

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 619:636.1:612.1

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-4-69-80>



### Оксигенация крови лошадей как показатель работоспособности

Иван Владимирович Тарабрин, Валентина Владимировна Усенко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Автор, ответственный за переписку: Иван Владимирович Тарабрин; tarabrin.i@kubsau.ru

#### Аннотация

В коневодстве актуальным является внедрение доступных способов оценки потенциала организма лошади для выполнения работы разной степени тяжести и в разных условиях местности (высота над уровнем моря, особенности ландшафта, характер работы). Установлена применимость метода дозирования нагрузки рабочих лошадей в условиях высокогорья на основании величины массы тела лошади, вычисляемой с помощью промера «Обхват груди», но работа должна быть отнесена к категории тяжелой уже при массе груза 15% от массы тела лошади. Показатель насыщения артериальной крови молекулярным кислородом и значение пульса в достаточной мере позволяют оценить состояние функции дыхания, а также характер участия сопряженных с ней систем. Исследования, проведенные на 14 взрослых рабочих лошадях, используемых в работах в условиях равнины и высокогорья, а также на 5 молодых лошадях, позволили рекомендовать к широкому применению пульсоксиметр для экспресс-анализа крови на оксигенацию крови и величину пульса с целью обоснованного дозирования нагрузки этих животных. Ветеринарное обследование лошадей с выявленными пульсоксиметром отклонениями от нормы по сатурации кислорода и характеру пульса подтвердило наличие клинических признаков и лабораторных маркеров нарушений в организме одного жеребца и одной ремонтной кобылы, что исключает использование этих животных в качестве рабочих. Ранняя констатация недостаточности функции дыхания у молодняка позволяет принять взвешенное решение об отказе от специальной тренировки и предотвращает экономические потери.

#### Ключевые слова

потенциал организма лошади, работоспособность лошадей в разных условиях, рабочие лошади, пони, равнина, высокогорье, нагрузка, сатурация кислорода, оксигенация крови, пульсоксиметр, масса тела

#### Благодарности

Авторы выражают благодарность за помощь в организации исследований ветеринарным врачам конно-спортивного клуба П.И. Остапенко (г. Краснодар, Россия), Сергею Сергеевичу Левченко, Ирине Вячеславовне Куличевой, а также руководителю КХ «Каныкей» (Республика Кыргызстан) Алмабеку Сегизбаеву.

#### Для цитирования

Тарабрин И.В., Усенко В.В. Оксигенация крови лошадей как показатель работоспособности. *Тимирязевский биологический журнал*. 2023. № 1 (4). С. 69-80. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-4-69-80>

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article

УДК 636.1:581.111

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-4-69-80>



### Equine blood oxygenation as a coefficient of performance

Ivan V. Tarabrin, Valentina V. Usenko

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Corresponding author: Ivan V. Tarabrin; tarabrin.i@kubsau.ru

#### Abstract

In horse breeding, it is important to introduce affordable methods for assessing the potential of the horse's body to perform work of varying severity and in different terrain conditions (altitude, landscape features, type of work). The applicability of the method of dosing the load of working horses in highland conditions has been established on the basis of the value of the horse's body weight calculated using the "heart girth" measurement, but the work should already be classified

as heavy at a load weight of 15% of the horse's body weight. The arterial molecular oxygen saturation of the blood and the pulse rate are sufficient to assess the state of respiratory function and the nature of the involvement of associated systems. The studies carried out on 14 mature working horses and also on 5 young horses used for work in lowland and highland conditions have made it possible to recommend the widespread use of the pulse oximeter for rapid analysis of blood oxygen saturation and pulse rate in order to dose the workload of these animals appropriately. Veterinary examination of horses with abnormal oxygen saturation and pulse pattern detected by the pulse oximeter confirmed the presence of clinical signs and laboratory markers of disorders in the body of a stallion and a repair mare, excluding the use of these animals as working animals. Early detection of inadequate respiratory function in young animals can allow a balanced decision to be made to refuse special training and prevent economic losses.

### Keywords

equine body potential, performance of horses in different conditions, working horses, ponies, plains, highlands, workload, oxygen saturation, blood oxygenation, pulse oximeter, body weight

### Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude for assistance in organizing the research to veterinarians of the equestrian sports club "Ostapenko" (Krasnodar, Russia) Sergey S. Levchenko, Irina V. Kulicheva, as well as to Almabek Segizbaev, head of the farm "Kanykei" (Kyrgyz Republic).

### For citation

Tarabrin I.V., Usenko V.V. Equine blood oxygenation as a coefficient of performance. *Timiryazev Biological Journal*. 2023;1(4):69-80. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-4-69-80>

## Введение

## Introduction

В спортивном коневодстве существует практика контроля состояния организма лошадей и внедрен ряд методов его оценки, но в продуктивном коневодстве указанная практика используется весьма ограниченно [4, 13]. В то же время разработка объективных и малозатратных методов оценки функционального статуса основных систем жизнеобеспечения организма лошадей, используемых в разных по характеру и тяжести работах в различающихся климатических условиях, остается в числе приоритетных задач научного обеспечения отрасли [14].

**Цель исследований:** обоснование дозирования нагрузки рабочих лошадей в разных климатических условиях на основании оценки функции дыхания.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

- оценка степени применимости расчетного метода определения массы тела для рабочих лошадей в условиях высокогорья для дозирования физической нагрузки на основании показателя массы тела;

- оценка оксигенации крови и пульса лошадей с использованием пульсоксиметра.

Рабочие лошади должны обладать силой и выносливостью в соответствии с направлением использования: упряжные, под седлом, вьючные. Основой обеспечения соответствующих механизмов являются напряженный метаболизм и возможность быстрой мобилизации энергии. Нагрузка лошадей четко коррелирует с массой тела и функциональной активностью сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Активация мышечной активности

сопровождается тахикардией и тахипноэ, причем частота дыхания может возрастать в 10 раз.

Лошадь относится к числу уникальных видов высших млекопитающих, клетки которых способны к освобождению энергии посредством анаэробного гликолиза, что обеспечивает организму возможность выполнять напряженную мышечную работу в течение длительного времени [4, 12, 14]. Особо следует отметить кожное дыхание, которое у лошадей имеет большое значение и при физической нагрузке может составлять до 8% обеспечения потребности в кислороде, тогда как у остальных млекопитающих не превышает 1-2%.

Обоснованное дозирование нагрузки лошадей позволяет избежать переутомления лошади, увеличить срок службы и продолжительность жизни. В числе главных маркеров функциональной недостаточности главных систем организма вследствие переутомления лошади названа температура тела. Наряду с контролем температуры существует практика оценки состояния организма и условий жизни лошади по качеству кормления – на основании анализа корма, крови и других биологических материалов (моча, кал) [1, 7-9, 13].

Состав крови относится к числу важнейших интерьерных показателей организма животных. В отличие от жестких констант (рН, осмотическое давление, гликемия) количественные значения других показателей могут варьировать в определенных пределах (варианты нормы) под влиянием различных метаболических и внешних воздействий. Этот факт дает основание использовать их в качестве маркеров функциональной состоятельности органов и систем организма и основание для дозирования нагрузки рабочих и спортивных лошадей [6, 7]. В первую очередь это касается состояния дыхательной системы и сопряженных с ней систем, а также процессов энергетической обеспеченности клеток.

Достаточно давно определен спектр показателей крови, позволяющих объективно оценить состояние организма рабочей лошади для адекватного дозирования нагрузок. К основным относят информацию о содержании гемоглобина и эритроцитов, о величине pH, а также биомаркеры состояния печени. Вместе с тем существует высокая потребность во внедрении в практическое коневодство нетравматичных и доступных экспресс-методов оценки газового состава крови и состояния сопряженных с ней систем, обеспечивающих рабочие качества лошади [2, 3, 5, 8, 13, 16].

### Методика исследований

#### Research method

В мае 2022 г. был выполнен комплекс исследований в условиях конно-спортивного клуба Остапенко П.И. (г. Краснодар, Россия) и фермерского хозяйства «Каныкей» (Иссык-Кульский район Кыргызской Республики). Объекты исследований в конно-спортивном клубе – 5 взрослых рабочих лошадей трактенской породы и 3 взрослых пони шетлендской породы; в высокогорном крестьянском (фермерском) хозяйстве – 6 взрослых и 5 молодых лошадей новокиргизской породы; общее поголовье – 19 гол.

В число задач входило: определение возможности использования показателей оксигенации крови и частоты пульса, полученных с помощью медицинского прибора пульсоксиметр, для оценки состоятельности системы обеспечения тканевого дыхания рабочих лошадей и обоснованного планирования нагрузки.

В качестве первоначального критерия для расчета нагрузки животных в КФХ «Каныкей» использовали показатель массы тела, который вычисляли по формуле Маторина [11]:

$$M = 6 \cdot X - 620, \quad (1)$$

где X – обхват груди; M – масса тела лошади.

Измерения лошадей проводили на ровной площадке измерительной лентой (в сантиметрах).

Пульсоксиметры разных производителей предназначены для экспресс-оценки уровня оксигенации крови, обусловленной содержанием кислорода в артериальной крови капилляров, и определения пульса у человека (рис. 1, 2). Большинство названных приборов имеет диапазон измерения уровня сатурации кислорода от 35 до 100%, величину пульса от 30 до 250 уд/мин. В данной работе был использован прибор Pulse oximeter IZK-301, снабженный также индикатором заряда батареи и возможностью регулировки экрана в четырех направлениях, что облегчает его использование при работе с животными разных видов. Заявленные температурные границы для корректной работы прибора составляли от +10 до +40°C.

Величину пульса и сатурации кислорода крови определяли на ухе животных, аккуратно согнутом вдоль и помещенном в углубление прибора, предназначенное для указательного пальца человека. При выполнении этой работы требовалось обеспечить спокойное поведение лошадей. (Авторам была оказана большая помощь со стороны сотрудников предприятий, которым выражаем благодарность: А. Сегизбаеву, А. Алмабекову, И.В. Куличевой, С.С. Левченко.) На рисунке 2 представлен элемент работы по определению оксигенации крови лошади.

В пульсоксиметре применяется оптический метод, основанный на свойстве гемоглобина поглощать световые импульсы определенной части спектра. При просвечивании пульсирующей крови оксигемоглобин поглощает лучи красного спектра, а свободный от молекулярной формы кислорода гемоглобин избирательно поглощает инфракрасные лучи.

Встроенный микропроцессор прибора вычисляет и выводит на экран показатели сатурации и пульса, и одновременно возникает звуковой сигнал, изменяющийся по высоте звука в зависимости от величины сатурации. Так, снижение сатурации понижает высоту звука, а ее нормализация – повышает. Результат на дисплее показывает процентное отношение уровня кислорода в периферической крови к норме, частоту пульса за 1 мин, а также отображает волнообразную кривую пульсовой волны.

Для объективного суждения о содержании кислорода в крови и расчета среднего значения у каждой лошади в течение 5 дней выполнили измерения в одно и то же время, за 30 мин до тренировки или работы. Исследование осуществляли двукратно, через 5 мин, в присутствии тренеров; животные находились на отдыхе в денниках, их предварительно «угощали» яблоками.

Показателем нормальной сатурации кислорода крови заявлено 95-98%; показатель ниже 92%, согласно инструкции к прибору, рассматривали в качестве свидетельства угрозы развития дыхательной недостаточности.



Рис. 1. Пульсоксиметр IZK-301

Fig. 1. Pulse oximeter IZK-301

Публикации об использовании указанного прибора для оценки насыщения крови лошадей кислородом в доступной литературе отсутствуют.

Значение сатурации ниже 90%, зафиксированное не менее двух раз, считали признаком недостаточности дыхания лошади и основанием для ее выбраковки из категории рабочих лошадей [12].

При установлении прибором сниженного показателя сатурации кислорода в крови дополнительно осуществили ветеринарное обследование животных и выполнили анализ крови по определению

содержания эритроцитов и гемоглобина в цельной крови с целью объективной оценки дыхательной функции крови [10, 12].

## Результаты и их обсуждение

### Results and discussion

В КСК Остапенко П.И. (г. Краснодар, Россия) получены следующие результаты. Нагрузка животных конно-спортивного клуба Остапенко П.И. связана с деятельностью предприятия по обучению детей верховой езде. Таким образом, животных используют в работе под седлом.

Сведения о результатах определения содержания кислорода в крови и значения артериального пульса, установленные с помощью пульсоксиметра IZK-301 у лошадей предприятия, отражены в таблице 1.

У 6 из 8 обследованных лошадей значения оксигенации крови и показатели артериального пульса соответствовали норме.

У жеребца по кличке Баязет установлены тахикардия и противоречивые показатели оксигенации крови, что предположительно может указывать на факт синусовой аритмии в сочетании с симпатическими эффектами, но требует отдельного исследования.

У мерина по кличке Лидер выявлено минимально допустимое значение показателя оксигенации крови, а также тахикардия, что может указывать на существование сердечной недостаточности кровообращения.

По результатам исследований рекомендовано ветеринарное обследование жеребца Баязета и мерина Лидера.



Рис. 2. Определение сатурации кислорода

Fig. 2. Analysis of oxygen saturation

Таблица 1

Показатели оксигенации крови и пульса рабочих лошадей КСК

Животное, кличка	Пол	Возраст, лет	Содержание кислорода, %	Пульс
Лошади				
Апрель	мерин	12	97,0±1,29	67,2±2,34
Вивальди	кобыла	6	98,8±1,86	54,4±2,42
Липецк	жеребец	28	95,8±1,77	61,4±2,13
Баязет	жеребец	12	98,2±8,27	123,2±5,79
Лидер	мерин	12	91,8±0,68	81,0±1,53
Пони				
Молли	кобыла	10	97,0±0,58	44,8±1,67
Лексус	жеребец	5	98,8±1,46	87,6±0,45
Пончик	жеребец	7	98,4±0,45	67,0±1,29



Table 1

**Blood oxygenation and pulse rate indices of working horses at the equestrian sports club**

Animal, nickname	Sex	Age, years	Oxygen content, %	Pulse rate
<b>Horses</b>				
Aprel'	gelding	12	97.0±1.29	67.2±2.34
Vival'di	mare	6	98.8±1.86	54.4±2.42
Lipetsk	stallion	28	95.8±1.77	61.4±2.13
Bayazet	stallion	12	98.2±8.27	123.2±5.79
Lider	gelding	12	91.8±0.68	81.0±1.53
<b>Ponies</b>				
Molli	mare	10	97.0±0.58	44.8±1.67
Leksus	gelding	5	98.8±1.46	87.6±0.45
Ponchik	gelding	7	98.4±0.45	67.0±1.29

Следует отметить простоту и удобство использования пульсоксиметра, хотя это относится только к ситуации, при которой лошадь не испытывает беспокойства. Это в полной мере может быть достигнуто в случае, если измерение выполняет не посторонний человек, а тренер или хозяин лошади.

В КФХ «Каныкей» Кыргызской Республики получены следующие результаты.

Рабочих лошадей в хозяйстве «Каныкей» используют для перемещения грузов массой 20-40 кг и для перемещения всадника весом 80-83 кг на высокогорное стойбище, расположенное на расстоянии 15 км от исходной точки маршрута. Движение на всем протяжении пути идет на подъем начиная с точки 1500 м над уровнем моря. Первый привал продолжительностью 20 мин делают на высоте 2600 м над уровнем моря, но груз не снимают (с лошади слезает только всадник). Затем всадник вновь садится в седло, и лошадь идет еще 4 км до стойбища на высоте 3750 м над уровнем моря.

Заключительный участок пути лошади должны преодолеть не более чем с двумя остановками по 10 мин. В тот же день животное проделывает обратный путь без остановок. Время полного перехода составляет 4,5-5 ч. Таким образом, использование лошадей в КФХ «Каныкей» следует охарактеризовать как выючно-верховое в условиях гипобарии.

Сведения о характере нагрузки лошадей приведены в таблице 2.

Согласно материалу таблицы 2 разница в массе перевозимого груза связана только с изменением веса всадника. Установлено, что требованиям, предъявляемым к рабочим лошадям в данном хозяйстве, соответствовали 20% животных от общего поголовья табуна в 2021 г. и 27% – в 2022 г.

Анализ полученных данных позволяет объективно отнести выполняемую рабочими лошадьми нагрузку в КХ «Каныкей» к разряду тяжелых работ. Условия местности потенциально опасны развитием экзогенной гипоксии ввиду разреженной атмосферы в сочетании с патогенным влиянием сниженного барометрического давления. Это требует в хозяйстве серьезной деятельности по отбору объективно пригодных лошадей, специальной тренировке и формированию способности выдерживать требуемый уровень нагрузки. Лошади, которые не показывают потенциала работоспособности, подлежат переводу на откорм.

В спортивном коневодстве существует практика дозирования нагрузки на лошадь с учетом ее массы тела с целью предотвращения перегрузки животного. Материал таблицы 3 содержит информацию о результатах определения живой массы лошадей КХ «Каныкей» с использованием метода и формулы Маторина [11, 14]. Согласно свидетельствам специалистов спортивные лошади и животные-иппотерапевты из конно-спортивных клубов в условиях равнины при нормобарии демонстрируют наилучшие показатели работы, если максимальная нагрузка не превышает 20-25% от массы тела.

Результаты определения промера «Обхват груди», вычисление массы тела и последующее сравнение с результатами взвешивания животных показали высокий уровень соответствия показателей: расчетная величина массы тела отличалась от показателя, полученного при взвешивании, в среднем на 5%.

Установлено, что в условиях высокогорья нагрузка лошади на уровне уже 20% от ее живой массы оказывается избыточной и сопровождается развитием серьезных нарушений в организме. При расчете максимальной нагрузки требуется

Таблица 2

**Характеристика работы лошадей в КХ «Каныкей»**

Показатель	2021 г.	2022 г.
Общее поголовье лошадей, гол.	20	22
Поголовье рабочих лошадей, гол.	5	6
Общая протяженность маршрута в день в прямом и обратном направлениях, км	30	30
Высота начальной точки маршрута над уровнем моря, м	1500	1500
Высота конечной точки маршрута над уровнем моря, м	3750	3750
Минимальная масса груза, кг	100	103
Максимальная масса груза, кг	120	123
Продолжительность перехода, ч	5	5
Продолжительность отдыха на маршруте в прямом направлении, мин	40	40
Продолжительность движения, в среднем	~4 ч 30 мин	~4 ч 30 мин

Table 2

**Characteristics of horse work at the farm “Kanykei”**

Indicator	2021	2022
Total number of horses, head	20	22
Number of working horses, head	5	6
Total length of the route per day in forward and reverse directions, km	30	30
Height of the starting point of the route above sea level, m	1500	1500
Height of the final point of the route above sea level, m	3750	3750
Minimum cargo weight, kg	100	103
Maximum mass of cargo, kg	120	123
Duration of crossing, h	5	5
Duration of rest on the route in forward direction, min	40	40
Duration of travelling, on average	~4 h 30 min	~4 h 30 min

учитывать совокупный вес груза и всадника, который не должен превышать 15% от массы тела лошади. Эти сведения были получены от руководителя КФХ «Каныкей», они основаны на результатах многолетней практики использования лошадей для доставки грузов на высокогорное стойбище.

Считаем объективно установленным, что использование показателя «Обхват груди» для расчетного определения живой массы лошадей вполне может быть внедрен и использован для дозирования нагрузки. В хозяйстве «Каныкей» планируется применять указанный метод, но с поправкой на условия местности и ландшафта.

Экономическая целесообразность рабочепользовательного коневодства предусматривает возможно более раннюю объективную оценку потенциальной способности молодых лошадей к выполнению тяжелой работы, желательно – до начала специальной подготовки и тренировки. Известно, что количественные значения ряда показателей крови могут варьировать в определенных пределах под влиянием внутренних и внешних воздействий. Это дает основание рассматривать их в качестве маркеров функциональной достаточности систем дыхания, крови, кровообращения и использовать для дозирования нагрузки рабочих и спортивных лошадей [13].

Таблица 3

**Расчетная нагрузка на лошадь в зависимости от ее живой массы в КХ «Каныкей»**

Кличка лошади	Обхват груди, см	Расчетная масса тела лошади, кг	Масса тела лошади (взвешиванием), кг	Разница между расчетной и фактической массой тела, %	Нагрузка, % от массы тела, кг			
					15	20	25	35
Тигран	191	526	551	-4,5	82,65	110,2	137,75	192,85
Шумкар	194	544	564	-3,5	84,6	112,8	141	197,4
Монгол	201	586	598	-2,0	89,7	119,6	149,5	209,3
Михаил Тигранович	190	520	500	4,0	75	100	125	175
Гуль-Сары	188	508	498	2,0	74,7	99,6	124,5	174,3
Мария	187	502	475	5,7	71,25	95	118,75	166,25

Table 3

**Estimated load on a horse depending on its live weight at the farm “Kanykei”**

Horse nickname	Heart girth, cm	Calculated horse body weight, kg	Horse body weight (by weighing), kg	Difference between calculated and actual body weight, %	Load, % of body weight, kg			
					15	20	25	35
Tigran	191	526	551	-4.5	82.65	110.2	137.75	192.85
Shumkar	194	544	564	-3.5	84.6	112.8	141	197.4
Mongol	201	586	598	-2.0	89.7	119.6	149.5	209.3
Mikhail Tigranovich	190	520	500	4.0	75	100	125	175
Gul'-Sary	188	508	498	2.0	74.7	99.6	124.5	174.3
Mariya	187	502	475	5.7	71.25	95	118.75	166.25

Для оценки содержания кислорода в крови было выполнено определение оксигенации крови и величины пульса у всех рабочих лошадей крестьянского хозяйства «Каныкей», а также у потенциально пригодных молодых, из числа которых планировалось отобрать животных для специальной подготовки по транспортировке грузов в условиях высокогорья.

В таблице 4 приведены сведения о результатах обследования рабочих лошадей и перспективного молодняка в КХ «Каныкей».

Таким образом, 5 из 6 рабочих лошадей хозяйства (83,3%) могут быть использованы для выполнения работ по перемещению грузов в условиях высокогорья.

На основании анализа материала таблицы 4 получено основание для исключения из категории рабочих лошадей жеребца по кличке Михаил Тигранович, поскольку показатели оксигенации крови значительно снижены по сравнению с нормой,

что указывает на неспособность обеспечения потребности тканей в кислороде. У этого жеребца одновременно выявлена тахикардия в покое, что следует рассматривать как свидетельство компенсации сердечной недостаточности кровообращения. В числе нежелательных изменений отмечали также общее недомогание лошади, слабость мышц, судорожные их сокращения, а также отек подгрудка и снижение аппетита.

Значения оксигенации крови и пульса у 4 из 5 обследованных молодых лошадей (80%) соответствуют норме, что дает основание прогнозировать успех специальной подготовки для длительных переходов с грузом в горной местности. У молодой кобылы по кличке Лилия уже в состоянии покоя выявлены сниженное значение напряжения кислорода в артериальной крови и повышение пульса, что указывает на недостаточность дыхательной функции и не позволяет рассчитывать на успех специальных тренировок для подготовки к работе в горах.

Таблица 4

**Результаты определения оксигенации крови и пульса у лошадей в КХ «Каныкей»**

Кличка, пол	Возраст, лет	Оксигенация крови, %	Пульс, уд/мин
<b>Взрослые лошади</b>			
Тигран ♂	9	96,4±1,48	67,0±2,08
Шумкар ♂	6	98,4±1,69	55,4±1,97
Монгол ♂	6	96,0±1,53	61,6±2,21
Михаил Тигранович ♂	5	87,4±2,68	122,4±5,73
Гуль-Сары (♀)	5	97,0±1,53	80,8±1,57
Мария (♀)	4	95,4±1,24	68,0±0,00
<b>Молодые лошади</b>			
Принц ♂	2	97,4±0,73	66,6±1,88
Батыр ♂	2	97,6±1,10	67,0±1,00
Дамир ♂	2	94,8±0,68	68,6±0,73
Миледи (♀)	2	98,0±0,58	66,2±1,57
Лилия (♀)	2	91,6±1,24	87,8±2,48

Table 4

**Results of blood oxygenation and pulse rate determination in horses at the farm “Kanykei”**

Nickname, sex	Age, years	Blood oxygenation, %	Pulse rate, bpm
<b>Mature horses</b>			
Tigran ♂	9	96.4±1.48	67.0±2.08
Shumkar ♂	6	98.4±1.69	55.4±1.97
Mongol ♂	6	96.0±1.53	61.6±2.21
Mikhail Tigranovich ♂	5	87.4±2.68	122.4±5.73
Gul'-Sary (♀)	5	97.0±1.53	80.8±1.57
Mariya (♀)	4	95.4±1.24	68.0±0.00
<b>Young horses</b>			
Prints ♂	2	97.4±0.73	66.6±1.88
Batyr ♂	2	97.6±1.10	67.0±1.00
Damir ♂	2	94.8±0.68	68.6±0.73
Miledi (♀)	2	98.0±0.58	66.2±1.57
Liliya (♀)	2	91.6±1.24	87.8±2.48



В отношении жеребца с выявленными с помощью пульсоксиметра отклонениями в газовом составе крови и показателях пульса был выполнен осмотр ветеринарным врачом районного ветучастка в г. Чолпон-Ата Иссык-Кульского района Республики Кыргызстан, который подтвердил факт недостаточности кровообращения и дыхания. Для уточнения причин выявленных нарушений проведено исследование крови в ветеринарной лаборатории.

Наиболее значительным отклонением от нормы в перечне биохимических показателей сыворотки крови обследованной лошади следует считать повышение активности лактатдегидрогеназы, уменьшение содержания калия, кальция и резкое снижение концентрации хлоридов.

Выявленный факт повышения активности внутриклеточного фермента лактатдегидрогеназы в крови лошади более чем в 3 раза указывает на процессы повреждения клеток (возможно, сердца, печени, скелетных мышц, почек, печени). Считаем возможным исключить гемолиз эритроцитов, при котором повышение активности ЛДГ выражено значительно меньше, чем в данном случае [7, 9, 12].

Признано вариантом нормы умеренное колебание концентрации хлоридов, связанное с их расходом на поддержание рН, осмотического давления внутренней среды и гидростатического давления крови. Но выраженная гипохлоремия обязательно сопровождается нарушением осмотического давления и кислотно-щелочного баланса, обезвоживанием организма, образованием тромбов в сосудах.

Получено основание констатировать у обследуемого жеребца состояние острой хлоридной недостаточности организма (возможные причины – голодание в совокупности с обезвоживанием, диарея и др.). Были также отмечены слабость мышц с редкими конвульсивными движениями, нарушение дыхания, проблемы с пищеварением

и в дальнейшем – полный отказ от корма. У лошади зафиксировано отсутствие стула, прогрессирующие отеки. При развитии изменений существует угроза сдвига рН крови и развития метаболического ацидоза, резких подъемов кровяного давления [6, 10, 15, 16].

В ходе исследований выявлено свидетельство острой нехватки хлора в период, предшествующий дате отбора крови. При этом показатель резервной щелочности указывает на сохранение кислотно-щелочного равновесия, но для обоснованного прогноза требуется определение анионного разрыва (в норме 8-16 ммоль/л) с учетом содержания натрия и бикарбонатов.

Визуально установлены признаки гипокалиемии: аритмичный пульс, тахикардия, мышечная слабость и мышечные подергивания, понижение рефлекторной активности скелетных мышц. Факт замедленной моторики пищеварительной системы и запоры свидетельствуют о нарушении функции гладких мышц. Замечены увеличение диуреза и повышение потребления воды [10, 12, 15, 16].

Хозяевам лошади указано на необходимость неотложных действий по нормализации электролитного расстройства, восстановлению тонуса дыхательной мускулатуры, моторики пищеварительного тракта [12, 15, 16]. Состояние лошади в текущий момент времени не позволяет применять физическую нагрузку. В соответствии с принятой в хозяйстве практикой животное подлежит выведению из категории рабочих лошадей.

В таблице 5 представлены сведения о затратах на ветеринарное обследование и оценку оксигенации крови с использованием пульсоксиметра JZK-301 по ценам Кыргызской Республики (с учетом перевода национальной валюты в рубли РФ), сложившимся в 2021-2022 гг. В стоимость затрат на обслуживание рабочих лошадей входит и оплата труда чабана и конюха – по 15 тыс. руб. Расчет выполнен за минусом затрат на обучение перспективных молодых лошадей.

Таблица 5

#### Затраты на обследование перспективных молодых лошадей в КХ «Каныкей»

Показатель	Взрослые рабочие лошади (6 гол.)	Молодые перспективные лошади (5 гол.)
Затраты на оценку дыхательной функции крови (стоимость пульсоксиметра)	1500	1500
Затраты на анализ крови в ветеринарной лаборатории	3200	-
Затраты на тренировку 1 лошади, руб.	-	30000
Общая сумма затрат, руб.	4700	1500
Затраты на 1 гол., руб.	783,3	300

Table 5

**Costs of equine examinations at the equestrian sports club (at the farm “Kanykei”)**

Indicator	Mature working horses (6 head)	Young promising horses (5 head)
Costs of blood respiratory function assessment (cost of a pulse oximeter)	1500	1500
Costs for blood analysis in a veterinary laboratory	3200	-
Costs for training of one horse, rub.	-	30000
Total costs, rub.	4700	1500
Costs for one horse, rub.	783.3	300

Стоимость прибора пульсоксиметр JZK-301 составила 3000 руб. – это однократная трата. Трудоемкость процедуры определения оксигенации крови не учитывали, так как ее выполнили авторы данной работы и волонтеры.

Сложившаяся сумма денежных средств на оплату исследования одной рабочей лошади составила 783,3 руб., а 1 гол. ремонтного молодняка – 300 руб. Затраты на подготовку рабочей лошади включают в себя оплату труда конюха-тренера в течение 10-12 мес. (групповые занятия); на 1 лошадь за время тренировки для работы в горной местности затраты составляют в среднем 30000 руб.

Результаты расчетов затрат на обследование молодых лошадей позволяют определить удорожание их содержания на 300 руб., но данное исследование показало нецелесообразность затрат на тренировку кобылы по кличке Лилия. После выявления сниженных показателей оксигенации крови у этой лошади принято решение не осуществлять ее подготовку для работы и перевести в категорию откорма.

Считаем использование пульсоксиметра для первичной оценки потенциальной возможности лошадей выполнять тяжелую работу в условиях высокогорья экономически оправданным.

**Список источников**

1. Быстрыкова М.С., Зарудная Е.Н. Влияние рациона кормления на биохимический профиль крови лошадей // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2019. № 1. С. 227-229.
2. Войнова О.А., Ксенофонтова А.А. Биохимический состав крови молодняка лошадей с разным социальным статусом // *Доклады ТСХА: Сборник статей* (Москва, 2-4 декабря 2020 г.). Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2021. Вып. 293. Ч. I. С. 361-363.
3. Антонец Д.А., Федотова А.С., Пенькова А.А. и др. Гематологические изменения крови верховых спортивных лошадей под влиянием физической нагрузки // *Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической*

**Выводы****Conclusions**

Комплекс результатов, полученных в ходе проведенных исследований, дает основание для следующих выводов.

1. Метод и формула Маторина могут быть ограниченно применены для дозирования нагрузки рабочих лошадей в условиях высокогорья: расчетная нагрузка не должна превышать 15% от массы тела лошади.

2. Использование пульсоксиметра позволяет объективно оценить состояние дыхательной функции крови рабочих лошадей, а также выявить перспективный молодняк для специальной подготовки по транспортировке грузов в условиях высокогорья.

3. Состояние одного рабочего жеребца и одной молодой кобылы в текущий момент времени не позволяет применять физическую нагрузку.

4. Использование пульсоксиметра JZK-301 для первичной оценки потенциальной возможности лошадей выполнять тяжелую работу в условиях высокогорья является экономически оправданным.

**References**

1. Bystryakova M.S., Zarudnaya E.N. Influence of feeding diet on the biochemical profile of blood of horses. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2019;1:227-229. (In Russ.)
2. Voynova O.A., Ksenofontova A.A. Biochemical composition of the blood of young horses with different social status. *Reports of RSAU – MTAA: Collection of articles* (Moscow, December 2-4, 2020). Moscow: RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2021;293:361-363. (In Russ.)
3. Antonevich D.A., Fedotova A.S., Pen'kova A.A. et al. Hematological changes in the blood of riding sports horses under the influence of physical activity. *Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial sector: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists* (Penza, March 24-26,

конференции молодых ученых (г. Пенза, 24-26 марта 2021 г.). Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. Т. II. С. 168-170.

4. Лихоман А.В., Усенко В.В., Тарабрин И.В. и др. Животноводство Краснодарского края: проблемы и тенденции // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2020. № 164. С. 114-127.

5. Красильникова Е.О. Биохимические показатели крови лошади в зависимости от рациона // *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. 2018. № 1. С. 196-198.

6. Кубарко А.И. Микроциркуляция и оксигенация крови в легких // *Здравоохранение*. Минск, 2019. № 12. С. 34-46.

7. Литвиненко С.Н., Войнов В.Б. Показатели оксигенации крови и суточного мониторинга ЭКГ в процессе высокогорного восхождения // *Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: Материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием* (Москва, 10-26 апреля 2017 г.). Москва: Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, 2017. С. 173-178.

8. Лобанова В.Р., Анникова Л.В. Влияние физических нагрузок на показатели крови лошадей // *Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса* (Саратов, 1-2 ноября 2018 г.). Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. С. 142-144.

9. Ондар Р.Р. Гематологические показатели крови лошадей // *Сельскохозяйственные науки: Материалы 56-й Международной научной студенческой конференции* (г. Новосибирск, 22-27 апреля 2018 г.). Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2018. С. 54-55.

10. Литвинов Р.Д., Баюров Л.И., Усенко В.В., Тарабрин И.В. Постродовая тетания у домашних животных // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых* (г. Краснодар, 24-26 ноября 2015 г.) / Отв. за выпуск А.Г. Кошчаев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. С. 157-158.

11. Сколько весит лошадь. Формула Маторина: электрон. текстовые, граф. дан. – Режим доступа: <https://seloiferma.ru>.

12. Усенко В.В., Дикарев А.Г., Алмабеков А.А. Использование анализа крови для дозирования нагрузки лошади // *Инновационные подходы к повышению продуктивности сельскохозяйственных животных: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина* (г. Краснодар, 16 декабря 2021 г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 350-355.

13. Усенко В.В., Михайлова Л.Б. Оценка перспектив лошадей в конно-спортивном комплексе // *Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: Материалы Международной научно-практической*

2021). Пенза: Penzenskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet, 2021;2:168-170. (In Russ.)

4. Likhoman A.V., Usenko V.V., Tarabrin I.V. et al. Animal husbandry of the Krasnodar region: problems and trends. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2020;164:114-127. (In Russ.)

5. Krasil'nikova E.O. Biochemical parameters of horse blood depending on diet. *Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;1:196-198. (In Russ.)

6. Kubarko A.I. Microcirculation and oxygenation of blood in the lungs. *Zdravookhranenie* (Minsk). 2019;12:34-46. (In Russ.)

7. Litvinenko S.N., Voynov V.B. Indicators of blood oxygenation and daily ECG monitoring during high-altitude climbing. Current problems of biochemistry and bioenergetics of sports of the 21st century: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Internet Conference with International Participation (Moscow, April 10-26, 2017). Moscow: Rossiyskiy gosudarstvenniy universitet fizicheskoy kul'tury, sporta, molodyozhi i turizma, 2017:173-178. (In Russ.)

8. Lobanova V.R., Annikova L.V. Influence of physical activity on the blood parameters of horses. Modern problems and prospects for the development of the agro-industrial sector (Saratov, November 1-2, 2018). Saratov: Saratovskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet im. N.I. Vavilova, 2018:142-144. (In Russ.)

9. Ondar R.R. Hematological parameters of horse blood. Agricultural Sciences: Proceedings of the 56th International Scientific Student Conference (Novosibirsk, April 22-27, 2018). Novosibirsk: Novosibirskiy natsional'niy issledovatel'skiy gosudarstvenniy universitet, 2018:54-55. (In Russ.)

10. Litvinov R.D., Bayurov L.I., Usenko V.V., Tarabrin I.V. Postpartum tetany in domestic animals. Scientific support of the agro-industrial sector: Collection of articles based on the materials of the IX All-Russian Conference of Young Scientists (Krasnodar, November 24-26, 2015). Ed. by A.G. Koshchaev. Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet, 2016:157-158. (In Russ.)

11. How much does a horse weigh? Matorin formula: electron. text, graph. Data. (In Russ.) URL: <https://seloiferma.ru>

12. Usenko V.V., Dikarev A.G., Almabekov A.A. Using a blood test to dose a horse's load. Innovative approaches to increasing the productivity of farm animals: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina (Krasnodar, December 16, 2021). Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet imeni I.T. Trubilina, 2021:350-355. (In Russ.)

13. Usenko V.V., Mikhaylova L.B. Assessing the prospects of horses in the equestrian sports complex. Current state of animal husbandry: problems and ways to solve them: Proceedings of the International

конференции (г. Саратов, 21-23 марта 2018 г.). Саратов: ООО «Орион», 2018. С. 331-332.

14. Усенко В.В., Тарабрин И.В. Результаты мониторинга показателей отрасли агротуризма в крестьянском (фермерском) хозяйстве // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г (г. Краснодар, 29 марта 2017 г.)*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. С. 273-274.

15. Ушаков А.О., Ковалев С.П. Возрастная динамика активности щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансферазы в крови лошадей // *Актуальные вопросы ветеринарной медицины: Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедр клинической диагностики, внутренних болезней животных им. Синева А.В., акушерства и оперативной хирургии*. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. С. 131-133.

16. Ушенина А.В. Биохимические показатели крови лошадей в связи с функциональным состоянием // *Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: Электронный сборник статей по материалам LXIII Международной студенческой научно-практической конференции: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга»*, 2018. Т. 4 (62). С. 52-57.

#### Сведения об авторах

**Иван Владимирович Тарабрин**, канд. биол. наук, доцент кафедры, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина; 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: tarabrin.i@kubsau.ru

**Валентина Владимировна Усенко**, канд. биол. наук, доцент кафедры, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина; 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: valentinader@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 09.02.2023  
Одобрена после рецензирования 13.12.2023  
Принята к публикации 20.12.2023

Scientific and Practical Conference (Saratov, March 21-23, 2018). Saratov: ООО "Orion", 2018:331-332. (In Russ.)

14. Usenko V.V., Tarabrin I.V. Results of monitoring the indicators of the agrotourism industry in peasant (farm) farming. Scientific support of the agro-industrial sector: Collection of articles based on the materials of the 72<sup>nd</sup> Scientific and Practical Conference of Teachers Based on the Results of Research for 2016 (Krasnodar, March 29, 2017). Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet imeni I.T. Trubilina, 2017:273-274. (In Russ.)

15. Ushakov A.O., Kovalev S.P. Age-related dynamics of alkaline phosphatase and gamma-glutamyl transferase activity in the blood of horses. Current issues in veterinary medicine: Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the Departments of Clinical Diagnostics and Internal Animal Diseases, Obstetrics and Operative Surgery named after. A.V. Sinev. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvenniy universitet veterinarnoy meditsiny, 2022:131-133. (In Russ.)

16. Ushenina A.V. Biochemical parameters of the blood of horses in connection with the functional state. Scientific community of students of the XXI century. Natural Sciences: Electronic collection of articles based on the materials of the LXIII International Student Scientific and Practical Conference. Assotsiatsiya nauchnykh sotrudnikov "Sibirskaya akademicheskaya kniga", 2018;4(62):52-57. (In Russ.)

#### Information about the authors

**Ivan V. Tarabrin**, CSc (Bio), Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation); e-mail: tarabrin.i@kubsau.ru

**Valentina V. Usenko**, CSc (Bio), Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation); e-mail: valentinader@yandex.ru

The article was submitted to the editorial office 09 Feb 2023  
Approved after reviewing 13 Dec 2023  
Accepted for publication 20 Dec 2023