нагрузка вызывают развитие хронической усталости. Ацидоз и продукты перекисного окисления липидов повреждают мышечные клетки, вызывая увеличение концентрации внутриклеточных компонентов в крови, таких как креатинин, мочевины и ферменты (Мансурова, Л. Р., 2009; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2021; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А. 2024).

Установлено, что у лошадей повышается активность креатинфосфокиназы в крови после физической нагрузки, причём полученные значения могут превышать верхнюю границу референсных значений. При долговременной адаптации

увеличение активности креатинкиназы на одну и ту же нагрузку будет менее напряжённым. Аналогичная тенденция изменения активности креатинкиназы и лактатдегидрогеназы при долговременной адаптации к физической нагрузке наблюдается и у людей (Иванова, Н. В., 2011; Тахир-Заде, С. М., 2014; Рыбина, И. Л., Нехвядович, А. И., Будко, А. Н. и др., 2017; Семенов, Б. С., Гусева, А. В., Кузнецова, Т. Ш., 2022; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

В исследовании J. Giers и соавт. (2023) также устанавливают повышение активности креатинфосфокиназы в сыворотке крови лошадей после тренировки, максимальная активность фермента была зафиксирована через 30 минут после тренировки. На следующее утро после нагрузки значение оставалось выше, чем до тренировки.

F. Arfuso и соавт. (2022) установили повышение активности креатинфосфокиназы у чистокровных скаковых лошадей через 30 минут после скачек на 1200-2000 м и на следующее утро после них.

Есть мнение, что сохранение её активности вызвано медленным выведением, а не длительным высвобождением (Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

В. В. Дорофейков и соавт. (2021) для оценки степени повреждения миокарда у спортсменов использовали сердечный тропонин I и сердечный изофермент креатинфосфокиназы. Последний из исследования был исключен поскольку после нагрузки не превышал верхней границы нормы, в то время как тропонин повышался и у двух спортсменов превысил верхнюю границу референтного интервала.

Другими авторами отмечается повышение сердечного изофермента креатинфосфокиназы после физической нагрузки (Будко, А. Н., Мороз, Е. А., Нехвядович, А. И., 2018).

После длительного – 6-часового эмоционально-болевого стресса в сердечной мышце развивается значительная активация перекисного окисления липидов, проявляющаяся увеличением содержания гидроперекисей липидов и шиффовых оснований в миокарде в 2-3 раза. Это сопровождается лабильзацией лизосом

сердечной мышцы и ускоренным выходом в перфузат креатинфосфокиназы, лактатдегидрогеназы и других ферментов из миокарда изолированных сердец перенесших стресс животных (Меерсон, Ф. З., Каган, В. Е., Голубева, Л. Ю., 1979; Меерсон, Ф. З., Каган, В. Е., Архипенко, Ю. В. и др., 1981).

Аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза.

Аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза – ферменты, катализирующие обратимые реакции переноса аминокрупп между аминокислотами и кетокислотами, являются точкой пересечения обмена белков и обмена углеводов. В крови активность ферментов очень мала, по сравнению с другими тканями. Повышение активности аспартатаминотрансферазы характерно для поражения сердечной мышцы, аланинаминотрансферазы – для поражения печени (Абрашова, Т. В., Гущин, Я. А., Ковалева, М. А. и др. 2013; Васильева, С. В., Конопатов, Ю. В., 2017).

После нагрузки активность обоих ферментов в сыворотке крови лошадей возрастает (Тахир-Заде, С. М., 2014; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2021; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

В. С. Сергиенко (2008) утверждает, что высокие нагрузки в соревновательный период могут быть причиной снижения активности аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы у лошадей.

С. А. Зиновьева и соавт. (2021) установили, что физические нагрузки, имеющие анаэробно-аэробный характер и субмаксимальную мощность, также вызывают достоверное повышение активности аланинаминотрансферазы.

Долговременная адаптация приводит к снижению напряжённости ответа на стандартную для организма физическую нагрузку. При этом в состоянии покоя тренированные лошади отличаются более высоким значением аспартатаминотрансферазы, чем клинически здоровые лошади без тренинга. Причиной повышения активности может быть увеличение мышечной массы, ускорение метаболических реакций, а также изменение качественного состава мышц (Андрійчук, А. В., Ткаченко, Г. М., Ткачова, И. В. и др., 2014; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Щелочная фосфатаза.

Щелочная фосфатаза – фермент, катализирующий гидролиз органических фосфатных моноэфиров в щелочной среде. Присутствует практически во всех тканях организма. В сыворотке присутствуют, как правило, печёночная и костная формы (Абрашова, Т. В., Гущин, Я. А., Ковалева, М. А. и др. 2013).

Повышенная нагрузка требует структурных изменений от организма, что приводит к повышению активности многих ферментов с целью обеспечения адаптационных изменений (Иванов, А. А., Хотов, В. Х., Петрикеева, Л. В., 2016; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2021).

Интенсивный тренинг вызывает напряжение костной и мышечной ткани у конкурных лошадей, что сопровождается повышением активности щелочной фосфатазы. Срочная адаптация к физической нагрузке также приводит к повышению её активности. Долговременная адаптация приводит к возвращению активности фермента на прежний уровень (Иванова, Н. В., 2011).

Амилаза.

Амилаза – фермент, продуцируемый слюнными и поджелудочной железами. Её функция заключается в расщеплении альфа-1,4-глюкозидных связей крахмала и гликогена (Васильева, С. В., Конопатов, Ю. В., 2017).

У спортсменов, развивающих выносливость, в состоянии физиологического покоя отмечается более высокая активность амилазы по сравнению с нетренированными людьми (Грязных, А. В., 2014).

Однако, в исследовании А. В. Грязных и М. В. Гороховой (2011) достоверных различий между активностью амилазы у спортсменов и нетренированных людей не выявлено. Так, нагрузка на велоэргометре в течение часа с потреблением кислорода 60-70 % от максимального у спортсменов, развивающих выносливость, снижает активность амилазы по сравнению с состоянием физиологического покоя.

У тяжеловозных лошадей после скоростно-силовой нагрузки активность амилазы и концентрация глюкозы снижаются (Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2022).

Таким образом, можно предположить, что активность амилазы может по-разному изменяться в зависимости от тренировочной направленности и типа выполняемой нагрузки.

1.4.4 Влияние физической нагрузки на эндокринологические показатели спортивных лошадей

Кортизол.

Кортизол – это стероидный гормон коры надпочечников (Артемова, Е. В., 2017).

Глюкокортикоиды стимулируют глюконеогенез за счет ускорения синтеза предшественников этого процесса (глюконеогенных аминокислот) в скелетных мышцах и усиления высвобождения глицерина из жировой ткани, а также повышают экспрессию генов пируват карбоксилазы, фосфоенолпируват карбоксикиназы, фруктозо-1,6-бисфосфатазы, глюкозо-6-пируват карбоксилазы и глюкозо-6-фосфазы; глюкокортикоиды стимулируют липолиз, повышая уровень матричной рибонуклеиновой кислоты гормоночувствительной липазы и жировой триглицеридной липазы; индуцируют фосфорилирование и подавляют синтез перилипина – белка липидных капель, который модулирует липолиз; снижают содержание матричной рибонуклеиновой кислоты фосфодиэстеразы 3В, тем самым повышая выработку циклического аденозинмонофосфата и активируя протеинкиназу А; также глюкокортикоиды потенцируют липолитическое действие катехоламинов, повышают чувствительность адренорецепторов к ним. Выброс глюкокортикоидов из коры надпочечников стимулируется адренокортикотропным гормоном гипофиза, синтез которого подчиняется кортиколиберину гипоталамуса (Гусакова, Е. А., Городецкая, И. В., 2020).

Глюкокортикоиды необходимы организму для адаптации к физической нагрузке. Последняя вызывает активацию оси гипоталамус-гипофиз-надпочечники, как следствие происходит выброс глюкокортикоидов в кровь. Это позволяет мобилизовать белковые ресурсы организма, активировать

глюконеогенез, тонизировать сердечно-сосудистую систему. Однако, чрезмерная физическая нагрузка может вызвать угнетение продукции и истощение запасов глюкокортикоидов, что было обнаружено у лошадей двухлеток (Рогожина, Л. В., 2022).

Выброс кортизола у людей запускается, когда интенсивность упражнений превышает 60–65 % от максимального потребления кислорода и, таким образом, индуцирует секрецию аденокортикотропного гормона. Аналогичные изменения связаны с физическими упражнениями у лошадей (Raidal, S. L., Love, D. N., Bailey, G. D. и др., 2000).

У лошадей концентрация кортизола после соревнований увеличивается больше, чем после тренировочной нагрузки (Dabrowska, I., Grzedzicka, J., Malin, K. и др. 2022).

Тренировочная нагрузка у тросборных лошадей также вызывает повышение концентрации кортизола в сыворотке крови. На следующее утро после кортизол может оставаться повышенным или возвращаться к прежним значениям.

Установлено, что аденокортикотропный гормон после физической нагрузки также повышается, при этом изменение его концентрации зависит от интенсивности упражнений (Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

Скаковые лошади на тренировочную и соревновательную нагрузку также отвечают повышением концентрации кортизола в крови (Наумова, Е. Ю., Козлов, С. А., Козырев, С. Г., 2013; Meleiro, M. C. Z., Carvalho, H. J. C., Ribeiro, R. R. и др., 2022; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

При этом самые результативные скаковые лошади демонстрируют менее резкую динамику изменения концентрации гормона, чем лошади с худшими результатами (Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022).

У лошадей буденновской, голштинской, украинской верховой и траккененской пород тренировка по выездке продолжительностью 45 минут вызывала повышение концентрации кортизола (Рогожина, Л. В., 2022).

Также имеются данные о снижении концентрации кортизола у лошадей после физической нагрузки (Рогожина, Л. В., 2022; Golland, L. C., Evans, D. L., Stone, G. M. и др. 1999; Rivero, J. L. L., Breda, E. V., Rogers, C. W. и др., 2008).

Считается, что это один из признаков развития синдрома перетренированности у лошадей, который возникает в результате дисфункции оси гипоталамус-гипофиз-надпочечники (Golland, L. C., Evans, D. L., Stone, G. M. и др. 1999). J. Rivero и соавт. (2008) предполагают, что нарушения происходят на уровне гипоталамуса, а не гипофиза или надпочечников.

В то время как Л. В. Рогожина (2022) причиной считает истощение коры надпочечников.

Индекс анаболизма – соотношение тестостерона и кортизола. Используется для оценки преобладания процессов катаболизма или анаболизма в организме, также рассматривается как маркер восстановления. С. С. Маркин и соавт. (2024) предлагают использование данного индекса для оценки направленности биохимических процессов у лошадей.

Тестостерон.

Тестостерон – основной андрогенный стероидный гормон, моделирующий транскрипцию чувствительных генов. Обладает анаболическим действием. Увеличивает синтез белка, приводя к росту мышц, увеличению количества ферментов, количеству эритроцитов, повышает уровень основного обмена (Берковская, М. А., Эльмурзаева, А. А., Эдаев, А. Л. А. и др. 2024).

Тестостерон обладает широким спектром физиологических функции, оказывая влияние на различные органы и системы, включая головной мозг, периферические нервы, мышцы, жировую и костную ткань, сердечно-сосудистую систему. Он регулирует метаболизм углеводов, липидов и белков, оказывая влияние на рост мышечной ткани, процесс адипогенеза, стимулирует эритропоэз (Aub, J. C., 1940).

Андрогены оказывают двойное влияние на систему гемопоэза. Действуя через андрогенные рецепторы, они усиливают синтез эритропоэтина, и тем самым стимулируют образование клеток красной крови. С другой стороны, они прямо

вливают на стволовые клетки гемопоэза и стимулируют синтез гемоглобина (Aub, J. C., 1940).

Физическая нагрузка приводит к активации оси гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников, что вызывает повышение уровня кортизола и андрогенов (Nostell, K., Häggström, J., 2008).

Известно, что у хорошо тренированных мужчин после длительной нагрузки концентрация тестостерона увеличивается, однако данных по женщинам сравнительно мало (Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2019).

Также есть утверждение, что в состоянии перетренированности чувствительность клеток половых желез и коры надпочечников к активирующим влияниям снижается (Nostell, K., Häggström, J., 2008).

С. А. Зиновьева (2012) и соавт., Е. Ю. Наумова и соавт. (2013) в своих работах установили повышение тестостерона и кортизола у жеребцов и кобыл в ответ на физическую нагрузку.

Уровень тестостерона после физической нагрузки у лошадей повышался. У рысаков и упряжных лошадей наблюдалось одновременное повышение концентрации как тестостерона, так и кортизола, выполняемую работу можно считать соответствующей их текущему уровню подготовки. Полученные данные показали, что скоростные и скоростно-силовые нагрузки вызывают сходные изменения гормонального статуса рысаков и упряжных лошадей. На фоновый и постнагрузочный уровень тестостерона в крови лошадей в большей степени влияет продолжительность предварительной тренировки, чем интенсивность и мощность самой нагрузки (Zinovieva, S., Kozlov, S., Markin, S., 2025).

Исследования гормонов обычно проводятся независимо друг от друга, но было показано, что кортизол ингибирует секрецию тестостерона, что может косвенно блокировать эффект тестостерона (Dabrowska, I., Grzedzicka, J., Malin, K. и др., 2022).

Сразу после окончания нагрузки в крови лошадей, как жеребчиков, так и кобылок, наблюдается повышение уровня тестостерона и кортизола. В покое на момент окончания подготовительного тренинга уровень кортизола в крови

жеребцов и кобыл повышается. При этом нагрузка вызывает достоверно меньший подъем тестостерона в крови (Наумова, Е. Ю., Козлов, С. А., Козырев, С. Г., 2013).

Тироксин и трийодтиронин.

Тироксин и трийодтиронин – йодсодержащие гормоны щитовидной железы. Процесс их синтеза регулируется тиреотропным гормоном аденогипофиза, который находится под контролем тиреолиберина гипоталамуса, высвобождение которого обратно пропорционально концентрации тирокина и трийодтиронина в крови (Потемкин, В. В., 1986; Рудницкий, Л. В., 2009).

Гормоны щитовидной железы увеличивают теплопродукцию, ускоряют метаболизм углеводов, белков, липидов, улучшают кровоснабжение головного мозга, ускоряют рост и развитие (Потемкин, В. В., 1986; Карпенко, Л. Ю., Ершова, О. Н., Бахта, А. А. и др., 2020).

Тренировочная нагрузка вызывает кратковременное повышение концентрации тирокина и трийодтиронина, что согласуется с литературными данными (Ferlazzo, A., Cravana, C., Fazio, E. и др., 2014; Ferlazzo, A., Cravana, C., Fazio, E. и др., 2020; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024). Физическая нагрузка, к которой адаптирован организм, вероятно не вызовет повышения концентрации данных гормонов, что демонстрируют исследования А. Ferlazzo и соавт. (2014), Е. Fazio и соавт. (2015).

Также установлено повышение концентрации трийодтиронина у лошадей стандартбредной породы после стандартной нагрузки и у лошадей чистокровной верховой породы после теста на максимальную скорость (Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

У лошадей траккененской, буденовской, украинской верховой, голштинской пород тренировка по выездке продолжительностью 45 минут вызвала увеличение концентрации трийодтиронина. В концентрации тирокина существенных изменений не было выявлено (Рогожина, Л. В., 2022).

В исследовании на крысах установлено повышение уровня трийодтиронина после нагрузки с его последующим снижением к 120 минуте после нагрузки, в то

время как уровень тироксина увеличивался на протяжении всего времени (Демидова, Т. Ю., Скуридина, Д. В., Кочина, А. С., 2021).

1.4.5 Кардиомаркеры в спорте

В качестве биологического маркера в кардиологии можно привести тропонин. Сердечные тропонины – высокоспецифичные для миокарда регуляторные протеины, ассоциированные с контрактильным элементом миофиламентов кардиомиоцитов (Калишьян, М. С., 2022).

Сердечные тропонины не высвобождаются при повреждении скелетных мышц (Напалков, Д. А., Головенко, Е. Н., Сулимов, В. А., 2009).

В настоящее время существует достаточно много исследований по определению концентрации сердечных тропонинов в крови лошадей после физической нагрузки (Nostell, K., Häggström, J., 2008; Flethoj, M., Kanters, J. K., Haugaard, M. M. и др., 2016; Decloedt, A., Clercq, D., Ven, S. и др., 2017; Pourmohammad, R., Mohri, M., Seifi, H. A. и др., 2020; Ertelt, A., Merle, R., Stumpff, F. и др., 2021; Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2021; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

К. Nostell и J. Häggström (2008) установили, что в состоянии физиологического покоя клинически здоровые лошади имеют низкие значения сердечного тропонина I. У спортивных лошадей после рысистых бегов и скачек увеличение концентрации сердечного тропонина I было незначительно.

Упражнения на выносливость также вызывают увеличение концентрации сердечного тропонина I в крови. Однако, полученные результаты значительно отличаются друг от друга, что может быть следствием разного уровня тренированности лошадей, продолжительности нагрузки и других факторов (Nostell, K., Häggström, J., 2008; Flethoj, M., Kanters, J. K., Haugaard, M. M. и др., 2016; Decloedt, A., Clercq, D., Ven, S. и др., 2017; Pourmohammad, R., Mohri, M., Seifi, H. A. и др., 2020; Ertelt, A., Merle, R., Stumpff, F. и др., 2021; Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2021; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Максимальная концентрация сердечного тропонина I в крови лошадей регистрируется через 3-6 часов после выполнения кратковременных высокоинтенсивных упражнений на 2000-2400 м на беговой дорожке (Durando, M., Reef, V., Kline, K. и др., 2006; Nostell, K., Häggström, J., 2008; Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2019; Hellings, I. R., Krontveit, R., Overlie, M. и др., 2020).

Точный механизм высвобождения сердечных тропонинов из миокарда при физических нагрузках неизвестен. Предполагаются следующие механизмы: высвобождение цитозольного пула тропонинов через интактную клеточную мембрану; повышение проницаемости клеточной мембраны кардиомиоцита; образование и высвобождение мембранных везикул; перекрестные реакции коммерческих антител (направленных против сердечных тропонинов) со скелетными изоформами тропонинов и др. (Чаулин, А. М., Карслян, Л. С., Григорьева, Е. В. и др., 2019; Чаулин, А. М., Григорьева, Ю. В., Суворова, Г. Н., 2020).

В иностранных источниках указано, что высвобождение сердечного тропонина I возможно без гибели клеток под влиянием коротких периодов гипоксии (Durando, M., Reef, V., Kline, K. и др., 2006; Nostell, K., Häggström, J., 2008; Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2019; Hellings, I. R., Krontveit, R., Overlie, M. и др., 2020).

I. R. Hellings и соавт. (2020) регистрировали повышение концентрации сердечного тропонина T у лошадей стандартбредной породы после скачек. Через 22-24 часа его концентрация существенно не отличалась от результата до гонки. Это согласуется с результатами, полученными E. Shields и соавт. (2017) после скачек у чистокровных верховых лошадей.

Сердечные тропонин I и T возвращаются к концентрациям до нагрузки в течение 12-24 часов (Rossi, T. M., Pyle, W. G., Maxie, M. G. и др., 2014; Shields, E., Seiden-Long, I., Massie, S. и др., 2017; Hellings, I. R., Krontveit, R., Overlie, M. и др., 2020).

Повышение концентрации сердечного тропонина I, вызванное повреждением миокарда будет отличаться устойчивостью в течение нескольких дней, в то время

как быстрое снижение сердечного тропонина I после высвобождения указывает на физиологический процесс (Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2019; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Молекулы кардиоспецифических тропонинов способны фильтроваться через гемато-слиюнный барьер в слюну. Овчинников А. Н. (2025) установил повышение сердечного тропонина I в слюне спортсменов после физической нагрузки, наблюдалось пропорциональное соответствие между концентрацией тропонина в слюне и в сыворотке крови. Однако, концентрация тропонина в слюне всегда была ниже, чем в сыворотке крови.

Сердечный тропонин I, обнаруженный в слюне пациентов с инфарктом миокарда, имел умеренную корреляцию с концентрацией сердечного тропонина I в сыворотке крови (Чаулин, А. М., Дуплякова, П. Д., Бикбаева, Г. Р., и др. 2020).

Также присутствие сердечного тропонина I в слюне человека обнаружено при ишемической болезни сердца (Бунин, В. А., Козлов, К. Л., Линькова, Н. С. и др., 2017).

1.4.6 Изменения антиоксидантной защиты крови спортивных лошадей под влиянием физической нагрузки

Каталаза.

Каталаза — фермент антиоксидантной системы, катализирующий расщепление перекиси водорода с образованием воды и кислорода. Большинство компонентов антиоксидантной системы поступают в организм животных с кормом (Карпенко, Л. Ю., Селимов, Р. Н., Селимова, Э. Н., 2007).

У троеборных лошадей в соревновательный период развивается окислительный стресс, антиоксидантная система реагирует на это увеличением активности каталазы. В начале подготовительного периода у лошадей при работе также повышается активность каталазы (Антонов, А. В., 2013; Коленчукова, О. А., Степанова, Л. В., Федотова, А. С. и др., 2021).

Показано, что уровень перекисного окисления липидов при физических нагрузках, как правило, усиливается, а это вызывает ответную реакцию антиоксидантной системы. При её недостаточной мощности развивается окислительный стресс (Ohno, H., Sato, Y., Yamashita, K. и др., 1986; Toskulkaeo, S., Glinsukon, T., 1996; Chiaradia, E., Avellini, L., Ruesca, F. и др., 1998).

Эта закономерность распространяется и на спортивных лошадей (Сергиенко, С. С., Сергиенко, Г. Ф., Власова, Н. В. и др., 1985; Williams, C. A., Kronfeldt, D. S., Hess, T. M. и др., 2004).

Билирубин.

Билирубин – продукт распада гемоглобина, цитохрома и миоглобина. Образуется в клетках печени, селезёнки, костного мозга (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др. 2000; Лелевич, В. В., Леднёва, И. О., Курбат, М. Н. и др., 2010; Горбунова, О. Е., Абдрашитова, А. Т., Нагметова, Г. А., 2018; Драпкина, О. М., Кравченко, А. Я., Будневский, А. В. и др., 2021).

При повреждении клеток скелетных мышц происходит распад миоглобина, который утилизируется с образованием билирубина. Также уменьшение срока жизни эритроцитов, спровоцированное физической нагрузкой, приводит к утилизации гемоглобина также с образованием билирубина (Капитонова, А. Н., Круглова, И. В., Чадина, А. Б., 2018; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

В исследовании J. Giers и соавт. (2024) после физической нагрузки у лошадей повышается концентрация билирубина в сыворотке крови.

Впервые предположение об антиоксидантных свойствах билирубина высказали Bernhard K. и соавт. (1954) обнаружив, что небольшие добавки билирубина способны ингибировать *in vitro* окисление эмульсий линолевой кислоты. Антиоксидантной активностью обладают все формы билирубина: свободный, связанный, эфиры и фотоизомеры билирубина. На окислительные стимулы клетка отвечает многократным повышением гем-оксигеназной активности (Горбунова, О. Е., Абдрашитова, А. Т., Нагметова, Г. А., 2018; Kim, S. Y., Park, S. C., 2012).

Современные представления рассматривают билирубин как мощный антиоксидант эндогенного происхождения. Недавние исследования позволили определить способность билирубина блокировать активные формы кислорода (Драпкина, О. М., Кравченко, А. Я., Будневский, А. В. и др., 2021; Lan, Y., Liu, H., Liu, J. и др., 2019).

Витамин Е.

Витамин Е – жирорастворимый витамин, играющий роль биологического антиоксиданта, инактивирующего свободнорадикальные формы кислорода, защищает липиды биологических мембран от перекисного окисления. Лошади получают витамин Е вместе с кормом. Его дефицит может вызывать гемолитическую анемию в результате окисления мембран эритроцитов, поражение нервной системы, мышечную дистрофию (Козлов, В. А., 2008; Савченко, А. А., Анисимова, Е. Н., Борисов, А. Г. и др., 2011; Брещенко, Е. Е., Мелконян, К. И., 2019).

Аэробные упражнения вызывают значительное увеличение потока воздуха, кислород которого в организме может образовывать активные формы, в нейтрализации которых участвует витамин Е (Потолицына, Н. Н., Нутрихин, А. В., Бойко, Е. Р., 2019; Kanter, M. M., 1994; Arai, T., Inoue, A., Uematsu, Y. и др., 2003; Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A. и др., 2017; Yimcharoen, M., Kittikunnathum, S., Suknikorn, C. и др., 2019).

Соответственно физические нагрузки вызывают снижение уровня витамина Е в крови. Так исследование витаминно-минерального обмена в крови хоккеистов показали его патологически низкий уровень (Рахманов, Р. С., Разгулин, С. А., Блинова, Т. В. и др., 2018).

Также имеются данные о развитии выраженного дефицита витамина Е у лыжников-гонщиков на различных этапах тренировочного цикла (Мартынов, Н. А., Потолицына, Н. Н., Володин, В. В. и др., 2014).

В литературе сообщается, что в начальный период адаптации запасы витамина Е в плазме уменьшаются, но при переходе к долговременной адаптации а-токоферол мобилизуется из жировой ткани и накапливается в печени, откуда по

мере надобности выбрасывается в кровь (Колосова, Н. Г., Матаев, Р. Н., Куликов, В. Ю., 1986; Голиков, П. П., Давыдов, Б. В., Матвеев, С. Б., 1987). Это в своём исследовании наблюдал А. В. Антонов (2013) у троеборных лошадей полукровных пород.

1.4.7 Влияние физической нагрузки на изменения состава слюны

Слюна – это биологическая жидкость организма, которая постоянно находится в полости рта. Вырабатывается слюнными железами ротовой полости. Ротовая жидкость или смешанная слюна – это чистый секрет слюнных желёз, смешанный в полости рта с десневой жидкостью, бактериями, остатками пищи и клетками эпителия (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

Перспективным направлением современной функциональной и лабораторной диагностики является поиск новых неинвазивных, безболезненных и удобных экспресс-методов, позволяющих проводить исследования в короткие сроки без переоснащения существующих лабораторий и привлечения специально обученного персонала. Целесообразность использования слюны в качестве объекта исследования объясняется ее физиологической ролью в организме и доступностью получения диагностического материала (Голубь, А. А., Чемикосова, Т. С., Гуляева, О. А., 2010).

Л. Ю. Штумпф и соавт. (2021) предлагают в качестве материала для исследования использовать слюну спортивных лошадей. Однако, их метод предполагает наличие культур микроорганизмов и лабораторное оборудование, которые могут быть доступны не всем.

Исследование М. Bazzano и соавт. (2020) подтверждает, что состав слюны лошадей значительно изменяется после нагрузки. Особенно в её составе возрастает концентрация лактата и пировиноградной кислоты при анаэробной нагрузке.

Изменение биомаркеров слюны после физической нагрузки у арабских лошадей изучали М. D. Contreras-Aguilar и соавт. (2021). Часто в слюне лошадей определяют концентрацию кортизола для оценки физиологической реакции на

стресс (Kedzierski, W., Cywinska, A., Strzelec, K. и др., 2014; Kang, O.-D., Lee, W.-S., 2016; Olvera-Maneu, S., Carbajal, A., Serres-Corral, P. и др., 2023; Bazzano, M., Marchegiani, A., Gualana, F. L. и др., 2024; Pennington, M. V., Zoller, J. L., White-Springer, S. H. и др., 2026).

В свою очередь известно, что слюна при высушивании кристаллизуется, при этом форма кристаллов во многом определяется её составом, который модифицируется при изменении состояния организма. Изменение состава и формы образующихся кристаллов коррелирует с физиологическими изменениями в организме (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

П. А. Леус (1977) впервые показал, что на предметном стекле после высушивания капли ротовой жидкости формируется осадок, имеющий различное микроскопическое строение. В дальнейшем был использован термин микрокристаллизация слюны (Островский, О. В., Храмов, В. А., Попова, Т. А., 2010).

Слюна может стимулировать или подавлять рост микробов и процесс отложения зубного налета. Это, в свою очередь, изменяет бляшкообразование и процесс кальцификации. Также органические и неорганические компоненты смешанной слюны влияют на аккумуляцию бляшки и ее микробный состав. Биологические жидкости организма, в том числе смешанная слюна, имеют способность кристаллизоваться при высушивании и образовывать узоры (Денисов, А. Б., Барер, Г. М., Стурова, Т. М. и др., 2003; Вавилова, Т. П., Медведев, А. Е., 2016; Молвинских, В. С., Еловикова, Т. М., Белоконова, Н. А. и др., 2016; Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

Также органические и неорганические компоненты смешанной слюны влияют на аккумуляцию бляшки и ее микробный состав. Структура этих узоров значительно меняется в зависимости от различных условий. Изменение концентрации микроэлементов слюны наблюдается при интенсивных физических нагрузках (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

Различают три типа микрокристаллизации смешанной слюны: I тип – крупные древовидные кристаллоподобные образования, расположенные в центре,

II тип – единичные кристаллоподобные конгломераты или игольчатые кристаллы, расположенные по всему полю зрения, III тип – разрозненные, единичные мелкие кристаллы, без ориентации (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

А. В. Вельской и соавт. (2011) предложено использовать данные состава и микрокристаллизации слюны спортсмена при планировании тренировочного режима. Также есть данные, что микрокристаллизацию слюны можно использовать в качестве метода оценки общего состояния организма человека и, в частности, для определения состояния организма до и после нагрузки.

В исследовании А. О. Васильевой и соавт. (2013) показана зависимость рисунка микрокристаллизации слюны у детей от физических нагрузок.

Однако, в настоящее время практически отсутствуют данных, характеризующие изменения рисунка микрокристаллизации слюны лошадей.

1.4.8 Микробиом кишечника лошадей и его изменения под влиянием физической нагрузки

Кишечная микробиота оказывает огромное влияние на здоровье и работоспособность лошадей (Jassim, A. I. R. A., Andrews, F. M., 2009; Costa, M. C., Weese, J. S., 2012).

В кишечнике лошадей доминируют филумы *Bacteroidetes* и *Firmicutes*. Снижение доли филума *Firmicutes* не желательно для лошадей и может быть связано с развитием ламинита или колита (Steelman, S. M., Chowdhary, B. P., Dowd, S. и др., 2012; Venable, E. B., Bland, S. D., McPherson, J. L. и др., 2016; Morrison, P. K., Newbold, C. J., Jones, E. и др., 2018; Husso, A., Jalanka, J., Alipour, M. J. и др., 2020).

Lactobacillus spp. – род грамположительных анаэробных бактерий, принадлежащих к филуму *Firmicutes*. Бактерии данного рода образуют молочную кислоту в качестве основного конечного продукта метаболизма. У лошадей бактерии рода *Lactobacillus* не превышают $1,35 \pm 0,070$ % от общего количества

микроорганизмов (Яруллина, Д. Р., Фахруллин, Р. Ф., 2014; Алексеева, Е. И., Дубровин, А. В., Лаптев, Г. Ю. и др., 2020).

Широко известно, что лактобактерии выполняют ряд значимых функций: защищают макроорганизм от размножения патогенов, проявляют иммуномодулирующую активность, участвуют в синтезе витаминов, незаменимых аминокислот. Лактобактерии и бифидобактерии также используются в качестве пробиотиков (Алексеева, Е. И., Дубровин, А. В., Лаптев, Г. Ю. и др., 2020; Ishizaka, S., Matsuda, A., Amagai, Y. и др., 2014; Schoster, A., Weese, J. S., Guardabassi, L., 2014; Gotic, J., Grden, D., Babic, N. P. и др., 2017).

У лошадей лактат в просвете кишечника преобразуется в летучие жирные кислоты комменсальными бактериями (Biddle, A. S., Black, S. J., Blanchard, J. L., 2013; Park, T., Cheong, H., Yoon, J. и др., 2021).

Bifidobacterium spp. – род грамположительных бактерий, относящийся к филуму *Actinobacteria*. Представители также способны к молочнокислому брожению (Шлегель, Г. Г., 2013).

Бифидобактерии обеспечивают защиту кишечника от проникновения микробов и токсинов, подавляют развитие патогенных микроорганизмов, синтезируют аминокислоты, витамин К, витамины группы В, способствуют всасыванию кальция, железа и витамина Д (Сорокин, О. В., Запорожченко, А. А., Суботялов, М. А., 2025).

Escherichia coli – грамотрицательные палочки рода *Escherichia*. Относятся к филуму *Proteobacteria*. Синтезирует витамин К, подавляет развитие патогенных микроорганизмов (Bentley, R., Meganathan, R., 1982; Hudault, S., Guignot, J., Servin, A., 2001; Reid, G., Howard, J., Gan, B. S., 2001; Литусов, Н. В., 2016).

Bacteroides spp. – род грамотрицательных анаэробных бактерий, относящихся к филуму *Bacteroidetes*. Участвуют в сбраживании углеводов, утилизации белков и биотрансформации желчных кислот (Finegold, S. M., George, W. L., 1989).

Faecalibacterium prausnitzii – вид бактерий рода *Faecalibacterium*, филума *Firmicutes*. Вид обладает противовоспалительными свойствами и профилактирует

развитие дисбактериоза. В процессе ферментации пищевых волокон образуют бутират и другие короткоцепочечные жирные кислоты. Летучие жирные кислоты способны всасываться в слепой кишке лошадей (Miquel, S., Martin, R., Rossi, O. и др., 2013; Jensen, R. B., Austbo, D., Blache, D. и др., 2016; Lopez-Siles, M., Duncan, S. H., Garcia-Gil, L. J. и др., 2017; Park, T., Cheong, H., Yoon, J. и др., 2021).

Bacteroides spp. участвуют в расщеплении сложных углеводов (крахмала, клетчатки), а *Faecalibacterium prausnitzii* является ключевым продуцентом бутирата (масляной кислоты), обладающего противовоспалительным эффектом и питающей колоноциты функцией. Снижение доли *F. prausnitzii* относительно *Bacteroides* часто ассоциируется с воспалительными процессами, колитами и диареей. При колитах и энтеритах часто отмечается резкое увеличение доли типа *Bacteroidetes* (Costa, M. C., Arroyo, L. G., Allen-Vercoe, E. и др., 2012; Ferreira-Halder, C. V., Sousa Faria, A. V., Andrade, S. S., 2017).

W. Gorniak и соавт. (2021) обнаружили повышение филумов *Bacteroidetes* и *Firmicutes* через 48 часов после скаковой нагрузки у тренированных лошадей (Gorniak, W., Cholewińska, P., Szeligowska, N. и др., 2021).

Считается, что у лошадей с хорошей результативностью более высокое разнообразие полезных бактерий, чем у лошадей с низкими показателями. Два общих функциональных метаболических действия микробиоты заднего отдела кишечника (т. е. синтез триптофана и сукцината) наблюдались между группами лошадей с низкими показателями, что указывает на дисбактериоз кишечника и усталость от упражнений. С другой стороны, группы лошадей с хорошей результативностью показали повышенную продукцию полиаминов, бутирата и витамина К (Park, T., Yoon, J., Yun, Y. и др., 2024).

У скаковых лошадей интенсивные упражнения вызывают изменение микрофлоры (Szemplinski, K. L., Thompson, A., Cherry, N., 2020).

Установлено, что количество условно-патогенной микрофлоры после интенсивных физических упражнений у карабахских и буденовских лошадей снижается, а молочнокислых (лакто- и бифидобактерии) возрастает, что указывает на усиление моторики кишечника (Тахир-Заде, С. М., 2014).

По данным С. Li и соавт. (2023) содержание по крайней мере 36 геномов (например, принадлежащих *Lachnospiraceae*, *Oscillospiraceae* и *Ruminococcus*) было выше у скаковых лошадей, чем у не скаковых. Эти геномы, повышенные у скаковых лошадей, содержали гены пути производства ацетата и бутирата путем ферментации волокон, что представляет потенциал для получения большего количества короткоцепочечных жирных кислот, улучшающих спортивные результаты лошадей (Li, C., Li, X., Guo, R., 2023).

1.4.9 Влияние физической нагрузки на иммунологические показатели спортивных лошадей

Бактерицидная активность сыворотки крови.

Естественная резистентность организма – врождённая неспецифическая способность противостоять различным патогенам, включающая клеточные и гуморальные факторы защиты. Гуморальные факторы содержатся в биологических жидкостях и включают в себя систему комплемента, лизоцим, пропердин, бета-лизины, интерфероны и др. К клеточным фагоцитоз, Т-лимфоциты и др. Совокупность факторов естественной резистентности можно оценить с помощью бактерицидной активности сыворотки крови (Карюк, Е. А., 2004; Малев, А. А., 2009).

Концентрация не конъюгированного гемоглобина в крови обратно коррелирует с бактерицидной активностью сыворотки крови (Малев, А. А., 2009).

У спортсменов в периоды интенсивных тренировок и соревнований вызывают снижение иммунитета, что повышает риск развития заболеваний, а также потенцирует снижение спортивных результатов. Спортивная нагрузка вызывает ускоренный распад и восстановление тканей организма, нарушение работы иммунной системы в первую очередь снижает адаптационные возможности организма, поскольку в задачи иммунной системы входят также обезвреживание продуктов распада и регенерация тканей. Впоследствии нарушения проявят себя в виде инфекционных и аллергических заболеваний (Иванчикова, Н. Н., Шераш, Н.

В., 2021; Gunzer, W., Konrad, M., Pail, E., 2012; Nieman, D. C., Luo, B., Dreau, D. и др., 2014).

Даже высококвалифицированные спортсмены под влиянием интенсивных нагрузок подвергаются иммуносупрессии, проявляющейся в виде снижения бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, а также угнетения фагоцитарной активности лейкоцитов (Орлов, А. А., 2007).

Содержание лизоцима в крови зависит от степени утомления организма (Орлов, А. А., 2007).

У спортсменов высших достижений уменьшение активности лизоцима в слюне после нагрузки средней интенсивности наблюдалось в 64,3 % случаев (Шартанова, Н. В., 2015).

У спортивных лошадей под влиянием стресса на фоне соревнований по троеборью клеточные и гуморальные механизмы неспецифической защиты ослабевают. Резистентность лошадей-призёров подвергается меньшему угнетению, чем лошадей на последних местах. Особенно подвержены влиянию физической нагрузки фагоцитарная активность нейтрофилов и фагоцитарный индекс. Аналогичная закономерность прослеживается в отношении бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови (Послов, Г. А., 1999).

Однако умеренная физическая нагрузка вызывает активацию фагоцитоза и повышение продукции антител (Тахир-Заде, С. М., 2014).

Наиболее устойчива к физической нагрузке большой длительности и интенсивности В-система иммунитета лошадей. Забег на 10 км, в котором принимали участие лошади донской и карабахской пород, показал, что в крови лошадей концентрации иммуноглобулинов G и M практически не изменились. Однако, нагрузка вызвала увеличение концентрации иммуноглобулина A, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови (Тахир-Заде, С. М., 2014).

По данным С. W. Wong и соавт. (1992) после однократной интенсивной физической нагрузки (длительность 2 часа) у лошадей были достоверно повышены концентрация кортизола и соотношение нейтрофилов к лимфоцитам, что

свидетельствовало о том, что лошади подвергались стрессу. При этом значительно снижался хемотаксический индекс через 1 день после нагрузки. Результаты, указывают, что однократная тренировка может временно нарушить неспецифические защитные механизмы.

Упражнения приводят к первоначальной активации нейтрофилов и снижению функций, таких как фагоцитарная активность и способность к окислительному взрыву, в зависимости от интенсивности выполняемой физической активности, как уже предполагалось. Через 24 часа после соревнований у лошадей фагоцитарная активность нейтрофилов показала значения, близкие к исходным (Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022; Meleiro, M. C. Z., Carvalho, H. J. C., Ribeiro, R. R. и др., 2022).

Уменьшение в 2,5 раза содержания гамма-глобулинов в сыворотке крови после физической нагрузки у скаковых лошадей наблюдали в своём исследовании Н. Е. Орлова и М. Е. Пономарева (2020), что закономерно коррелирует с бактерицидной активностью сыворотки крови, которая снижается у них на 32,1 %.

Лизоцимная активность сыворотки крови.

Лизоцим – гидролитический фермент мурамидаза – расщепляет мурамиловую кислоту, входящую в состав стенки грамположительных бактерий, и гликозидные связи между мурамовой кислотой и N-ацетилглюкозамином в составе олигосахаридов бактериальной стенки. По отношению к грамотрицательным бактериям лизоцим также проявляет цитотоксическую активность, но во взаимодействии с белками системы комплемента (Иванов, А. А., 2023).

Действуя совместно с другими факторами защиты, такими как бета-лизин, дефензины, комплемент, лизоцим обеспечивает бактерицидность слюны. Расщепляя пептидогликан бактерий, он вызывает осмотический лизис и гибель микробов (Шартанова, Н. В., 2015).

Кратковременное повышение концентрации лизоцима в сыворотке крови крыс может быть вызвано острой фазой воспаления и болевой реакцией. Сообщается, что увеличение секреции лизоцима – одна из самых ранних реакций,

развивающихся в организме под влиянием стресса (Овсянников, В. Г., Шлык, С. В., Алексеев, В. В. и др., 2013; Крячко, О. В., Таран, А. М., 2018; Карпенко, Л. Ю., Бахта, А. А., Козицына, А. И. и др., 2019; Коноплев, В. А., 2020).

Лизоцимная активность слюны под влиянием тяжёлой физической нагрузки также снижается. Поскольку физическая нагрузка вызывает повышение концентрации кортизола в крови, Г. А. Послов (1999) выносит предположение, что лизоцимная активность слюны может иметь с концентрацией кортизола отрицательную зависимость.

Н. Е. Орлова и соавт. (2018) отмечают увеличение лизоцимной активности сыворотки крови после нагрузки у скаковых лошадей.

По данным А. Н. Доевой и соавт. (2021), Л. А. Каминской и соавт. (2021) лизоцимная активность слюны может снизиться у спортсменов в состоянии перетренированности.

Фагоцитоз.

В основе защитной способности лейкоцитов лежит фагоцитарный процесс, заключающийся в их свойстве – распознавать, поглощать и уничтожать чужеродные клетки (Муллагалиева, О. А., Закрепина, Е. Н., Воеводина, Ю. А., 2021).

Кортизол, являясь иммунодерессантом, способен угнетать иммунную систему, приводя к повышению заболеваемости среди спортсменов (Афанасьева, И. А., 2009; Parry-Billings, M., Budgett, R., Koutedakis, Y. и др., 1992).

Адаптация к физической нагрузке будет проявляться повышением интенсивности синтеза стероидных гормонов коры надпочечников, следствием чего будет являться повышение концентрации кортикостероидов в крови (Афанасьева, И. А., 2009).

Высокий уровень кортизола у спортсменов вызывает снижение фагоцитарного числа и индекса завершенности фагоцитоза (Афанасьева, И. А., 2009).

Снижение фагоцитарной активности при интенсивных физических нагрузках может быть вызвано изменением экспрессии рецепторов, а также изменением

процесса преобразования внешних сигналов в специфический ответ у нейтрофилов, моноцитов, макрофагов, что приводит к усложнению распознавания патогенных факторов, замедлению активации клеток, угнетению фагоцитоза и нарушению хемотаксиса (Ермолаева, Е. Н., Сашенков, С. Л., Сурина-Марышева, Е. Ф. и др., 2023).

У крыс в исследовании Е. Н. Ермолаевой и соавт. (2023) при физической нагрузке умеренной мощности достоверно повышается интенсивность фагоцитоза.

Однократная физическая нагрузка умеренной мощности приводит к повышению фагоцитарного индекса (Кеберле, С. П., Наркевич, Д. Д., Саранчина, Ю. В., 2019).

В исследовании А. Cywinska и соавт. (2013) на лошадях стандартбредной породы фагоцитарная активность нейтрофилов снижается после высокоинтенсивных упражнений.

S. L. Raidal и соавт. (2000) установили, что умеренные физические нагрузки усиливают фагоцитарную активность крови лошадей. Высокоинтенсивные упражнения оказали значительное влияние на фагоцитоз нейтрофилов. Средние значения снижались, а затем возвращались к значениям до тренировки или выше.

Физические упражнения умеренной интенсивности связаны с улучшением функции нейтрофилов и, как полагают, вызваны повышением уровня гормона роста, а также, возможно, пролактина (Raidal, S. L., Love, D. N., Bailey, G. D. и др., 2000).

Напротив, высокоинтенсивные физические упражнения подавляют большинство функций нейтрофилов как остро, так и хронически у спортсменов (Raidal, S. L., Love, D. N., Bailey, G. D. и др., 2000).

1.5 Использование пробиотиков в кормлении лошадей

Пробиотические препараты направлены на поддержание и восстановление микробиома кишечника, повышение общего иммунитета и продуктивность

животных. Пробиотики вводятся в рацион различных сельскохозяйственных животных, в том числе лошадей (Амандурдыев, Г., Языев, К., 2025).

Установлено, что интенсивные тренинговые нагрузки вызывают в организме спортивных лошадей снижение показателей иммунного статуса, естественного микробиоценоза и минерального обмена (Карюк, Е. А., 2004).

Пробиотики физиологичны и безвредны, поскольку создаются на основе микроорганизмов – естественных представителей кишечного микробиома, соответственно обладают апатогенностью и экологической совместимостью (Романова, О. В., 2000).

Считается, что применение пробиотиков повышает работоспособность лошадей, повышая количество энергии и показатели, характеризующие состояние иммунной системы.

Экспериментально вызванный дисбактериоз вызывает снижение фагоцитарной активности нейтрофилов крови (Тахир-Заде, С. М., 2014).

В настоящее время отечественные и зарубежные авторы активно изучают применение пробиотиков для повышения продуктивности и работоспособности лошадей (Севастьянова, Т. В., Уша, Б. В., 2021; Jouany, J.-P., Gobert, J., Medina, B. и др., 2008; Zavistanaviciute, P., Poskiene, I., Lele, V. и др., 2019).

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы и методы исследований

Диссертационная работа была выполнена в период с 2023 по 2026 гг. на базе кафедры биохимии и физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Материал для исследования отбирали у лошадей, содержащихся на конном заводе «Ковчег» Ленинградской области, специализирующемся на разведении в том числе лошадей арабской чистокровной породы.

Предварительно было проведено клиническое обследование 112 лошадей, из которых на основании обследования и результатов диспансеризации для исследования было отобрано 30 клинически здоровых животных в возрасте от 6 до 15 лет, из которых 18 – мерины и 12 – кобылы. Лошади содержались в одинаковых условиях конезавода. Рацион был сбалансирован индивидуально для каждой лошади в зависимости от массы тела, пола, возраста и нагрузки; состоял из разнотравного сена, заготовленного в Ленинградской области, овса, отрубей, нерафинированного подсолнечного масла, соли, кормовой добавки макро- и микроэлементов. В течение дня лошади находились на выгуле 5 часов, заводской тренинг проходили в соответствии с возрастом и участвовали в соревнованиях по дистанционным пробегам.

Отбор проб осуществлялся с июня по август 2025 года. Выбранные лошади по методу пар-аналогов были разделены на 3 группы – контрольную, опытную № 1 и опытную № 2 (6 мерин и 4 кобылы в каждой). У лошадей опытной группы № 1 пробы отбирались трижды с интервалом 30 дней после прохождения дистанций 40 км, 80 км и 120 км. У лошадей опытной группы № 2 пробы отбирались трижды с интервалом 15 дней. У лошадей контрольной группы пробы отбирались одновременно с лошадьми опытных групп: в состоянии физиологического покоя – с опытной группой № 1, и после стандартной физической нагрузки – с опытной

группой № 2. Стандартная нагрузка включала 10 минут шаг, 10 минут рысь, 10 минут шаг, 10 минут рысь, 5 минут шаг, 5 минут галоп, 10 минут шаг.

Лошади опытной группы № 2 получали 50 грамм пробиотика «Бонака-АПК» вместе со стандартным рационом согласно инструкции (50 грамм/голову в сутки в течение 30 дней). Пробиотик добавляли в кашу из овса и отрубей в вечернее кормление.

Микробиологический комплекс «Бонака-АПК». Согласно инструкции в 1000 г содержит действующие вещества: комплекс живых штаммов лиофилизированных пробиотических бактерий в количестве *Lactococcus lactis subsp. lactis* – не менее 5×10^8 КОЕ/г, молочнокислых бактерий (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*) – не менее 1×10^9 КОЕ/г, бифидобактерий (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*) – не менее 2×10^7 КОЕ/г, пропионовокислых бактерий (*Propionibacterium shermanii*, *Propionibacterium freudenreichii*) – не менее 5×10^8 КОЕ/г; вспомогательные вещества (наполнители): сыворотка молочная сухая 100,0 г, сорбент минеральный на основе цеолита (трепела) от 200 до 350 г, заменитель сухого обезжиренного молока – до 1000 г.

Пробиотик представляет собой порошок от белого до кремового цвета.

Входящие в состав молочнокислые, пропионовокислые и бифидобактерии обладают высокой антагонистической активностью по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, подавляя ее рост.

Взятие проб кала для определения состава кишечного микробиома осуществляли из прямой кишки с использованием стерильных резиновых перчаток в стерильные одноразовые контейнеры. После взятия пробы замораживали в течение 10 минут при температуре -18°C .

Венозную кровь получали с соблюдением правил асептики и антисептики из яремной вены в стерильные вакуумные пробирки «КОРВЭЙ». Для общего клинического анализа, определения показателей иммунитета и антиоксидантов

кровь брали в пробирки с трикалиевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты, препятствующей её свертыванию.

Для биохимического анализа и определения эндокринологических показателей кровь брали в пробирки с оксидом кремния, активирующим процесс её свертывания. Через 20 минут после взятия крови пробирки центрифугировали на центрифуге СМ 12-06 в течение 10 минут при 3500 оборотов в минуту, отделяли сыворотку от сгустка с использованием стерильных шприцов, перемещали в пробирки типа Эппендорф на 1,5 мл и сразу замораживали при -18°C .

Слюну брали путем протирания ротовой полости лошади стерильным марлевым бинтом с последующим отжимом в пробирки типа Эппендорф.

Пробирки с трикалиевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты и пробирки Эппендорф со слюной доставлялись в лабораторию в течение часа после взятия проб при температуре $+2$ - $+8^{\circ}\text{C}$. Сыворотка крови и пробы кишечного микробиома доставлялись отдельно в замороженном виде.

Определение концентрации сердечного тропонина I методом хемилюминисцентного иммуноанализа на микрочастицах (реагент Abbott, оборудование «Architect i2000», USA) проводили в Лаборатории ветеринарного центра «Вега». Общий клинический, биохимический и эндокринологический анализы крови проводили в лаборатории кафедры биохимии и физиологии ФГБОУ ВО СПбГУВМ. Образцы фекалий доставлялись в лабораторию «Explan» в замороженном виде.

Скорость оседания эритроцитов определяли методом Панченкова, концентрацию гемоглобина – гемоглобинцианидным методом с применением ацетонциангидрина, количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов – на гематологическом анализаторе HumanCount30^{TS}. Лейкограмму выводили путем микроскопии мазков крови (окраска по Паппенгейму), а также проводили расчёт абсолютного количества классов лейкоцитов.

Содержание общего белка определяли с помощью набора реагентов «КлиниТест-ОБ» колориметрическим методом. Концентрацию альбумина определяли с помощью набора реагентов «BioSystems» со

спектрофотометрическим способом измерения оптической плотности. Концентрацию глобулина определяли расчётным методом, вычитая концентрацию альбумина из концентрации общего белка. Процент альбуминов и глобулинов высчитывали по пропорции, где за 100 % принимали концентрацию общего белка.

Концентрацию мочевины определяли с помощью набора реагентов «BioSystems» со спектрофотометрическим способом измерения оптической плотности.

Концентрацию креатинина определяли с помощью набора реагентов «КРЕАТИНИН-ВИТАЛ».

Содержание общего билирубина определяли с помощью набора реагентов «КлиниТест-Бил» методом Йендрашика-Грофа.

Активность фермента аланинаминотрансферазы определяли с помощью набора реагентов «АЛТ-ВИТАЛ». Активность фермента аспартатаминотрансферазы определяли с помощью набора реагентов «АСТ-ВИТАЛ».

Активность фермента щелочная фосфатаза определяли с помощью набора реагентов «КлиниТест-Щелочная фосфатаза».

Активность фермента α -амилаза определяли с помощью набора реагентов « α -АМИЛАЗА-ВИТАЛ».

Концентрацию глюкозы определяли с помощью набора реагентов «ГЛЮКОЗА-8-ОЛЬВЕКС».

Концентрацию общего холестерина определяли с помощью набора реагентов «ХОЛЕСТЕРИН-ВИТАЛ».

Содержание кальция определяли с помощью набора реагентов «КАЛЬЦИЙ-ВИТАЛ».

Для определения концентрации неорганического фосфора в сыворотке крови использовали набор «ФН-ОЛЬВЕКС».

Активность фермента лактатдегидрогеназы определяли с помощью набора реагентов «ЛДГ-2-ОЛЬВЕКС».

Активность мышечной креатинфосфокиназы определяли с помощью набора реагентов «BioSystems».

Активность кардиоспецифической креатинфосфокиназы определяли с помощью набора реактивов «КРЕАТИНКИНАЗА-МВ АБРИС+».

Каталазное число определяли методом перманганатометрии по А. Н. Баху и С. З. Зубковой (Карпенко, Л. Ю., Селимова, Э. Н., Селимов, Р. Н., 2008).

Минерализующий потенциал слюны изучали по методике П. А. Леуса (1977). В пробирку типа Эппендорф отбирали 1,5 мл слюны, отстаивали в течение часа и полуавтоматическим дозатором брали надосадочную жидкость в количестве 0,02 мл и наносили на химически чистое предметное стекло. Капля высыхивалась при 20-25°C, относительной влажности 65-70 % и минимальной подвижности окружающего воздуха. Продолжительность высыхания 3-4 часа. При завершении дегидротации получили фацию смешанной слюны, представляющую собой высушенную плёнку. Морфологический анализ проводили с помощью микроскопа (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018).

Концентрацию кортизола, тироксина, трийодтиронина и тестостерона в сыворотке крови определяли иммуноферментным анализом с использованием набора реагентов «IMAXYZ».

Концентрацию витамина Е определяли методом окисления токоферолов хлорным железом с определением образующегося железа (II) в виде окрашенного комплекса с α, α' -дипиридиллом, при длине волны 520 нм.

Определение фагоцитарного числа и лизоцимной активности сыворотки крови осуществлялось в соответствии с методическими рекомендациями «Панель наиболее информативных тестов для оценки резистентности животных» (Смирнов, П. Н., Ефанова, Н. В., Храмцов, В. В. и др., 2011).

Расчетным методом определяли индекс метаболизма, индекс повреждения мышц, среднее содержание гемоглобина в эритроците, абсолютное количество классов лейкоцитов, относительное количество альбуминов и глобулинов, азот мочевины, показатель каталазы.

По следующим формулам:

$$\text{Индекс анаболизма} = \frac{\text{Концентрация тестостерона (нмоль/л)}}{\text{Концентрация кортизола (нмоль/л)}} * 100, \quad \%$$

$$\text{Индекс повреждения мышц} = \frac{\text{Активность мышечной креатинкиназы (МЕ/л)}}{\text{Активность аспартатаминотрансферазы (МЕ/л)}}$$

$$\text{Среднее содержание гемоглобина в эритроците} = \frac{\text{Концентрация гемоглобина (г/л)}}{\text{Количество эритроцитов (Т/л)}}, \text{ пг}$$

$$\text{Азот мочевины} = \frac{\text{Концентрация мочевины (ммоль/л)}}{2,14}, \text{ ммоль/л}$$

$$\text{Показатель каталазы} = \frac{\text{Каталазное число (ед. по Баху)}}{\text{Количество эритроцитов (Т/л)}}$$

Все исследования выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по клиническим исследованиям крови у животных (Столярова, Н. Ю., Власова, Т. А., 2020).

Для определения состава кишечного микробиома использовали метод молекулярной биологии. С помощью полимеразной цепной реакции определяли количество *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Escherichia coli*, *Bacteroides spp.*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Akkermansia muciniphila*, *Escherichia coli enteropathogenic*, *Enterococcus spp.*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter spp.*, *Citrobacter spp.*, *Parvimonas micra*, *Candida spp.*, *Clostridium difficile*, *Clostridium perfringens*, *Fusobacterium nucleatum*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus aureus*.

Соотношение *Bacteroides spp.*/ *Faecalibacterium prausnitzii* вычисляли путём деления количества колониеобразующих единиц *Bacteroides spp.* на *Faecalibacterium prausnitzii*.

Статистический анализ. На основе полученных данных выполняли расчет среднего арифметического (M) и ошибки среднего арифметического (m). Достоверность полученных результатов определяли с помощью критерия Стьюдента с использованием программы Microsoft Excel 2010. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

Коэффициент корреляции Пирсона вычисляли с помощью программы Microsoft Excel 2010 с использованием функции КОРРЕЛ.

2.2 Результаты собственных исследований

2.2.1 Влияние физической нагрузки на изменение морфологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы

Результаты общего клинического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты общего клинического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатель	Референтные значения	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Лейкоциты, Г/л	7,00-12,00	11,60±0,91	12,69±2,01
Эритроциты, Т/л	7,10-10,50	9,00±1,20	7,86±1,22
Гемоглобин, г/л	80,00-140,00	114,17±11,47	124,93±13,72
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	13,00-30,00	12,92±0,41	15,75±0,48*
Тромбоциты, Г/л	100,00-600,00	203,00±4,61	132,80±8,67*
Миелоциты, %	0,00	0,00	0,00
Миелоциты, Г/л	0,00	0,00	0,00
Юные нейтрофилы, %	0,00	0,00	0,00
Юные нейтрофилы, Г/л	0,00	0,00	0,00
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,00-6,00	2,33±0,19	3,90±0,31*
Палочкоядерные нейтрофилы, Г/л	0,05-0,60	0,27±0,02	0,49±0,04*
Сегментоядерные нейтрофилы, %	45,00-70,00	56,00±0,74	67,83±1,13*
Сегментоядерные нейтрофилы, Г/л	2,25-7,00	6,50±0,14	8,63±0,31*
Эозинофилы, %	1,00-8,00	5,17±0,25	2,50±0,26*
Эозинофилы, Г/л	0,05-0,80	0,60±0,03	0,32±0,04*
Базофилы, %	0-1,00	0,00	0,00
Базофилы, Г/л	0-0,10	0,00	0,00
Моноциты, %	0-10,00	6,33±1,09	6,83±0,45
Моноциты, Г/л	0-1,00	0,73±0,13	0,86±0,34
Лимфоциты, %	20,00-45,00	30,17±0,64	18,93±0,97*
Лимфоциты, Г/л	1,00-4,50	3,50±0,09	2,39±0,13*
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	2,00-70,00	32,50±1,69	31,93±2,59

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно состояния физиологического покоя.

Результаты общего клинического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты общего клинического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатель	Референтные значения	Легкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжелая (n=10) M±m
Лейкоциты, Г/л	7,00-12,00	12,09±1,93	13,14±2,23	12,84±0,61
Эритроциты, Т/л	7,10-10,50	7,12±1,03	7,62±1,03	8,74±1,14
Гемоглобин, г/л	80,00-140,00	114,20±6,71	129,20±16,16	131,40±10,29
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	13,00-30,00	15,19±2,81	17,09±2,05	16,16±1,83
Тромбоциты, Г/л	100,00-600,00	116,40±6,20	137,00±27,21	145,00±29,04
Миелоциты, %	0,00	0,00	0,00	0,00
Миелоциты, Г/л	0,00	0,00	0,00	0,00
Юные нейтрофилы, %	0,00	0,00	0,00	0,00
Юные нейтрофилы, Г/л	0,00	0,00	0,00	0,00
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,00-6,00	4,60±0,52	4,50±1,14	2,60±0,31*
Палочкоядерные нейтрофилы, Г/л	0,05-0,60	0,57±0,26	0,59±0,24	0,34±0,16
Сегментоядерные нейтрофилы, %	45,00-70,00	71,30±5,65	62,80±6,51	69,40±4,84
Сегментоядерные нейтрофилы, Г/л	2,25-7,00	8,63±1,44	8,34±1,92	8,95±1,76
Эозинофилы, %	1,00-8,00	2,80±1,62	3,10±1,37	1,60±0,70
Эозинофилы, Г/л	0,05-0,80	0,35±0,24	0,42±0,22	0,21±0,09
Базофилы, %	0-1,00	0,00	0,00	0,00
Базофилы, Г/л	0-0,10	0,00	0,00	0,00
Моноциты, %	0-10,00	5,40±2,27	6,90±1,60	8,20±2,70
Моноциты, Г/л	0-1,00	0,64±0,08	0,89±0,08	1,05±0,12*
Лимфоциты, %	20,00-45,00	15,90±0,82	22,70±2,21	18,20±0,92
Лимфоциты, Г/л	1,00-4,50	1,91±0,58	2,89±0,61	2,30±0,24
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	2,00-70,00	28,40±4,47	34,00±4,51	33,40±4,76

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки.

Под влиянием длительной аэробной нагрузки относительное количество палочкоядерных нейтрофилов увеличилось на 67,4 % ($p \leq 0,01$), абсолютное количество палочкоядерных нейтрофилов – на 81,5 % ($p \leq 0,01$), относительное количество сегментоядерных нейтрофилов – на 21,1 % ($p \leq 0,01$), абсолютное

количество сегментоядерных нейтрофилов – на 32,8 % ($p \leq 0,01$). При этом относительное количество эозинофилов уменьшилось на 51,6 % ($p \leq 0,01$), абсолютное количество эозинофилов – на 46,7 % ($p \leq 0,01$), относительное количество лимфоцитов – на 37,3 % ($p \leq 0,01$), абсолютное количество лимфоцитов – на 31,7 % ($p \leq 0,01$). Количество тромбоцитов снизилось после длительной аэробной нагрузки на 34,6 % ($p \leq 0,01$). Среднее содержание гемоглобина в эритроците достоверно увеличилось на 21,9 % ($p \leq 0,01$).

Тяжёлая нагрузка вызывает достоверное снижение относительного количества палочкоядерных нейтрофилов на 43,5 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки и достоверное повышение абсолютного количества моноцитов на 64,1 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки (Великодная Е. К., 2026).

2.2.2 Влияние физической нагрузки на изменение биохимических показателей крови спортивных лошадей арабской породы

Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	200,00-600,00	317,10±11,32	337,66±22,31
Креатинкиназа мышечная, МЕ/л	20,00-220,00	307,15±14,29	1148,55±163,70*
Креатинкиназа сердечная, МЕ/л	0,00-100,00	58,38±14,62	42,47±11,40
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	3,00-20,00	9,98±0,69	16,35±0,78*
Аспартатаминотрансфераза, МЕ/л	50,00-420,00	373,25±6,51	398,71±17,05
Индекс повреждения мышечной ткани	—	0,82±0,03	2,71±0,33*
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	80,00-200,00	164,82±31,94	216,75±50,09
Амилаза, МЕ/л	10,00-100,00	18,53±4,25	27,90±16,43

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно состояния физиологического покоя.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное увеличение активности аланинаминотрансферазы на 63,8 % ($p \leq 0,01$), мышечной креатинкиназы – на 273,9 % ($p \leq 0,01$). После длительной аэробной нагрузки индекс повреждения мышечной ткани достоверно повышался на 230,5 % ($p \leq 0,01$) относительно состояния физиологического покоя.

Результаты биохимического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты биохимического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Общий белок, г/л	62,00-78,00	68,38±4,38	70,71±4,30
Альбумин, г/л	25,00-45,00	28,80±2,54	31,65±2,11
Глобулины, г/л	34,00-46,00	39,58±0,90	39,05±0,74
Альбумины, %	40,30-57,70	42,27±4,58	44,86±3,18
Глобулины, %	54,80-59,00	57,73±4,35	55,09±3,08
Мочевина, ммоль/л	3,30-6,70	4,61±0,10	7,74±0,26*
Азот мочевины, ммоль/л	1,50-3,10	2,15±0,04	3,61±0,12
Креатинин, мкмоль/л	62,00-167,00	108,53±10,07	98,19±10,94
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	12,71±0,63	19,63±1,14*
Глюкоза, ммоль/л	4,20-6,40	5,03±0,15	5,27±0,16
Холестерин, ммоль/л	1,00-3,00	1,51±0,36	1,95±0,35
Кальций, ммоль/л	2,50-3,40	2,98±0,18	3,20±0,03
Фосфор, ммоль/л	0,70-1,40	1,07±0,05	1,04±0,04

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно состояния физиологического покоя.

После длительной аэробной нагрузки достоверно повысилась концентрация мочевины – на 67,9 % ($p \leq 0,01$), концентрация билирубина – на 54,5 % ($p \leq 0,01$).

Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 5.

При тяжёлой нагрузке активность лактатдегидрогеназы была выше на 114,6 % ($p \leq 0,01$), чем при лёгкой нагрузке, активность мышечной креатинкиназы относительно лёгкой нагрузки была выше на 396,4 % ($p \leq 0,01$), относительно

средней – на 224,0 % ($p \leq 0,01$), активность аланинаминотрансферазы – на 54,8 % ($p \leq 0,05$), активность аспартатаминотрансферазы – на 59,1 % ($p \leq 0,05$).

При тяжёлой нагрузке индекс повреждения мышечной ткани достоверно была выше значений, полученных после средней и лёгкой нагрузки на 175,4 % ($p \leq 0,01$) и 209,0 % ($p \leq 0,01$) соответственно.

Таблица 5 – Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Легкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	200,00-600,00	218,78± 13,96	324,68± 22,31	469,52± 24,48**
Креатинкиназа мышечная, МЕ/л	20,00-220,00	459,64± 42,13	704,20± 102,68	2281,82± 171,36***
Креатинкиназа сердечная, МЕ/л	0,00-100,00	43,48± 4,41	40,22± 1,74	43,70± 4,31
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	3,00-20,00	12,52± 0,61	17,16± 1,22	19,38± 1,11*
Аспартатаминотрансфераза, МЕ/л	50,00-420,00	303,60± 19,30	409,48± 17,94	483,06± 17,52*
Индекс повреждения мышечной ткани	—	1,56± 0,16	1,75± 0,27	4,82± 0,47***
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	80,00-200,00	197,74± 32,02	224,84± 53,61	227,68± 59,82
Амилаза, МЕ/л	10,00-100,00	16,18± 2,68	36,52± 21,00	31,00± 13,26

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки;

** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно лёгкой нагрузки;

*** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно легкой и средней нагрузок.

Результаты биохимического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 6.

При тяжёлой нагрузке концентрация глобулинов в сыворотке крови была достоверно выше на 9,8 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки, а концентрация билирубина – на 81,3 % ($p \leq 0,01$).

Таблица 6 – Результаты биохимического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Легкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Общий белок, г/л	62,00-78,00	70,28±3,10	67,94±5,93	73,90±3,79
Альбумин, г/л	25,00-45,00	31,80±0,29	31,50±0,75	31,66±0,88
Глобулины, г/л	34,00-46,00	38,48±1,01	36,44±1,10	42,24±1,03*
Альбумины, %	40,30-57,70	45,35±2,30	46,42±3,23	42,85±4,06
Глобулины, %	54,80-59,00	54,54±1,80	53,58±4,23	57,15±3,06
Мочевина, ммоль/л	3,30-6,70	7,78±1,55	7,26±1,30	8,17±1,42
Азот мочевины, ммоль/л	1,50-3,10	3,64±0,72	3,39±0,61	3,82±0,66
Креатинин, мкмоль/л	62,00-167,00	93,86±9,48	95,30±12,83	105,40±6,58
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	14,90±0,79	16,96±1,05	27,02±1,20**
Глюкоза, ммоль/л	4,20-6,40	5,12±0,34	5,32±0,25	5,36±0,23
Холестерин, ммоль/л	1,00-3,00	1,85±0,21	1,91±0,44	2,07±0,35
Кальций, ммоль/л	2,50-3,40	3,17±0,05	3,23±0,09	3,20±0,02
Фосфор, ммоль/л	0,70-1,40	1,18±0,26	0,99±0,08	0,96±0,16

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки;

** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно лёгкой нагрузки.

2.2.3 Влияние физической нагрузки на изменение эндокринологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы

Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Кортизол, нмоль/л	39,00-227,00	173,52±4,17	182,97±13,06
Тестостерон, нмоль/л	0,40-2,20	0,98±0,46	1,62±0,79
Индекс анаболизма, %	—	0,57±0,26	1,02±0,50
Трийодтиронин общий, нмоль/л	1,10-4,00	3,68±0,15	3,37±0,33
Тироксин общий, нмоль/л	20,00-57,00	25,56±0,76	34,58±1,29*

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно состояния физиологического покоя.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение на 35,3 % ($p \leq 0,05$) относительно состояния физиологического покоя концентрации общего тироксина в крови лошадей арабской породы.

Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Лёгкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Кортизол, нмоль/л	39,00-227,00	132,22±7,09	181,49±23,77	235,22±21,04*
Тестостерон, нмоль/л	0,40-2,20	1,86±0,42	1,19±0,47	1,79±0,51
Индекс анаболизма, %	—	1,61±0,48	0,66±0,18	0,79±0,25
Трийодтиронин общий, нмоль/л	1,10-4,00	2,57±0,91	2,74±0,62	4,80±2,41
Тироксин общий, нмоль/л	20,00-57,00	28,02±2,22	36,67±1,60*	39,05±1,05*

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки.

При нагрузке высокой интенсивности концентрация кортизола была достоверно выше на 77,9 % ($p \leq 0,05$), чем при низкой, а концентрация тироксина – на 39,4 % ($p \leq 0,05$). При нагрузке средней интенсивности концентрация тироксина была достоверно выше, чем при лёгкой на 30,9 % ($p \leq 0,05$).

2.2.4 Влияние физической нагрузки на изменение концентрации сердечного тропонина I

Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 9.

Под влиянием длительной аэробной нагрузки концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови увеличилась на 694,9 % ($p \leq 0,01$).

Таблица 9 – Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови, нг/мл	<0,20	0,0098±0,0018	0,0779±0,0151*

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно состояния физиологического покоя.

Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Легкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжелая (n=10) M±m
Концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови, нг/мл	<0,20	0,0086±0,0021	0,0688±0,0180**	0,1564±0,0253*

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно лёгкой нагрузки.

При тяжёлой нагрузке концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови была достоверно выше на 1718,6 % ($p \leq 0,01$), чем при лёгкой. При средней нагрузке концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови была достоверно выше на 700,0 %, чем при лёгкой ($p \leq 0,01$).

2.2.5 Влияние физической нагрузки на изменение показателей антиоксидантной защиты крови спортивных лошадей арабской породы

Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	12,71±0,63	19,63±1,14**
Витамин Е, мкг/мл	1,60-9,00	8,44±0,24	8,75±0,28
Каталазное число, ед. по Баху	5,18-9,30	17,65±0,54	14,39±0,39*
Показатель каталазы	—	1,99±0,07	1,94±0,10

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно состояния физиологического покоя;

** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно состояния физиологического покоя.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение концентрации билирубина на 54,5 % ($p \leq 0,01$) и снижение каталазного числа на 18,5 % ($p \leq 0,05$).

Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатели	Референтные пределы	Легкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	14,90±1,55	16,96±2,03	27,02±2,31**
Витамин Е, мкг/мл	1,60-9,00	7,68±1,11	9,84±3,57	8,72±2,16
Каталазное число, ед. по Баху	5,18-9,30	14,71±1,86	15,33±2,33	13,13±1,82
Показатель каталазы	—	2,25±0,17	1,94±0,21	1,63±0,07*

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки;

** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно лёгкой нагрузки.

При тяжёлой нагрузке концентрация билирубина в сыворотке крови была достоверно выше на 81,3 % ($p \leq 0,01$) относительно лёгкой нагрузки, при этом показатель каталазы достоверно снижался на 27,6 % ($p \leq 0,05$).

2.2.6 Влияние физической нагрузки на изменение рисунка микрокристаллизации слюны спортивных лошадей арабской породы

Рисунок микрокристаллизации оценивался по количеству ветвлений кристаллов. Сильно разветвленным рисункам (Приложение А) присваивалось 4 балла, рисункам со средней разветвленностью (Приложение Б) кристаллов присваивалось 3 балла, рисунки микрокристаллизации с единичными отдельными кристаллами в поле зрения (Приложение В) получали 2 балла, отсутствие кристаллов (Приложение Г) – 1 балл. В таблице 13 представлена сумма баллов рисунков кристаллизации слюны, полученной до длительной аэробной нагрузки и после.

В состоянии физиологического покоя у спортивных лошадей арабской породы наблюдается в основном рисунок сильно разветвлённых лучей, исходящих из центра, в то время как под влиянием длительной аэробной нагрузки терялась радиальная структура рисунка, уменьшалось количество ветвлений и самих кристаллов.

Таблица 13 – Сумма баллов рисунков микрокристаллизации слюны, полученной в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Рисунок микрокристаллизации	Покой (n=30)	Нагрузка (n=30)
Ветвистый рисунок, балл	96	0
Средняя ветвистость, балл	18	54
Отдельные кристаллы, балл	0	20
Отсутствие кристаллов, балл	0	2
Итого, балл	114	76

В таблице 14 представлена сумма баллов рисунков микрокристаллизации слюны лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки.

Таблица 14 – Сумма баллов рисунков микрокристаллизации слюны лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Рисунок микрокристаллизации	Легкая (n=10)	Средняя (n=10)	Тяжёлая (n=10)
Ветвистый рисунок, балл	0	0	0
Средняя ветвистость, балл	12	30	12
Отдельные кристаллы, балл	8	0	12
Отсутствие кристаллов, балл	2	0	0
Итого, балл	22	30	24

Для определения достоверного влияния физической нагрузки разной интенсивности на изменение рисунка микрокристаллизации слюны необходимо проводить более подробное изучение её биохимического состава.

2.2.7 Влияние физической нагрузки на изменение иммунологических показателей крови спортивных лошадей арабской породы

Значения показателей иммунной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Значения показателей иммунной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Показатель	Референтные пределы	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Фагоцитарное число, м.т.	8,65-10,35	7,30±1,46	8,28±0,82
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	60,00-80,00	76,38±0,84	75,06±0,86

Значения показателей иммунологической активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Значения показателей иммунной активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Показатель	Референтные пределы	Лёгкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Фагоцитарное число, м.т.	8,65-10,35	8,16±0,08	8,90±0,19	7,77±0,32
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	60,00-80,00	79,50±0,90	71,45±0,97	74,23±1,31

Длительная аэробная нагрузка не вызвала достоверных изменений показателей иммунной активности крови спортивных лошадей. При рассмотрении

влияния физической нагрузки разной интенсивности на иммунные показатели крови спортивных лошадей наблюдается тенденция к их снижению, однако достоверных изменений также не было обнаружено.

2.2.8 Влияние физической нагрузки на изменение кишечного микробиома спортивных лошадей арабской породы

Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки

Вид микроорганизма	Покой (n=30) M±m	Нагрузка (n=30) M±m
Общее бактериальное число, КОЕ/мл	$1,15 \times 10^{11} \pm 0,12 \times 10^{11}$	$1,89 \times 10^{11} \pm 0,40 \times 10^{11}$
<i>Lactobacillus spp.</i> , КОЕ/мл	$1,05 \times 10^8 \pm 0,54 \times 10^8$	$3,28 \times 10^8 \pm 2,78 \times 10^8$
<i>Bifidobacterium spp.</i> , КОЕ/мл	$5,35 \times 10^8 \pm 0,36 \times 10^8$	$4,32 \times 10^8 \pm 1,38 \times 10^8$
<i>Escherichia coli</i> , КОЕ/мл	$2,15 \times 10^5 \pm 0,18 \times 10^5$	$2,41 \times 10^5 \pm 3,47 \times 10^4$
<i>Bacteroides spp.</i> , КОЕ/мл	$1,28 \times 10^8 \pm 1,01 \times 10^8$	$3,20 \times 10^8 \pm 2,09 \times 10^8$
<i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , КОЕ/мл	$1,70 \times 10^6 \pm 0,26 \times 10^6$	$3,06 \times 10^6 \pm 0,42 \times 10^6$ *
<i>Akkermansia muciniphila</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
Соотношение <i>Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii</i>	89,14±11,13	159,95±24,10*
<i>Escherichia coli enteropathogenic</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Enterococcus spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Proteus vulgaris / Proteus mirabilis</i>	Нет	Нет
<i>Enterobacter spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Citrobacter spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Parvimonas micra</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Candida spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Clostridium difficile</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет

Продолжение таблицы 17

Вид микроорганизма	Покой (n=30) М±m	Нагрузка (n=30) М±m
<i>Clostridium perfringens</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Fusobacterium nucleatum</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Klebsiella oxytoca</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Klebsiella pneumoniae</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Salmonella spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Shigella spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет
<i>Staphylococcus aureus</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно состояния физиологического покоя.

Под влиянием длительной аэробной нагрузки достоверно увеличилось количество колониобразующих единиц *Faecalibacterium prausnitzii* – на 80,0 % ($p \leq 0,05$). Соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* достоверно увеличилось на 79,4 % ($p \leq 0,05$).

Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки

Вид микроорганизма	Лёгкая (n=10) М±m	Средняя (n=10) М±m	Тяжёлая (n=10) М±m
Общее бактериальное число, КОЕ/мл	$5,15 \times 10^{11} \pm 0,90 \times 10^{11}$	$3,15 \times 10^{10} \pm 0,36 \times 10^{10}$	$2,15 \times 10^{10} \pm 0,34 \times 10^{10*}$
<i>Lactobacillus spp.</i> , КОЕ/мл	$9,36 \times 10^8 \pm 1,09 \times 10^8$	$4,66 \times 10^7 \pm 0,50 \times 10^7$	$2,31 \times 10^6 \pm 0,37 \times 10^6*$
<i>Bifidobacterium spp.</i> , КОЕ/мл	$1,15 \times 10^9 \pm 0,99 \times 10^9$	$7,22 \times 10^7 \pm 3,62 \times 10^7$	$7,47 \times 10^7 \pm 4,45 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i> , КОЕ/мл	$3,01 \times 10^5 \pm 1,92 \times 10^5$	$3,12 \times 10^5 \pm 2,12 \times 10^5$	$1,11 \times 10^5 \pm 0,77 \times 10^5$
<i>Bacteroides spp.</i> , КОЕ/мл	$2,34 \times 10^8 \pm 0,41 \times 10^8$	$3,59 \times 10^8 \pm 0,58 \times 10^8$	$3,68 \times 10^8 \pm 0,88 \times 10^8$
<i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , КОЕ/мл	$4,80 \times 10^6 \pm 0,67 \times 10^6$	$2,85 \times 10^6 \pm 0,64 \times 10^6$	$1,51 \times 10^6 \pm 0,48 \times 10^6*$
<i>Akkermansia muciniphila</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет

Продолжение таблицы 18

Вид микроорганизма	Лёгкая (n=10) M±m	Средняя (n=10) M±m	Тяжёлая (n=10) M±m
Соотношение <i>Bacteroides</i> spp./ <i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	48,25±3,71	142,80±13,81	288,80±46,34*
<i>Escherichia coli enteropathogenic</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Enterococcus</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Proteus vulgaris</i> / <i>Proteus mirabilis</i>	Нет	Нет	Нет
<i>Enterobacter</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Citrobacter</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Parvimonas micra</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Candida</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Clostridium difficile</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Clostridium perfringens</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Fusobacterium nucleatum</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Klebsiella oxytoca</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Klebsiella pneumoniae</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Salmonella</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Shigella</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет
<i>Staphylococcus aureus</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно лёгкой нагрузки.

Общее бактериальное число достоверно уменьшалось при тяжёлой нагрузке на 95,8 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки, *Lactobacillus* spp. – на 99,8 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 68,5 % ($p \leq 0,05$), при этом достоверно возросло соотношение *Bacteroides* spp./*Faecalibacterium prausnitzii* на 498,6 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки.

2.2.9 Определение корреляционной зависимости показателей крови спортивных лошадей арабской породы под влиянием длительной аэробной нагрузки

Результаты корреляционного анализа морфологических, биохимических и эндокринологических показателей крови представлены в таблицах 19, 20, 21, 22 и 23.

Таблица 19 – Корреляция активности ферментов крови под влиянием длительной аэробной нагрузки

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00							
2	0,59	1,00						
3	-0,02	-0,03	1,00					
4	0,45	0,29	-0,31	1,00				
5	0,76	0,51	-0,14	0,66	1,00			
6	0,43	0,97	-0,02	0,31	0,29	1,00		
7	-0,02	0,09	0,07	0,34	0,19	0,06	1,00	
8	0,24	0,16	-0,09	0,62	0,57	0,04	0,41	1,00

Примечание: № 1 – лактатдегидрогеназа; № 2 – мышечная креатинфосфокиназа; № 3 – сердечная креатинфосфокиназа; № 4 – аланинаминотрансфераза; № 5 – аспартатаминотрансфераза; № 6 – индекс повреждения мышечной ткани; № 7 – щелочная фосфатаза; № 8 – амилаза.

Корреляционный анализ активности ферментов также в основном подтверждает достоверность их значений. Корреляция активности амилазы с активностью аланинаминотрансферазы ($r=0,62$, при $p \leq 0,01$; сильная прямая),

аспартатаминотрансферазы ($r=0,57$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая), щелочной фосфатазы ($r=0,41$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая), вероятно, опосредованы изменениями в работе пищеварительной системы, возникшими под влиянием длительной аэробной нагрузки, направленными на получение энергии для осуществления работы, механизм которых требует дальнейшего изучения.

Таблица 20 – Наиболее значимые значения корреляции концентрации сердечного тропонина I с показателями крови под влиянием длительной аэробной нагрузки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сердечный тропонин I	0,44	0,47	0,60	0,76	0,59	0,57	0,77	0,66	0,64

Примечание: № 1 – эритроциты; № 2 – абсолютная концентрация глобулина; № 3 – креатинин; № 4 – кортизол; № 5 – тироксин; № 6 – индекс повреждения мышечной ткани; № 7 – мышечная креатинфосфокиназа; № 8 – билирубин; № 9 – лактатдегидрогеназа.

Корреляция концентрации сердечного тропонина I с большинством показателей характеризует их зависимость от интенсивности физической нагрузки. Умеренная прямая корреляция концентрации сердечного тропонина I и количества эритроцитов ($r=0,44$, при $p \leq 0,01$) может иметь опосредованный характер, поскольку снижение эритроцитов ведет к ухудшению снабжения тканей кислородом, в том числе миокарда, соответственно реакция миокарда на нагрузку может усиливаться, что проявится повышением в крови концентрации сердечного тропонина I. Корреляция между концентрацией сердечного тропонина I и абсолютной концентрацией глобулина ($r=0,47$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая) также может быть косвенной. Поскольку во время физической работы основная масса крови снабжает мышцы, остальные ткани могут испытывать гипоксию, в том числе почки и сердце, что может привести к изменению их работы и появлению

в крови метаболитов, характеризующих их функциональное состояние, что может обосновать наличие сильной прямой корреляции между концентрацией сердечного тропонина I и концентрацией креатинина ($r=0,60$, при $p \leq 0,01$).

Таблица 21 – Корреляция морфологических показателей крови под влиянием длительной аэробной нагрузки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,00															
2	0,37	1,00														
3	0,44	0,49	1,00													
4	-0,08	-0,68	0,24	1,00												
5	0,26	0,10	0,51	0,22	1,00											
6	0,12	-0,31	-0,23	0,16	-0,30	1,00										
7	0,43	-0,18	-0,52	0,10	-0,22	0,90	1,00									
8	0,25	0,29	0,09	-0,20	-0,05	-0,02	0,08	1,00								
9	0,91	0,39	-0,12	-0,14	0,18	0,08	0,40	0,62	1,00							
10	0,18	0,07	-0,06	-0,16	-0,32	0,41	0,45	-0,18	0,03	1,00						
11	0,39	0,12	0,36	-0,16	-0,28	0,39	0,58	-0,08	0,27	0,91	1,00					
12	-0,07	0,01	0,02	-0,10	0,39	-0,26	-0,28	-0,57	-0,31	0,02	-0,06	1,00				
13	0,39	0,14	0,01	-0,09	0,46	-0,23	-0,06	-0,38	0,17	0,01	0,10	0,86	1,00			
14	-0,35	-0,26	-0,03	0,27	0,06	-0,29	-0,38	-0,85	-0,61	-0,19	-0,25	0,29	0,11	1,00		
15	0,27	-0,04	0,21	0,18	0,19	-0,33	-0,19	-0,58	-0,01	-0,14	-0,03	0,22	0,36	0,71	1,00	
16	-0,41	-0,50	-0,37	0,15	0,08	-0,31	-0,23	-0,54	-0,57	-0,26	-0,36	0,60	0,37	0,45	0,21	1,00

Примечание: № 1 – лейкоциты; № 2 – эритроциты; № 3 – гемоглобин; № 4 – содержание гемоглобина в эритроците; № 5 – тромбоциты; № 6 – относительное количество палочкоядерных нейтрофилов; № 7 – абсолютное количество палочкоядерных нейтрофилов;

№ 8 – относительное количество сегментоядерных нейтрофилов; № 9 – абсолютное количество сегментоядерных нейтрофилов; № 10 – относительное количество эозинофилов; № 11 – абсолютное количество эозинофилов; № 12 – относительное количество моноцитов; № 13 – абсолютное количество моноцитов; № 14 – относительное количество лимфоцитов; № 15 – абсолютное количество лимфоцитов; № 16 – скорость оседания эритроцитов.

В результате корреляционного анализа было установлено, что зависимость между большинством морфологических показателей крови подтверждает их статистическую достоверность. Наибольший интерес представляет умеренная корреляция скорости оседания эритроцитов с количеством клеток крови различных классов. Считается, что скорость оседания эритроцитов увеличивается при снижении количества эритроцитов в крови, соответственно, можно предположить, что показатель зависит не только от количества эритроцитов, но и от количества других клеток крови, в данном случае – лейкоцитов, что и объясняет их обратную корреляцию (Порфирьев, И. А., Сотникова, Е. Д., 2011).

Таблица 22 – Корреляция концентрации гормонов в крови под влиянием длительной аэробной нагрузки

	1	2	3	4	5
1	1,00				
2	0,07	1,00			
3	-0,37	0,27	1,00		
4	0,18	0,30	0,05	1,00	
5	0,37	-0,34	-0,31	0,29	1,00

Примечание: № 1 – кортизол; № 2 – тестостерон; № 3 – индекс анаболизма; № 4 – трийодтиронин; № 5 – тироксин.

Между эндокринологическими показателями в основном наблюдалась слабая и очень слабая корреляция.

Таблица 23 – Корреляция биохимических показателей крови под влиянием длительной аэробной нагрузки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,00											
2	0,37	1,00										
3	0,87	-0,13	1,00									
4	-0,48	0,59	-0,87	1,00								
5	0,45	-0,60	0,85	-0,99	1,00							
6	0,37	0,28	0,25	-0,06	0,06	1,00						
7	0,61	0,13	0,58	-0,41	0,39	0,31	1,00					
8	0,51	-0,05	0,55	-0,43	0,44	0,35	0,65	1,00				
9	-0,05	-0,05	-0,03	0,01	-0,02	0,23	-0,13	0,14	1,00			
1	0,28	0,27	0,17	-0,01	0,04	-0,04	0,36	0,20	0,19	1,00		
11	-0,01	0,10	-0,07	0,10	-0,12	0,29	-0,04	-0,01	0,23	-0,01	1,00	
12	0,01	0,19	-0,09	0,15	-0,10	-0,23	-0,31	-0,39	0,07	-0,19	0,001	1,00

Примечание: № 1 – общий белок; № 2 – абсолютная концентрация альбумина; № 3 – относительная концентрация альбумина; № 4 – абсолютная концентрация глобулина; № 5 – относительная концентрация глобулина; № 6 – мочевины; № 7 – креатинин; № 8 – билирубин; № 9 – глюкоза; № 10 – холестерин; № 11 – кальций; № 12 – фосфор.

При корреляционном анализе биохимических показателей была установлена прямая умеренная связь концентрации билирубина с концентрацией общего белка ($r=0,51$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией альбумина ($r=0,55$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией глобулина ($r=0,44$, при $p \leq 0,01$); обратная умеренная связь с абсолютной концентрацией глобулина ($r=-0,43$, при $p \leq 0,01$) и сильная прямая связь с концентрацией креатинина ($r=0,65$, при $p \leq 0,01$). Прямая метаболическая связь между данными показателями маловероятна, однако, может быть вызвана изменениями в

работе печени, почек и мышц при физической нагрузке. Сильная прямая корреляция концентраций общего белка и креатинина ($r=0,61$, при $p \leq 0,01$) также может быть следствием изменения работы почек (Хозлова А.В., 2021).

2.2.10 Изменение адаптации организма лошадей к физической нагрузке при использовании пробиотика

Результаты биохимического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Результаты биохимического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика

Показатели	Референ- тные	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m
Общий белок, г/л	62,00-78,00	69,47±1,37	71,67±1,10	66,40±1,07	64,53±1,52	68,83±1,50	67,00±1,43
Альбумин, г/л	25,00-45,00	29,77±1,44	33,47±1,47	37,43±0,63	40,03±1,68	29,43±1,14	29,67±1,71
Глобулины, г/л	34,00-46,00	39,70±2,29	38,20±1,79	28,97±4,13	24,50±6,04	39,40±1,15	37,33±1,23
Альбумины, %	40,30-57,70	43,11±2,45	46,78±2,13	56,52±4,34	62,17±8,25	42,74±1,31	44,13±1,98
Глобулины, %	54,80-59,00	56,89±2,45	53,22±2,13	43,48±4,34	37,83±8,36	57,26±1,31	55,88±1,98
Мочевина, ммоль/л	3,30-6,70	6,89±0,37	7,67±0,24	6,07±0,33	6,60±0,21	6,69±0,31	7,39±0,34
Азот мочевины, ммоль/л	1,50-3,10	3,22±0,17	3,58±0,11	2,84±0,16	3,08±0,10	3,13±0,15	3,45±0,16
Креатинин, мкмоль/л	62,00-167,00	99,47±1,70	97,97±1,43	84,40±3,13	89,57±3,58	99,60±2,13	106,40±3,82
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	10,80±0,64	11,63±0,76	10,87±0,98	14,50±1,53	13,80±0,98	15,37±0,85*
Глюкоза, ммоль/л	4,20-6,40	4,80±0,43	5,13±0,23	5,86±0,23	5,83±0,27	5,30±0,20	5,10±0,39
Холестерин, ммоль/л	1,00-3,00	2,11±0,08	1,93±0,09	2,23±0,10	2,05±0,04	2,70±0,39	2,20±0,15
Кальций, ммоль/л	2,50-3,40	2,95±0,05	2,75±0,18	2,73±0,20	2,65±0,23	2,70±0,12	2,94±0,24
Фосфор, ммоль/л	0,70-1,40	0,83±0,05	0,91±0,04	0,82±0,17	0,87±0,02	0,99±0,04	1,07±0,02

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля.

Через 30 дней концентрация билирубина в крови опытной группы после стандартной нагрузки стала достоверно выше относительно контроля на 11,4 % ($p \leq 0,05$).

Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Результаты анализа активности ферментов крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)

Показатели	Референтные пределы	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	200,00-600,00	396,87±30,40	442,67±32,32	357,83±16,59	319,80±16,61	451,87±23,81	312,73±19,18*
Креатинкиназа мышечная, МЕ/л	20,00-220,00	208,20±18,58	192,03±10,66	621,23±37,07	535,27±40,56	405,10±19,14	468,97±36,54
Креатинкиназа сердечная, МЕ/л	0,00-100,00	44,03±1,52	49,70±4,59	40,47±1,49	48,53±4,36	51,03±2,50	59,47±6,00
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	3,00-20,00	13,27±1,31	11,53±1,26	11,73±2,87	14,37±2,11	17,73±0,95	20,03±0,86
Аспартатаминотрансфераза, МЕ/л	50,00-420,00	433,40±29,18	366,30±21,74	436,10±121,08	313,97±59,67	343,17±10,97	387,10±14,86
Индекс повреждения мышечной ткани	—	0,57±0,04	0,54±0,05	1,52±0,16	1,75±0,16	1,19±0,06	1,22±0,18
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	80,00-200,00	259,83±9,44	305,10±19,99	206,33±16,33	227,30±2,59	206,53±18,71	218,00±2,28
Амилаза, МЕ/л	10,00-100,00	23,27±0,75	21,53±0,69	28,91±4,00	21,30±2,39	18,63±4,30	22,80±2,58

* достоверно при $p \leq 0,01$ относительно контроля.

Через 30 дней применения пробиотика активность лактатдегидрогеназы в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки была ниже на 30,8 % ($p \leq 0,01$).

Результаты общего клинического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Результаты общего клинического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика

Показатель	Референтные значения	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m
Лейкоциты, Г/л	7,00-12,00	7,13±1,30	8,45±0,99	9,92±1,79	11,55±0,82	8,82±0,96	9,93±0,43
Эритроциты, Т/л	7,10-10,50	6,20±0,24	6,47±0,24	7,56±0,22	7,92±0,37	6,96±0,31	8,17±0,50*
Гемоглобин, г/л	80,00-140,00	102,00±1,80	103,00±1,41	109,70±1,89	118,67±2,32*	119,00±3,99	117,70±5,44
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	13,00-30,00	16,76±0,93	16,08±0,52	14,62±0,49	15,06±1,04	17,59±4,03	15,18±3,23
Тромбоциты, Г/л	100,00-600,00	126,10±6,02	130,00±2,35	128,00±2,96	102,00±1,23	104,70±4,96	112,30±4,52
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,00-6,00	2,80±0,36	2,60±0,40	3,20±0,92	2,20±0,92	2,00±0,26	1,70±0,26
Палочкоядерные нейтрофилы, Г/л	0,05-0,60	0,20±0,02	0,22±0,04	0,31±0,03	0,26±0,04	0,18±0,03	0,17±0,03
Сегментоядерные нейтрофилы, %	45,00-70,00	49,00±2,01	49,90±2,53	64,10±1,11	56,00±1,14**	57,00±4,16	50,50±3,83
Сегментоядерные нейтрофилы, Г/л	2,25-7,00	3,52±0,27	4,18±0,20	6,38±0,42	6,48±0,20	5,01±0,14	5,01±0,14
Эозинофилы, %	1,00-8,00	2,20±0,33	2,30±0,30	2,70±0,34	2,30±0,37	2,30±0,45	2,30±0,35
Эозинофилы, Г/л	0,05-0,80	0,16±0,03	0,20±0,03	0,28±0,04	0,27±0,04	0,20±0,04	0,23±0,03
Моноциты, %	0-10,00	4,00±0,60	3,60±0,45	5,90±1,37	4,30±1,34	5,00±0,42	4,80±0,36
Моноциты, Г/л	0-1,00	0,29±0,05	0,31±0,04	0,59±0,06	0,49±0,05	0,44±0,04	0,48±0,04
Лимфоциты, %	20,00-45,00	42,00±1,73	41,50±2,47	24,10±0,91	35,20±0,93**	33,70±4,88	40,70±4,56
Лимфоциты, Г/л	1,00-4,50	2,97±0,18	3,54±0,29	2,36±0,55	4,07±0,93	2,99±0,69	4,04±0,38
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	2,00-70,00	42,00±1,74	42,70±3,36	48,00±2,01	45,00±1,93	42,30±3,27	39,30±2,19

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля;

** достоверно при $p \leq 0,01$ относительно контроля.

Через 15 дней применения пробиотика концентрация гемоглобина в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки была достоверно выше на 8,2 % ($p \leq 0,05$), чем в контрольной. Также было достоверно ниже относительное количество сегментоядерных нейтрофилов на 12,5 % ($p \leq 0,01$) и выше относительное количество лимфоцитов на 46,1 % ($p \leq 0,01$) (Великодная Е. К., 2026).

Через 30 дней применения пробиотика количество эритроцитов в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки было достоверно выше, чем в контрольной на 17,4 % ($p \leq 0,05$).

Значения абсолютного и относительного количества юных нейтрофилов, миелоцитов и базофилов были равны нулю.

Результаты эндокринологического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Результаты эндокринологического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика

Показатели	Референтные пределы	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m
Кортизол, нмоль/л	39,00-227,00	101,23±5,14	93,95±6,74	73,41±0,90	98,99±9,16*	63,09±1,97	80,09±5,31*
Тестостерон, нмоль/л	0,40-2,20	1,05±0,19	1,04±0,07	0,83±0,24	1,56±0,74	0,71±0,22	1,13±0,32
Индекс анаболизма, %	—	1,09±0,21	1,17±0,12	1,13±0,31	1,67±0,38	1,12±0,28	1,41±0,28
Трийодтиронин общий, нмоль/л	1,10-4,00	3,24±0,18	2,85±0,05	3,20±0,37	3,05±0,14	2,97±0,56	2,40±0,22
Тироксин общий, нмоль/л	20,00-57,00	28,43±1,92	23,50±0,76	24,79±2,68	21,58±2,27	24,06±5,62	19,68±2,95

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля.

Концентрация кортизола в крови лошадей опытной группы была достоверно выше, чем в крови лошадей контрольной группы, после стандартной нагрузки

через 15 и 30 дней применения пробиотика на 34,9 % ($p \leq 0,05$) и 27,0 % ($p \leq 0,05$) соответственно.

Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)

Показатели	Референтные пределы	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m
Концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови, нг/мл	<0,20	0,0029± 0,00031	0,0033± 0,00046	0,0025± 0,00103	0,0041± 0,00158	0,0030± 0,00034	0,0028± 0,00031

Концентрация сердечного тропонина I достоверно не изменялась, поскольку физическая нагрузка была недостаточная, что вызвать её изменения.

Показатели антиоксидантной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 29.

Через 30 дней применения пробиотика наблюдалось достоверное повышение каталазного числа в крови лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки на 17,1 % ($p \leq 0,05$). Повышение может быть связано с увеличением активности фермента в состоянии физиологического покоя.

Таблица 29 – Показатели антиоксидантной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика

Показатели	Референтные пределы	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m
Билирубин, мкмоль/л	5,60-39,00	10,80±0,64	11,63±0,76	10,87±0,98	14,50±1,53	13,80±0,98	15,37±0,85*
Витамин Е, мкг/мл	1,60-9,00	8,60±0,32	8,08±0,06	8,15±0,20	9,05±0,40	8,80±0,41	9,84±0,38
Каталазное число, ед. по Баху	5,18-9,30	12,24±0,37	12,64±0,45	14,96±0,37	15,30±0,50	10,97±0,26	12,84±0,64*
Показатель каталазы	—	1,99±0,08	1,98±0,10	2,00±0,09	1,91±0,09	1,60±0,08	1,65±0,11

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля.

Через 30 дней применения пробиотика наблюдалось достоверное повышение каталазного числа в крови лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки на 17,1 % ($p \leq 0,05$). Повышение может быть связано с увеличением активности фермента в состоянии физиологического покоя.

Значения показателей иммунной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Значения показателей иммунной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика

Показатель	Референтные пределы	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
		Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m	Контроль (n=10) M±m	Опыт (n=10) M±m
Фагоцитарное число, м.т.	8,65-10,35	7,43±0,40	6,77±0,21	7,97±0,39	8,00±0,59	6,67±0,37	7,47±0,59
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	60,00-80,00	74,53±2,91	75,83±1,23	83,20±1,02	71,20±1,28*	76,70±2,35	69,87±2,18

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля.

Через 15 дней применения пробиотика лизоцимная активность в сыворотке крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки была достоверно ниже, чем у лошадей контрольной группы, на 14,4 % ($p \leq 0,05$).

Результаты анализа микробиома кишечника лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Результаты анализа микробиома кишечника лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)

Вид микроорганизма	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m
Общее бактериальное число, КОЕ/мл	$1,11 \times 10^{11} \pm 0,30 \times 10^{11}$	$5,17 \times 10^{10} \pm 1,03 \times 10^{10}$	$9,68 \times 10^{10} \pm 1,54 \times 10^{10}$	$1,57 \times 10^{11} \pm 1,10 \times 10^{11}$	$3,78 \times 10^{10} \pm 0,57 \times 10^{10}$	$2,39 \times 10^{11} \pm 0,35 \times 10^{11*}$
<i>Lactobacillus</i> spp., КОЕ/мл	$4,73 \times 10^7 \pm 2,47 \times 10^7$	$7,07 \times 10^6 \pm 5,98 \times 10^6$	$1,01 \times 10^7 \pm 0,27 \times 10^7$	$1,08 \times 10^7 \pm 0,19 \times 10^7$	$2,35 \times 10^7 \pm 0,38 \times 10^7$	$3,68 \times 10^7 \pm 0,40 \times 10^{7*}$
<i>Bifidobacterium</i> spp., КОЕ/мл	$2,54 \times 10^9 \pm 1,84 \times 10^9$	$7,26 \times 10^8 \pm 5,16 \times 10^8$	$7,75 \times 10^8 \pm 1,17 \times 10^8$	$8,41 \times 10^8 \pm 1,17 \times 10^8$	$1,35 \times 10^9 \pm 0,21 \times 10^9$	$2,63 \times 10^9 \pm 0,36 \times 10^{9*}$
<i>Escherichia coli</i> , КОЕ/мл	$1,23 \times 10^5 \pm 0,20 \times 10^5$	$9,67 \times 10^4 \pm 1,17 \times 10^4$	$7,20 \times 10^4 \pm 1,28 \times 10^4$	$1,05 \times 10^5 \pm 0,18 \times 10^5$	$1,22 \times 10^4 \pm 0,47 \times 10^4$	$1,15 \times 10^5 \pm 0,99 \times 10^5$
<i>Bacteroides</i> spp., КОЕ/мл	$3,29 \times 10^8 \pm 0,60 \times 10^8$	$3,48 \times 10^8 \pm 0,72 \times 10^8$	$2,18 \times 10^8 \pm 0,59 \times 10^8$	$3,17 \times 10^8 \pm 0,67 \times 10^8$	$4,22 \times 10^8 \pm 0,91 \times 10^8$	$3,42 \times 10^8 \pm 0,70 \times 10^8$
<i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , КОЕ/мл	$6,23 \times 10^6 \pm 1,80 \times 10^6$	$1,90 \times 10^6 \pm 0,44 \times 10^6$	$2,88 \times 10^6 \pm 0,98 \times 10^6$	$2,39 \times 10^6 \pm 0,76 \times 10^6$	$2,96 \times 10^6 \pm 0,88 \times 10^6$	$8,46 \times 10^6 \pm 2,21 \times 10^{6*}$
<i>Akkermansia muciniphila</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Соотношение <i>Bacteroides</i> spp./ <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> , КОЕ/мл	$65,10 \pm 9,82$	$200,90 \pm 13,25^*$	$100,80 \pm 39,90$	$150,30 \pm 40,72$	$191,30 \pm 38,46$	$50,50 \pm 10,36^*$
<i>Escherichia coli</i> enteropathogenic, КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Enterococcus</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Proteus vulgaris</i> / <i>Proteus mirabilis</i>	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Enterobacter</i> spp., КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Продолжение таблицы 31

Вид микроорганизма	До начала		Через 15 дней		Через 30 дней	
	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m	К (n=10) M±m	О (n=10) M±m
<i>Citrobacter spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Parvimonas micra</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Candida spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Clostridium difficile</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Clostridium perfringens</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Fusobacterium nucleatum</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Klebsiella oxytoca</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Klebsiella pneumoniae</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Salmonella spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Shigella spp.</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
<i>Staphylococcus aureus</i> , КОЕ/мл	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

* достоверно при $p \leq 0,05$ относительно контроля.

До начала применения пробиотика соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* было достоверно выше в опытной группе на 208,6 % ($p \leq 0,05$), чем в контрольной.

Через 30 дней применения пробиотика в микробиоме кишечника, полученном от лошадей опытной группы, после стандартной физической нагрузки достоверно выше относительно контрольной группы было общее бактериальное число на 532,3 % ($p \leq 0,05$), *Lactobacillus spp.* – на 43,0 % ($p \leq 0,05$), *Bifidobacterium spp.* – на 94,8 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 185,8 % ($p \leq 0,05$). В опытной группе соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* стало достоверно ниже, чем в контрольной 73,6 % ($p \leq 0,05$).

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1 Оценка изменений морфологических показателей крови

Причиной повышения количества лейкоцитов после физической нагрузки ряд авторов указывает выход клеток из депо и тканей организма при усилении кровообращения и рассматривают это как адаптацию организма. В нашем исследовании после длительной аэробной нагрузки повышение лейкоцитов (на 9,4 %) было не достоверным. Подобные изменения отмечают многие авторы у лошадей после лёгкой нагрузки (Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014; Антонец, Д. А., Пенькова, А. А., Корнийчук, А. А. и др., 2021; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2022).

Деление нагрузки по интенсивности также не продемонстрировало достоверных изменений количества лейкоцитов в группах лошадей.

Снижение эритроцитов на 12,7 % может быть следствием снижения срока их жизни в результате изменения гомеостаза, вызванного физической нагрузкой (Голубева, М. Г., 2020).

Большинство исследователей отмечают повышение количества эритроцитов при срочной адаптации к физической нагрузке, вызванное выходом клеток из депо и селезёнки при её сокращении под влиянием катехоламинов (Оришев, З. Х., 2008; Иванова, Н. В., 2011; Кабасова, И. А., Петрушко, Н. П., 2018).

Более низкое значение количества эритроцитов у лошадей после лёгкой нагрузки может быть следствием комбинации повышенной утилизации клеток с менее напряжённым их выходом из депо.

Через 30 дней применения пробиотика в крови лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки количество эритроцитов было достоверно выше на 17,4 % ($p \leq 0,05$), это вероятнее всего вызвано усилением гемопоза, что крайне важно для спортивных лошадей, выполняющих работу аэробного характера.

В исследовании С. В. Свергузовой и соавт. (2022) на фоне применения пробиотика также повышались количество эритроцитов и концентрация гемоглобина у индеек.

Молочная кислота, вырабатываемая микроорганизмами кишечника, способствует увеличению биодоступности железа, что стимулирует гемопоэз (Бакирова, А. Э., Алексеев, Д. Г., Парцерняк, А. С. и др., 2024). В нашем исследовании под влиянием пробиотика количество колониеобразующих единиц лактобактерий после 30 дней применения пробиотика увеличилось на 43 % ($p \leq 0,05$), бифидобактерий – на 94,8 % ($p \leq 0,05$).

Длительная аэробная нагрузка вызвала повышение концентрации гемоглобина на 9,4 %.

Лёгкая нагрузка не вызвала изменений в концентрации гемоглобина, что согласуется с результатами Д. А. Антоневица и соавт. (2021), С. А. Зиновьевой и соавт. (2022). Средняя нагрузка вызвала увеличение гемоглобина на 13,1 % относительно лёгкой, тяжёлая – на 15,1 %. Что также соответствует данным большого количества исследований (Бородкина, Е. Ю., 2008; Оришев, З. Х., 2008; Агафонова, М. Е., 2009; Иванова, Н. В., 2011; Черный, Н. В., Мачула, О. С., Крылова, А. О. и др., 2017; Кабасова, И. А., Петрушко, Н. П., 2018; Орлова, Н. Е., 2018; Орлова, Н. Е., Пономарева, М. Е., 2020; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2024; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

Вероятно, образующиеся в период выполнения физической нагрузки эритроциты более насыщены гемоглобином, что подтверждается достоверным увеличением среднего содержания гемоглобина в эритроците после длительной аэробной нагрузки на 21,9 % ($p \leq 0,01$) относительно состояния физиологического покоя. Однако, значительной разницы содержания гемоглобина в эритроците при нагрузке разной интенсивности не наблюдается.

Через 15 дней применения пробиотика фиксируется достоверное повышение концентрации гемоглобина на 8,2 % ($p \leq 0,05$) в группе лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки, что вероятно вызвано улучшением

усвоения железа из корма. Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений среднего содержания гемоглобина в эритроците.

При срочной адаптации к физической нагрузке многие учёные фиксируют повышение количества тромбоцитов в крови (Бородкина, Е. Ю., 2008; Цыбенко, Л. А., Савина, П. С., 2012; Андрийчук, А. В., Ткачева, И. В., Ткаченко, Г. М. и др., 2014; Тахир-Заде, С. М., 2014; Иванов, А. А., Хотов, В. Х., Петрикеева, Л. В., 2016; Черный, Н. В., Мачула, О. С., Крылова, А. О. и др., 2017; Орлова, Н. Е., 2018; Орлова, Н. Е., Пономарева, М. Е., 2020).

В нашем исследовании концентрация тромбоцитов после длительной аэробной нагрузки достоверно снижалась на 34,6 % ($p \leq 0,01$). В исследовании А. А. Блажко и А. В. Ефимова (2022) у крыс после 8-часового бега на тредбане количество тромбоцитов также снижается, что авторы связывают с возможным потреблением тромбоцитов для образования многочисленных диссеминированных тромбов. Вероятно, отличие динамики показателя с результатами других авторов вызвано спецификой выполняемой нагрузки.

Наименьшее количество тромбоцитов фиксируется после лёгкой нагрузки. М. Е. Васильева и соавт. (2025) указывают, что существует положительная корреляция между концентрацией тироксина и количеством тромбоцитов в крови. В нашем исследовании тенденции изменения концентрации тироксина и количества тромбоцитов имеют одинаковую направленность. Данная взаимосвязь согласуется также с результатами исследования S. H. Ijaz и соавт. (2018). Предполагается, что тиреоидные гормоны участвуют в процессе тромбоцитопоеза и способны увеличивать выживаемость тромбоцитов. Также считается возможным наличие положительной корреляции между концентрацией кортизола и количеством тромбоцитов. Наиболее высокие значения концентрации кортизола и количества тромбоцитов мы также отмечаем у лошадей после тяжёлой нагрузки (Васильева, М. Е., Кашенко, В. А., Бойко, Е. Р., 2025; Ijaz, S. H., Jamal, S. M., Qayyum, R., 2018).

В нашем исследовании наиболее низкие концентрации данных гормонов и количества тромбоцитов были зафиксированы у лошадей после лёгкой нагрузки.

Таким образом, можно предположить, что наименьшее количество тромбоцитов после лёгкой нагрузки вызвано повышенным их использованием при низкой мобилизации и снижением выживаемости ввиду менее активной реакции эндокринной системы.

Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений в количестве тромбоцитов после стандартной физической нагрузки.

Скорость оседания эритроцитов у лошадей после длительной аэробной нагрузки не изменялась. После средней и тяжёлой нагрузок скорость оседания эритроцитов оказалась на 19,7 % и 17,6 % соответственно выше, чем после лёгкой нагрузки. Согласно литературным данным, нет единого мнения о характере изменения показателя после физической нагрузки. Скорость оседания эритроцитов зависит как от изменения количества клеток крови, так и от изменения количества плазмы. В исследованиях встречается разная направленность изменения данного показателя после физической нагрузки у лошадей (Сергиенко, В. С., 2008; Порфирьев, И. А., Сотникова, Е. Д., 2011; Мерк, Ю. А., Лепухова, Е. Д., Антонец, Д. А. и др., 2020; Коленчукова, О. А., Степанова, Л. В., Федотова, А. С. и др., 2021; Иванов, А. А., Войнова, О. А., Ксенофонтов, Д. А. и др., 2022; Hiraga, A., Sugano, S., 2016).

Патологических форм лейкоцитов в крови лошадей во все периоды проведения исследования нами обнаружено не было.

Длительная аэробная нагрузка в нашем исследовании вызвала развитие у лошадей стрессовой лейкограммы, которая характеризуется нейтрофилией, эозинопенией и лимфопенией, что согласуется с результатами многих исследований (Макарова, О. А. и Васильева, Л. С., 2002; Макарова, О. А., Васильева, Л. С., 2002; Семенов, Б. С., Гусева, В. А., Кузнецова, Т. Ш. и др., 2022; Tyler-McGowan, C. M., Golland, L. C., Evans, D. L. и др., 1999; Tyler-McGowan, C. M. и соавт. (1999), Witkowska-Piłaszewicz, O. и др., 2024; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Разделение нагрузки по интенсивности показало достоверное снижение относительного количества палочкоядерных нейтрофилов после тяжёлой нагрузки

относительно лёгкой на 43,5 % ($p \leq 0,05$), что может быть вызвано истощением клеточных запасов в органах кроветворения.

Также после тяжёлой нагрузки отмечалось достоверное повышение абсолютного количества моноцитов на 64,1 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с лёгкой нагрузкой. Данные изменения соотносятся с результатами исследований А. В. Андрийчука и соавт. (2014), О. Witkowska-Piłaszewicz и соавт. (2024). Относительное количество моноцитов повышалось с увеличением интенсивности нагрузки.

С. А. Зиновьева и соавт. (2021) отмечают снижение количества моноцитов у лошадей русской рысистой породы после рысистых бегов.

Разная направленность изменений может быть особенностью адаптации организма к виду физической нагрузки. Механизм развития моноцитоза в ответ на физическую нагрузку в настоящее время изучен недостаточно полно.

Через 15 дней применения пробиотика в опытной группе лошадей под влиянием стандартной физической нагрузки мы наблюдали достоверно меньшее нарастание относительного количества сегментоядерных нейтрофилов в ответ на физическую нагрузку (на 12,5 %, $p \leq 0,01$), чем в контрольной, а также более высокое относительное количество лимфоцитов (на 46,1 %, $p \leq 0,01$). Учитывая, что нейтрофилы и лимфоциты являются наиболее реактивными клетками, отвечающими на изменения, происходящие в организме при физической нагрузке, можно заключить, что пробиотик «Бонака-АПК» позволил повысить адаптационные возможности организма лошадей, что привело к менее напряженной реакции клеточного звена (Иванов, А. А., Хотов, В. Х., Петрикеева, Л. В., 2016).

Менее напряжённая реакция у лошадей опытной группы наблюдается и через 30 дней применения пробиотика.

В результате корреляционного анализа было установлено, что зависимость между большинством морфологических показателей крови подтверждает их статистическую достоверность. Наибольший интерес представляет умеренная корреляция скорости оседания эритроцитов с количеством клеток крови различных

классов. Считается, что скорость оседания эритроцитов увеличивается при снижении количества эритроцитов в крови, соответственно, можно предположить, что показатель зависит не только от количества эритроцитов, но и от количества других клеток крови, в данном случае – лейкоцитов, что и объясняет их обратную корреляцию (Порфирьев, И. А., Сотникова, Е. Д., 2011).

3.2 Биохимические показатели крови

Длительная аэробная нагрузка не вызвала значительных изменений в концентрации общего белка, после нагрузки отмечается небольшое повышение его концентрации. Наиболее высокая концентрация общего белка наблюдались у лошадей после тяжёлой нагрузки, что может быть связано с напряжённой работой систем организма. Применение пробиотика не повлияло на концентрацию общего белка в крови лошадей.

После длительной аэробной нагрузки повысилась концентрация альбумина на 9,9 %, что согласуется с данными Н. Е. Орловой (2018).

Повышение концентрации альбуминов также может быть следствием гемоконцентрации. Однако, значительных изменений в концентрации альбуминов после нагрузки разной интенсивности не наблюдалось. Возможно, в повышении концентрации альбумина участвует другой механизм, поскольку лошади после прохождения определенной дистанции получают воду, животные с признаками обезвоживания исключаются с дистанции, значения скорости оседания эритроцитов также не демонстрируют картину гемоконцентрации.

Считается, что срочная адаптация к физической нагрузке вызывает повышение концентрации общего белка, но в пределах физиологической нормы (не более 10 %), длительная адаптация вызывает увеличение концентрации общего белка в сыворотке крови спортивного и скакового направлений в спокойном состоянии (Иванова, Н. В., 2011).

При тяжёлой нагрузке концентрация глобулинов в сыворотке крови было достоверно выше на 9,8 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки. Данное

изменение согласуется с исследованиями В. С. Сергиенко (2008), по данным которого снижение концентрации альбумина при повышении глобулина указывает на высокое напряжение функциональных систем.

Разная интенсивность нагрузки не вызвала изменений концентрации альбумина в крови спортивных арабских лошадей.

Соотношение альбуминов и глобулинов под влиянием физической нагрузки разной интенсивности значительных изменений также не претерпевало.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение концентрации мочевины – на 67,9 % ($p \leq 0,01$), что согласуется с данными многих российских и зарубежных авторов (Сейранов, С. Г., 1986; Михайлов, С. С., 2013; Орлова, Н. Е., 2018; Маркин, С. С., Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., 2020; Castejon, F., Trigo, P., Munoz, A. и др., 2006; Klobucar, K., Vrbanac, Z., Gotic, J. и др., 2019).

Повышение концентрации мочевины может быть следствием повышенного распада нуклеиновых кислот, вызванного физической нагрузкой (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др., 2000). Также причиной увеличения концентрации мочевины после физической нагрузки может выступать усиление катаболизма белка, которому способствует повышенные концентрации кортизола (Волков, Н. И., Несен, Э. Н., Осипенко, А. А., и др., 2000).

Концентрация мочевины после тяжёлой нагрузки была на 5,0 % выше, чем после лёгкой. Поскольку разница незначительна, нельзя сделать вывод о том, что данный показатель изменяется в зависимости от интенсивности нагрузки. Применение пробиотика не повлияло на концентрацию мочевины после стандартной физической нагрузки.

Концентрация креатинина после длительной аэробной нагрузки снизилась на 9,5 %. В исследованиях F. Castejon и соавт. (2006), K. Klobucar и соавт. (2019) у лошадей после дистанций на 40, 80 и 160 км концентрация креатинина повышалась. Считается, что величина данного показателя может зависеть от почечного кровотока.

Снижение концентрации креатинина происходит за счёт показателей, полученных после лёгкой нагрузки. Вероятно, легкая нагрузка не вызывает

значительного нарушения почечного кровообращения, наоборот улучшая кровоснабжение почки и, ускоряя кровоток, вызывает повышение выведения креатинина из организма (Холявко, Ю. А., 2006). Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений в концентрации креатинина у лошадей опытной группы по сравнению с лошадьми контрольной группы.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение концентрации билирубина в крови спортивных арабских лошадей на 54,5 % ($p \leq 0,01$), что согласуется с данными J. Giers и соавт. (2024).

При этом его концентрация достоверно увеличивается в зависимости от интенсивности физической нагрузки. После тяжёлой нагрузки концентрация билирубина была выше на 81,3 % ($p \leq 0,01$), чем после лёгкой нагрузки.

Считается, что билирубин обладает антиоксидантными свойствами, поэтому его повышение можно рассматривать не только, как усиление распада миоглобина и гемоглобина, но и как усиление защиты от окислительного стресса, вызываемого физической нагрузкой. Билирубин оказывает более значительный защитный эффект, чем такие антиоксиданты как бета-каротин, ликопен, убихинон Q₆ и Q₁₀. Антиокислительная активность билирубина примерно соответствует активности токоферола. Система билирубин-гем-оксигеназа является одним из важнейших компонентов антиперекисной защиты наряду с супероксиддисмутазой, каталазой, глутатионпероксидазой, водо- и жирорастворимыми витаминами (Горбунова, О. Е., Абдрашитова, А. Т., Нагметова, Г. А., 2018).

Возможно, дополнительное количество билирубина поступает в кровоток из селезёнки (Горбунова, О. Е., Абдрашитова, А. Т., Нагметова, Г. А., 2018).

Таким образом, концентрация билирубина прямо пропорциональна интенсивности физической нагрузки. Данный механизм удовлетворяет возрастающую потребность организма в антиоксидантах при выполнении физической нагрузки.

Через 30 дней концентрация билирубина в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки стала достоверно выше относительно контроля на 11,4

% ($p \leq 0,05$). Что позволяет говорить о улучшении антиоксидантной защиты организма при использовании пробиотических препаратов.

Концентрация глюкозы под влиянием длительной аэробной нагрузки не изменялась. Разная интенсивность нагрузки также не оказала влияния на концентрацию глюкозы в крови спортивных лошадей арабской породы. Из чего можно сделать вывод, что лошади хорошо подготовлены к данному типу нагрузки и могут эффективно использовать окисление липидов при сохранении глюкозы для длительного обеспечения энергией работающие мышцы (Михайлов, С. С., 2013; Тамбовцева, Р. В., 2015; Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A. D. и др., 2019).

Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений к концентрации глюкозы после стандартной физической нагрузки.

Длительная физическая нагрузка не вызывала достоверного увеличения концентрации холестерина, однако, при тяжёлой нагрузке его концентрация стала на 11,9 % выше, чем при лёгкой, и на 38,0 % выше, чем в состоянии физиологического покоя. Динамика увеличения концентрации холестерина с увеличением интенсивности нагрузки может быть вызвана повышенной потребностью организма в синтезе гормонов стероидной природы, особенно кортизола. Таким образом, повышение концентрации холестерина в данном случае будет являться компенсаторной реакцией организма на повышенную потребность в стероидных гормонах. Таким образом, наши результаты согласуются с исследованиями K. Klobucar и соавт. (2019) и R. J. Rose и соавт. (1977).

В исследовании A. Assenza и соавт. (2016) у конкурных лошадей концентрация холестерина после нагрузки уменьшалась. Таким образом, повышение холестерина после нагрузки может быть характерной особенностью длительной аэробной нагрузки.

Длительная аэробная нагрузка вызвала недостоверное повышение концентрации кальция в крови на 7,4 %. По данным Ф. А. Иорданской и Н. К. Цепковой (2009) изменение концентрации кальция после физической нагрузки может иметь разную направленность, однако, в исследовании J. Giers и соавт.

(2023) значение показателя у спортивных лошадей увеличивалось, что согласуется с нашими результатами.

Повышение концентрации кальция может быть вызвано выходом иона из мышечной ткани из-за повышения проницаемости или повреждения клеток, либо снижением объёма плазмы крови.

Различная интенсивность нагрузки не оказала влияния на изменение концентрации кальция в крови спортивных лошадей. Применение пробиотика также не способствовало изменению концентрации его ионов в сыворотке крови лошадей после стандартной нагрузки.

Концентрация фосфора под влиянием длительной аэробной нагрузки не изменилась. Однако после тяжёлой нагрузки концентрация фосфора снизилась на 18,6 % по сравнению с концентрацией фосфора в крови лошадей после лёгкой нагрузки. J. Giers и соавт. (2023) в своём исследовании наблюдали снижение концентрации фосфора у лошадей, участвующих в соревнованиях по троеборью. Возможно, снижение концентрации фосфора в ответ на повышение интенсивности физической нагрузки является следствием его перехода из крови внутрь клеток для участия в синтезе аденозинтрифосфата, потребность в котором также возрастает с увеличением интенсивности нагрузки.

Применение пробиотика не вызвало достоверного повышения концентрации фосфора в крови лошадей опытной группы по сравнению с лошадьми контрольной группы.

При корреляционном анализе биохимических показателей установлена прямая умеренная связь концентрации билирубина с концентрацией общего белка ($r=0,51$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией альбумина ($r=0,55$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией глобулина ($r=0,44$, при $p \leq 0,01$); обратная умеренная связь с абсолютной концентрацией глобулина ($r=-0,43$, при $p \leq 0,01$) и сильная прямая связь с концентрацией креатинина ($r=0,65$, при $p \leq 0,01$). Прямая метаболическая связь между данными показателями маловероятна, однако, может быть вызвана изменениями в работе печени, почек и мышц при физической нагрузке. Сильная прямая корреляция концентраций общего белка и креатинина

($r=0,61$, при $p\leq 0,01$) также может быть следствием изменения работы почек (Хозлова А. В., 2021).

3.3 Ферментные системы крови

Длительная аэробная нагрузка не вызывает достоверного повышения активности лактатдегидрогеназы в крови арабских лошадей по сравнению с состоянием физиологического покоя. Однако, в зависимости от интенсивности переносимой физической нагрузки мы видим достоверное увеличение её активности на 114,6 % ($p\leq 0,01$) после тяжёлой нагрузки по сравнению с лёгкой. Лактатдегидрогеназа – цитоплазматический фермент, присутствующий в высоких концентрациях в мышцах, печени и почках. Основной причиной повышения активности фермента является повреждение тканей (Farhana, A., Larrin, S.L., 2026). Как утверждается, повреждение мышц при эксцентрических упражнениях в основном вызвано механическим стрессом, но во время длительных упражнений повреждение мышц может быть также вызвано факторами метаболического стресса, такими как окислительный стресс или воспаление (Tokinoya, K., Ishikura, K., Yoshida, Y. и др., 2020).

Динамика изменения активности фермента связана с физической нагрузкой и прямо пропорциональна её интенсивности.

Через 30 дней применения пробиотика активность лактатдегидрогеназы в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки была ниже на 30,8 % ($p\leq 0,01$) по сравнению с контролем. Таким образом, применение пробиотического препарата позволяет снизить повреждение тканей, вызванное физической нагрузкой, что способствует повышению работоспособности лошадей.

После длительной аэробной нагрузки достоверно повышается активность мышечной креатинкиназы на 273,9 % ($p\leq 0,01$) по сравнению с состоянием физиологического покоя. Креатинкиназа присутствует в наибольшем количестве в скелетных мышцах, миокарде и головном мозге. Это внутриклеточный фермент. Нарушение целостности клеточных мембран вследствие гипоксии или других

повреждений приводит к высвобождению креатинкиназы из цитозоля клеток в системный кровоток (Cabaniss, C. D., 2026). Активность мышечной креатинкиназы при тяжёлой нагрузке относительно лёгкой были выше на 396,4 % ($p \leq 0,01$), относительно средней – на 224,0 % ($p \leq 0,01$).

Разрушение мышечных клеток может быть также опосредовано катаболическим действием глюкокортикоидов (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988).

Таким образом, активность мышечной креатинкиназы в сыворотке крови также прямо пропорциональна интенсивности физической нагрузки.

Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений в активности креатинкиназы.

Сердечный изофермент креатинкиназы достоверно не изменялся после длительной аэробной нагрузки. При рассмотрении влияния интенсивности нагрузки и пробиотика на активность фермента также не было обнаружено достоверных изменений.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное увеличение активности аланинаминотрансферазы на 63,8 % ($p \leq 0,01$) по сравнению с состоянием физиологического покоя. Активность аспартатаминотрансферазы при этом достоверно не изменялась и увеличилась всего на 6,8 %. Из чего можно сделать предположение, что длительная аэробная нагрузка вызывает повреждение клеток печени.

Печень вырабатывает энергию с помощью гликогенолиза или глюконеогенеза во время длительных физических нагрузок (Tokinoya, K., Ishikura, K., Yoshida, Y. и др., 2020).

Активные формы кислорода, образующиеся при переходе от ишемии к реперфузии в печени, могут повреждать её клетки, что может быть подтверждено повышением маркеров повреждения печени в крови после длительных физических нагрузок (Tokinoya, K., Ishikura, K., Yoshida, Y. и др., 2020).

Во время бега на 30 км у человека активность аспартатаминотрансферазы (фермент мышц и печени) увеличилась, активность аланинаминотрансферазы

(фермент печени) не изменилась. Однако, считается, что повреждение печени у марафонцев на дистанции возможно (Tokinoya, K., Ishikura, K., Yoshida, Y. и др., 2020).

В нашем исследовании активность аланинаминотрансферазы была достоверно выше при тяжёлой нагрузке на 54,8 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой.

Сравнение активности аспартатаминотрансферазы при физической нагрузке разной интенсивности обнаруживает достоверное её повышение после тяжёлой нагрузки относительно лёгкой на 59,1 % ($p \leq 0,05$). Характерно изменяется и индекс повреждения мышечной ткани. После длительной аэробной нагрузки индекс достоверно повышается на 230,5 % ($p \leq 0,01$) относительно состояния физиологического покоя. При тяжёлой нагрузке индекс выше относительно значений при средней и лёгкой нагрузки на 175,4 % ($p \leq 0,01$) и 209,0 % ($p \leq 0,01$) соответственно. Таким образом, для оценки переносимости нагрузок мышечной тканью наиболее значимы показатели активности мышечной креатинкиназы и индекса повреждения мышечной ткани.

Повышение активности аминотрансфераз после физической нагрузки в своих исследованиях отмечают многие авторы (Тахир-Заде, С. М., 2014; Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С., 2021; Witkowska-Piłaszewicz, O., Malin, K., Dąbrowska, I. и др., 2024).

Применение пробиотика не вызвало достоверного изменения активности аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и индекса повреждения мышечной ткани.

Щелочные фосфатазы – группа изоферментов, расположенных на внешнем слое клеточной мембраны. Они катализируют гидролиз органических фосфатных эфиров, находящихся во внеклеточном пространстве. Более 80 % щелочной фосфатазы поступает в кровь из печени и костей. Щелочные фосфатазы связаны с клеточной мембраной посредством гликозилфосфатидилинозитола. Их высвобождение в сыворотку происходит под действием специфических ферментов. Точный механизм высвобождения до сих пор не ясен. Нельзя исключать предположение, что повышение активности щелочной фосфатазы на

39,7 % после длительной аэробной нагрузки относительно состояния физиологического покоя вызвано повреждением клеток печени (Lowe, D., Sanvictores, T., Zubair, M. и др., 2026).

При этом в нашем исследовании тяжёлая нагрузка вызывает повышение активности щелочной фосфатазы на 15,1 % по сравнению с лёгкой.

Применение пробиотка не вызвало достоверных изменений в активности щелочной фосфатазы у лошадей после стандартной физической нагрузки.

Активность амилазы после длительной аэробной нагрузки возросла на 50,6 % по сравнению с состоянием физиологического покоя. Значительное повышение активности наблюдается после тяжёлой и средней нагрузки относительно лёгкой – на 91,6 % и 125,7 % соответственно. Возрастание активности может быть связано с необходимостью повышенного извлечения энергии из кормов во время прохождения дистанции.

Высокая активность фермента в состоянии покоя может быть связана с уровнем тренированности лошадей (Грязных, А. В., 2014).

Применение пробиотика не вызвало достоверного изменения активности амилазы.

Корреляционный анализ активности ферментов также в основном подтверждает достоверность их значений. Корреляция активности амилазы с активностью аланинаминотрансферазы ($r=0,62$, при $p \leq 0,01$; сильная прямая), аспартатаминотрансферазы ($r=0,57$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая), щелочной фосфатазы ($r=0,41$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая), вероятно, опосредованы изменениями в работе пищеварительной системы, возникшими под влиянием длительной аэробной нагрузки, направленными на получение энергии для осуществления работы, механизм которых требует дальнейшего изучения.

3.4 Эндокринологические показатели

Концентрация кортизола после длительной физической нагрузки достоверно не изменялась по сравнению с состоянием физиологического покоя, поскольку зависит от интенсивности нагрузки.

Лёгкая нагрузка вызывала снижение концентрации кортизола относительно состояния физиологического покоя на 23,8 %. Снижение концентрации кортизола у лошадей после нагрузки в своём исследовании наблюдала Л. В. Рогожина (2022), где причиной снижения считает истощение коры надпочечников. Также есть предположение, что снижение концентрации гормона один из признаков синдрома перетренированности (Golland, L. C., Evans, D. L., Stone, G. M. и др. 1999).

Кортизол отражает уровень тренировочного стресса у спортсменов. Но с повышением уровня кортикостероидов усиливаются адаптационные возможности организма. Изнуряющие физические нагрузки понижают уровень тестостерона (Sato, K., Iemitsu, M., Katayama, K. и др., 2016). С целью изучения особенностей метаболических процессов у спортсменов и для уточнения реакции протекания анаболических и катаболических процессов С. О. Гаврилова (2022) предлагает использовать индекс анаболизма.

Поэтому мы считаем, что снижение концентрации кортизола в ответ на лёгкую нагрузку в нашем исследовании не является следствием перетренированности или истощения коры надпочечников, поскольку индекс анаболизма остается на высоком уровне и после легкой физической нагрузки превышает значение состояния физиологического покоя. Причиной сниженной концентрации может служить расход гормона на обеспечение адаптации организма к выполняемой физической нагрузке при недостаточности активации оси гипоталамус-гипофиз-надпочечники в ответ на лёгкую нагрузку.

При нагрузке высокой интенсивности концентрация кортизола была достоверно выше на 77,9 % ($p \leq 0,05$), чем при низкой. Повышение обусловлено нейрогенно детерминированной активацией гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной системы (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988). Таким

образом, концентрация кортизола в крови спортивных лошадей арабской породы прямо пропорциональна интенсивности физической нагрузки.

Повышение концентрации кортизола у лошадей после физической нагрузки согласуется с результатами других исследований (Наумова, Е. Ю., Козлов, С. А., Козырев, С. Г., 2013; Рогожина, Л. В., 2022; Raidal, S. L., Love, D. N., Bailey, G. D. и др., 2000; Dabrowska, I., Grzedzicka, J., Malin, K. и др. 2022; Meleiro, M. C. Z., Carvalho, H. J. C., Ribeiro, R. R. и др., 2022; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2024).

Через 15 и 30 дней применения пробиотика концентрация кортизола в крови лошадей опытной группы после стандартной нагрузки была достоверно выше, чем в крови лошадей контрольной на 34,9 % ($p \leq 0,05$) и 27,0 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Недостоверно повышалась концентрация тестостерона на 88,0 % и 59,2 % соответственно. Индекс анаболизма оставался на высоком уровне и не стремился к уменьшению. Вероятно, применение пробиотика позволило снизить потребление гормона клетками организма или напротив потенцировать его синтез надпочечниками, повысив адаптированность лошадей опытной группы к физической нагрузке. Поддержание определенной концентрации кортизола в крови спортсменов необходимо, поскольку гормон имеет решающее значение для успешной адаптации к стрессу (Гаврилова, С. О., 2022).

В своём исследовании А. А. Чернозуб (2013) также предположил, что снижение концентрации кортизола в крови может быть связано с утомлением, низким уровнем тренированности или недостаточной адаптацией организма к физической нагрузке.

Физическая нагрузка приводит к активации осей гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников и гипоталамус-гипофиз-гонады, что вызывает повышение уровня кортизола и андрогенов (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988; Nostell, K., Häggström, J., 2008). Длительная аэробная нагрузка вызвала недостоверное повышение концентрации тестостерона на 65,3 %. Не выявлено достоверных отличий между концентрацией гормона в группах с физической нагрузкой разной интенсивности. Однако, при этом индекс анаболизма демонстрирует обратную зависимость от интенсивности нагрузки. Вероятно, при возрастании

интенсивности физической нагрузки происходит повышение доли катаболических процессов внутри организма.

Полученные нами результаты не противоречат данным, полученным в других исследованиях (Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Козырев, С. Г. и др., 2012; Наумова, Е. Ю., Козлов, С. А., Козырев, С. Г., 2013; Dabrowska, I., Grzedzicka, J., Malin, K. и др. 2022; Zinovieva, S., Kozlov, S., Markin, S., 2025).

Таким образом, для оценки переносимости физической нагрузки организмом лошадей необходимо не только сравнивать концентрации кортизола при нагрузке разной интенсивности, но и использовать индекс анаболизма.

В настоящее время до конца не известна степень влияния кишечного микробиома на гормональный статус и гормонального статуса на кишечный микробиом, а также механизмы возможного влияния.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение на 35,3 % ($p \leq 0,05$), относительно состояния физиологического покоя, концентрации общего тироксина в крови лошадей арабской породы. Кортизол ингибирует 5'-дейодиназу, которая отвечает за превращение тироксина в трийодтиронин. Таким образом, вероятно, во время длительных нагрузок тироксин накапливается, а трийодтиронин продолжает расходоваться (Корнякова, В. В., Сауткин, Я. А., Заболотных, М. В. и др., 2018), что выражается в повышении концентрации тироксина.

В исследовании на крысах установлено повышение уровня трийодтиронина после нагрузки с его последующим снижением к 120 минуте после нагрузки, в то время как уровень тироксина увеличивался на протяжении всего времени (Демидова, Т. Ю., Скуридина, Д. В., Кочина, А. С., 2021).

В исследованиях J. Giers (2024) указано на повышение тиреоидных гормонов после нагрузок разной интенсивности. Л. В. Рогожина (2022) сообщает о повышении трийодтиронина и незначимом изменении уровня тироксина после выездковой нагрузки у лошадей.

При нагрузке средней и высокой интенсивности концентрация тироксина была достоверно выше, чем при лёгкой на 30,9 % ($p \leq 0,05$) и 39,4 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Тяжёлая и средняя нагрузка были более продолжительными по

времени по сравнению с лёгкой, что могло привести к большему накоплению тироксина в крови. В свою очередь концентрация тироксина после лёгкой нагрузки практически не отличалась от значений в состоянии физиологического покоя, что согласуется с данными А. Ferlazzo (2014) и соавт., Е. Fazio и соавт. (2015).

Концентрация трийодтиронина после средней и тяжёлой физических нагрузок была выше, чем при лёгкой нагрузке на 6,6 % и 86,8 % соответственно. Увеличение концентрации тиреоидных гормонов может быть также вызвано активацией оси гипоталамус-гипофиз-щитовидная железа для повышения уровня обмена веществ и удовлетворения энергетических потребностей организма (Fazio, Е., Medica, Р., Cravana, С. и др., 2015; Ferlazzo, А., Cravana, С., Fazio, Е. и др., 2020).

Тироксин и трийодтиронин хранятся в щитовидной железе связанные с тиреоглобулином. Высвобождение в кровоток сопровождается протеолизом. Тироксин высвобождается щитовидной железой в больших количествах. Большая часть тироксина превращается в трийодтиронин с помощью дейодиназ (Карпенко, Л. Ю., Селимов, Р. Н., Бахта, А. А., 2010; Стекольников, А. А., Карпенко, Л. Ю., Андреева, А. Б. и др., 2015). Тиреоидные гормоны вызывают усиление митохондриального окислительного фосфорилирования, повышая основной обмен, усиливают тканевую реакцию на катехоламины, липидный обмен в скелетных мышцах и гликогенолиз в печени (Mennitti, С., Farina, G., Imperatore, А. и др., 2024).

Применение пробиотика не вызвало достоверных изменений в концентрации тиреоидных гормонов в крови лошадей.

Между эндокринологическими показателями в основном наблюдается слабая и очень слабая корреляция.

3.5 Анализ изменения концентрации сердечного тропонина I

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное повышение концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови, она увеличилась на 694,9 %, что согласуется с данными других исследований (Nostell, К., Häggström, J., 2008;

Flethoj, M., Kanter, J. K., Haugaard, M. M. и др., 2016; Decloedt, A., Clercq, D., Ven, S. и др., 2017; Pourmohammad, R., Mohri, M., Seifi, H. A. и др., 2020; Ertelt, A., Merle, R., Stumpff, F. и др., 2021; Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2021; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Отсутствие повышения активности сердечной креатинкиназы после физической нагрузки может подтверждать теорию о том, что высвобождение сердечного тропонина I из кардиомиоцитов возможно без разрушения клеток (Чаулин, А. М., Карслян, Л. С., Григорьева, Е. В. и др., 2019; Чаулин, А. М., Григорьева, Ю. В., Суворова, Г. Н., 2020).

Повышение концентрации сердечного тропонина I, вызванное повреждением миокарда будет отличаться устойчивостью в течение нескольких дней, в то время как быстрое снижение сердечного тропонина I после высвобождения указывает на физиологический процесс (Rossi, T. M., Kavsak, P. A., Maxie, M. G. и др., 2019; Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K. и др., 2023).

Также концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови прямо пропорциональна интенсивности физической нагрузки. При тяжёлой нагрузке у исследованных животных концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови была достоверно выше на 1718,6 % ($p \leq 0,01$), чем при лёгкой. При средней нагрузке концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови была достоверно выше на 700 %, чем при лёгкой ($p \leq 0,01$).

Данные факты делают сердечный тропонин I подходящим маркером для контроля адаптации сердечной мышцы к физической нагрузке.

Применение пробиотика не вызвало изменений в концентрации сердечного тропонина I, поскольку стандартная физическая нагрузка была лёгкой и короткой по времени по сравнению с соревновательной.

3.6 Антиоксидантная защита

Длительная аэробная нагрузка не вызвала изменения в концентрации витамина E. При разделении нагрузки по степени интенсивности разница в

концентрации витамина Е также отсутствовала. Вероятно, повышение концентрации билирубина оказывает сберегающий эффект на витамин Е, не вызывая значительных изменений в его концентрации.

Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное снижение каталазного числа на 18,5 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с состоянием физиологического покоя. Разная интенсивность нагрузки не вызвала значительных изменений в показателях каталазного числа. Снижение каталазного числа может приводить к снижению кислотной резистентности эритроцитов, а также к снижению работоспособности. Антиоксидантная система является одной из стресс-лимитирующих систем, ограничивающих физические возможности организма (Меерсон, Ф. З., Пшенникова, М. Г., 1988).

Показатель каталазы под влиянием длительной аэробной нагрузки не изменялся. Однако, при рассмотрении влияния нагрузки разной интенсивности можно заметить, что показатель каталазы достоверно снижается на 27,6 % ($p \leq 0,05$) при тяжёлой нагрузке по сравнению с лёгкой.

Таким образом, длительная аэробная нагрузка повышает риск образования токсичных продуктов перекисного окисления.

Через 30 дней применения пробиотика наблюдалось достоверное повышение каталазного числа в крови лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки на 17,1 % ($p \leq 0,05$). Повышение может быть связано с увеличением мощности антиоксидантной системы или с увеличением количества эритроцитов.

Поскольку антиоксидантная система является одной из систем, ограничивающих работоспособности организма, повышение её мощности позволяет увеличить физические возможности.

3.7 Оценка изменения рисунка микрокристаллизации слюны

В нашем исследовании для оценки рисунка микрокристаллизации были взяты образцы смешанной слюны лошадей натошак в состоянии физиологического

покоя и после физической нагрузки. Для определения изменений мы ввели балльную систему, по которой оценивались полученные препараты слюны. Сильно разветвленный рисунок (Приложение А) – 4 балла, рисунок со средней разветвленностью (Приложение Б) – 3 балла, рисунок микрокристаллизации с единичными отдельными кристаллами в поле зрения (Приложение В) – 2 балла, отсутствие кристаллов (Приложение Г) – 1 балл.

У лошадей в состоянии физиологического покоя рисунок микрокристаллизации представлял собой центр и выходящие из центра сильно ветвящиеся лучи, которые густо заполняют всё поле зрения. После физической нагрузки количество ветвлений в рисунке уменьшалось, терялось радиальное расположение лучей, появлялись отдельные независимые друг от друга кристаллы или исчезали вовсе (Великодная Е. К., Солодилова А. Ю., 2025).

При рассмотрении влияния нагрузки разной интенсивности на рисунок микрокристаллизации слюны лошадей не было обнаружено чёткой тенденции в его изменении.

Изменение рисунка микрокристаллизации слюны вероятно вызвано изменением её состава. Возможно, на рисунок влияет изменение отдельных биомаркеров слюны (Еловикова, Т. М., Григорьев, С. С., 2018; Bazzano, M., Laghi, L., Zhu, C. и др., 2020; Contreras-Aguilar, M. D., Ceron, J. J., Munoz, A. и др., 2021).

Вопрос имеет научный интерес, поскольку слюна представляется перспективной для оценки состояния организма биологической жидкостью.

3.8 Микробиом кишечника

Влияние длительной аэробной нагрузки вызвало достоверное повышение количества колониеобразующих единиц *Faecalibacterium prausnitzii* – на 80,0 % ($p \leq 0,05$).

Соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* достоверно увеличилось на 79,4 % ($p \leq 0,05$). Повышение колониеобразующих единиц микроорганизмов вида *Faecalibacterium prausnitzii* может оказывать

положительный эффект на организм, поскольку вид обладает ценными свойствами для поддержания здоровья и работоспособности. Повышение соотношения *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* нежелательно, поскольку ассоциируется с патологическими процессами в кишечнике (Costa, M. C., Arroyo, L. G., Allen-Vercoe, E. и др., 2012; Ferreira-Halder, C. V., Sousa Faria, A. V., Andrade, S. S., 2017).

В настоящее время установлено, что физическая нагрузка влияет на изменения, происходящие в кишечном микробиоме лошадей (Тахир-Заде, С. М., 2014; Szemplinski, K. L., Thompson, A., Cherry, N., 2020; Gorniak, W., Cholewińska, P., Szeligowska, N. и др., 2021; Li, C., Li, X., Guo, R., 2023; Park, T., Yoon, J., Yun, Y. и др., 2024).

Практически отсутствуют исследования, раскрывающие изменения кишечного микробиома после длительной аэробной нагрузки у спортивных лошадей. Также не до конца выяснены механизмы изменения видового состава микроорганизмов кишечника.

Y. J. Hsu и соавт. (2015) в своём исследовании установили, что активность каталазы в сыворотке крови у мышей свободных от специфических патогенов была выше, чем у безмикробных мышей. Что позволило нам предположить наличие связи между кишечным микробиомом и антиоксидантными ферментными системами.

Общее бактериальное число достоверно уменьшалось при тяжёлой нагрузке на 95,8 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки, *Lactobacillus spp.* – на 99,8 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 68,5 %, при этом достоверно возрастает соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* на 498,6 % ($p \leq 0,05$), относительно лёгкой нагрузки.

Таким образом, длительная высокоинтенсивная нагрузка вероятно может оказывать неблагоприятное влияние на микробиом кишечника лошадей, подвергая риску развития нарушений пищеварения и патологий желудочно-кишечного тракта, потенцируя опасность выбытия лошади из тренировочного процесса и снижения её результативности (Великодная Е. К., Солодилова А. Ю., 2024).

До начала применения пробиотика соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* было достоверно выше в опытной группе на 208,6 % ($p \leq 0,05$), чем в контрольной. Через 30 дней применения пробиотика в микробиоме кишечника, полученном от лошадей опытной группы, после стандартной физической нагрузки достоверно выше относительно контрольной группы было общее бактериальное число на 532,3 % ($p \leq 0,05$), *Bifidobacterium spp.* – на 94,8 % ($p \leq 0,05$), *Lactobacillus spp.* – на 43,0 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 185,8 % ($p \leq 0,05$). Соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* достоверно снизилось на 73,6 % ($p \leq 0,05$), по сравнению с контрольной группой.

Применение пробиотического препарата позволило увеличить количество микрофлоры кишечника в целом, а также количество видов, производящих ценные для обмена веществ метаболиты и оказывающих положительные эффекты на пищеварение. Также снижение соотношения *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* можно считать положительным эффектом пробиотика.

Таким образом, применение пробиотика позволяет профилактировать развитие дисбактериоза в кишечнике спортивных лошадей, снижая риск развития патологий желудочно-кишечного тракта, а сам пробиотик может быть потенциально использован в качестве адаптогена для повышения работоспособности спортивных лошадей.

3.9 Иммунологические показатели

Считается, что кортизол, выделяющийся при физической нагрузке, оказывает угнетающее действие на иммунную систему, повышая риск возникновения заболеваний у спортсменов (Афанасьева, И. А., 2009; Parry-Billings, M., Budgett, R., Koutedakis, Y. и др., 1992).

Однако, в нашем исследовании не установлено достоверных изменений в реакциях иммунной системы под влиянием длительной аэробной нагрузки и

нагрузки разной интенсивности. Это может указывать на высокую степень адаптации лошадей к выполняемой работе.

Фагоцитарное число у лошадей контрольной группы после стандартной физической нагрузки в течение месяца демонстрирует динамику снижения, в то время как применение пробиотика в опытной группе позволило поддержать значения показателя на определенном уровне, не допуская этого.

Через 15 дней применения пробиотика лизоцимная активность в сыворотке крови лошадей опытной группы после стандартной физической нагрузки была достоверно ниже на 14,4 % ($p \leq 0,05$), чем у лошадей контрольной группы. У лошадей контрольной группы среднее значение лизоцимной активности сыворотки крови в этот период превышала верхнюю границу нормы, что может указывать на физической переутомление. Применение пробиотика лошадям опытной группы, вероятно, позволило поддержать иммунную систему организма лошадей, предотвратив развитие патологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе исследования мы установили характер изменения морфологических, биохимических, эндокринологических и иммунологических показателей крови, антиоксидантной системы крови, кишечного микробиома, рисунка микрокристаллизации слюны у спортивных лошадей арабской породы под влиянием длительной аэробной нагрузки. Установили характер изменения данных показателей под влиянием физической нагрузки разной интенсивности. А также установили возможность использования пробиотиков в качестве адаптогена к физической нагрузке.

На основании полученных данных нами были сделаны следующие выводы:

1. Длительная аэробная нагрузка влияла на обменные процессы в организме лошадей, что выражалось развитием стрессовой лейкограммы, характеризующейся увеличением относительного и абсолютного количеств палочкоядерных нейтрофилов на 67,4 % ($p \leq 0,01$) и 81,5 % ($p \leq 0,01$) соответственно, относительного и абсолютного количеств сегментоядерных нейтрофилов – на 21,1 % ($p \leq 0,01$) и 32,8 % ($p \leq 0,01$) соответственно, уменьшением относительного и абсолютного количеств эозинофилов на 51,6 % ($p \leq 0,01$) и 46,7 % ($p \leq 0,01$) соответственно, относительного и абсолютного количеств лимфоцитов – на 37,3 % ($p \leq 0,01$) и 31,7 % ($p \leq 0,01$) соответственно; изменением биохимических показателей, что проявлялось достоверным повышением концентрации мочевины на 67,9 % ($p \leq 0,01$), активности аланинаминотрансферазы – на 63,8 % ($p \leq 0,01$), мышечной креатинкиназы – на 273,9 % ($p \leq 0,01$), индекса повреждения мышечной ткани – на 230,5 % ($p \leq 0,01$); изменением в соотношении гормонов, что проявлялось достоверным повышением на 35,3 % ($p \leq 0,05$) концентрации общего тироксина; развитием окислительного стресса, что проявлялось достоверным повышением концентрации билирубина на 54,5 % ($p \leq 0,01$) и снижением каталазного числа на 18,5 % ($p \leq 0,05$). Длительная аэробная нагрузка также вызывала увеличение количества тромбоцитов и среднего содержания гемоглобина в эритроците на 34,6 % ($p \leq 0,01$) и 21,9 % ($p \leq 0,01$) соответственно и не вызывала достоверных изменений

в значениях показателей иммунитета высоко тренированных спортивных лошадей арабской породы.

При нагрузке средней интенсивности концентрация тироксина достоверно повышалась на 30,9 % ($p \leq 0,05$) относительно легкой.

Высокоинтенсивная физическая нагрузка характеризовалась изменением клеточного состава крови, что выражалось достоверным снижением относительного количества палочкоядерных нейтрофилов на 43,5 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки, достоверным повышением абсолютного количества моноцитов на 64,1 % ($p \leq 0,05$); изменением биохимических показателей, что выражалось увеличением концентрации глобулинов на 9,8 % ($p \leq 0,05$), активности лактатдегидрогеназы на 114,6 % ($p \leq 0,01$), активности мышечной креатинкиназы относительно лёгкой нагрузки на 396,4 % ($p \leq 0,01$), относительно средней – на 224,0 % ($p \leq 0,01$), активности аланинаминотрансферазы – на 54,8 % ($p \leq 0,05$), активности аспартатаминотрансферазы – на 59,1 % ($p \leq 0,05$), индекса повреждения мышечной ткани на 175,4 % ($p \leq 0,01$) и 209,0 % ($p \leq 0,01$) относительно средней и лёгкой нагрузки соответственно; изменением в соотношении гормонов, что проявлялось достоверным повышением концентрации кортизола на 77,9 % ($p \leq 0,05$), концентрации тироксина – на 39,4 % ($p \leq 0,05$); развитием окислительного стресса, что проявлялось достоверным повышением концентрации билирубина на 81,3 % ($p \leq 0,01$), при этом показатель каталазы достоверно снижался на 27,6 % ($p \leq 0,05$).

2. Длительная аэробная нагрузка оказывала влияние на работу сердца, маркером которой может являться концентрация сердечного тропонина I в крови. Под влиянием длительной аэробной нагрузки концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови увеличивалась на 694,9 % ($p \leq 0,01$).

При тяжёлой нагрузке концентрация сердечного тропонина I в сыворотке крови достоверно повышалась на 1718,6 % ($p \leq 0,01$) относительно легкой, при нагрузке средней интенсивности – на 700,0 % ($p \leq 0,01$).

3. Под влиянием длительной аэробной нагрузки происходили изменения рисунка микрокристаллизации смешанной слюны лошадей. Однако, связь с интенсивностью физической нагрузки требует дальнейшего изучения.

4. Длительная аэробная нагрузка приводила к изменениям в кишечном микробиоме спортивных лошадей, что выражалось увеличением количество колониеобразующих единиц *Faecalibacterium prausnitzii* – на 80,0 % ($p \leq 0,05$) и соотношения *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* – на 79,4 % ($p \leq 0,05$).

Общее бактериальное число достоверно уменьшалось при тяжёлой нагрузке на 95,8 % ($p \leq 0,05$), *Lactobacillus spp.* – на 99,8 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 68,5 % ($p \leq 0,05$), при этом достоверно возрастало соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* на 498,6 % ($p \leq 0,05$) относительно лёгкой нагрузки.

5. Применение пробиотика оказывало положительное влияние на организм спортивных лошадей и способствовало увеличению полезной микрофлоры.

Промежуточным результатом применения пробиотика было достоверное повышение концентрации гемоглобина на 8,2 % ($p \leq 0,05$), относительного количества сегментоядерных нейтрофилов – на 12,5 % ($p \leq 0,01$), относительного количества лимфоцитов – на 46,1 % ($p \leq 0,01$), концентрации кортизола – на 34,9 % ($p \leq 0,05$) и снижение лизоцимной активности сыворотки крови на 14,4 % ($p \leq 0,05$). В контрольной группе лизоцимная активность сыворотки крови превышала верхнюю границу референтных значений.

Основные достоверные изменения происходили на 30 день применения пробиотика: увеличивались количество эритроцитов на 17,4 % ($p \leq 0,05$) относительно контроля, концентрация билирубина – на 11,4 % ($p \leq 0,05$), концентрация кортизола – на 27,0 % ($p \leq 0,05$), каталазное число – на 17,1 % ($p \leq 0,05$), общее бактериальное число – на 532,3 % ($p \leq 0,05$), *Lactobacillus spp.* – на 43,0 % ($p \leq 0,05$), *Bifidobacterium spp.* – на 94,8 % ($p \leq 0,05$), *Faecalibacterium prausnitzii* – на 185,8 % ($p \leq 0,05$); снижались активность лактатдегидрогеназы – на 30,8 % ($p \leq 0,01$) и соотношение *Bacteroides spp./Faecalibacterium prausnitzii* – на 73,6 % ($p \leq 0,05$). Данные изменения подтверждают потенциальную возможность использования пробиотика в качестве адаптогена к физической нагрузке.

6. Корреляция концентрации сердечного тропонина I с большинством показателей характеризует их зависимость от интенсивности физической нагрузки.

При корреляционном анализе биохимических показателей установлена прямая умеренная связь концентрации билирубина с концентрацией общего белка ($r=0,51$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией альбумина ($r=0,55$, при $p \leq 0,01$), относительной концентрацией глобулина ($r=0,44$, при $p \leq 0,01$); обратная умеренная связь с абсолютной концентрацией глобулина ($r=-0,43$, при $p \leq 0,01$) и сильная прямая связь с концентрацией креатинина ($r=0,65$, при $p \leq 0,01$). Сильная прямая корреляция концентраций общего белка и креатинина ($r=0,61$, при $p \leq 0,01$) может быть следствием изменения работы почек. Активности амилазы коррелирует с активностью аланинаминотрансферазы ($r=0,62$, при $p \leq 0,01$; сильная прямая), аспартатаминотрансферазы ($r=0,57$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая), щелочной фосфатазы ($r=0,41$, при $p \leq 0,01$; умеренная прямая). Обнаружена умеренная корреляция скорости оседания эритроцитов с количеством клеток крови различных классов. Между эндокринологическими показателями в основном наблюдается слабая и очень слабая корреляция.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Полученные результаты характеризуют реакцию организма спортивных арабских лошадей на длительную аэробную нагрузку, а также на нагрузку разной интенсивности. Данная информация может быть использована тренерами-бейтотами и ветеринарными врачами для оценки переносимости физических нагрузок при подготовке спортивных лошадей в дисциплину конного спорта – Пробеги. Полученные результаты позволяют улучшить контроль и оценку реакции организма лошади на предъявляемый уровень физической нагрузки и при необходимости вовремя скорректировать индивидуальный план подготовки, не дожидаясь развития синдрома перетренированности.

Также открыта возможность применения пробиотиков для повышения работоспособности спортивных лошадей. Пробиотики обладают преимуществом перед другими адаптогенами, поскольку при их применении отсутствует риск попадания запрещённых Всемирным антидопинговым агентством субстанций в организм спортивных лошадей, а также осуществляется профилактика развития патологий желудочно-кишечного тракта у лошадей ввиду предупреждения развития дисбактериоза кишечника.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшая разработка темы может быть направлена на подробное изучение биохимического состава слюны лошадей, его связи с рисунком микрокристаллизации и с уровнем физической нагрузки. Также актуально продолжение исследования биохимических изменений крови под влиянием физической нагрузки и связи этих изменений с экспрессией генов и генотипом спортивных лошадей, что в перспективе позволит выявлять наиболее конкурентоспособных для спорта особей по генотипу и осуществлять отбор жеребят в раннем возрасте, что делает возможным сокращение затрат на подготовку молодняка.

Недостаточно на сегодняшний день данных о влиянии кишечного микробиома на результативность лошадей, а также о влиянии физической нагрузки на видовой состав кишечного микробиома, о механизмах взаимодействия между макроорганизмом и микробиомом кишечника, о способах управления его видовым составом. Всё это является перспективным направлением дальнейшей разработки темы.

Дальнейшая работа может быть направлена на сравнение эффективности различных по составу пробиотиков на повышение работоспособности лошадей, установление механизмов связи кишечного микробиома с внутренней средой организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверин, А. Е. Влияние физической активности на иммунитет / А. Е. Аверин, Г. А. Шейко // Теория и практика современной науки. – 2025. – № 6(120). – С. 49-52.
2. Агафонова, М. Е. Коррекция физического состояния спортивной пары "всадник-лошадь" в троеборье на основе оценки критериев функциональной подготовленности : специальность 14.00.51 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Агафонова Маргарита Евгеньевна. – Москва, 2009. – 23 с.
3. Активность свободных радикалов кислорода у лошадей при физических нагрузках разной интенсивности / О. А. Коленчукова, Л. В. Степанова, А. С. Федотова [и др.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2021. – Т. 13, № 3. – С. 139-157.
4. Активность трансаминаз и лактатдегидрогеназы как показатели метаболизма у лошадей спортивного направления работоспособности / А. В. Андрийчук, Г. М. Ткаченко, И. В. Ткачова, Н. Н. Кургалюк // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 2, № 7. – С. 340-345.
5. Актуальность и проблематика гигиены ротовой полости у лошадей / С. Ю. Концевая, Д. А. Пекуровский, М. А. Моисеева, С. А. Навицкий // Иппология и ветеринария. – 2013. – № 2(8). – С. 23-27.
6. Алексеева, Е. И. Испытания верховых лошадей Северо-Западного федерального округа в 2019 году / Е. И. Алексеева, Н. В. Дорофеева, Т. Н. Головина // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 58. – С. 116-123.
7. Алексеева, Е. И. Разработка и внедрение актуальных методов ведения коневодства в России (на примере Ленинградской области) : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора

сельскохозяйственных наук / Алексеева Евгения Ивановна. – Санкт-Петербург, 2016. – 22 с.

8. Альбумин человека и его модификации в медицине неотложных состояний / Е. Г. Сорокина, В. П. Реутов, О. В. Карасева [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2025. – Т. 28, № 2. – С. 134-140.

9. Амандурдыев, Г. Применение пробиотиков в ветеринарной практике: влияние на здоровье и продуктивность лошадей / Г. Амандурдыев, К. Языев // Символ науки: международный научный журнал. – 2025. – Т. 2, № 4-1. – С. 107-108.

10. Анализ возможностей использования пробиотиков для повышения эффективности технологий выращивания индеек / С. В. Свергузова, И. Г. Шайхиев, Ж. А. Сапронова [и др.] // Экономика строительства и природопользования. – 2022. – № 4(85). – С. 147-155.

11. Антонов, А. В. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у спортивных лошадей : специальность 03.03.01 "Физиология" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Антонов Андрей Владимирович. – Боровск, 2013. – 38 с.

12. Артемова, Е. В. Особенности синтеза, активации и дезактивации глюкокортикоидов. Биологическая роль кортизола в метаболических нарушениях / Е. В. Артемова // Ожирение и метаболизм. – 2017. – Т. 14, № 2. – С. 48-52. – DOI 10.14341/omet2017248-52.

13. Афанасьева, И. А. Уровень кортизола и фагоцитарная активность лейкоцитов у спортсменов при высоких физических нагрузках / И. А. Афанасьева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – Т. 47, № 1. – С. 6-10.

14. Билирубин и сердечно-сосудистый риск / О. М. Драпкина, А. Я. Кравченко, А. В. Будневский [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, № 9. – С. 116-121.

15. Биолюминесцентное тестирование слюны спортивных лошадей: перспективы использования / Л. Ю. Штумпф, О. В. Колесник, Л. В. Степанова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56, № 6. – С. 1199-1208.

16. Биохимические изменения крови верховых спортивных лошадей под влиянием физической нагрузки / Д. А. Антонец, А. А. Пенькова, А. А. Корнийчук, А. А. Шевердук // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 24–26 марта 2021 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 124-127.

17. Биохимические показатели лошадей, использующихся в конном туризме / А. В. Андрийчук, Г. М. Ткаченко, И. В. Ткачова, Н. Н. Кургалюк // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 406-410.

18. Биохимия мышечной деятельности: учебник для студентов физического воспитания и спорта / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. - Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.

19. Блажко, А. А. Снижение количества тромбоцитов и фибриногена при нарастании продолжительности физической нагрузки в эксперименте / А. А. Блажко, А. В. Ефимов // Scientist (Russia). – 2022. – № 4(22). – С. 42.

20. Болаев, В. К. Разведение лошадей арабской породы в ООО "Кировский" Яшкульского района Республики Калмыкия / В. К. Болаев // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Солёное Займище, 29 февраля 2016 года. – Солёное Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. – С. 3416-3420.

21. Бородкина, Е. Ю. Показатели крови племенных и спортивных лошадей в связи с функциональным состоянием : специальность 03.00.13 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Бородкина Елена Юрьевна. – Рязань, 2008. – 18 с.

22. Брещенко, Е. Е. Биологически активные вещества. Витамины, ферменты, гормоны: учебно-методическое пособие / Е. Е. Брещенко, К. И. Мелконян. – Под ред. И.М. Быкова. – Краснодар, 2019. – 125 с.
23. Будко, А. Н. Анализ современных биохимических методов диагностики перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов / А. Н. Будко, Е. А. Мороз, А. И. Нехвядович // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 2(8). – С. 103-108.
24. Вавилова, Т. П. Биологическая химия. Биохимия полости рта / Т. П. Вавилова, А. Е. Медведев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 560 с.
25. Васильева, А. О. Гигиеническая оценка двигательной активности школьников по величине минерализующего потенциала слюны и ее микрокристаллизации / А. О. Васильева, Г. В. Павлова, Т. Ф. Караваева // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 598.
26. Васильева, А. П. Влияние типовых особенностей чистокровных арабских лошадей на их скаковую работоспособность : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Васильева Александра Павловна. – Москва, 2011. – 133 с.
27. Васильева, М. Е. Регуляторная роль гормонального профиля в изменении клеточного состава крови у спортсменов: сезонные и дисциплинарные особенности / М. Е. Васильева, В. А. Кащенко, Е. Р. Бойко // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9, № 2(32).
28. Васильева, С. В. Биологическая химия. Теоретические вопросы и контрольные задания : учебно-методическое пособие для вузов / С. В. Васильева, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 152 с.
29. Васильева, С. В. Изменение показателей гепатоцеллюлярного повреждения и холестаза в связи с уровнем билирубина у лошадей / С. В. Васильева, А. В. Прусаков, М. С. Голодяева // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 2. – С. 106-108.

30. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. – Издание 2-е, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2017. – 188 с.
31. Великодная, Е. К. Анализ заболеваемости лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки / Е. К. Великодная, А. Ю. Солодилова // Материалы 79-й международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 31 марта – 07 апреля, 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2025. – С. 51-53.
32. Великодная, Е. К. Влияние длительной аэробной нагрузки на показатели крови лошадей арабской породы / Е. К. Великодная // ВестникКрасГАУ. – 2025. – № 11(224). – С. 156-168.
33. Великодная, Е. К. Влияние физических нагрузок на иммуно-биохимический статус спортивных лошадей (обзор литературы) / Е. К. Великодная, Л. Ю. Карпенко // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2025. – № 2(66). – С. 3-12.
34. Великодная, Е. К. Динамика показателей лейкограммы спортивных лошадей под влиянием пробиотика / Е. К. Великодная // Международный вестник ветеринарии. – 2026. – № 1. – С. 233-242.
35. Великодная, Е. К. Изменение лейкограммы спортивных лошадей под влиянием физической нагрузки разной интенсивности / Е. К. Великодная // Иппология и ветеринария. – 2026. – № 1(59). – С. 93-99. – DOI 10.52419/2225-1537/2026.1.93-99.
36. Великодная, Е. К. Изучение микрокристаллизации слюны лошадей / Е. К. Великодная, А. Ю. Солодилова // Знания молодых для развития ветеринарно медицины и АПК страны : материалы XIV международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященные 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Санкт-Петербург: ИП Перевощикова Юлия, 2025. – С. 102-103.

37. Великодная, Е. К. Исследование микробиома спортивных лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки / Е. К. Великодная, А. Ю. Солодилова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 300-летию РАН, Санкт-Петербург, 21-22 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Перевощикова Юлия Владимировна, 2024. – С. 99-101.

38. Великодная, Е. К. Оценка динамики развития соревнований по дистанционным пробегам лошадей в Ленинградской области / Е. К. Великодная // Материалы 80-й международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 13–20 апреля 2026 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2026. – С. 36-38.

39. Великодная, Е. К. Оценка конкурентоспособности лошадей разных пород в дисциплине конного спорта – дистанционные пробеги / Е. К. Великодная, Л. Ю. Карпенко // Global Issues Forum 2025: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Zootechnology, Pedagogical and Philological Sciences : Материалы IV международного научно-практического форума, Москва, 10–14 ноября 2025 года. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина, 2025. – С. 98-102.

40. Взаимосвязь кишечной микробиоты и железодефицитной анемии / А. Э. Бакирова, Д. Г. Алексеев, А. С. Парцерняк, Б. А. Бакиров // Эффективная фармакотерапия. – 2024. – Т. 20. № 30. – С. 56-62.

41. Виды адаптации к физическим нагрузкам / А. Г. Галимова, Б. В. Дагбаев, М. Д. Кудрявцев, Г. Я. Галимов // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. – 2018. – № 1. – С. 52-58.

42. Витаминный статус лыжников-гонщиков высокой квалификации в течение годового тренировочного цикла / Н. А. Мартынов, Н. Н. Потолицына, В. В. Володин [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 4. – С. 54-58.

43. Витаминны как основа иммунометаболической терапии / А. А. Савченко, Е. Н. Анисимова, А. Г. Борисов, А. Е. Кондаков. – Красноярск : Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, 2011. – 213 с.

44. Влияние интервального тренинга на биохимические показатели сыворотки крови лошадей, участвующих в дистанционных конных пробегах на 80 км / Б. С. Семенов, В. А. Гусева, А. В. Назарова, Т. Ш. Кузнецова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2023. – № 2(58). – С. 3-10.

45. Влияние курения табака на состав ротовой жидкости рабочих Красноуральского медеплавильного комбината / В. С. Молвинских, Т. М. Еловикова, Н. А. Белоконова, Г. Я. Липатов // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения : Материалы I Международной (71 Всероссийской) научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 13–15 апреля 2016 года. – Екатеринбург: Уральский государственный медицинский университет, 2016. – С. 2403-2406.

46. Влияние спортивных нагрузок на работу эндокринной системы у мужчин / М. А. Берковская, А. А. Эльмурзаева, А. Л. А. Эдаев [и др.] // Consilium Medicum. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 263-268.

47. Влияние тренинга на биохимические показатели крови у лошадей, участвующих в соревнованиях по дистанционным пробегам / Б. С. Семенов, В. А. Гусева, Т. Ш. Кузнецова, А. В. Назарова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2022. – № 3(55). – С. 8-14.

48. Гаврилова, С. О. Особенности уровней тестостерона и кортизола гребцов-академистов для прогнозирования успешности соревновательной деятельности / С. О. Гаврилова // Современные достижения химико-биологических наук в профилактической и клинической медицине : СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 3-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 110-ЛЕТИЮ ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА А. П. БРЕСТКИНА, Санкт-Петербург, 01–02 декабря 2022 года. Том Часть 1. – Санкт-

Петербург: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, 2022. – С. 241-248.

49. Гематологические и биохимические показатели крови спортивных лошадей украинской верховой и тракенской пород / Н. В. Черный, О. С. Мачула, А. О. Крылова [и др.] // Научный вестник национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицкого. – 2017. – Т. 19, № 73. – С. 118-121.

50. Гематологические и физиологические показатели лошадей рысистых пород при легкой работе / Ю. А. Мерк, Е. Д. Лепухова, Д. А. Антонец [и др.] // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XV Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 26–27 марта 2020 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 242-244.

51. Гематологические показатели и маркеры окислительного стресса у лошадей крымского типа, участвующих в пробегах / А. В. Андрийчук, И. В. Ткачева, Г. М. Ткаченко [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17 (2). – С. 171-178.

52. Голиков, П. П. Механизмы активации перекисного окисления липидов и мобилизации эндогенного антиоксиданта а-токоферола при стрессе / П. П. Голиков, Б. В. Давыдов, С. Б. Матвеев // Вопросы медицинской химии, 1987. – Т. 33, № 1. – С. 47-50.

53. Голубева, М. Г. Влияние физической нагрузки на функциональное состояние мембран эритроцитов / М. Г. Голубева // Спортивная медицина: наука и практика. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 55-64.

54. Голубь, А. А. Изменения степени микрокристаллизации ротовой жидкости под воздействием курения на фоне соматической патологии / А. А. Голубь, Т. С. Чемикосова, О. А. Гуляева // Проблемы стоматологии. – 2010. – № 1. – С. 5-7.

55. Горбунова, О. Е. Новый взгляд на билирубин как антиоксидант и маркер прогноза при ишемической болезни сердца / О. Е. Горбунова, А. Т.

Абдрашитова, Г. А. Нагметова // Приоритетные направления развития науки и образования / Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 17-24.

56. Грязных, А. В. Влияние тестовой мышечной нагрузки на постпрандиальный уровень ферментов в сыворотке крови спортсменов различных специализаций / А. В. Грязных // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 1. – С. 20-26.

57. Грязных, А. В. Восстановление панкреатической секреции после действия физической нагрузки / А. В. Грязных, М. В. Горохова // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9-1. – С. 40-44.

58. Гусакова, Е. А. Значение глюкокортикоидов в организации стресс-реакции организма / Е. А. Гусакова, И. В. Городецкая // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 24-35.

59. Демидова, Т. Ю. Влияние физической активности на пролактин и гормоны щитовидной железы / Т. Ю. Демидова, Д. В. Скуридина, А. С. Кочина // Академия медицины и спорта. – 2021. – Т. 2, № 3. – С. 25-29.

60. Динамика половых гормонов в крови тренируемых рысистых кобыл / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. Г. Козырев, С. С. Маркин // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49, № 3. – С. 182-186.

61. Доева, А. Н. Влияние физических нагрузок на изменения лизоцима крови спортсменов / А. Н. Доева, К. Э. Кетоев, В. К. Доев // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2021. – Т. 6, № 3. – С. 72-75.

62. Дубровский, В. И. Спортивная медицина: учебник / В. И. Дубровский. – 2-е изд., доп. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 512 с.

63. Еловикова, Т. М. Слюна как биологическая жидкость и ее роль в здоровье полости рта / Т. М. Еловикова, С. С. Григорьев. – Екатеринбург : Индивидуальный предприниматель Суворова Любовь Владимировна Издательский Дом "Тираж", 2018. – 69 с.

64. Емельянов В. В. Биохимия : учебное пособие / В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская ; Министерство образования и науки Российской

Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 132 с.

65. Ермолаева, Е. Н. Изменение липидного состава крови под влиянием однократной физической нагрузки субмаксимальной мощности (экспериментальное исследование) / Е. Н. Ермолаева // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 123-125.

66. Ермолаева, Е. Н. Индикаторы повреждения при физических нагрузках различной интенсивности / Е. Н. Ермолаева, Л. В. Кривохижина // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1-9. – С. 1815-1821.

67. Ермолаева, Е. Н. Особенности липидемии при хронической физической нагрузке субмаксимальной мощности / Е. Н. Ермолаева, Л. В. Кривохижина // Омский научный вестник. – 2015. – № 2(144). – С. 43-46.

68. Зиновьева, С. А. Динамика некоторых биохимических показателей крови лошадей, выполняющих скоростно-силовую нагрузку / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий : материалы докладов научно-практической конференции с международным участием / под общей редакцией Л. П. Корякиной. Якутск : Дани-Алмас, 2021. – С. 234–238.

69. Зиновьева, С. А. Реакция организма лошадей рысистых и тяжеловозных пород на скоростно-силовую нагрузку / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Коневодство и конный спорт. – 2022. – № 2. – С. 17-20.

70. Иванов, А. А. Клиническая лабораторная диагностика / А. А. Иванов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 432 с. – ISBN 978-5-507-46278-0.

71. Иванов, А. А. Показатели крови лошадей чистокровной арабской породы в разные периоды скакового сезона / А. А. Иванов, В. Х. Хотов, Л. В. Петрикеева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 5. – С. 119-126.

72. Иванова, Н. В. Усовершенствование системы спортивного тренинга лошадей в конных заводах юга России : специальность 06.02.10 "Частная

зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Иванова Надежда Владимировна. – Дивово, 2011. – 100 с.

73. Иванчикова, Н. Н. Особенности иммунного статуса спортсменов (обзор литературы) / Н. Н. Иванчикова, Н. В. Шераш // Прикладная спортивная наука. – 2021. – № 2(14). – С. 91-96.

74. Изменение гематологических показателей крови у лошадей, участвующих в конных дистанционных пробегах / Б. С. Семенов, В. А. Гусева, Т. Ш. Кузнецова, А. В. Назарова // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 3. – С. 193-199.

75. Изменение уровня лизоцима при острой соматической боли у взрослых крыс / В. Г. Овсянников, С. В. Шлык, В. В. Алексеев [и др.] // Медицинский вестник Юга России. – 2013. – № 3. – С. 66-68.

76. Изучение кишечных микробных профилей *Equus ferus caballus* методом NGS-секвенирования / Е. И. Алексеева, А. В. Дубровин, Г. Ю. Лаптев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 4. – С. 671-681.

77. Иммунные дисфункции у высококвалифицированных спортсменов и нутритивная реабилитация / Э. Н. Трушина, О. К. Мустафина, Д. Б. Никитюк, В. Д. Кузнецов // Вопросы питания. – 2012. – Т. 81, № 2. – С. 73-80.

78. Иммунологические аспекты синдрома перетренированности / С. Г. Щербак, Д. А. Вологжанин, С. В. Макаренко [и др.] // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. – 2025. – Т. 7, № 1. – С. 65-77.

79. Иммунологические показатели крови старых лошадей / М. В. Щипакин, И. Б. Дугучиев, Н. В. Зеленовский [и др.] // Медицинская иммунология. – 2017. – Т. 19, № 5. – С. 428.

80. Иорданская, Ф. А. Кальций в крови: диагностическое и прогностическое значение в мониторинге функционального состояния высококвалифицированных спортсменов / Ф. А. Иорданская, Н. К. Цепкова // Вестник спортивной науки. – 2009. – № 3. – С. 33-35.

81. Иппологическая геронтология: биохимия крови старой лошади / А. В. Грызлова, Н. В. Зеленовский, Д. В. Билевич [и др.] // Иппология и ветеринария. – 2016. – № 3(21). – С. 6-9.
82. Кабасова, И. А. Оценка функционального состояния и степени тренированности спортивных лошадей при применении различных систем тренинга / И. А. Кабасова, Н. П. Петрушко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 21-2. – С. 306-312.
83. Калинкова, Л. В. Генетическая характеристика внутрипородных типов чистокровных арабских лошадей в России / Л. В. Калинкова, А. Е. Шемарыкин // Генетика и разведение животных. – 2020. – № 4. – С. 54-60.
84. Калинкова, Л. В. Эффективность дополнительных микросателлитных маркеров при тестировании чистокровных арабских лошадей на достоверность происхождения / Л. В. Калинкова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 12. – С. 51-57.
85. Калишьян, М. С. Биологические маркеры в современной ветеринарной практике / М. С. Калишьян // Ветеринарная патология. – 2022. – № 4(82). – С. 40-48.
86. Каминская, Л. А. Биохимические исследования слюны в клинической стоматологии / Л. А. Каминская. – Екатеринбург : ООО "ИИЦ "Знак качества", 2021. – 260 с.
87. Капитонова, А. Н. Гипербилирубинемия в спорте высших достижений / А. Н. Капитонова, И. В. Круглова, А. Б. Чадина // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2, № 4(5). – С. 16-22.
88. Карпенко, Л. Ю. Антиоксидантный статус жеребых кобыл / Л. Ю. Карпенко, Э. Н. Селимова, Р. Н. Селимов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины" : научно-практический журнал. – Витебск, 2008. – Том 44, № 1. – С. 115-116.
89. Карпенко, Л. Ю. Влияния применения препарата "Хелавит" на состояние антиоксидантной защиты лошадей / Л. Ю. Карпенко, Р. Н. Селимов, Э.

Н. Селимова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины" : научно-практический журнал. – Витебск, 2007. – Т. 43, № 1. – С. 96-98.

90. Карпенко, Л. Ю. Динамика содержания тиреоидных гормонов в сыворотке крови лошадей в связи с обеспеченностью организма йодом и селеном / Л. Ю. Карпенко, Р. Н. Селимов, А. А. Бахта // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 203. – С. 118-122.

91. Карюк, Е. А. Иммунный статус, естественный микробиоценоз, минеральный обмен и их коррекция у спортивных лошадей : специальность 16.00.03 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Карюк Елена Анатольевна. – Уфа, 2004. – 19 с.

92. Кеберле, С. П. Влияние физической нагрузки на функциональную активность нейтрофилов у студентов / С. П. Кеберле, Д. Д. Наркевич, Ю. В. Саранчина // Евразийский кардиологический журнал. – 2019. – № S2. – С. 40-41.

93. Клиническая биохимия в диагностике болезней лошадей / Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, А. И. Козицына, В. В. Крюкова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. – 65 с.

94. Козлов, В. А. Витамины. История. Химия. Биохимия. Фармакология. Клиника : учебное пособие / В. А. Козлов. – 2-е издание с изменениями и дополнениями. – Чебоксары : Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2008. – 144 с.

95. Козлов, С. А. Коневодство : Учебник для вузов / С. А. Козлов, С. А. Зиновьева, С. С. Маркин. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 408 с.

96. Козлов, С. А. Функциональная система дыхания лошадей рысистых пород, возможность повышения ее аэробной производительности : специальность 03.00.13 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Козлов Сергей Анатольевич. – Москва, 2000. – 42 с.

97. Колосова, Н. Г. Влияние гормонов надпочечников на распределение токоферола в организме / Н. Г. Колосова, Р. Н. Матаев, В. Ю. Куликов //

Биоантиоксидант : Тезисы II всесоюзной конференции, Черноголовка, 14–16 мая 1986 года. – Черноголовка: Академия наук СССР, 1986. – С. 137-138.

98. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман ; Я. Кольман, К.-Г. Рём; Пер. с нем. Л. В. Козлова [и др.] под ред. П. Д. Решетова и Т. И. Соркиной. – Москва : Мир, 2004. – 469 с.

99. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных : учеб. пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 384 с.

100. Коноплев, В. А. Визуальные методы диагностики в оценке патологий опорно-двигательного аппарата у лошадей : специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / В. А. Коноплев. – Санкт-Петербург, 2020. – 19 с.

101. Концевая, С. Ю. Влияние лигфола на углеводный обмен у лошадей в условиях тренинга / С. Ю. Концевая, М. А. Дерхо, Л. Р. Мансурова // Ветеринария. – 2007. – № 5. – С. 47-50.

102. Концентрация высокочувствительного тропонина I в ротовой жидкости у пациентов с острым инфарктом миокарда: пилотное исследование / А. М. Чаулин, П. Д. Дуплякова, Г. Р. Бикбаева [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25, № 12. – С. 17-22.

103. Корреляционный анализ показателей функции щитовидной железы у клинически здоровых собак / Л. Ю. Карпенко, О. Н. Ершова, А. А. Бахта, А. И. Козицына // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 4. – С. 145-147.

104. Косорыгина, К. Ю. Теория и методика конного спорта : Учебное пособие, вопросы и ответы для студентов спортивных вузов / К. Ю. Косорыгина, Л. В. Тарасова. – Смоленск : Смоленский государственный университет спорта, 2024. – 187 с.

105. Кристаллические агрегаты ротовой жидкости у больных с патологией желудочно-кишечного тракта / А. Б. Денисов, Г. М. Барер, Т. М. Стурова, И. В. Маев // Российский стоматологический журнал. – 2003. – № 2. – С. 27-29.

106. Крячко, О. В. Влияние технологического стресса на иммунологическую реактивность поросят / О. В. Крячко, А. О. Будник // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 2. – С. 155-161.
107. Крячко, О. В. Сравнительная оценка моделей экспериментального стресса у кроликов по изменению гематологических и метаболических показателей / О. В. Крячко, А. М. Таран // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 143-146.
108. Кудряшов, А. А. Причины падежа лошадей / А. А. Кудряшов, В. А. Миронов // Ветеринария. – 1994. – № 4. – С. 15-16.
109. Ласков А. А. Тренинг и испытания скаковых лошадей / А. А. Ласков. – М.: Колос, 1982. – 222 с.
110. Литусов, Н. В. Эшерихии: учебное пособие / Н. В. Литусов. – Екатеринбург : Изд-во УГМА, 2016. – 36 с.
111. Лошади. Биологические основы. Использование. Пороки. Болезни : учебник / А. А. Стекольников, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2016. – 576 с.
112. Лысиков, Ю. А. Углеводы в клиническом питании / Ю. А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2013. – № 2. – С. 89-110.
113. Макарова, О. А. Лейкоциты периферической крови и миелопоэз при стрессе и его ограничении / О. А. Макарова, Л. С. Васильева // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2002. – Т. 31, № 2. – С. 27-28.
114. Малев, А. А. Бактерицидная активность сыворотки крови различных видов животных, её диагностическая значимость : специальность 16.00.03 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Малев Анатолий Александрович. – Казань, 2009. – 23 с.
115. Мансурова, Л. Р. Влияние возраста и физической нагрузки на адаптационные ресурсы организма лошадей : специальность 03.00.13 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Мансурова Лилия Робертовна. – Троицк, 2009. – 24 с.

116. Маркин, С. С. Биохимический и гормональный статус организма лошадей советской тяжеловозной породы, подготовленных к испытаниям по программе тяжеловозного троеборья / С. С. Маркин, С. А. Зиновьева, С. А. Козлов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2024. – № 3(67). – С. 69-74.

117. Маркин, С. С. Влияние скоростно - силовой нагрузки на некоторые метаболические и энзимологические показатели у лошадей крупных тяжеловозных пород / С. С. Маркин, С. А. Зиновьева, С. А. Козлов // Коневодство и конный спорт. – 2022. – № 3. – С. 14-17.

118. Маркин, С. С. Некоторые особенности метаболизма лошадей при разном режиме двигательной активности / С. С. Маркин, С. А. Зиновьева, С. А. Козлов // Иппология и ветеринария. – 2020. – № 3(37). – С. 52-59.

119. Маркин, С. С. Оценка влияния силовой нагрузки на организм тяжеловозных лошадей / С. С. Маркин, С. А. Зиновьева, С. А. Козлов // Коневодство и конный спорт. – 2024. – № 3. – С. 23-25.

120. Марковчин, А. А. Физиологические особенности тромбоцитов / А. А. Марковчин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1437.

121. Меерсон, Ф. З. Предупреждение стрессорных и гипоксических повреждений сердца с помощью антиоксиданта ионола / Ф. З. Меерсон, В. Е. Каган, Л. Ю. Голубева // Кардиология. – 1979. – № 8. – С. 108-111.

122. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М. : Медицина, 1988. – 256 с.

123. Меерсон, Ф. З. Предупреждение активации перекисного окисления липидов и повреждения антиоксидантных систем миокарда при стрессе и экспериментальном инфаркте / Ф. З. Меерсон, В. Е. Каган, Ю. В. Архипенко [и др.] // Кардиология. — 1981. – № 12. – С. 55-60.

124. Михайлов, С. С. Спортивная биохимия : Учебник для вузов и колледжей физической культуры / С. С. Михайлов. – Москва : Советский спорт, 2013. – 348 с.

125. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / И. Л. Рыбина, А. И. Нехвядович, А. Н. Будко, Е. А. Мороз // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 2(6). – С. 62-71.
126. Муллагалиева, О. А. Оценка активности нейтрофилов лошадей при дегельминтизации препаратом из группы макроциклических лактонов на фоне пробиотика / О. А. Муллагалиева, Е. Н. Закрепина, Ю. А. Воеводина // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 1. – С. 108-116.
127. Назаренко, Г. И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г. И. Назаренко, А. А. Кишкун. – М.: Медицина, 2002. – 540 с.
128. Напалков, Д. А. К вопросу о прогностической значимости уровня сердечных тропонинов у больных хронической сердечной недостаточностью / Д. А. Напалков, Е. Н. Головенко, В. А. Сулимов // Лечащий врач. – 2009. – № 2. – С. 14-16.
129. Наумова, Е. Ю. Динамика уровня стероидных гормонов в крови двухлетних рысистых лошадей на разных этапах ипподромного тренинга / Е. Ю. Наумова, С. А. Козлов, С. Г. Козырев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50, № 4. – С. 110-113.
130. Окислительный стресс у спортивных лошадей в динамике физических нагрузок / А. В. Андрийчук, И. В. Ткачева, Г. М. Ткаченко [и др.] // Животноводство и биотехнологии. – 2013. – Т. 34. – С. 451-458.
131. Опыт лечения лошадей с короткими неполными сагиттальными переломами проксимальной фаланги / С. В. Чернигова, М. В. Сучков, Н. В. Зубкова, А. И. Карклин // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 4. – С. 421-426.
132. Оришев, З. Х. Научно-практические приемы тренинга и испытаний лошадей чистокровной верховой породы : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Оришев Залим Хасанбиевич. – Нальчик, 2008. – 22 с.
133. Орлов, А. А. Влияние физических нагрузок на резистентность организма спортсменов / А. А. Орлов // Педагогика, психология и медико-

биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – № 6. – С. 209-212.

134. Орлова, Н. Е. Адаптационные гематологические реакции у скаковых лошадей при физической нагрузке / Н. Е. Орлова, С. А. Позов, М. Е. Пономарева // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 5. – С. 71-76.

135. Орлова, Н. Е. Особенности адаптации конкурных и скаковых лошадей к физическим нагрузкам / Н. Е. Орлова, М. Е. Пономарева // Адаптация и реактивность домашних животных : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания кафедры физиологии животных, Москва, 23–24 апреля 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное объединение "Сельскохозяйственные технологии", 2020. – С. 163-167.

136. Основы биохимии : учебное пособие / В. В. Лелевич, И. О. Леднёва, М. Н. Курбат [и др.]. Под ред. В. В. Лелевича – Гродно : ГрГМУ, 2010. – 324 с.

137. Особенности метаболизма сердечных тропонинов (обзор литературы) / А. М. Чаулин, Л. С. Карсян, Е. В. Григорьева [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2019. – Т. 8, № 4. – С. 103-115.

138. Особенности метаболизма тиреоидных гормонов у лошадей в условиях недостатка йода и селена / А. А. Стекольников, Л. Ю. Карпенко, А. Б. Андреева, А. А. Бахта // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 2(14). – С. 96-100.

139. Островский, О.В. Биохимия полости рта : учебное пособие / О. В. Островский, В. А. Храмов, Т. А. Попова ; Волгоградский государственный медицинский университет. – Волгоград : Волгоградский государственный медицинский университет, 2010. – 184 с.

140. Оценка степени повреждения мышц и миокарда у спортсменов с использованием биохимических автоматизированных методов / В. В. Дорофейков, М. С. Смирнов, Т. Г. Невзорова, Е. В. Шапот // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 10. – С. 55-57.

141. Оценка функциональной надежности спортсменов по показателям обменных процессов организма / Р. С. Рахманов, С. А. Разгулин, Т. В. Блинова [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 1. – С. 44-48.

142. Панель наиболее информативных тестов для оценки резистентности животных: методические рекомендации / П. Н. Смирнов, Н. В. Ефанова, В. В. Храпцов [и др.]. – Новосибирск, 2011. – 27 с.

143. Пероксидная резистентность эритроцитов и содержание маркеров окислительного стресса в крови лошадей украинской верховой породы в динамике физических нагрузок / А. В. Андрийчук, Г. М. Ткаченко, Н. Н. Кургалюк [и др.] // Известия КГТУ. – 2015. – № 36. – С. 93-106.

144. Перспективы использования результатов анализа слюны при планировании тренировочного режима спортсменов / Л. В. Вельская, О. А. Голованова, В. Г. Турманидзе, Е. С. Шукайло // Омский научный вестник. – 2011. – № 6(102). – С. 175-178.

145. Петрикеева, Л. В. Показатели гомеостаза лошадей чистокровной арабской породы в период ипподромных испытаний : специальность 03.03.01 "Физиология" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Петрикеева Лидия Владимировна. – Москва, 2017. – 22 с.

146. Письменский, И. А. Физическая культура : учебник / И. А. Письменский, Ю. Н. Аллянов. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 493 с.

147. Повышение концентрации тропонина-1 в слюне пациентов с ишемической болезнью сердца коррелирует со стадией развития заболевания / В. А. Бунин, К. Л. Козлов, Н. С. Линькова, Е. М. Пальцева // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2017. – Т. 6, № S4. – С. 13-14.

148. Показатели иммунного профиля крыс, подвергшихся хронической физической нагрузке в эксперименте / Е. Н. Ермолаева, С. Л. Сашенков, Е. Ф. Сурина-Марышева, В. И. Петухова // Современные проблемы науки и образования. – 2023. – № 4. – С. 118. – DOI 10.17513/spno.32845.

149. Полякова, Е. В. Оценка уровня тренированности спортивных лошадей методом газоразрядной визуализации (ГРВ) : специальность 03.00.13 : автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Полякова Евгения Владимировна. – Дивово, 2004. – 20 с.

150. Порфирьев, И. А. Скорость оседания эритроцитов у лошадей разных пород / И. А. Порфирьев, Е. Д. Сотникова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2011. – № 1. – С. 67-79.

151. Послов, Г. А. Влияние некоторых видов стресса на организм спортивных лошадей и возможности его фармакоррекции : специальность 16.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Послов Геннадий Алексеевич. – Санкт-Петербург, 1999. – 184 с.

152. Потемкин, В. В. Эндокринология: Учебник / В. В. Потемкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1986. – 429 с.

153. Потолицына, Н. Н. Витаминный статус у представителей различных видов спорта перед соревнованиями / Н. Н. Потолицына, А. В. Нутрихин, Е. Р. Бойко // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 20-27.

154. Правила вида спорта «Конный спорт». Глава XIII. Пробег. – Текст : электронный // Министерство спорта Российской Федерации : официальный сайт. – 2025. – URL: <https://minsport.gov.ru/activity/government-regulation/vidy-sporta-razvivaemye-na-obshherossijskom-urovne/letnie-olimpijskie-vidy-sporta-2/konnyj-sport-1/> (дата обращения: 03.03.2026)

155. Применение препарата Иверсан при гельминтозах лошадей / С. В. Енгашев, Е. С. Енгашева, Л. М. Белова [и др.] // Ветеринария. – 2018. – № 8. – С. 42-45.

156. Применение фармакологических препаратов при тренировке быстроаллюрных лошадей / С. С. Сергиенко, Г. Ф. Сергиенко, Н. В. Власова, Н. Б. Боровая // Научные труды ВНИИК. – 1985. – С. 79-90.

157. Работоспособность лошадей в выездке в зависимости от различных параметров / И. Б. Науменко, В. А. Демин, И. Б. Цыганок [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2021. – № 6. – С. 37-38.

158. Рогожина, Л. В. Влияние физической нагрузки на содержание тиреоидных гормонов и кортизола у лошадей / Л. В. Рогожина // Актуальные

вопросы развития коневодства : Материалы I Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Уссурийск, 13–14 октября 2022 года / Отв. редактор И. И. Бородин. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 38-40.

159. Родионова, Л. В. Физиологическая роль макро- и микроэлементов (обзор литературы) / Л. В. Родионова // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 6(44). – С. 195-198.

160. Романова, О. В. Идиопатический колит лошадей (колит X): этиопатогенез, клинико-анатомическое проявление / О. В. Романова, А. А. Кудряшов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2010. – № 2(6). – С. 11-15.

161. Романова, О. В. Патогенетические аспекты лечебного применения пробиотиков при патологии органов пищеварения у лошадей : специальность 16.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Романова Ольга Владимировна. – Санкт-Петербург, 2000. – 139 с.

162. Рудницкий, Л. В. Заболевания щитовидной железы. Лечение и профилактика. / Л. В. Рудницкий. – 2-е изд. – СПб: Питер, 2009. – 129 с.

163. Рябова, Е. В. Экстерьерные особенности арабских лошадей разных внутрипородных типов / Е. В. Рябова, И. Б. Цыганок, В. А. Демин // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 3(41). – С. 16-22.

164. Севастьянова, Т. В. Применение высокоэффективных функциональных кормовых добавок в рационе спортивных лошадей / Т. В. Севастьянова, Б. В. Уша // Аграрная наука. – 2021. – № 7-8. – С. 71-74.

165. Сейранов, С. Г. Контроль за физическими нагрузками по мочеvine / С. Г. Сейранов // Лыжный спорт. Том Выпуск 1. – Москва : Издательство Физкультура и спорт, 1986. – С. 19-23.

166. Селезнева, И. С. Биохимические изменения при занятиях физкультурой и спортом : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета в качестве учебного пособия для студентов вуза, обучающихся по

направлению подготовки 49.03.01 «Физическая культура» / И. С. Селезнева, М. Н. Иванцова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2019. – 162 с.

167. Сергиенко, В. С. Зоотехнические и физиологические особенности спортивных лошадей, выступающих в соревнованиях по выездке : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Сергиенко Валентина Сергеевна. – Дивово, 2008. – 21 с.

168. Сергиенко, Г. Ф. Физиологические и биохимические аспекты тренинга быстроаллюрных лошадей : специальность 03.00.13 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Сергиенко Галина Федоровна. – п. Дубровицы, Московской обл., 1998. – 34 с.

169. Системный анализ уровня КФК общего, как потенциального индикатора мышечной патологии у лошадей с ламинитом / А. М. Нефедов, В. И. Луцай, А. А. Руденко [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 61-66.

170. Солодков, А. С. Физиология спорта : учебное пособие / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб ; ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И ТУРИЗМУ, Санкт-Петербургская государственная академия физической культуры им. П. Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 1999. – 231 с.

171. Сорокин, О. В. Бифидобактерии: механизм действия, классификация, медико-биологическое значение и перспективы исследования / О. В. Сорокин, А. А. Запорожченко, М. А. Суботялов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2025. – Т. 11, № 2. – С. 204-223.

172. СПРАВОЧНИК. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных : Доклинические исследования /

Т. В. Абрашова, Я. А. Гущин, М. А. Ковалева [и др.]. – Санкт-Петербург : ООО "Издательство "ЛЕМА", 2013. – 116 с.

173. Сравнительная физиология животных : учебник / А. А. Иванов, О. А. Войнова, Д. А. Ксенофонтов, Е. П. Полякова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 416 с.

174. Столярова, Н. Ю. Общая клиническая гематология животных: методические рекомендации / Н. Ю. Столярова, Т.А. Власова. – М.: ВетИнформ, 2020. – 48 с.

175. Тамбовцева, Р. В. Биохимическая характеристика бега на различные дистанции / Р. В. Тамбовцева // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 5-7(14). – С. 36-39.

176. Тахир-Заде, С. М. Изменение показателей иммунного статуса и микробиоценоза кишечника у донской и карабахской пород лошадей при тренинге : специальность 03.03.01 "Физиология" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Тахир-Заде Сабухи Мазахир оглы. – Москва, 2014. – 18 с.

177. Тимофеев, А. А. Механизм адаптации к нагрузкам циклической направленности / А. А. Тимофеев // Научно-методическое обеспечение физического воспитания и спортивной подготовки студентов вузов : Материалы международной научно-практической конференции, Минск, 01–02 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный университет, 2018. – С. 601-603.

178. Тиреоидный статус при физических нагрузках / В. В. Корнякова, Я. А. Сауткин, М. В. Заболотных [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 5-1. – С. 175-179.

179. Углеводы: моно-, ди- и полисахариды / В. В. Шаройко, О. Г. Кузнецова, С. В. Агеев [и др.]. / Под ред. В. А. Островского. – СПб.: РИЦ ПСПбГМУ, 2023. – 80 с.

180. Уровень мочевины в крови как маркер степени восстановления в гребном спорте / А. И. Машкин, Е. В. Зацепина, М. В. Коломыцев, К. Н. Перепелица // E-Scio. – 2022. – № 9(72). – С. 1-6.

181. Физиология животных / Л. Ю. Карпенко, А. И. Енукашвили, Н. А. Панова [и др.]. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2024. – 262 с. – ISBN 978-5-00177-930-8.

182. Физиология животных и этология : Учеб. пособие для студентов вузов по специальности 310700 - Зоотехния и 310800 - Ветеринария / В. Г. Скопичев и др., – Москва : КолосС, 2004. – 717 с. – ISBN 5-9532-0028-5.

183. Хабарова, В. А. Динамика тренировочного процесса спортивных лошадей в условиях прессинга стресс-факторов среды обитания / В. А. Хабарова, В. Г. Семенов // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 23–24 апреля 2018 года / Вятский государственный университет; Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. Том Книга 1. – Киров: Вятский государственный университет, 2018. – С. 226-230.

184. Хайтин, В. Ю. Уровень креатинфосфокиназы крови как критерий восстановления у профессиональных футболистов в соревновательном периоде / В. Ю. Хайтин, С. В. Матвеев, М. Ю. Гришин // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 22-27.

185. Халилов, Р. А. Современное состояние чистокровной арабской породы лошадей, перспективы развития / Р. А. Халилов, Г. В. Королева, А. Е. Шемарыкин // Коневодство и конный спорт. – 2019. – № 5. – С. 4-6. – DOI 10.25727/HS.2019.5.37626.

186. Характеристика состояния организма лошадей на подготовительной стадии рысистого тренинга / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин, А. М. Зайцев // Коневодство и конный спорт. – 2019. – № 6. – С. 15-17. – DOI 10.25727/HS.2019.6.42528.

187. Холявко, Ю. А. Функциональное состояние системы мочевого выделения у спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ : специальность 03.00.13 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Холявко Юлия Александровна. – Краснодар, 2006. – 20 с.

188. Хохлова, А. В. Влияние лечебной физкультуры на заболевания мочевыводящих путей / А. В. Хохлова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2021. – Т. 11, № 10. – С. 220.

189. Цыбенко, Л. А. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови у крыс / Л. А. Цыбенко, П. С. Савина // Биология будущего: традиции и новации : материалы II Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых учёных (Екатеринбург, 01-05 октября 2012 г.). – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. – С. 289-291.

190. Чаулин, А. М. Влияние физических нагрузок на уровни сердечных тропонинов (обзор литературы) / А. М. Чаулин, Ю. В. Григорьева, Г. Н. Суворова // Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6, № 7. – С. 107-117.

191. Черемисинов, В. Н. Биохимия: учебное пособие / В. Н. Черемисинов. – М.: Физическая культура, 2009. – 352.

192. Чернигова, С. В. Изменение уровня цитокинов при лечении лошадей с острым травматическим асептическим тендовагинитом / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов, Н. В. Бабаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5(151). – С. 148-150.

193. Чернозуб, А. А. Характер и степень изменения уровня кортизола в крови нетренированных юношей в условиях острой силовой нагрузки / А. А. Чернозуб // Военная медицина. – 2014. – № 1(30). – С. 85-88.

194. Шараськина, О. Г. Влияние введения в рацион спортивных лошадей комбикормов из термически обработанного зерна на показатели работоспособности / О. Г. Шараськина // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 1. – С. 83-88.

195. Шараськина, О. Г. Вопросы нормирования грубых кормов в рационах спортивных лошадей / О. Г. Шараськина, Е. И. Алексеева // Современные тенденции развития зоотехнии и ветеринарии : Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора Саввы Николаевича Хохрина, Санкт-Петербург - Пушкин, 11 апреля 2025 года. – Санкт-

Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 216-218.

196. Шараськина, О. Г. Оценка содержания энергии в рационах лошадей, используемых в различных дисциплинах конного спорта, при одинаковом уровне нагрузок / О. Г. Шараськина // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 1.

197. Шараськина, О. Г. Сравнительный анализ систем нормирования обменной энергии в рационах лошадей / О. Г. Шараськина, Е. И. Алексеева // Вестник Курганской ГСХА. – 2024. – № 3(51). – С. 64-70.

198. Шартанова, Н. В. Особенности мукозального иммунитета у спортсменов высших достижений / Н. В. Шартанова // Эффективная фармакотерапия. – 2015. – № 48. – С. 34-38.

199. Шевченко, О. Г. Роль холестерина в структурной организации мембран эритроцитов / О. Г. Шевченко // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2010. – № 6. – С. 10-14.

200. Шемарыкин, А. Е. Анализ современного состояния чистокровной арабской породы лошадей в России / А. Е. Шемарыкин, Р. А. Халилов, Г. В. Королева // Коневодство и конный спорт. – 2022. – № 2. – С. 24-27.

201. Шемарыкин, А. Е. Эффективность долгосрочного программирования в селекции чистокровной арабской породы лошадей России : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шемарыкин Александр Евгеньевич, 2022. – 161 с.

202. Шешулина, Т. Б. Работоспособность и показатели воспроизводства племенных кобыл арабской чистокровной породы разных генеалогических групп : специальность 4.2.4. «Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шешулина Татьяна Борисовна. – Москва, 2025. – 24 с.

203. Шитикова, П. А. Развитие военно-исторического направления в конном туризме на примере КСК "Баллада" / П. А. Шитикова // Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 149-159. – EDN KCTCWQ.

204. Шлегель, Г. Г. Общая микробиология / Г. Г. Шлегель – М.: Книга по Требованию, 2013. – 568 с.
205. Шукуров, Ф. А. Лекции по нормальной физиологии. Лекция № 21. Тема: эндокринная функция поджелудочной железы, надпочечников и половых желез. Эндокринная функция плаценты. Женский менструальный цикл / Ф. А. Шукуров, Ф. Т. Халимова // Биология и интегративная медицина. – 2024. – № 5(70). – С. 19-33.
206. Ярулина, Д. Р. Бактерии рода *Lactobacillus*: общая характеристика и методы работы с ними: Учебно-методическое пособие / Д. Р. Яруллина, Р. Ф. Фахруллин. – Казань: Казанский университет, 2014. – 51 с.
207. Activities of enzymes in the malate-aspartate shuttle and the isoenzyme pattern of lactate dehydrogenase in plasma and peripheral leukocytes of lactating Holstein cows and riding horses / T. Arai, A. Inoue, Y. Uematsu [et al.] // Res Vet Sci. – 2003. – Vol. 75, № 1. – P. 15-19.
208. Acute effects of short duration, maximal exercise on cardiac troponin I in healthy horses / M. Durando, V. Reef, K. Kline, E. Birks // Equine and Comparative Exercise Physiology. – 2006. – Vol. 3, № 4. – P. 217-223.
209. Alkaline Phosphatase // D. Lowe, T. Sanvictores, M. Zubair, S. John. – Текст : электронный // ncbi.nlm.nih.gov : [сайт]. – 2026. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459201/> (дата обращения 04.03.2026).
210. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race / C. A. Williams, D. S. Kronfeldt, T. M. Hess [et al.] // J. Anim. Sci. – 2004. – Vol. 82, № 2. – P. 588 -594.
211. Assessing fitness in endurance horses / A. Fraipont, E. V. Erck, E. Ramery [et al.] // Can Vet J. – 2012. Vol. 53, № 3. – P. 311-314.
212. Aub, J. C. Endocrines: The use of testosterone / J. C. Aub // N Engl J Med. – 1940. – Vol. 222, № 21. – P. 877-881.
213. Bentley, R. Biosynthesis of vitamin K (menaquinone) in bacteria / R. Bentley, R. Meganathan // Microbiology and Molecular Biology Reviews journal. – 1982. – Vol. 46, № 3. – P. 241-280.

214. Biddle, A. S. An in vitro model of the horse gut microbiome enables identification of lactate-utilizing bacteria that differentially respond to starch induction / A. S. Biddle, S. J. Black, J. L. Blanchard // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, № 10:e77599.
215. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes / E. C. Lee, M. S. Fragala, S. A. Kavouras [et al.] // J Strength Cond Res. – 2017. – Vol. 31, № 10. – P. 2920–2937.
216. Blood phagocyte activity after race training sessions in Thoroughbred and Arabian horses / A. Cywinska, E. Szarska, A. Degorski [et al.] // Research in Veterinary Science. – 2013. – Vol. 95, № 2. – P. 459-464.
217. Blood-based assessment of oxidative stress, inflammation, endocrine and metabolic adaptations in eventing horses accounting for plasma volume shift after exercise / J. Giers, A. Bartel, K. Kirsch [et al.] // Vet Med Sci. – 2024. – Vol. 10, № 3. – e1409.
218. Blood-based markers for skeletal and cardiac muscle function in eventing horses before and after cross-country rides and how they are influenced by plasma volume shift / J. Giers, A. Bartel, K. Kirsch [et al.] // Animals (Basel). – 2023. – Vol. 13, № 19.
219. Cabaniss, C. D. Creatine Kinase / C. D. Cabaniss. – Текст : электронный // ncbi.nlm.nih.gov : [сайт]. – 2026. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK352/> (дата обращения 04.03.2026).
220. Changes in biochemical parameters in horses during 40 km and 80 km endurance races / K. Klobucar, Z. Vrbanac, J. Gotic, K. Bojanic // Acta Veterinaria. – 2019. – Vol. 69, № 1. – P. 73-87.
221. Changes in heart rate, arrhythmia frequency, and cardiac biomarker values in horses during recovery after a long-distance endurance ride / M. Flethoj, J. K. Kanters, M. M. Haugaard [et al.] // J Am Vet Med Assoc. – 2016. – Vol. 248, № 9. – P. 1034-1042.
222. Changes in saliva biomarkers during a standardized increasing intensity field exercise test in endurance horses / M. D. Contreras-Aguilar, J. J. Ceron, A. Munoz, I. Ayala // Animal. – 2021. – Vol. 15, № 6.

223. Changes in salivary and plasma cortisol levels in Purebred Arabian horses during race training session / W. Kedzierski, A. Cywinska, K. Strzelec, S. Kowalik // *Anim Sci J.* – 2014. – Vol. 85, № 3. – P. 313-317.
224. Changes in selected physiological and laboratory measurements in elite horses competing in a 160 km endurance ride / H. C. Schott, R. J. Marlin, R. J. Geor [et al.] // *Equine Vet J.* – 2006. – Vol. 36. – P. 37–42.
225. Changes of circulating total and free iodothyronines in horses after competitive show jumping with different fence height / A. Ferlazzo, C. Cravana, E. Fazio, P. Medica // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2014. – Vol. 34, № 7. – P. 876-881.
226. Comparison of the fecal microbiota of healthy horses and horses with colitis by high throughput sequencing of the V3-V5 region of the 16S rRNA gene / M. C. Costa, L. G. Arroyo, E. Allen-Vercor [et al.] // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7, № 7: e41484.
227. Comparison of the fecal microbiota of horses with intestinal disease and their healthy counterparts / T. Park, H. Cheong, J. Yoon [et al.] // *Vet Sci.* – 2021. – Vol. 8, № 6.
228. Comparison of the fecal microbiota with high- and low performance race horses / T. Park, J. Yoon, Y. Yun, T. Unno // *J Anim Sci Technol.* – 2024. – Vol. 66, № 2. – P. 425-437.
229. Comparison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high- and low-intensity exercise / A. Prince, R. Geor, P. Harris [et al.] // *Equine Veterinary Journal.* – 2002. – Vol. 34, № S34. – P. 95–99.
230. Cortisol variations to estimate the physiological stress response in horses at a traditional equestrian event / S. Olvera-Maneu, A. Carbajal, P. Serres-Corral, M. Lopez-Bejar // *Animals.* – 2023. – Vol. 13, № 3.
231. Costa, M. C. The equine intestinal microbiome / M. C. Costa, J. S. Weese // *Animal health research reviews.* – 2012. – Vol. 13, № 1. – P. 121-128.
232. Cytosolic ratio of malate dehydrogenase/lactate dehydrogenase activity in peripheral leukocytes of race horses with training / T. Arai, M. Hosoya, M. Nakamura // *Res Vet Sci.* – 2002. – Vol. 72, № 3. – P. 241-244.

233. Differential expression of the $\beta 2$ -adrenergic receptor by Th1 and Th2 clones. Implications for cytokine production and B cell help / B. Sanders, R. Baker, S. Ramer-Quinn // *J. Immunol.* – 1997. – Vol. 158. – P. 4200-4210.

234. Dynamics of total and free iodothyronines of jumping horses on the responses to competition and transport / E. Fazio, P. Medica, C. Cravana [et al.] // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2015. – Vol. 35, № 1. – P. 49-53.

235. Effect of intense exercise on the level of Bacteroidetes and Firmicutes Phyla in the digestive system of thoroughbred racehorses / W. Gorniak, P. Cholewińska, N. Szeligowska [et al.] // *Animals (Basel).* – 2021 – Vol. 11, № 2.

236. Effect of intestinal microbiota on exercise performance in mice / Y. J. Hsu, C. C. Chiu, Y. P. Li [et al.] // *J Strength Cond Res.* – 2015. – Vol. 29, № 2. – P. 552-558.

237. Effect of live yeast culture supplementation on apparent digestibility and rate of passage in horses fed a high-fiber or high-starch diet / J.-P. Jouany, J. Gobert, B. Medina [et al.] // *Journal of Animal Science.* – 2008. – Vol. 86, № 2. – P. 339-347.

238. Effect of racing on cardiac troponin I concentration and associations with cardiac rhythm disturbances in Standardbred racehorses / T. M. Rossi, P. A. Kavsak, M. G. Maxie [et al.] // *J Vet Cardiol.* – 2021. – Vol. 35. – P. 14-24.

239. Effect of single bouts of moderate and high intensity exercise and training on equine peripheral blood neutrophil function / S. L. Raidal, D. N. Love, G. D. Bailey, R. J. Rose // *Research in Veterinary Science.* – 2000. – Vol. 68. – P. 141-146.

240. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise / M. Yimcharoen, S. Kittikunnathum, C. Suknikorn [et al.] // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2019. – Vol. 16, № 1.

241. Effects of exercise stress on various immune functions in horse / C. W. Wong, S. E. Smith, Y. H. Thong [et al.] // *Am. J. Vet. Res.* – 1992. – Vol. 53, № 8. – P. 1414-1417.

242. Epinephrine exchanges platelet – neutrophil adhesion in whole blood in vitro / N. A. Hozn, D. M. Anatase, K. E. Hecker [et al.] // *International Anesthesia Research Society (Anesth. Annal.).* – 2005. – Vol. 100. – P. 520-526.

243. Evaluation of cardiac troponin I, atrial natriuretic peptide and some oxidative/antioxidative biomarkers in the serum and hemolysate of trained Arabian horses after exercise / R. Pourmohammad, M. Mohri, H. A. Seifi, K. Sardari // *Iran J Vet Res.* – 2020. – Vol. 21, № 3. – P. 211-215.

244. Evaluation of different blood parameters from endurance horses competing at 160 km / A. Ertelt, R. Merle, F. Stumpff [et al.] // *J Equine Vet Sci.* – 2021. – Vol. 104.

245. Exercise induced changes in salivary and serum metabolome in trained Standardbred / M. Bazzano, L. Laghi, C. Zhu [et al.] // *Metabolites.* – 2020. – Vol. 10, № 7.

246. Exercise-induced modification of the skeletal muscle transcriptome in Arabian horses / K. Ropka-Molik, M. Stefaniuk-Szmukier, K. Zukowski [et al.] // *Physiological Genomics.* – 2017a. – Vol. 49, № 6. – P. 318–326.

247. Expanded catalogue of metagenome-assembled genomes reveals resistome characteristics and athletic performance-associated microbes in horse / C. Li, X. Li, R. Guo // *Microbiome.* – 2023. – Vol. 11, № 1.

248. *Faecalibacterium prausnitzii* and human intestinal health / S. Miquel, R. Martin, O. Rossi [et al.] // *Current Opinion in Microbiology.* – 2013. – Vol. 16, № 3. – P. 255-261.

249. *Faecalibacterium prausnitzii*: from microbiology to diagnostics and prognostics / M. Lopez-Siles, S. H. Duncan, L. J. Garcia-Gil, M. Martinez-Medina // *The ISME Journal.* – 2017. – Vol. 11, № 4. – P. 841-852.

250. Farhana, A. Biochemistry, Lactate Dehydrogenase / A. Farhana, S. L. Lappin. – Текст : электронный // *ncbi.nlm.nih.gov* : [сайт]. – 2026. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557536/> (дата обращения 04.03.2026).

251. Ferreira-Halder, C. V. Action and function of *Faecalibacterium prausnitzii* in health and disease / C. V. Ferreira-Halder, A. V. Sousa Faria, S. S. Andrade // *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* – 2017. – Vol. 31, № 6. – P. 643-648.

252. Finegold, S.M. Anaerobic infections in humans / S. M. Finegold, W. L. George. – San Diego : Academic Press, 1989. – 819 p.

253. Gunzer, W. Exercise-induced immunodepression in endurance athletes and nutritional intervention with carbohydrate, protein and fat– what is possible, what is not? / W. Gunzer, M. Konrad, E. Pail // *Nutrients*. – 2012. – Vol. 4, № 9. – P. 1187–1212.

254. Guy, P. S. The effect of training and detraining on lactate dehydrogenase isoenzymes in the horse / P. S. Guy, D. H. Snow // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. – Vol. 75, № 4. – 1977. – P. 863-869.

255. Haematological and biochemical responses to training and overtraining / C. M. Tyler-McGowan, L. C. Golland, D. L. Evans [et al.] // *Equine Vet J*. – 1999. – Vol. 31, № S30. – P. 621–625.

256. Hiraga, A Studies on exercise physiology of the racehorse performed in Japan during the period from the 1930s to the 1970s: respiration and heart rate during exercise and the effect of exercise on blood characteristics / A. Hiraga, S. Sugano // *J Equine Sci*. – 2016. – Vol. 27. – P. 37-48.

257. How does physical activity modulate hormone responses? / C. Mennitti, G. Farina, A. Imperatore [et al.] // *Biomolecules*. – 2024. – Vol. 14, № 11.

258. How glucocorticoids affect the neutrophil life / S. Ronchetti, E. Ricci, G. Migliorati [et al.] // *Int. J. Mol. Sci*. – 2018. – Vol. 19, № 12.

259. Hudault, S. *Escherichia coli* strains colonising the gastrointestinal tract protect germfree mice against *Salmonella typhimurium* infection / S. Hudault, J. Guignot, A. Servin // *Gut*. – 2001. – Vol. 49, № 1. – P. 47-55.

260. Ijaz, S. H. Relationship between thyroid hormone levels and mean platelet count and volume: Quantitative assessment / S. H. Ijaz, S. M. Jamal, R. Qayyum // *Cureus*. – 2018. – Vol. 10, № 10:e3421.

261. Immune and inflammation responses to a 3-day period of intensified running versus cycling / D. C. Nieman, B. Luo, D. Dreau [et al.] // *Brain behavior and immunity*. – 2014. – Vol. 39. – P. 180-185.

262. Immune functions alterations due to racing stress in thoroughbred horses / M. C. Z. Meleiro, H. J. C. de Carvalho, R. R. Ribeiro [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2022. – Vol. 12, № 9.

263. Immunology of physical exercise: Is *Equus Caballus* an appropriate animal model for human athletes? / O. Witkowska-Piłaszewicz, K. Malin, I. Dąbrowska [et al.] // *Int J Mol Sci.* – 2024. – Vol. 25, № 10.
264. Influence of physical activity of racehorses on lactate dehydrogenase and creatine kinase activities, and protein synthesis / S. Jovic, J. Stevanovic, S. Borožan [et al.] // *Acta Veterinaria.* – 2013. – Vol. 63, № 5-6. – P. 549-568.
265. Intense leisure exploitation influences on horses hormonal reaction—Preliminary study / I. Dąbrowska, J. Grzedzicka, K. Malin [et al.] // *Agriculture.* – 2022. – Vol. 12, № 11.
266. Is serum total bilirubin a predictor of prognosis in arteriosclerotic cardiovascular disease? A meta-analysis / Y. Lan, H. Liu, J. Liu [et al.] // *Medicine.* – 2019. – Vol. 98, № 42: e17544.
267. Jassim, A. I. R.A. The bacterial community of the horse gastrointestinal tract and its relation to fermentative acidosis, laminitis, colic, and stomach ulcers / A. I. R.A. Jassim, F. M. Andrews // *The Veterinary clinics of North America. Equine Pract.* – 2009. – Vol. 25, № 2. – P. 199–215.
268. Kang, O.-D. Changes in salivary cortisol concentration in horses during different types of exercise / O.-D. Kang, W.-S. Lee // *Asian-Australas J Anim Sci.* – 2016. – Vol. 29, № 5. – P. 747-752.
269. Kanter, M. M. Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation / M. M. Kanter // *Int J Sport Nutr.* – 1994. – Vol. 4, № 3. – P. 205–220.
270. Kim, S. Y. Physiological antioxidative network of the bilirubin system in aging and age-related diseases / S. Y. Kim, S. C. Park // *Front Pharmacol.* – 2012. – Vol. 3.
271. LDH isoenzyme 5 is an index of early onset muscle soreness (EOMS) during prolonged running / K. Tokinoya, K. Ishikura, Y. Yoshida [et al.] // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2020. – Vol. 60, № 7. – P. 1020-1026.
272. Lipid and lipoprotein profiles modification in athletic horses after repeated jumping events / A. Assenza, F. Arfuso, E. Zanghì [et al.] // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2016. – Vol. 43. – P. 28-31.

273. Lipid status in racehorses following physical activity of various intensity and duration / S. Jovic, J. Stevanovic, S. Borožan [et al.] // *Acta Vet-Beograd.* – 2013. – Vol. 63, № 2-3. – P. 211–226.

274. Lipidomics and biochemical profiling of adult Yili horses in a 26 km endurance race: exploring metabolic adaptations / X. Chang, Z. Zhang, X. Yao [et al.] // *Front Vet Sci.* – 2025. Vol. 22, № 12.

275. Long term intensive exercise training leads to a higher plasma malate/lactate dehydrogenase (M/L) ratio and increased level of lipid mobilization in horses / G. Li, P. Lee, N. Mori [et al.] // *Vet Res Commun.* – 2012. – Vol. 36, № 2. – P. 149-155.

276. Nostell, K. Resting concentrations of cardiac troponin I in fit horses and effect of racing / K. Nostell, J. Häggström // *J Vet Cardiol.* – 2008. – Vol. 10, № 2. – P. 105-109.

277. Oral administration of fermented probiotics improves the condition of feces in adult horses / S. Ishizaka, A. Matsuda, Y. Amagai [et al.] // *Journal of Equine Science.* – 2014. – Vol. 25, № 4. – P. 65-72.

278. Ovchinnikov, A. N. Utilizing saliva for non-invasive detection of exercise-induced myocardial injury with point-of-care cardiac troponin-I / A. N. Ovchinnikov // *Scientific Reports.* – 2025. – Vol. 15, № 1.

279. Oxidant and antioxidant parameters' assessment together with homocysteine and muscle enzymes in racehorses: evaluation of positive effects of exercise / F. Arfuso, M. Rizzo, C. Giannetto [et al.] // *Antioxidants.* – 2022. – Vol. 11, № 6.

280. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses / E. Chiaradia, L. Avellini, F. Rueca [et al.] // *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.* – 1998. – Vol. 119, № 4. – P. 833-836.

281. Plasma amino acid concentrations in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system / M. Parry-Billings, R. Budgett, Y. Koutedakis, E. Blomstrand [et al.] // *Med Sci Sports Exerc.* – 1992. – Vol. 24, № 12. – P. 1353-1358.

282. Plasma cortisol and β -endorphin concentrations in trained and over-trained standardbred racehorses / L. C. Golland, D. L. Evans, G. M. Stone [et al.] // *Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.* – 1999. – Vol. 439, № 1-2. – P. 11-17.

283. Post-exercise cardiac troponin I release and clearance in normal Standardbred racehorses / T. M. Rossi, P. A. Kavsak, M. G. Maxie [et al.] // *Equine Veterinary Journal*. – 2019. Vol. 51, № 1. – P. 97-101.

284. Pre- and post-race serum cardiac troponin T concentrations in Standardbred racehorses / I. R. Hellings, R. Krontveit, M. Overlie M [et al.] // *Vet J*. – 2020. – Vol. 256.

285. Pyrosequencing of 16S rRNA genes in fecal samples reveals high diversity of hindgut microflora in horses and potential links to chronic laminitis / S. M. Steelman, B. P. Chowdhary, S. Dowd [et al.] // *BMC Veterinary Research*. – 2012. – Vol. 27, № 8.

286. Reid, G. Can bacterial interference prevent infection? / G. Reid, J. Howard, B. S. Gan // *Trends Microbiol*. – 2001. – Vol. 9, № 9. – P. 424-428.

287. Responses of sex steroid hormones to different intensities of exercise in endurance athletes / K. Sato, M. Iemitsu, K. Katayama [et al.] // *Experimental Physiology*. – 2016. – Vol. 101, № 1. – P. 168-175.

288. Ricard, A. Genetic parameters of performance traits in horse endurance races / A. Ricard, M. Touvais // *Livestock Science*. – 2007. – Vol. 110, № 1. – P. 118–125.

289. Right ventricular function during pharmacological and exercise stress testing in horses / A. Decloedt, De Clercq D, S. Ven [et al.] // *Vet J*. – 2017. – Vol. 227. – P. 8-14.

290. Role of the gut microbiota in equine health and disease / E. B. Venable, S. D. Bland, J. L. McPherson, J. Francis // *Animal Frontiers*. – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 43-49.

291. Rose, R. J. Plasma biochemistry alterations in horses during an endurance ride / R. J. Rose, R. A. Purdue, W. Hensley // *Equine Vet J*. – 1977. – Vol. 9, № 3. – P. 122–126.

292. Salivary analysis to unveil the paradigm of stress of domestic horses reared in the wild / M. Bazzano, A. Marchegiani, F. L. Gualana [et al.] // *Animal Science Journal*. – 2024. – Vol. 85, № 3. – P. 313-317.

293. Salivary cortisol concentration in western performance horses and riders: Associations with performance / M. V. Pennington, J. L. Zoller, S. H. White-Springer [et al.] // *J Equine Vet Sci.* – 2026. – Vol. 156.
294. Schoster, A. Probiotic use in horses – what is the evidence for their clinical efficacy? / A. Schoster, J. S. Weese, L. Guardabassi // *Journal of Veterinary Internal Medicine.* – 2014. – Vol. 28, № 6. – P. 1640–1652.
295. The composition of the perinatal intestinal microbiota in horse / A. Husso, J. Jalanka, M. J. Alipour [et al.] // *Scientific Reports.* – 2020. – Vol. 10, № 1.
296. The different hormonal system during exercise stress coping in horses / A. Ferlazzo, C. Cravana, E. Fazio, P. Medica // *Veterinary World.* – 2020. – Vol. 13, № 5. – P. 847-859.
297. The effect of a 160-kilometer competitive endurance ride on inflammatory marker mRNA expression in horses / A. E. Page, J. C. Stewart, C. L. Fielding [et al.] // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2019. – Vol. 79. – P. 45-49.
298. The effect of brief physical exercise on free radical scavenging enzyme systems in human red blood cells / H. Ohno, Y. Sato, K. Yamashita [et al.] // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* – 1986. – Vol. 64. – P. 1263-1265.
299. The effect of feeding barley or hay alone or in combination with molassed sugar beet pulp on the metabolic responses in plasma and caecum of horses / R. B. Jensen, D. Austbo, D. Blache [et al.] // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2016. – Vol. 214. – P. 53–65.
300. The equine gastrointestinal microbiome: impacts of age and obesity / P. K. Morrison, C. J. Newbold, E. Jones [et al.] // *Frontiers in Microbiology.* – 2018. – Vol. 9.
301. The genetics of racing performance in Arabian horses / K. Ropka-Molik, M. Stefaniuk-Szmukier, A. D. Musial, B. D. Velie // *Int J Genomics.* – 2019. – Vol, № 1.
302. The influence of the newly isolated *Lactobacillus plantarum* LUHS135 and *Lactobacillus paracasei* LUHS244 strains on blood and faeces parameters in endurance horses / P. Zavistanaviciute, I. Poskiene, V. Lele [et al.] // *Pol J Vet Sci.* – 2019. – Vol. 22, № 3. – P. 513-521.

303. The use of probiotics in horses with gastrointestinal disease / J. Gotic, D. Grden, N. P. Babic, V. Mrljak // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. – 2017. – Vol. 12, № 3. – P. 159-168.
304. Toskulkao, C. Endurance exercise and muscle damage: relationship to lipid peroxidation and scavenging enzymes in short and long distance runners / C. Toskulkao, T. Glinsukon // *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* – 1996. – Vol. 45. – P. 63-70.
305. Transcriptome profiling of Arabian horse blood during training regimens / K. Ropka-Molik, M. Stefaniuk-Szmukier, K. Zukowski [et al.] // *BMC Genetics*. – 2017b. – Vol. 18, № 1. – P. 31.
306. Transporting and exercising unconditioned horses: effects on microflora populations / K. L. Szemplinski, A. Thompson, N. Cherry // *J Equine Vet Sci.* – 2020. – Vol. 90.
307. Troponin assays in the assessment of the equine myocardium / T. M. Rossi, W. G. Pyle, M. G. Maxie [et al.] // *Equine Veterinary Journal*. – 2014. – Vol. 46, № 3. – P. 270-275.
308. Unexplained underperformance syndrome in sport horses: Classification, potential causes and recognition / J. L. L. Rivero, E. V. Breda, C. W. Rogers [et al.] // *Equine Veterinary Journal*. – 2008. – Vol. 40, № 6. – P. 611–618.
309. Uric acid responses to endurance racing and relationships with performance, plasma biochemistry and metabolic alterations / F. Castejon, P. Trigo, A. Munoz, C. Riber // *Equine Vet J.* – 2006. – Vol. 36. – P. 70–73.
310. Zinovieva, S. Monitoring steroid hormones in horses performing intense exercise loads / S. Zinovieva, S. Kozlov, S. Markin // *BIO Web of Conferences*. – 2025. – Vol. 173. – P. 02024.
311. 24-hour kinetics of cardiac troponin-T using a "high-sensitivity" assay in Thoroughbred chuckwagon racing geldings after race and associated clinical sampling guidelines / E. Shields, I. Seiden-Long, S. Massie, R. Leguillette // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. – 2018. – Vol. 32, № 1. – P. 433-440.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Список таблиц, использованных в диссертационной работе

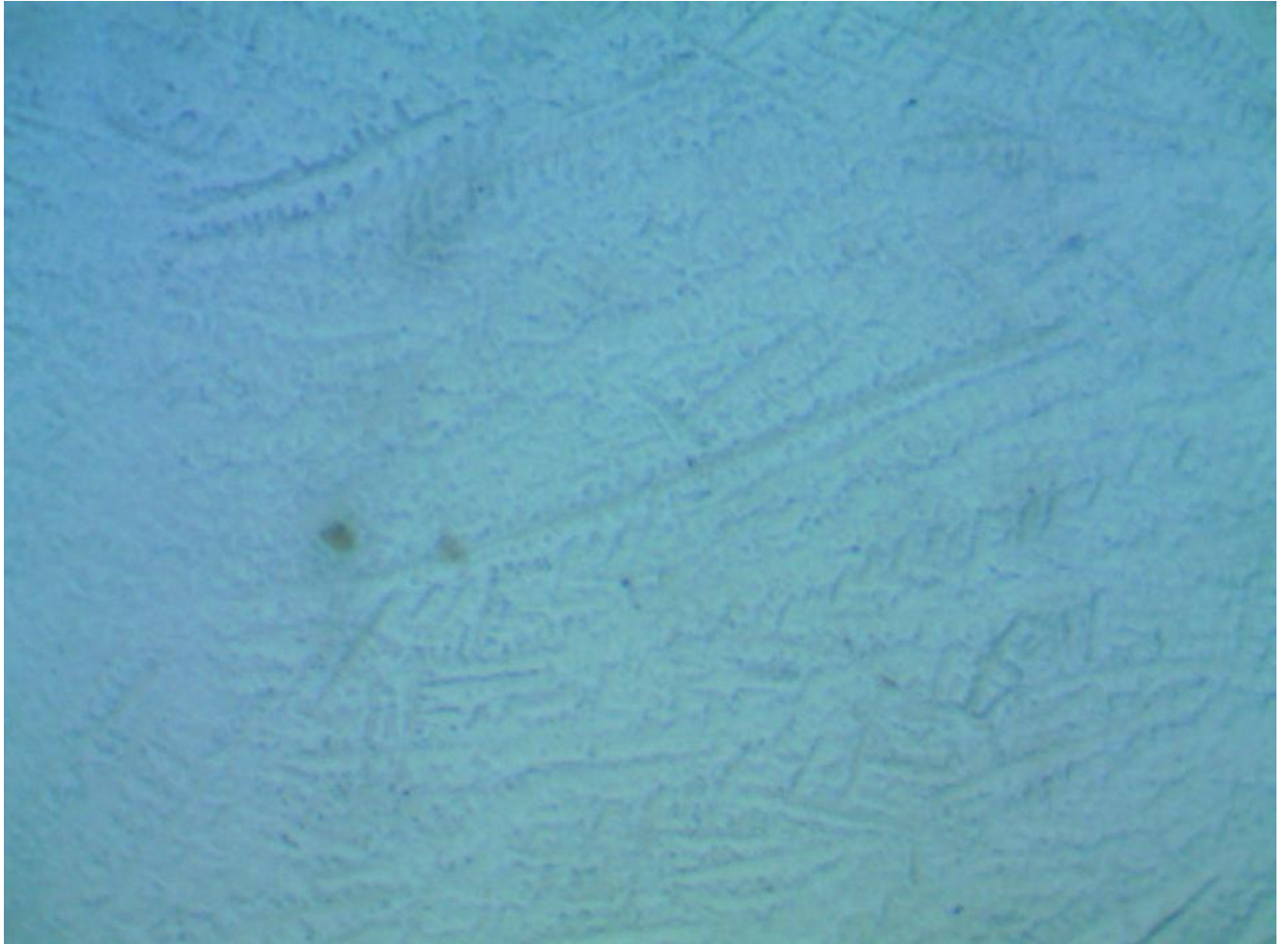
№	Название таблицы	Стр.
1	Результаты общего клинического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	72
2	Результаты общего клинического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	73
3	Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	74
4	Результаты биохимического анализ крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	75
5	Результаты анализа активности ферментов крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	76
6	Результаты биохимического анализ крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	77
7	Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	77
8	Результаты эндокринологического анализа крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	78
9	Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	79
10	Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	79
11	Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	80
12	Показатели антиоксидантной активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	80
13	Сумма баллов рисунков микрокристаллизации слюны, полученной в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	81
14	Сумма баллов рисунков микрокристаллизации слюны лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	81
15	Значения показателей иммунной активности крови лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	82
16	Значения показателей иммунной активности крови лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	82
17	Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в состоянии физиологического покоя и после длительной аэробной нагрузки	83
18	Результаты анализа микробиома кишечника лошадей в зависимости от уровня физической нагрузки	84
19	Корреляция активности ферментов крови под влиянием длительной аэробной нагрузки	86
20	Наиболее значимые значения корреляции концентрации сердечного тропонина I с показателями крови под влиянием длительной аэробной нагрузки	87
21	Корреляция морфологических показателей крови под влиянием длительной аэробной нагрузки	88
22	Корреляция концентрации гормонов в крови под влиянием длительной аэробной нагрузки	89

23	Корреляция биохимических показателей крови под влиянием длительной аэробной нагрузки	90
24	Результаты биохимического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика	92
25	Результаты анализа активности ферментов крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)	93
26	Результаты общего клинического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика	94
27	Результаты эндокринологического анализа крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика	95
28	Значения концентрации сердечного тропонина I в сыворотке крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)	96
29	Показатели антиоксидантной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика	97
30	Значения показателей иммунной активности крови лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика	97
31	Результаты анализа микробиома кишечника лошадей со стандартным рационом и с добавлением пробиотика «Бонака-АПК» после стандартной физической нагрузки до начала, через 15 и 30 дней применения пробиотика (К-контроль, О-опыт)	98

ПРИЛОЖЕНИЯ

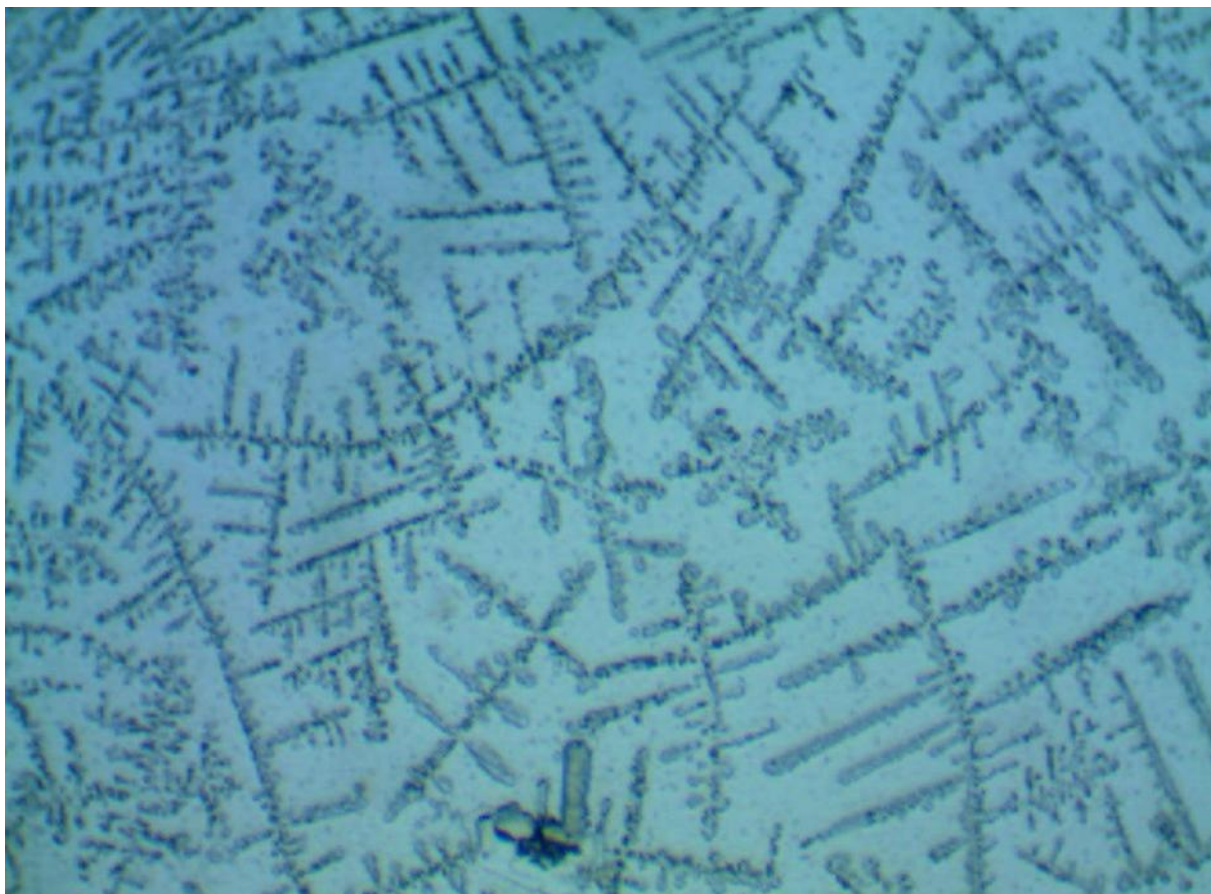
Приложение А

Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 4 балла



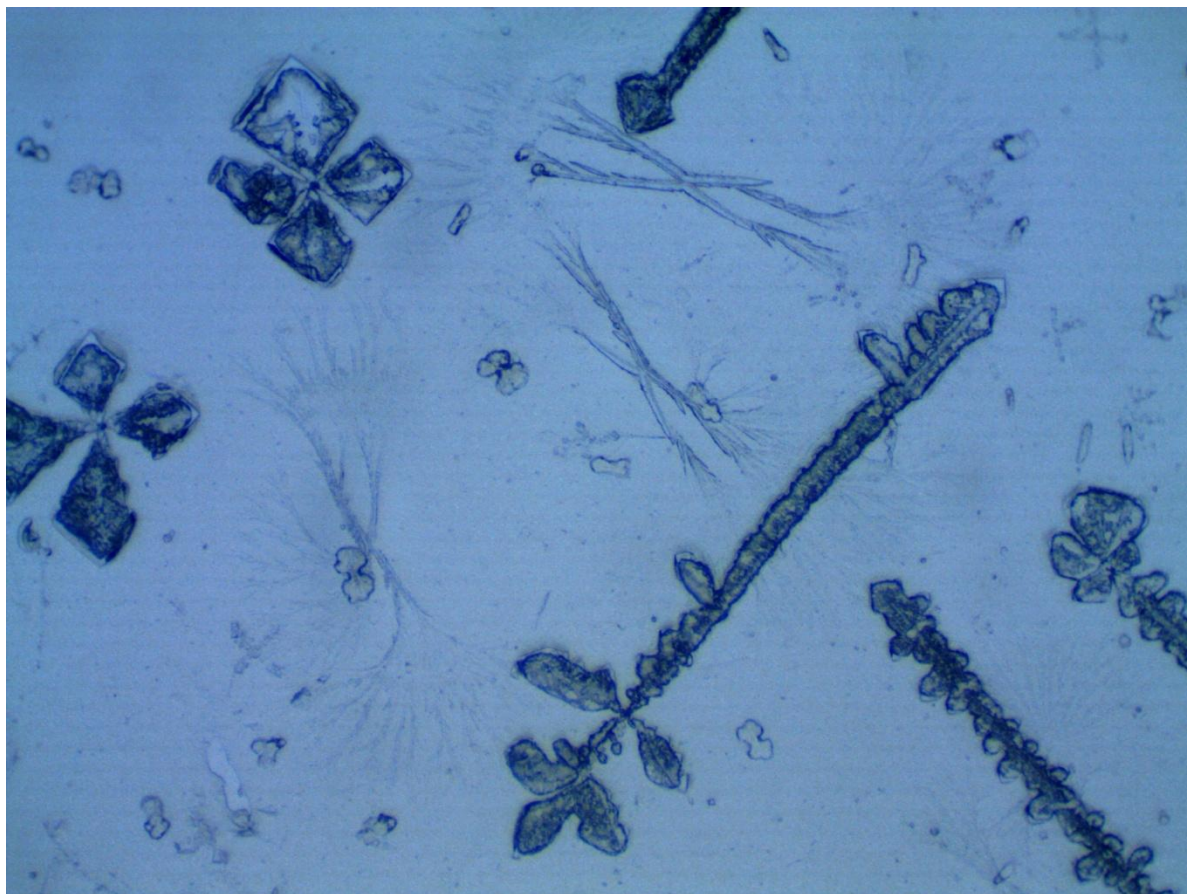
Приложение Б

Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 3 балла



Приложение В

Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 2 балла



Приложение Г

Рисунок микрокристаллизации слюны, оцениваемый в 1 балл

