

Научная статья/Research article

УДК 796.015.572:612.1:636.11

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-156-168

Елизавета Константиновна Великодная

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия
evilli2000@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОБНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛОШАДЕЙ АРАБСКОЙ ПОРОДЫ

Цель исследования – описать общий характер изменений гематологических и биохимических показателей крови арабских лошадей при срочной адаптации к длительной аэробной нагрузке. Исследование проводилось на лошадях арабской породы конного завода Ленинградской области в период с апреля по июнь 2025 г. Было отобрано 10 клинически здоровых лошадей 6–10 лет, проходящих заводской тренинг в соответствии с возрастом и выступающих в дисциплине дистанционные пробеги. Животные содержались в одинаковых условиях, получали одинаковый сбалансированный рацион. Биохимический анализ крови проводился в лаборатории на кафедре биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». В результате анализа полученных данных было установлено, что у лошадей арабской породы после прохождения соревновательной дистанции достоверно повышается количество лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и снижается количество эозинофилов и лимфоцитов, что характеризует развитие миогенного лейкоцитоза и стрессовой лейкограммы. Также в ответ на нагрузку достоверно увеличивается концентрация гемоглобина, общего холестерина, мочевины, азота мочевины, аланинаминотрансферазы, мышечной креатинфосфокиназы, сердечного тропонина I и тироксина. У кобыл в покое уровень тестостерона выше, чем у меринов, после нагрузки снижается и становится ниже, чем у меринов, в то время как у последних под нагрузкой его уровень повышается. Однако на данном этапе нет возможности установить, связана ли такая динамика с полом или с интенсивностью физической нагрузки.

Ключевые слова: лошади, конный спорт, биохимия крови лошадей, физиология лошадей, дистанционные пробеги лошадей, адаптация лошадей

Для цитирования: Великодная Е.К. Влияние длительной аэробной нагрузки на показатели крови лошадей арабской породы // Вестник КрасГАУ. 2025. № 11. С. 156–168. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-156-168.

Elizaveta Konstantinovna Velikodnaya

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia

evilli2000@rambler.ru

THE EFFECT OF LONG-TERM AEROBIC EXERCISE ON BLOOD PARAMETERS IN ARABIAN HORSES

The aim of the study is to describe the general nature of changes in hematological and biochemical parameters of the blood of Arabian horses during acute adaptation to prolonged aerobic exercise. The study was conducted on Arabian horses at a stud farm in the Leningrad Region from April to June 2025. Ten clinically healthy horses aged 6–10 years, undergoing age-appropriate stud training and competing in endurance events, were selected. The animals were kept under identical conditions and fed the same balanced diet. Blood biochemistry was performed in the laboratory of the Department of Biochemistry and Physiology at the St. Petersburg State University of Veterinary Medicine. Analysis of the obtained data revealed that after completing the competitive distance, Arabian horses exhibited a significant increase in the number of leukocytes, neutrophils, and monocytes, while the number of eosinophils and lymphocytes

decreased, indicating the development of myogenic leukocytosis and a stress leukogram. In response to exercise, concentrations of hemoglobin, total cholesterol, urea, urea nitrogen, alanine aminotransferase, muscle creatine phosphokinase, cardiac troponin I, and thyroxine also significantly increase. Mares have higher testosterone levels at rest than geldings, but after exercise, they decrease and become lower than those of geldings, while geldings experience an increase in testosterone levels. However, at this stage, it is impossible to determine whether this dynamic is related to gender or exercise intensity.

Keywords: horses, equestrian sport, equine blood biochemistry, equine physiology, equine endurance racing, equine adaptation

For citation: Velikodnaya EK. The effect of long-term aerobic exercise on blood parameters in Arabian horses. *Bulletin of KSAU*. 2025;(11):156-168. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-156-168.

Введение. Арабская порода лошадей является одной из самых древних в мире, обладает высокими рабочими качествами, а также особенностями конституции, которые позволяют ей переносить нагрузки с наименьшим риском развития патологий [1, 2].

В настоящее время арабские лошади успешно выступают в конных дистанционных пробегах как в Российской Федерации, так и на международной арене. Имеются данные, что лошади арабской породы и ее помеси достигают лучших результатов в данной дисциплине [3]. Дистанционные пробеги являются популярным и активно развивающимся во многих странах видом спорта [4]. Поэтому изучение арабской породы остается актуальным на сегодняшний день.

Данный вид спорта можно отнести к циклическим, поскольку лошадь совершает циклические движения для перемещения тела в пространстве [5]. Пробеги классифицируются по уровню соревнований, категориям участников, по длине дистанции и по возрасту лошадей. Соревнования по пробегам проводятся на дистанциях от 40 до 160 км [6].

Таким образом, лошади подвергаются длительной аэробной нагрузке, сравнимой с марафонским бегом у человека.

Физическая нагрузка изменяет работу организма с помощью нейрогуморальной регуляции. Срочная адаптация – структурно-функциональная перестройка, происходящая в организме непосредственно при выполнении физической работы, которая направлена на активацию сердечно-сосудистой системы, энергетических депо, поддержку гидратации тканей. Адаптация к анаэробной и аэробной нагрузке будет отличаться. При марафонском беге затраты энергии восполняются почти исключительно за счет аэробных процессов, анаэробные действуют только при стартовом разгоне, ускорении на дистанции и на финише. Основной источник энергии – углеводы и липиды. На длинных и

сверхдлинных дистанциях способность поддерживать высокую скорость значительно зависит от производительности сердца и дыхательной системы. В то время как анаэробная нагрузка обеспечивается энергией за счет креатинфосфата и гликолиза [7, 8]. Поэтому будут отличаться гематологические и биохимические показатели крови при разном типе нагрузки.

Изучение данной темы актуально, поскольку позволяет интерпретировать анализы крови спортивных лошадей и объективно оценивать реакцию на предъявляемую физическую нагрузку с целью дальнейшей ее корректировки или изменение рациона, добавление в него биологически активных добавок, пробиотиков или других компонентов, позволяющих нормализовать метаболизм и повысить работоспособность.

Цель исследования – описать общий характер описать общий характер изменений гематологических и биохимических показателей крови арабских лошадей при срочной адаптации к длительной аэробной нагрузке.

Задачи: изучить гематологические и биохимические показатели арабских лошадей в покое; гематологические и биохимические показатели крови арабских лошадей после длительной аэробной нагрузки; провести статистический анализ полученных данных; сформулировать выводы.

Объекты и методы. Объектом исследования стали 10 клинически здоровых лошадей арабской породы (5 меринов и 5 кобыл) возрастом 6–10 лет. Лошади содержатся на одном конном заводе в Ленинградской области, получают одинаковый рацион, гуляют в левадах, проходят тренинг согласно возрасту, участвуют в соревнованиях по конным дистанционным пробегам. В период проведения исследования (апрель–июнь) лошади находились в начале соревновательного периода. Отбор проб в покое осуществлялся перед началом соревновательного периода в 6 утра до кормления, после

длительной аэробной нагрузки – через 3 ч после финиша на соревнованиях по дистанционным пробегам. Лошади в соответствии с уровнем подготовки проходили дистанцию от 40 до 80 км со скоростью от 10 до 17 км/ч, средняя продолжительность нагрузки составляла 3 ч 18 мин. Взятие крови осуществлялось с учетом правил асептики и антисептики в пробирки с К3ЭДТА и с диоксидом кремния. Пробирки с диоксидом кремния центрифугировались в течение 20 мин, после отбора проб 10 мин при 3 500 об., сыворотку перемещали в сухую чистую пробирку типа Эппendorф и сразу замораживали. Транспортировка в лабораторию осуществлялась в замороженном виде. Пробирки на общий клинический анализ доставлялись в течение часа в лабораторию при температуре 20–24 °С. Биохимическое исследование проводили с использованием наборов «Абрис+», концентрацию тропонина I определяли хемилюминесцентным

иммуноанализом на микрочастицах, сывороточного альфа-амилоида и гормонов – иммуноферментным анализом.

Лейкограмму выводили путем микроскопии мазков крови (окраска по Паппенгейму), СОЭ измеряли с использованием пипеток Панченко-ва, концентрацию гемоглобина – гемоглобинцианидным методом с применением ацетонцианогидрина, подсчет концентрации эритроцитов и лейкоцитов проводили с использованием счетной камеры с сеткой Горяева. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета программ в MS Excel, включала вычисление среднего арифметического, стандартного отклонения, расчет достоверности проводился с использованием критерия Манна–Уитни.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Гематологические показатели крови арабских лошадей
до и после длительной аэробной нагрузки**

Hematological parameters of Arabian horses before and after prolonged aerobic exercise

Показатель	Референтные значения	Покой (n=10)	Нагрузка (n=10)
Лейкоциты (г/л)	7,00–12,00	11,60±1,45	14,47±2,25 ¹
Эритроциты (г/л)	7,10–10,50	9,00±0,90	8,00±0,55
Гемоглобин (г/л)	80,00–140,00	114,17±13,59	132,00±18,09 ²
Тромбоциты (г/л)	100,00–600,00	203,00±42,45	162,50±36,43
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±0,52	4,50±1,97 ¹
Палочкоядерные нейтрофилы (г/л)	0,05–0,60	0,27±0,06	0,65±0,28 ¹
Сегментоядерные нейтрофилы (%)	45,00–70,00	56,00±3,29	67,00±5,10 ¹
Сегментоядерные нейтрофилы (г/л)	2,25–7,00	6,51±1,05	9,76±2,14 ¹
Эозинофилы (%)	1,00–8,00	5,17±0,75	2,67±1,76 ²
Эозинофилы (г/л)	0,05–0,80	0,62±0,10	0,38±0,28 ²
Базофилы (%)	0–1,00	0,00	0,00
Базофилы (г/л)	0–0,10	0,00	0,00
Моноциты (%)	0–10,00	6,33±0,82	8,17±1,48 ¹
Моноциты (г/л)	0–1,00	0,73±0,10	1,17±0,21 ¹
Лимфоциты (%)	20,00–45,00	30,17±3,66	17,67±6,06 ¹
Лимфоциты (г/л)	1,00–4,50	3,49±0,51	2,50±0,81 ²
СОЭ (мм/ч)	2,00–70,00	32,50±17,54	37,33±10,58

Здесь и далее: ¹Достоверно при $p \leq 0,01$ по сравнению с покойем; ²Достоверно при $p \leq 0,05$ по сравнению с покойем.

**Биохимические показатели крови арабских лошадей
до и после длительной аэробной нагрузки**
Blood biochemistry of Arabian horses before and after prolonged aerobic exercise

Показатель	Референтные пределы	Покой (n=10)	Нагрузка (n=10)
Общий белок, г/л	62,00–78,00	68,38±5,29	67,72±4,84
Альбумин, г/л	25,00–45,00	28,80±1,77	29,93±1,51
Глобулины, г/л	34,00–46,00	39,58±4,06	37,78±4,23
Альбумины, %		42,20±2,03	44,33±3,01
Глобулины, %		57,80±2,03	55,67±3,01
Мочевина, ммоль/л	3,30–6,70	4,61±0,94	6,57±0,85 ¹
Азот мочевины, ммоль/л	1,50–3,10	2,15±0,44	3,06±0,40 ¹
Креатинин, мкмоль/л	62,00–167,00	108,53±11,15	100,33±19,90
Билирубин, мкмоль/л	5,60–39,00	12,93±1,64	18,33±7,15
АЛТ, МЕ/л	3,00–20,00	9,98±4,08	15,47±5,17 ²
АСТ, МЕ/л	50,00–420,00	373,25±43,21	394,45±101,02
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	80,00–200,00	150,66±20,09	166,25±24,61
Амилаза, МЕ/л	10,00–100,00	18,53±3,97	20,33±6,04
Глюкоза, ммоль/л	4,20–6,40	5,03±0,46	5,07±0,73
Холестерин, ммоль/л	1,00–3,00	1,51±0,25	1,81±0,21 ²
Кальций, ммоль/л	2,50–3,40	2,98±0,19	3,09±0,24
Фосфор, ммоль/л	0,70–1,40	1,07±0,21	0,96±0,21
ЛДГ, МЕ/л	200,00–600,00	317,12±72,93	388,18±139,37
Креатинкиназа СК, МЕ/л	20,00–220,00	307,15±141,77	1204,33±114,75 ¹
Креатинкиназа МВ, МЕ/л	0,00–100,00	58,38±22,99	40,65±5,45
Тропонин I, нг/мл	0,00–0,20	0,0098±0,02	0,0688±0,03 ¹
Сывороточный альфа-амилоид, мл/л	0,00–10,00	10,00±0,00	10,50±1,23
Кортизол, нмоль/л	39,00–227,00	148,15±69,85	185,32±100,41
Тестостерон, нмоль/л	0,40–2,20	1,77±1,98	2,56±4,85
Тестостерон (мерины), нмоль/л		0,61±0,08	0,74±0,14 ¹
Тестостерон (кобылы), нмоль/л		1,23±0,54	0,52±0,09 ¹
Индекс анаболизма, %		1,30±0,97	1,27±1,55
Трийодтиронин общий, нмоль/л	1,10–4,00	3,20±0,80	2,26±0,40
Тироксин общий, нмоль/л	20,00–57,00	25,56±4,49	33,78±10,83 ¹

Гематологические и биохимические показатели исследуемых лошадей находятся в пределах референтных значений, за исключением мышечной креатинфосфокиназы, что может быть вызвано нахождением лошадей в тренинге. Поскольку в покое мочевина находится в пределах референтных значений, можно утверждать, что лошади успевают восстановиться, а высокий уровень креатинфосфокиназы связан с ее медленной утилизацией организмом [9–14].

После длительной аэробной нагрузки у арабских лошадей в относительных и абсолютных величинах достоверно выше ($p \leq 0,01$) лейкоци-

ты, палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы и моноциты. Лейкоциты увеличиваются на 25 % по сравнению с покойем, относительное количество палочкоядерных нейтрофилов – на 93, абсолютное количество палочкоядерных нейтрофилов – на 141, относительное количество сегментоядерные нейтрофилы – на 17, абсолютное количество сегментоядерных нейтрофилов – на 50, относительное количество моноцитов – на 29, абсолютное количество моноцитов – на 60 %. В свою очередь, наблюдается достоверное ($p \leq 0,01$) снижение относительного количества лимфоцитов, а также

достоверное ($p \leq 0,05$) снижение абсолютного количества лимфоцитов, эозинофилов и относительного количества эозинофилов. По сравнению с покойем относительное количество лимфоцитов снижается на 42 %, абсолютное количество лимфоцитов – на 28, относительное количество эозинофилов – на 48, абсолютное количество эозинофилов – на 39 %. Таким образом, под влиянием длительной аэробной нагрузки развивается стрессовая лейкограмма, которая характеризуется повышением количества лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и снижением эозинофилов и лимфоцитов. Повышение нейтрофилов, моноцитов и падение лимфоцитов у лошадей после нагрузки устанавливает С.С. Маркин с соавторами (2022), также количество моноцитов после работы повышается у лошадей в исследовании А.В. Андрийчука с соавторами, С.А. Зиновьевой с соавторами (2014) [15, 16]. А.А. Иванов с соавторами, Б.С. Селенов с соавторами в своих работах отмечают наиболее вероятной причиной развития стрессовой лейкограммы – влияние кортизола, который вызывает нейтрофилию, лимфопению, эозинопению. Предположительно нейтрофилия развивается вследствие мобилизации пристеночного пула под влиянием адреналина и снижения миграционных способностей нейтрофилов под влиянием кортикостероидов [17, 18].

Количество циркулирующих лейкоцитов может увеличиваться под влиянием кортизола, а также при сокращении селезенки под влиянием симпатико-адреналовой оси, активированной физической нагрузкой [19].

В своих работах проявление миогенного лейкоцитоза отмечают М.Е. Агафонова (2008), Е.Ю. Бородкина (2008), А.В. Андрийчук (2014), С.А. Зиновьева (2022) и другие авторы [15, 16, 19, 20].

Также после нагрузки достоверно ($p \leq 0,05$) повышается концентрация гемоглобина в крови. После нагрузки он повышается на 16 % по сравнению с покойем.

Подобные изменения в своих исследованиях наблюдали М.Е. Агафонова (2008), Н.В. Черный (2017), Н.В. Иванова с соавторами (2014), С.С. Маркин с соавторами (2024) и другие учёные [19, 21–27]. Авторы связывают повышение концентрации гемоглобина с выходом эритроцитов из депо под влиянием физической нагрузки, однако в нашем исследовании рост количества

эритроцитов не наблюдался, напротив, наблюдается снижение их количества, что может быть вызвано внутрисосудистым гемолизом, вызванным накоплением метаболитов в крови и ацидозом. Это также может приводить к повышению билирубина, которое мы наблюдаем после нагрузки [28].

Достоверно ($p \leq 0,01$) по сравнению с покойем повышается концентрация мочевины и азота мочевины в крови. После нагрузки их концентрация на 43 % выше, чем в покое. Мышечная работа усиливает катаболизм тканевых белков, в том числе кортизол усиливает распад белков в мышцах, что может повышать концентрацию мочевины [25].

Увеличение концентрации после физической нагрузки у лошадей отмечают Н.Е. Орлова с соавторами (2018), С.С. Маркин с соавторами (2020), С.М.о. Тахир-заде (2014), [25, 29, 30].

После нагрузки достоверно ($p \leq 0,05$) выше активность аланинаминотрансферазы, относительно покоя ее активность повышается на 55 %. Аланинаминотрансфераза – фермент, который присутствует в основном в клетках печени и почек. Во время физической нагрузки ускоряются многие биохимические реакции, особенно при аэробной работе усиливается распад липидов и углеводов, что увеличивает нагрузку на печень и повышает активность ферментов. Катаболизм белков с обезвреживанием потенциально опасных аминокислот также происходит при участии трансаминаз. Активность аланинаминотрансферазы достоверно выше при нагрузках, имеющих анаэробно-аэробный характер (острая нагрузка субмаксимальной мощности). В исследовании на беспородных крысах было установлено повышение активности аланинаминотрансферазы после острой физической нагрузки субмаксимальной мощности [31, 32].

Повышение активности аланинаминотрансферазы после физической нагрузки у лошадей отмечали, В.С. Сергиенко с соавторами (2008), С.М.о. Тахир-заде (2014), С.А. Зиновьева с соавторами (2021) [20, 30, 31].

Также достоверно повышается холестерин ($p \leq 0,05$), по сравнению с нагрузкой его концентрация увеличилась на 20 %. Данные о закономерности изменения холестерина у спортсменов противоречивы. У спортсменов, занимающихся аэробными видами спорта, уровень хо-

лестерина намного ниже, чем у среднестатистического человека. При этом отмечают, что при более высоком содержании общего холестерина отмечается его снижение в ответ на мышечную нагрузку, при относительно низком, наоборот, происходит его увеличение. В исследовании на беспородных крысах острая физическая нагрузка (аэробная) вызвала повышение общего холестерина. Автор связывает данное явление с влиянием гипоксии [33, 34].

Мышечная креатинфосфокиназа достоверно ($p \leq 0,05$) повышается после нагрузки, ее активность выросла на 292 % по сравнению с покойем. Длительный ацидоз сопровождается повреждением мембран мышечных клеток и повышением активности фермента в крови. Многие авторы отмечают повышение активности фермента у лошадей после физических нагрузок разного характера [22, 30, 31, 35–38].

В настоящее время механизм высвобождения сердечных тропонинов до конца не выяснен. Предложено 4 механизма повышения концентрации: высвобождение через неповрежденную мембрану кардиомиоцитов, повышение проницаемости мембраны; образование и выведение везикул; перекрестные реакции антител со скелетными изоформами [39].

Короткие периоды гипоксии могут вызывать высвобождение сTnI без гибели клеток [40–43].

Длительная аэробная нагрузка оказывает на сердце достаточное влияние, чтобы привести к достоверному ($p \leq 0,01$) повышению сердечного тропонина I. После нагрузки его концентрация стала выше на 602 %. При этом активность сердечной кратинфосфокиназы после нагрузки ниже, чем в покое, что может быть связано с медленным высвобождением и выведением фермента, в то время как сердечные тропонины являются более чувствительным тестом.

Повышение сердечных тропонинов I и T у лошадей после физической нагрузки (в том числе после длительной аэробной нагрузки) отмечают в своих работах многие зарубежные авторы – J. Giers et al. (2024), M. Flethøj (2016), M. Durando (2006), Nostell (2008), T.M. Rossi (2021) и другие [36, 37, 40–45].

Среди гормонов можно выделить тироксин и тестостерон. Длительная аэробная нагрузка вызвала достоверное ($p \leq 0,01$) повышение концентрации тироксина, которая выросла на 32 % по сравнению с покойем. Также необходимо отме-

тить, что тироксин и кортизол увеличивались после нагрузки у всех лошадей, кроме одной. Вероятно, между динамикой данных гормонов есть связь, поскольку кортизол ингибирует 5'-дайдиназу, которая отвечает за превращение тироксина в трийодтиронин. Таким образом, во время длительных нагрузок тироксин накапливается, а трийодтиронин продолжает расходоваться [49].

В исследовании на крысах установлено повышение уровня трийодтиронина после нагрузки с его последующим снижением к 120-й мин после нагрузки, в то время как уровень тироксина увеличивался на протяжении всего времени [50].

В исследованиях J. Giers et al. (2024) указано 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 [27, 51].

Отдельного внимания заслуживает тестостерон. У кобыл в покое он достоверно ($p \leq 0,01$) выше, чем у меринов (в 2 раза). После нагрузки у меринов тестостерон достоверно ($p \leq 0,01$) выше, чем у кобыл (в 1,4 раза). Противоположно у кобыл и меринов изменяется концентрация тестостерона под влиянием длительной аэробной нагрузки. У меринов после нагрузки его концентрация достоверно ($p \leq 0,01$) выше по сравнению с покойем (на 21 %), в то время как у кобыл достоверно ($p \leq 0,01$) ниже (на 58 %).

Физическая нагрузка приводит к активации оси гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников, что приводит к повышению уровня кортизола и андрогенов [52].

Известно, что у хорошо тренированных мужчин после длительной нагрузки концентрация тестостерона увеличивается, однако данных по женщинам сравнительно мало [53].

Также есть утверждение, что в состоянии перетренированности чувствительность клеток половых желез и коры надпочечников к активирующему влиянию снижается [52].

С.А. Зиновьева с соавторами (2012), Е.Ю. Наумова с соавторами (2013) в своих работах установили повышение тестостерона и кортизола у жеребцов и кобыл в ответ на физическую нагрузку [54, 55].

Заключение. Таким образом, установлено, что у лошадей арабской породы в ответ на длительную аэробную нагрузку достоверно повыш-

шается количество лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и снижается количество эозинофилов и лимфоцитов, что характеризует развитие миогенного лейкоцитоза и стрессовой лейкограммы. Также в ответ на нагрузку достоверно увеличивается концентрация гемоглобина, общего холестерина, мочевины, азота мочевины, аланинаминотрансферазы, мышечной креатинфосфокиназы, сердечного тропонина I и тироксина. У кобыл в покое уровень тестостерона выше, чем у меринов, после нагрузки снижается

и становится ниже, чем у меринов, в то время как у последних под нагрузкой его уровень повышается. Однако на данном этапе нет возможности установить, связана такая динамика с полом или с интенсивностью физической нагрузки.

Таким образом, в настоящее время есть необходимость проводить дальнейшие исследования в данном направлении для установления причин подобной динамики биохимических показателей в ответ на длительную аэробную нагрузку.

Список источников

1. Васильева А.П. Оценка внутрипородных типов чистокровных арабских лошадей по экстерьеру и работоспособности // Сборник материалов Международной конференции молодых ученых. 2011. Т. 1. С. 242–244.
2. Балакшин О.А. Арабская лошадь России. М.: Центрполиграф, 2003.
3. Калинкова Л.В., Шемарыкин А.Е. Генетическая характеристика внутрипородных типов чистокровных арабских лошадей в России // Генетика и разведение животных. 2020. № 4. С. 54–60. DOI: 10.31043/2410-2733-2020-4-54-60. EDN: MOKXDK.
4. Козлов С.А., Зиновьева С.А., Маркин С.С. Коневодство. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 408 с.
5. Севастьянов В.В., Стеблецов Е.А., Монастырев С.Н. Основы обучения циклическим видам спорта. Воронеж : ВГПУ, 2024. 152 с.
6. Правила вида спорта «Конный спорт». Глава XIII. Пробеги. // Министерство спорта Российской Федерации: официальный сайт. 2025. Доступно по: URL: <https://minsport.gov.ru/activity/government-regulation/vidy-sporta-razvivayushchee-na-obshherossijskom-urovne/letnie-olimpijskie-vidy-sporta-2/konnyj-sport-1>. Ссылка активна на 15.07.2025.
7. Тамбовцева Р.В. Биохимическая характеристика бега на различные дистанции // Евразийский Союз Ученых. 2015. Т. 14, № 5. С. 36–39.
8. Берковская М.А., Эльмурзаева А.А., Эдаев А.Л., и др. Влияние спортивных нагрузок на работу эндокринной системы у мужчин // Consilium Medicum. 2024. Т. 26, № 4. С. 263–268.
9. Бакулев С.Е., Дорофеев В.В., Гольберг Н.Д., и др. Энзимодиагностика в спортивной практике (обзор литературы и собственный опыт) // Человек. Спорт. Медицина. 2020. Т. 20, № 3. С. 15–24.
10. Багно О.А., Юрпалова О.А. Оценка физиологического статуса спортивных лошадей. В сб.: VI Национальная научно-практическая конференция «Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы». Кемерово, 2021. С. 15–21. EDN: AOFJMV.
11. Крапивина Е.В., Иванов Д.В., Сорокина Д.А., и др. Сравнительный анализ лейкограмм, полученных разными способами. В сб.: Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства». Брянск, 2022. С. 84–88. EDN: GSUCGD.
12. Петрикевича Л.В. Изменение показателей общего анализа крови лошадей чистокровной арабской породы, несущих ипподромную нагрузку В сб.: Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная созданию объединенного аграрного вуза в Москве. М., 2015. С. 154–156.
13. Семенов Б.С., Гусева В.А., Кузнецова Т.Ш., и др. Влияние тренинга на биохимические показатели крови у лошадей, участвующих в соревнованиях по дистанционным пробегам // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2022. Т. 55, № 3. С. 8–14.
14. Маркин С.С., Зиновьева С.А., Козлов С.А. Влияние скоростно-силовой нагрузки на некоторые метаболические и энзимологические показатели у лошадей крупных тяжеловозных пород // Коневодство и конный спорт. 2022. № 3. С. 14–17. DOI: 10.25727/HS.2022.3.60555. EDN: TKJGFO.

15. Андрийчук А.В., Ткаченко Г.М., Ткачова И.В., и др. Гематологические показатели и маркеры окислительного стресса у лошадей крымского типа, участвующих в пробегах // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2014. № 17. С. 171–178.
16. Зиновьева С.А., Козлов С.А., Маркин С.С. Реакция организма лошадей рысистых и тяжеловозных пород на скоростно-силовую нагрузку // Коневодство и конный спорт. 2022. № 2. С. 17–20. DOI: 10.25727/HS.2022.2.60369.
17. Иванов А.А., Хотов В.Х., Петрикеева Л.В. Показатели крови лошадей чистокровной арабской породы в разные периоды скакового сезона // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 5. С. 119–126.
18. Семенов Б.С., Гусева В.А., Кузнецова Т.Ш., и др. Изменение гематологических показателей крови у лошадей, участвующих в конных дистанционных пробегах // Международный вестник ветеринарии. 2022. № 3. С. 193–199. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2022.3.193.
19. Агафонова М.Е. Мониторинг частоты сердечных сокращений спортивной пары «всадник-лошадь» в процессе соревнований по троеборью // Теория и практика физической культуры. 2008. № 8. С. 7–10.
20. Сергиенко В.С., Бородкина Е.Ю. Показатели крови спортивных лошадей на разных этапах тренировки // Коневодство и конный спорт. 2008. № 2. С. 17–18.
21. Черный Н.В., Мачула О.С., Крылова А.О., и др. Гематологические и биохимические показатели крови спортивных лошадей украинской верховой и тракенской пород // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. 2017. № 73. С. 118–121.
22. Сергиенко С.С., Иванова Н.В., Сергиенко Г.Ф. Ранняя подготовка буденновских и донских лошадей в России // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2014. № 111. С. 294–300.
23. Маркин С.С., Зиновьева С.А., Козлов С.А. Оценка влияния силовой нагрузки на организм тяжеловозных лошадей // Коневодство и конный спорт. 2024. № 3. С. 23–25. DOI: 10.25727/HS.2024.3.60842.
24. Ашибоков Л.Х., Оршиев З.Х. Взаимосвязь гематологических показателей и степени тренированности лошадей. В сб.: Международная научно-производственная конференция, посв. 75-летию зоотехнического факультета Горского ГАУ. Владикавказ, 2005. С. 110–111.
25. Орлова Н.Е., Позов С.А., Пономарева М.Е. Адаптационные гематологические реакции у скаковых лошадей при физической нагрузке // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 5. С. 71–76.
26. Орлова Н.Е., Пономарева М.Е. Особенности адаптации конкурных и скаковых лошадей к физическим нагрузкам. В сб.: Международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня основания кафедры физиологии животных «Адаптация и реактивность домашних животных». М., 2020. С. 163–167.
27. Giers J., Bartel A., Kirsch K., et al. Blood-based assessment of oxidative stress, inflammation, endocrine and metabolic adaptations in eventing horses accounting for plasma volume shift after exercise // Vet Med Sci. 2024. Vol. 10, N 3. DOI: 10.1002/vms3.1409.
28. Голубева М.Г. Влияние физической нагрузки на функциональное состояние мембран эритроцитов // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т. 10, № 2. С. 55–64. DOI: 10.17238/ISSN 2223-2524.2020.2.55. EDN: CDFMIK.
29. Маркин С.С., Зиновьева С.А., Козлов С.А. Некоторые особенности метаболизма лошадей при разном режиме двигательной активности // Иппология и ветеринария. 2020. № 3. С. 52–59.
30. Тахир-заде С.М.о. Изменение показателей иммунного статуса и микробиоценоза кишечника у донской и карабахской пород лошадей при тренинге: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.02, 03.03.01: М., 2014. 104 с.
31. Зиновьева С.А., Козлов С.А., Маркин С.С. Динамика некоторых биохимических показателей крови лошадей, выполняющих скоростно-силовую нагрузку. В сб.: Научно-практическая конфе-

- ренция с международным участием «Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий». Якутск, 2021. С. 234–238.
32. Ермолаева Е.Н., Кривохижина Л.В. Индикаторы повреждения при физических нагрузках различной интенсивности // Фундаментальные исследования. 2015. № 1. С. 1815–1821.
33. Ермолаева Е.Н. Изменение липидного состава крови под влиянием однократной физической нагрузки субмаксимальной мощности (экспериментальное исследование) // Саратовский научно-медицинский журнал. 2015. Т. 11, № 2. С. 123–125.
34. Ермолаева Е.Н., Кривохижина Л.В. Особенности липидемии при хронической физической нагрузке субмаксимальной мощности // ОНВ. 2015. Т. 144, № 2. С. 43–46.
35. Маркин С.С., Зиновьевна С.А., Козлов С.А. Биохимический и гормональный статус организма лошадей советской тяжеловозной породы, подготовленных к испытаниям по программе тяжеловозного троеборья // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 3. С. 69–74. DOI: 10.35694/YARCX.2024.67.3.010.
36. Giers J., Bartel A., Kirsch K., et al. 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 // Animals (Basel). 2023. Vol. 13, N 19. DOI: 10.3390/ani13193110.
37. Flethøj M., Kanters J.K., Haugaard M.M., et al. Changes in heart rate, arrhythmia frequency, and cardiac biomarker values in horses during recovery after a long-distance endurance ride // J Am Vet Med Assoc. 2016. Vol. 248, N 9. P. 1034–1042. DOI: 10.2460/javma.248.9.1034.
38. Witkowska-Piłaszewicz O., Malin K., Dąbrowska I., et al. Immunology of physical exercise: Is *Equus Caballus* an appropriate animal model for human athletes? // Int J Mol Sci. 2024. Vol. 25, N 10. DOI: 10.3390/ijms25105210.
39. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Суворова Г.Н. Влияние физических нагрузок на уровни сердечных тропонинов (обзор литературы) // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6, № 7. С. 107–117.
40. Durando M., Reef V., Kline K., et al. Acute effects of short duration, maximal exercise on cardiac troponin I in healthy horses // Equine and Comparative Exercise Physiology. 2006. Vol. 3, N 4. P. 217–223. DOI: 10.1017/S1478061506703048.
41. Nostell K., Häggström J. Resting concentrations of cardiac troponin I in fit horses and effect of racing // J Vet Cardiol. 2008. Vol. 10, N 2. P. 105–109. DOI: 10.1016/j.jvc.2008.10.001.
42. Rossi T.M., Kavsak P.A., Maxie M.G., et al. Post-exercise cardiac troponin I release and clearance in normal Standardbred racehorses // Equine Veterinary Journal. 2019. Vol. 51, N 1. P. 97–101. DOI: 10.1111/evj.12486_62.
43. Hellings I.R., Krontveit R., Øverlie M., et al. Pre- and post-race serum cardiac troponin T concentrations in Standardbred racehorses // Vet J. 2020. Vol. 256, N 2. DOI: 10.1016/j.tvjl.2020.105433.
44. Rossi T.M., Kavsak P.A., Maxie M.G., et al. Effect of racing on cardiac troponin I concentration and associations with cardiac rhythm disturbances in Standardbred racehorses // J Vet Cardiol. 2021. Vol. 35. P. 14–24. DOI: 10.1016/j.jvc.2021.02.002.
45. Holbrook T.C., Birks E.K., Sleeper M.M., et al. Endurance exercise is associated with increased plasma cardiac troponin I in horses // Equine Vet J Suppl. 2006. Vol. 36. P. 27–31. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05508.x.
46. Pourmohammad R., Mohri M., Seifi H.A., et al. Evaluation of cardiac troponin I, atrial natriuretic peptide and some oxidative/antioxidative biomarkers in the serum and hemolysate of trained Arabian horses after exercise // Iran J Vet Res. 2020. Vol. 21, N 3. P. 211–215.
47. Ertelt A., Merle R., Stumpff F., et al. Evaluation of different blood parameters from endurance horses competing at 160 km // J Equine Vet Sci. 2021. Vol. 104. DOI: 10.1016/j.jevs.2021.103687.
48. Decloedt A., De Clercq D., Ven S., et al. Right ventricular function during pharmacological and exercise stress testing in horses // Vet J. 2017. Vol. 227. P. 8–14. DOI: 10.1016/j.tvjl.2017.08.001.
49. Корнякова В.В., Сауткин Я.А., Заболотных М.В., и др. Тиреоидный статус при физических нагрузках // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5. С. 175–179.

-
50. Демидова Т.Ю., Скуридина Д.В., Кочина А.С. Влияние физической активности на пролактин и гормоны щитовидной железы // Академия медицины и спорта. 2021. Т. 2, № 3. С. 25–29.
 51. Рогожина Л.В. Влияние физической нагрузки на содержание тиреоидных гормонов и кортизола у лошадей. В сб.: I Национальная (Всероссийская) научно-практическая конференция «Актуальные вопросы развития коневодства». Уссурийск, 2022. С. 38–40. EDN: IEFEPH.
 52. Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С., и др. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками // РКЖ. 2018. Т. 23, № 6. С. 180–190.
 53. Селезнева И.С., Иванцова М.Н. Биохимические изменения при занятиях физкультурой и спортом. Екатеринбург: УрФУ, 2019. 162 с.
 54. Зиновьева С.А., Козлов С.А., Козырев С.Г., и др. Динамика половых гормонов в крови тренируемых рысистых кобыл // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49, № 3. С. 182–186. EDN: PDUJDJ.
 55. Наумова Е.Ю., Козлов С.А., Козырев С.Г. Динамика уровня стероидных гормонов в крови двухлетних рысистых лошадей на разных этапах ипподромного тренинга // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50, № 4. С. 110–113. EDN: RQCCMP.

References

1. Vasil'eva AP. Ocenka vnutriporodnyh tipov chistokrovnyh arabskih loshadej po jekster'eru i rabotosposobnosti. In: *Mezhdunarodnaya konferenciya molodyh uchenyh*. 2011;1:242-244. (In Russ.).
2. Balakshin OA. *Arabskaja loshad' Rossii*. Moscow: ZAO Centrpolygraf; 2003. (In Russ.).
3. Kalinkova LV, Shemarykin AE. Geneticheskaja harakteristika vnutriporodnyh tipov chistokrovnyh arabskih loshadej v Rossii. *Genetika i razvedenie zhivotnyh*. 2020;4:54-60. (In Russ.). DOI: 10.31043/2410-2733-2020-4-54-60. EDN: MOKXDK.
4. Kozlov SA, Zinov'eva SA, Markin SS. *Konevodstvo*. Saint Petersburg : Lan'; 2025. 408 p. (In Russ.).
5. Sevast'janov VV, Steblecov EA, Monastyr'ev SN. *Osnovy obuchenija cikличeskim vidam sporta*. Voronezh: VGPU; 2024. 152 p. (In Russ.).
6. Pravila vida sporta «Konnyj sport». Glava XIII. Probegi. Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii: ofisial'nyj sajt. 2025. Available at: <https://minsport.gov.ru/activity/government-regulation/vidy-sporta-razvivaemye-na-obshherossijskom-urovne/letnie-olimpijskie-vidy-sporta-2/konnyj-sport-1>. Accessed: 15.07.2025. (In Russ.).
7. Tambovceva RV. Biohimicheskaja harakteristika bega na razlichnye distancii. *Evrazijskij Sojuz Uchenyh*. 2015;14(5):36-39. (In Russ.).
8. Berkovskaja MA, Jel'murzaeva AA, Jedaev AL, et al. Vlijanie sportivnyh nagruzok na rabotu jendokrinnoj sistemy u muzhchin. *Consilium Medicum*. 2024;26(4):263-268. (In Russ.).
9. Bakulev SE, Dorofejkov VV, Gol'berg ND, et al. Jenzimodiagnostika v sportivnoj praktike (obzor literatury i sobstvennyj opyt). *Chelovek. Sport. Medicina*. 2020;20(3):15-24. (In Russ.).
10. Bagno OA, Jurpalova OA. Ocenka fiziologicheskogo statusa sportivnyh loshadej. In: *VI Nacional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Aktual'nye nauchno-tehnicheskie sredstva i sel'skohozjajstvennye problemi"*. Kemerovo; 2021. P. 15–21. (In Russ.). EDN: AOFJMV.
11. Krapivina EV, Ivanov DV, Sorokina DA, et al. Sravnitel'nyj analiz lejkogramm, poluchennyh raznymi sposobami. In: *Mezhdunarodnaya nauchnaya-prakticheskaya konferenciya "Innovacionnoe razvitiye produktivnogo i neproduktivnogo zhivotnovodstva"*. Bryansk; 2022. P. 84–88. (In Russ.). EDN: GSUCGD.
12. Petrikeeva LV. Izmenenie pokazatelej obshhego analiza krovi loshadej chistokrovnoj arabskoj porody, nesushhih ippodromnuju nagruzku. In: *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya molodyh uchenyh i specialistov, posvjashchennyy sozdaniyu ob'edinennogo agrarnogo vuza v Moskve*. Moscow; 2015. P. 154–156. (In Russ.).
13. Semenov BS, Guseva VA, Kuznecova TSh, et al. Vlijanie treninga na biohimicheskie pokazateli krovi u loshadej, uchastvujushhih v sorevnovanijah po distacionnym probegam. *Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii*. 2022;55(3):8-14. (In Russ.).

14. Markin SS, Zinov'eva SA, Kozlov SA. Vlijanie skorostno – silovoj nagruzki na nekotorye metabolicheskie i jenzimologicheskie pokazateli u loshadej krupnyh tjazhelovoznyh porod. *Konevodstvo i konnyj sport*. 2022;3:14-17. DOI: 10.25727/HS.2022.3.60555. EDN: TKJGFO.
15. Andrijchuk AV, Tkachenko GM, Tkachova IV, et al. Gematologicheskie pokazateli i markery okislitel'nogo stressa u loshadej krymskogo tipa, uchastvujushhih v probegah. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. 2014;17:171-178. (In Russ.).
16. Zinov'eva SA, Kozlov SA, Markin SS. Reakcija organizma loshadej rysistyh i tjazhelovoznyh porod na skorostno-silovuju nagruzku. *Konevodstvo i konnyj sport*. 2022;2:17-20. (In Russ.). DOI: 10.25727/HS.2022.2.60369.
17. Ivanov AA, Hotov VH, Petrikeeva LV. Pokazateli krovi loshadej chistokrovnoj arabskoj porody v raznye periody skakovogo sezona. *Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2016;5:119-126. (In Russ.).
18. Semenov BS, Guseva VA, Kuznecova TSh, et al. Izmenenie gematologicheskikh pokazatelej krovi u loshadej, uchastvujushhih v konnyh distacionnyh probegah. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*. 2022;3:193-199. (In Russ.). DOI: 10.52419/issn2072-2419.2022.3.193.
19. Agafonova ME. Monitoring chastoty serdechnyh sokrashhenij sportivnoj pary "vsadnik-loshad" v processe sorevnovanij po troebor'ju. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2008;8:7-10. (In Russ.).
20. Sergienko BC, Borodkina EYu. Pokazateli krovi sportivnyh loshadej na raznyh jetapah trenirovki. *Konevodstvo i konnyj sport*. 2008;2:17-18. (In Russ.).
21. Chernyj NV, Machula OS, Krylova AO, et al. Gematologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi sportivnyh loshadej ukrainskoj verhovoj i trakenskoj porod. *Naukovij visnik L'viv'skogo nacional'nogo universitetu veterinarnoi medicini ta biotekhnologij imeni S.Z. Izhic'kogo*. 2017;73:118-121. (In Russ.).
22. Sergienko SS, Ivanova NV, Sergienko GF. Rannjaja podgotovka budjonnovskih i donskih loshadej v Rossii. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Instituta zhivotnovodstva Nacional'noj akademii agrarnyh nauk Ukrayny*. 2014;111:294-300. (In Russ.).
23. Markin SS, Zinov'eva SA, Kozlov SA. Ocenka vlijanija silovoj nagruzki na organizm tjazhelovoznyh loshadej. *Konevodstvo i konnyj sport*. 2024;3:23-25. (In Russ.). DOI: 10.25727/HS.2024.3.60842.
24. Ashibokov LH, Orshiev ZH. Vzaimosvaz' gematologicheskikh pokazatelej i stepeni trenirovannosti loshadej. In: ly Mezhdunarodnaya nauchno-proizvodstvennaya konfertenciya, posv. 75-letiju zooinzhenernogo fakulteta Gorskogo GAU. Vladikavkaz; 2005. P. 110–111. (In Russ.).
25. Orlova NE, Pozov SA, Ponomareva ME. Adaptacionnye gematologicheskie reakcii u skakovyh loshadej pri fizicheskoy nagruzke. Veterinarija, zootehnika i biotekhnologija. 2018;5:71-76. (In Russ.).
26. Orlova NE, Ponomareva ME. Osobennosti adaptacii konkurnyh i skakovyh loshadej k fizicheskim nagruzkam. In: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferencii, posvyaschennoj 100-letiyu so dnya osnovaniya kafedry fiziologii zhivotnyh "Adaptacija i reaktivnost' domashnih zhivotnyh". Moskva, 2020. P. 163–167. (In Russ.).
27. Giers J, Bartel A, Kirsch K, et al. Blood-based assessment of oxidative stress, inflammation, endocrine and metabolic adaptations in eventing horses accounting for plasma volume shift after exercise. *Vet Med Sci*. 2024;10(3). DOI: 10.1002/vms3.1409.
28. Golubeva M.G. Vlijanie fizicheskoy nagruzki na funkcional'noe sostojanie membran jeritrocitov. *Sportivnaja medicina: nauka i praktika*. 2020;10(2):55-64. (In Russ.). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.2.55. EDN: CDFMIK.
29. Markin SS, Zinov'eva SA, Kozlov SA. Nekotorye osobennosti metabolizma loshadej pri raznom rezhime dvigateľ'noj aktivnosti. *Ippologija i veterinarija*. 2020;3:52-59. (In Russ.).
30. Tahir-zade SMo. Izmenenie pokazatelej immunnogo statusa i mikrobiocenoza kishechnika u donskoj i karabahskoj porod loshadej pri treninge [dissertation]. Moscow; 2014. 104 p.
31. Zinov'eva SA, Kozlov SA, Markin SS. Dinamika nekotoryh biohimicheskikh pokazatelej krovi loshadej, vypolnjajushhih skorostno-silovuju nagruzku. In: Nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdu-narodnym uchastiem "Nauchno-obrazovatel'naja sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa arkticheskikh territorij". Jakutsk; 2021. P. 234–238. (In Russ.).

32. Ermolaeva EN, Krivohizhina LV. Indikatory povrezhdenija pri fizicheskikh nagruzkah razlichnoj intensivnosti. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2015;1:1815-1821. (In Russ.).
33. Ermolaeva EN. Izmenenie lipidnogo sostava krovi pod vlijaniem odnokratnoj fizicheskoy nagruzki submaksimal'noj moshhnosti (jeksperimental'noe issledovanie). *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal*. 2015;11(2):123-125. (In Russ.).
34. Ermolaeva EN, Krivohizhina LV. Osobennosti lipidemii pri hronicheskoy fizicheskoy nagruzke submaksimal'noj moshhnosti. *ONV*. 2015;144(2):43-46. (In Russ.).
35. Markin SS, Zinov'eva SA, Kozlov SA. Biohimicheskij i gormonal'nyj status organizma loshadej sovetskoy tjazhelovoznoj porody, podgotovlennyyh k ispytaniyam po programme tjazhelovoznogo troebor'ja. *Vestnik APK Verhnevolzh'ja*. 2024;3:69-74. (In Russ.). DOI: 10.35694/YARCX.2024.67.3.010.
36. Giers J, Bartel A, Kirsch K, et al. 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. *Animals (Basel)*. 2023;13(19):3110. DOI: 10.3390/ani13193110.
37. Flethoj M, Kanters JK, Haugaard MM, et al. Changes in heart rate, arrhythmia frequency, and cardiac biomarker values in horses during recovery after a long-distance endurance ride. *J Am Vet Med Assoc*. 2016;248(9):1034-42. DOI: 10.2460/javma.248.9.1034.
38. Witkowska-Piłaszewicz O, Malin K, Dąbrowska I, et al. Immunology of physical exercise: Is *Equus Caballus* an appropriate animal model for human athletes? *Int J Mol Sci*. 2024;25(10):5210. DOI: 10.3390/ijms25105210.
39. Chaulin AM, Grigor'eva JuV, Suvorova GN. Vlijanie fizicheskikh nagruzok na urovni serdechnyh troponinov (obzor literature). *Bulleten' nauki i praktiki*. 2020; 6(7):107-117.
40. Durando M, Reef V, Kline K, et al. Acute effects of short duration, maximal exercise on cardiac troponin I in healthy horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 2006;3(4):217-3. DOI: 10.1017/S1478061506703048.
41. Nostell K, Häggström J. Resting concentrations of cardiac troponin I in fit horses and effect of racing. *J Vet Cardiol*. 2008;10(2):105-9. DOI: 10.1016/j.jvc.2008.10.001. PMID: 19019757.
42. Rossi TM, Kavsak PA, Maxie MG, et al. Post-exercise cardiac troponin I release and clearance in normal Standardbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*. 2019;51(1):97-101. DOI: 10.1111/evj.12486_62. PMID: 29806966.
43. Hellings IR, Krontveit R, Overlie M, et al. Pre- and post-race serum cardiac troponin T concentrations in Standardbred racehorses. *Vet J*. 2020;256(2). DOI: 10.1016/j.tvjl.2020.105433.
44. Rossi TM, Kavsak PA, Maxie MG, et al. Effect of racing on cardiac troponin I concentration and associations with cardiac rhythm disturbances in Standardbred racehorses. *J Vet Cardiol*. 2021;35:14-24. DOI: 10.1016/j.jvc.2021.02.002.
45. Holbrook TC, Birks EK, Sleeper MM, et al. Endurance exercise is associated with increased plasma cardiac troponin I in horses. *Equine Vet J Suppl*. 2006;36:27-31. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05508.x.
46. Pourmohammad R, Mohri M, Seifi HA, et al. Evaluation of cardiac troponin I, atrial natriuretic peptide and some oxidative/antioxidative biomarkers in the serum and hemolysate of trained Arabian horses after exercise. *Iran J Vet Res*. 2020;21(3):211-215.
47. Ertelt A, Merle R, Stumpff F, et al. Evaluation of different blood parameters from endurance horses competing at 160 km. *J Equine Vet Sci*. 2021;104. DOI: 10.1016/j.jevs.2021.103687.
48. Decloedt A, De Clercq D, Ven S, et al. Right ventricular function during pharmacological and exercise stress testing in horses. *Vet J*. 2017;227:8-14. DOI: 10.1016/j.tvjl.2017.08.001.
49. Kornjakova VV, Sautkin JaA, Zabolotnyh MV, et al. Tireoidnyj status pri fizicheskikh nagruzkah. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2018;5:175-179. (In Russ.).
50. Demidova TJu, Skuridina DV, Kochina AS. Vlijanie fizicheskoy aktivnosti na prolaktin i gormony shhitovidnoj zhelezy. *Akademija mediciny i sporta*. 2021;2(3):25-29. (In Russ.).
51. Rogozhina LV. Vlijanie fizicheskoy nagruzki na soderzhanie tireoidnyh gormonov i kortizola u loshadej. In: I Nacionalnaya (Vserossijskaya) nauchno-prakticheskaya konferenciya "Aktual'nye voprosy razvitiya konevodstva". Ussuriysk; 2022. P. 38-40. (In Russ.). EDN: IEFEPH.

52. Badtjeva VA, Pavlov VI, Sharykin AS, et al. Sindrom peretrenirovannosti kak funktsional'noe rasstrojstvo serdechno-sosudistoj sistemy, obuslovennoe fizicheskimi nagruzkami. RKZh. 2018;23(6):180-190. (In Russ.).
53. Selezneva IS, Ivancova MN. *Biohimicheskie izmenenija pri zanjatijah fizkul'turoj i sportom*. Ekaterinburg: UrFU; 2019. 162 p. (In Russ.).
54. Zinov'eva SA, Kozlov SA, Kozyrev SG, et al. Dinamika polovyh gormonov v krovi treniruemyh rysistykh kobyl. *Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012;(3):182-186. (In Russ.). EDN: PDUJDJ.
55. Naumova EJu, Kozlov SA, Kozyrev SG. Dinamika urovnya steroidnyh gormonov v krovi dvuhletnih rysistykh loshadej na raznyh jetapah ippodromnogo treninga. *Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013;50(4):110-113. (In Russ.). EDN: RQCCMP.

Статья принята к публикации 11.09.2025 / The article accepted for publication 11.09.2025.

Информация об авторах:

Елизавета Константиновна Великодная, аспирант кафедры биохимии и физиологии

Information about the authors:

Elizaveta Konstantinovna Velikodnaya, Postgraduate student, Department of Biochemistry and Physiology

