

УДК 636.1:591.1

Степура Евгений Евгеньевич,
кандидат биологических наук, доцент кафедры
«Морфология, физиология сельскохозяйственных животных
и экология» имени профессора И.С. Решетникова,
ФГБОУ ВО «Арктический государственный
агротехнологический университет»
Stepura Evgeny Evgenievich,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Department of Morphology, Physiology of Farm Animals
and Ecology named after Professor I.S. Reshetnikov,
Arctic State Agrotechnological University

Лялина Ирина Юрьевна,
доцент кафедры физиологии,
экологии человека и медико-биологических знаний,
ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»
Lyalina Irina Yurevna,
Associate Professor, Department of Human
Physiology, Ecology and Biomedical Knowledge,
State University of Education

Федоров Валерий Иннокентьевич,
доктор биологических наук, ректор,
ФГБОУ ВО «Арктический государственный
агротехнологический университет»
Fedorov Valery Innokentievich,
Doctor of Biological Sciences, Rector,
Arctic State Agrotechnological University

**ПЕРВИЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО
РИТМА ЛОШАДЕЙ РУССКОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ
PRIMARY INDICES OF HEART RATE VARIABILITY
IN HORSES OF THE RUSSIAN SADDLE BREED**

Аннотация. В статье представлены результаты исследования первичных показателей вариационной пульсометрии у лошадей русской верховой породы (n=60) в состоянии относительного покоя. Проведён анализ моды (Mo), амплитуды моды (AMo) и вариационного размаха (ΔX). Установлено, что среднее значение моды составляет $1,43 \pm 0,052$ сек, амплитуды моды – $32,61 \pm 1,93\%$, вариационного размаха – $1,002 \pm 0,11$ сек, что соответствует умеренному преобладанию парасимпатического тонуса при сохранении высокой вариабельности сердечного ритма. Полученные данные могут служить референтными значениями для лошадей русской верховой породы.

Abstract. The article presents the results of a study of primary indices of variation pulsometry in horses of the Russian saddle breed (n=60) in a state of relative rest. The analysis of mode (Mo), mode amplitude (AMo) and variation range (ΔX) was carried out. It was found that the average value of the mode was 1.43 ± 0.052 s, mode amplitude – $32.61 \pm 1.93\%$, variation range – 1.002 ± 0.11 s, which corresponds to a moderate predominance of parasympathetic tone while maintaining high heart rate variability. The obtained data can serve as reference values for horses of the Russian saddle breed.



Ключевые слова: Вариабельность сердечного ритма, мода, амплитуда моды, вариационный размах, русская верховая порода, лошади, вегетативная регуляция.

Keywords: Heart rate variability, mode, mode amplitude, variation range, Russian saddle breed, horses, autonomic regulation.

Введение. Изучение вариабельности сердечного ритма (ВСР) является одним из наиболее информативных методов оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции у животных. Первичные показатели вариационной пульсометрии – мода (M_o), амплитуда моды ($A M_o$) и вариационный размах (ΔX) – позволяют оценить степень участия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) в регуляции сердечного ритма [1, 6].

Русская верховая порода лошадей представляет собой уникальный генофонд, восстановленный в течение последних десятилетий и используемый в классических видах конного спорта (выездка, конкур). Спортивное использование предъявляет повышенные требования к функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы, поэтому оценка вегетативной регуляции у представителей данной породы является актуальной задачей. Первичные показатели ВСР дают возможность оценить, какой отдел вегетативной нервной системы преобладает в регуляции сердечного ритма, и тем самым охарактеризовать адаптационные резервы организма.

Целью исследования являлось определение первичных показателей вариационной пульсометрии у лошадей русской верховой породы в состоянии относительного покоя на основе математического анализа электрокардиограмм.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в утренние часы (с 9:00 до 11:00) в условиях, приближенных к стандартным для коневодческих хозяйств. Все животные находились в состоянии относительного покоя после 15-минутной адаптации.

Объектом исследования послужили клинически здоровые лошади ($n=60$) русской верховой породы, используемые в спортивной подготовке и находившиеся в активном тренинге. Возрастной диапазон исследуемых животных составлял от 2 до 20 лет. Средняя масса тела лошадей составила $632,37 \pm 46,29$ кг.

Регистрацию ЭКГ проводили с использованием аппаратно-программного комплекса «CONAN-п» в стандартных отведениях от конечностей (I, II, III) и усиленных однополюсных отведениях (aVR, aVL, aVF). Технические параметры регистрации: скорость записи – 50 мм/с, калибровка – 10 мм/мВ, частота дискретизации – 1000 Гц. Продолжительность непрерывной записи составляла не менее 10 минут, что составляет 200 кардиоинтервалов.

Оценку первичных показателей вариационной пульсометрии проводили по методике Р.М. Баевского. Рассчитывались следующие показатели: мода (M_o) – наиболее часто встречающееся значение кардиоинтервала; амплитуда моды ($A M_o$) – доля кардиоинтервалов, соответствующих моде, выраженная в процентах; вариационный размах (ΔX) – разница между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel. Для каждой выборки вычисляли среднее арифметическое значение (M) и стандартную ошибку среднего (m).

Результаты собственных исследований. В таблице 1 представлены первичные показатели вариационной пульсометрии, полученные при исследовании клинически здоровых лошадей русской верховой породы в состоянии относительного покоя.



Таблица 1

Первичные показатели вариационной пульсометрии лошадей
русской верховой породы, $M \pm m$ ($n=60$)

Статистические показатели	Показатели вариационной пульсометрии		
	Мо, сек	АМо, %	ΔX , сек
$M \pm m$	$1,43 \pm 0,052$	$32,61 \pm 1,93$	$1,002 \pm 0,11$
Lim_{min}	1,176	25,00	0,496
Lim_{max}	1,672	47,00	1,176

Примечание: Мо – мода, АМо – амплитуда моды, ΔX – вариационный размах

Среднее значение моды составило $1,43 \pm 0,052$ сек с колебаниями от 1,176 до 1,672 сек, что соответствует диапазону частоты сердечных сокращений от 36 до 51 уд/мин и свидетельствует о редком сердечном ритме, характерном для тренированных спортивных лошадей. Чем выше значение моды, тем реже пульс и тем более выражены парасимпатические влияния. Полученное значение моды указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла и преобладание гуморально-метаболических влияний на сердечный ритм.

Среднее значение АМо составило $32,61 \pm 1,93\%$, варьируя от 25,00% до 47,00%. Данный показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления сердечным ритмом и активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Значение АМо в диапазоне 25–47% охватывает спектр от выраженной парасимпатикотонии до умеренной симпатикотонии, что свидетельствует о гетерогенности выборки по данному показателю. Среднее значение 32,61% находится в диапазоне, характерном для преобладания парасимпатического тонуса (ваготонии) или сбалансированной регуляции с тенденцией к парасимпатике.

Среднее значение вариационного размаха составило $1,002 \pm 0,11$ сек с колебаниями от 0,496 до 1,176 сек. Вариационный размах отражает активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Широкий вариационный размах, что указывает на хорошую парасимпатическую регуляцию и высокую вариабельность сердечного ритма. Полученное значение свидетельствует о высокой активности парасимпатического отдела и значительной вариабельности сердечного ритма у лошадей русской верховой породы в состоянии относительного покоя.

Анализ первичных показателей вариационной пульсометрии у лошадей русской верховой породы выявил особенности вегетативной регуляции сердечного ритма, характерные для спортивных лошадей в состоянии относительного покоя.

Значение моды (1,43 сек) соответствует частоте сердечных сокращений около 42 уд/мин, что находится в пределах физиологической нормы для лошадей в покое (24–48 уд/мин) [4], что указывает на экономичный режим работы сердца, характерный для тренированных животных.

Амплитуда моды (32,61%) свидетельствует об умеренной степени централизации управления сердечным ритмом, данное значение ниже, чем у орловской породы (где АМо достигает 39,6%), и выше, чем у якутской (28,8%), что ставит русскую верховую в промежуточное положение по степени симпатической активации [6].

Вариационный размах (1,002 сек) является высоким показателем, свидетельствующим о выраженной парасимпатической активности. Широкий размах значений (0,496–1,176 сек) указывает на значительные индивидуальные различия в вагусной модуляции сердечного ритма, что может быть связано с разным уровнем тренированности, возрастом и типом высшей нервной деятельности.

Заключение. Таким образом, при математическом анализе ВСР у лошадей русской верховой породы установлены следующие референтные значения первичных показателей



вариационной пульсометрии: мода – $1,43 \pm 0,052$ сек ($1,176$ – $1,672$ сек); амплитуда моды – $32,61 \pm 1,93\%$ ($25,00$ – $47,00\%$); вариационный размах – $1,002 \pm 0,11$ сек ($0,496$ – $1,176$ сек).

Полученные данные свидетельствуют о том, что лошади русской верховой породы в состоянии относительного покоя характеризуются умеренным преобладанием парасимпатического тонуса при сохранении высокой ВСР. Высокий вариационный размах указывает на хорошие адаптационные резервы ССС. Широкий диапазон индивидуальных значений по всем трём показателям свидетельствует о гетерогенности выборки, что может быть связано с возрастными различиями и разным уровнем тренированности животных.

Полученные данные могут быть использованы в качестве референтных значений для лошадей русской верховой породы при проведении сравнительных исследований и в ветеринарной практике.

Список литературы:

1. Емельянова, А.С. Анализ показателей А.Я. Каплана variability сердечного ритма коров джерсейской породы с разным вегетативным статусом / Емельянова А.С., Емельянов С.Д. // В сборнике: Актуальные проблемы медико-биологических наук и спорта. Сборник материалов Международной науч.-практ. Конф. Коломна, 2022. С. 42-51.
2. Емельянова, А.С. Взаимосвязь индекса напряжения с коэффициентом монотонности у животных / Емельянова А.С., Герасимов М.А., Емельянов С.Д. // В сборнике: Инновации в научно-техническом обеспечении АПК России. Материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. Курск, 2020. С. 355-360.
3. Наумов, М. М. Клиническая электрофизиология животных / М. М. Наумов, А. С. Емельянова, Н. М. Наумов [и др.]. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, 2020. – 228 с. – ISBN 978-5-907167-41-4. – DOI 10.18411/978-5-907167-41-4-2020.
4. Степура Е.Е. Актуальность исследования variability сердечного ритма в спортивном коневодстве / Е.Е. Степура // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. – Саратов, 2020. – С. 131-134.
5. Степура Е.Е. Актуальность исследования вариационных пульсограмм в конном спорте / Е.Е. Степура, Д.А. Дармограев // Современные цифровые технологии в агропромышленном комплексе. – 2020. – С. 202-205.
6. Степура, Е. Е. Анализ вторичных показателей вариационных пульсограмм коров джерсейской породы с разным вегетативным тонусом / Е. Е. Степура // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы международной научно-практической конференции, Грозный, 15 мая 2018 года. – Грозный: ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2018. – С. 56-61.
7. Степура, Е. Е. Корреляционная ритмография в диагностике аритмии у коров / Е. Е. Степура, В. И. Федоров, М. М. Наумов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 5. – С. 107-113.
8. Степура, Е. Е. Электрофизиологические предикторы срывов адаптационных реакций у крупного рогатого скота / Е. Е. Степура, В. И. Федоров, М. М. Наумов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2. – С. 121-125.

