

УДК 636.76.612

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-57-70

**Евгений Евгеньевич Степура**

*Московский городской педагогический университет,  
Москва, Россия*

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОШАДЕЙ

**Аннотация.** Были проведены исследования по вариабельности сердечного ритма и измерения вариационной пульсации у лошадей, но индексы Каплана и показатели сердечного стресса и сердечной аритмии у исследованных животных ранее не проводились, и их нормальные значения не описаны в доступной литературе.

Учитывая тонкости механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности, необходимо расширить диагностическую базу очень распространенных заболеваний сердца у лошадей.

Целью данного исследования было изучение показателей, полученных на основе математического анализа вариабельности сердечного ритма и вариационного мониторинга сердечного ритма у лошадей. Было исследовано 150 клинически здоровых лошадей. Мы зарегистрировали кардиоинтервалограммы с помощью компьютерного полиграфоусилителя «МКС Карди2-НП» (Россия). Запись проводилась на лошадях в спокойном состоянии, стоящих на развязке в коридоре. Для анализа полученного сердечного ритма использовалась комплексная электрофизиологическая лаборатория CONAN.

Были установлены нормальные значения показателей у лошадей. В связи с этим оценку этих индексов целесообразно включить в базовый набор комплекса методик диагностики заболеваний сердца у лошадей.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, вариационная пульсометрия, сердечная деятельность, спортивные лошади

UDC 636.76.612

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-57-70

**Evgeny Evgenievich Stepura**

*Moscow City University,  
Moscow, Russia*

## **ELECTROPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF CARDIAC ACTIVITY IN HORSES**

**Abstract.** Studies on heart rate variability and measurements of heart rate variability in horses have been conducted, but Kaplan indices and measures of cardiac stress and cardiac arrhythmia have not previously been performed in the animals studied, and their normal values are not described in the available literature.

Considering the subtleties of the mechanisms of autonomic regulation of cardiac activity, it is necessary to expand the diagnostic base of very common heart diseases in horses.

The purpose of this study was to study the indicators obtained from mathematical analysis of heart rate variability and variational monitoring of heart rate in horses. 150 clinically healthy horses were studied. We recorded cardiac intervalograms using a computer polygraph amplifier “MKS Cardi2-NP” (Russia). The recording was carried out on horses in a calm state, standing at the junction in the corridor. “CONAN” was used to analyze the resulting heart rate.

Normal values of indicators in horses have been established. In this regard, it is advisable to include the assessment of these indices in the basic set of methods for diagnosing heart diseases in horses.

**Keywords:** electrocardiogram, variation pulsometry, cardiac activity, sports horses

### **Введение**

Одной из важнейших физиологических систем человека и животных является сердечно-сосудистая система, которая обеспечивает гомеостаз внутренней среды организма. При воздействии какого-либо фактора сердце реагирует первым. Вариабельность работы сердца достигается за счет нервных и гуморальных регуляторных механизмов, которые обеспечивают возможности организма и поддерживают гомеостаз, поэтому на сегодняшний день исследования в этой области, связанные с изменением условий, не теряют своей актуальности.

Существует огромное количество неинвазивных методов исследования, но наиболее эффективным, доступным и информативным из них является анализ электрокардиограммы (ЭКГ). Этот метод можно применять при исследовании патологических и функциональных состояний у различных видов животных в зависимости от породы, возраста и хозяйственных показателей.

В настоящее время ЭКГ используется для оценки функционального состояния и адаптационных реакций организма. Данный метод позволяет

определить тонкие механизмы регуляции сердечной деятельности, в частности вегетативную регуляцию.

В доступной литературе отсутствует полный анализ индексов вариационной пульсометрии и электрокардиографических показателей у лошадей. В связи с этим, **целью** данной работы является изучение электрофизиологических параметров variability сердечного ритма у лошадей при использовании математических методов анализа сердечной деятельности.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводились в конном клубе «Рязанский табунок» в Трехбухино (Рязанская область), конно-спортивном клубе «Росинант» (Рязанский район), на Пермском племенном конном заводе № 9. Объектом исследования были 150 клинически здоровых лошадей породы орловская рысистая, русская рысистая, американская рысистая и ганноверская. Для записи ЭКГ была использована комплексная электрофизиологическая лаборатория CONAN, которая позволяет сделать традиционную запись электрической активности сердца, а также произвести дополнительные кардиографические исследования — анализ variability сердечного ритма.

Запись электрокардиограммы проводили в положении стоя на развязке (рис. 1).



Рис. 1. Запись электрокардиограммы у лошади

Полученный материал обрабатывался в программе Statistica 10.0 for Windows. Были рассчитаны следующие параметры: среднее арифметическое ( $M$ ), ошибка среднего арифметического ( $m$ ).

## Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования электрокардиографического статуса у 150 лошадей при записи электрокардиограмм в сагиттальных отведениях позволили установить нормативы ЭКГ.

Для того чтобы понять основные особенности регуляции процессов деятельности сердца используется метод математического анализа сердечного ритма. Полученные числовые значения математического анализа сердечного ритма животных представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели математического анализа сердечного ритма лошадей в состоянии покоя ( $n = 150, M \pm m$ )**

Показатели	$M \pm m$	Max	Min
Mo, сек.	$1,475 \pm 0,026$	1,527	1,423
АМо, %	$33,53 \pm 1,02$	35,368	31,339
$\Delta X$ , сек.	$1,31 \pm 0,07$	1,464	1,165
ИН, у. ед.	$15,14 \pm 1,13$	17,38	12,89
ИВР, у. ед.	$48,55 \pm 3,35$	55,178	41,928
ВПР, у. ед.	$0,81 \pm 0,06$	0,929	0,685
ПАПР, у. ед.	$23,24 \pm 0,78$	24,798	21,682
M, сек.	$1,62 \pm 0,02$	1,672	1,568
RMMSSD, мс	$353,19 \pm 31,3$	415,2	291,2
pNN50, %	$46,81 \pm 1,91$	50,6	43,03
ЧСС, уд/мин	$38,39 \pm 7,02$	39,527	37,259

Математический анализ ЭКГ по методике Р. М. Баевского показал, что регуляция сердечной деятельности у лошадей имеет свои особенности.

Показатель «Мода» в состоянии покоя у исследуемых лошадей в среднем составил  $1,475 \pm 0,026$  сек. (изменяется от 1,423 до 1,527 сек.).

Амплитуда мода (АМо) в состоянии покоя у исследуемых лошадей в среднем составила  $33,53 \pm 1,02$  % (изменяется от 31,339 до 35,368 %).

Показатель «Вариационный размах» ( $\Delta X$ ) в состоянии покоя у исследуемых лошадей составил  $1,31 \pm 0,07$  сек. (изменяется от 1,165 до 1,464 сек.).

Значение показателя RMMSSD составило  $353,19 \pm 31,3$  мс (изменяется в пределах от 291,2 мс до 415,2 мс).

Значение показателя pNN50 в среднем составило  $46,81 \pm 1,91$  % (изменяется от 43,03 до 50,6 % у здоровых лошадей).

Первичные показатели вариационной пульсометрии отражают степень участия одного из отделов ВНС в регуляции сердечного ритма.

Индекс напряжения регуляторных систем организма (ИН) в среднем составил  $15,14 \pm 1,13$  у. е. (изменяется от 12,894 до 17,386 у. е.).

Индекс вегетативного равновесия (ИВР) у исследуемых лошадей в состоянии покоя в среднем составил  $48,553 \pm 3,35$  у. е. (изменяется от 41,928 до 55,178 у. е.).

Вегетативный показатель ритма (ВПР) в среднем составил  $0,807 \pm 0,06$  у. е. (изменяется от 0,685 до 0,929 у. е.).

Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) в среднем составил  $23,24 \pm 0,78$  у. е. (изменяется от 21,682 до 24,798 у. е.).

Вторичные показатели Р. М. Баевского вариационной пульсометрии отражают активность симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы у исследуемых животных.

При анализе вариационной пульсометрии лошадей были получены и проанализированы показатели А. Я. Каплана, представленные в таблице 2.

Таблица 2

**Индексы Каплана лошадей в состоянии покоя ( $n = 150$ ,  $M \pm m$ )**

Показатели	ИДМ	ИСАТ	ИМА
$M \pm m$	$13,38 \pm 1,19$	$70,54 \pm 6,67$	$14,97 \pm 1,34$
Max	15,75	83,72	17,62
Min	11,03	57,35	12,32

*Примечание:* ИДМ — индекс дыхательной модуляции, ИСАТ — индекс симпатoadреналового тонуса; ИМА — индекс медленноволновой аритмии.

Индекс дыхательный модуляции (ИДМ), оценивающий степень влияния дыхательного ритма на вариабельность кардиоинтервалов, в среднем составил  $13,38 \pm 1,19$  (изменяется от 11,03 до 15,75).

Значение индекса симпато-адреналового тонуса (ИСАТ), который эффективен для оценки сердечной деятельности, для исследуемых животных в среднем составил  $70,54 \pm 6,67$  (изменяется от 57,35 до 83,72).

Индекс медленноволновой (функциональной) аритмии (ИМА) для лошадей в среднем составил  $14,97 \pm 1,34$  (изменяется от 12,32 до 17,62).

Показатели, характеризующие активность сердечной деятельности, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Показатели сердечного стресса (ПСС) и сердечной аритмии (ПСА) лошадей в состоянии покоя ( $n = 150$ ,  $M \pm m$ )**

Показатели	ПСС, %	ПСА, %
$M \pm m$	$27,82 \pm 2,8$	$5,99 \pm 0,56$
Max	51,25	7,11
Min	24,38	4,88

Среднее значение индекса показателя сердечного стресса (ПСС), который предназначен для оценки вариабельности кардиоинтервалов, выражающейся

в присутствии кардиоинтервалов, в норме равно  $27,82 \pm 11,8 \%$  (изменяется от 24,38 до 51,25 %).

Значение индекса показателя сердечной аритмии (ПСА), который предназначен для оценки экстравариабельности кардиоинтервалов или уровня аритмии, у здоровых лошадей составило  $5,99 \pm 0,56 \%$  (изменяется от 4,88 до 7,11 %).

Таким образом, полученные референтные значения вариационной пульсометрии позволяют дать оценку состояния сердечного ритма у исследуемых лошадей.

Средние значения амплитуды зубцов P, Q, R, S, T представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Амплитуда зубцов ЭКГ лошадей  
в стандартных и униполярных отведениях ( $n = 150$ )**

Показатель	Отведение	Амплитуда, мВ				
		<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>R</i>	<i>S</i>	<i>T</i>
$M \pm m$	I	$0,18 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,04$	$0,31 \pm 0,02$	$0,36 \pm 0,03$
Max		0,22	0,25	0,58	0,36	0,42
Min		0,14	0,16	0,42	0,25	0,29
$M \pm m$	II	$0,16 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,01$	$0,48 \pm 0,06$	$0,19 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,02$
Max		0,19	0,20	0,62	0,23	0,31
Min		0,13	0,14	0,34	0,16	0,22
$M \pm m$	III	$0,17 \pm 0,01$	$0,18 \pm 0,02$	$0,62 \pm 0,05$	$0,27 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,03$
Max		0,21	0,22	0,72	0,32	0,48
Min		0,12	0,13	0,52	0,22	0,34
$M \pm m$	aVR	$0,16 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,01$	$0,38 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,02$
Max		0,19	0,21	0,45	0,27	0,29
Min		0,12	0,14	0,33	0,19	0,21
$M \pm m$	aVL	$0,15 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,03$
Max		0,19	0,21	0,58	0,31	0,43
Min		0,12	0,13	0,43	0,21	0,32
$M \pm m$	aVF	$0,13 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	$0,49 \pm 0,03$	$0,19 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,02$
Max		0,16	0,16	0,57	0,22	0,35
Min		0,10	0,11	0,42	0,15	0,26

Амплитуда зубца P в отведении I составляла 0,14–0,22 мВ (среднее значение —  $0,18 \pm 0,02$  мВ).

В отведении II данный зубец был в 100 % случаев положительный и в 82 % — раздвоенный, его амплитуда составляла 0,13–0,19 мВ (среднее значение —  $0,16 \pm 0,01$  мВ).

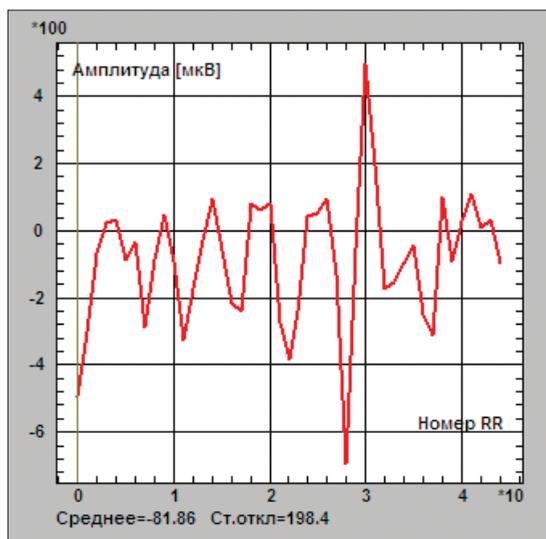
В отведении III зубец P был в 30 % случаев отрицательный и в 80 % — раздвоенный, в 19 % — имел двухфазную волну, его амплитуда составляла 0,12–0,21 мВ (среднее значение —  $0,17 \pm 0,01$  мВ).

В отведении aVR зубец P в 90 % случаев был положительный, в 10 % — имел двухфазную волну, в 92 % случаев отмечалось его раздвоение. Амплитуда в данном отведении составляла 0,12–0,19 мВ (среднее значение —  $0,16 \pm 0,01$  мВ).

В отведении aVL данный зубец был в 100 % случаев положительный, в 82 % — раздвоенный, его амплитуда составляла 0,12–0,19 мВ (среднее значение —  $0,15 \pm 0,01$  мВ).

В отведении aVF зубец P был в 30 % случаев отрицательным и в 80 % — раздвоенным, в 19 % случаев имел двухфазную волну, его амплитуда составляла 0,10–0,16 мВ (среднее значение —  $0,13 \pm 0,01$  мВ).

Динамика зубца P электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 2.



**Рис. 2.** Динамика зубца P электрокардиограммы на всем кардиоцикле

Зубец Q соответствовал возбуждению межжелудочковой перегородки, его амплитуда в отведении I составляла 0,16–0,25 мВ (среднее значение —  $0,21 \pm 0,02$  мВ).

В отведении II амплитуда зубца Q составляла 0,14–0,20 мВ (среднее значение —  $0,17 \pm 0,01$  мВ).

В отведении III его амплитуда составляла 0,13–0,22 мВ (среднее значение  $0,18 \pm 0,02$  мВ).

В отведении aVR — 0,14–0,21 мВ (среднее значение —  $0,17 \pm 0,01$  мВ).

В отведении aVL — 0,13–0,21 мВ (среднее значение —  $0,17 \pm 0,02$  мВ).

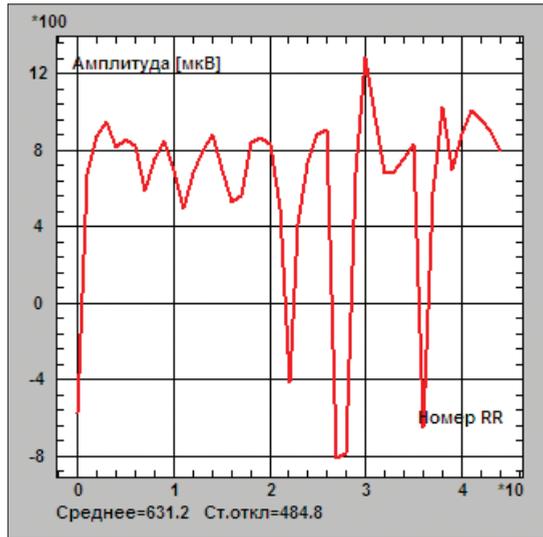
В отведении aVF — 0,11–0,16 мВ (среднее значение —  $0,13 \pm 0,01$  мВ).

Динамика зубца Q электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 3.

Зубец R во всех отведениях положительный. В отведении I его амплитуда составляла 0,42–0,58 мВ (среднее значение —  $0,51 \pm 0,04$  мВ).

В отведении II амплитуда зубца R составляла 0,34–0,62 мВ (среднее значение —  $0,48 \pm 0,06$  мВ).

В отведении III его амплитуда составляла 0,52–0,72 мВ (среднее значение —  $0,62 \pm 0,05$  мВ).



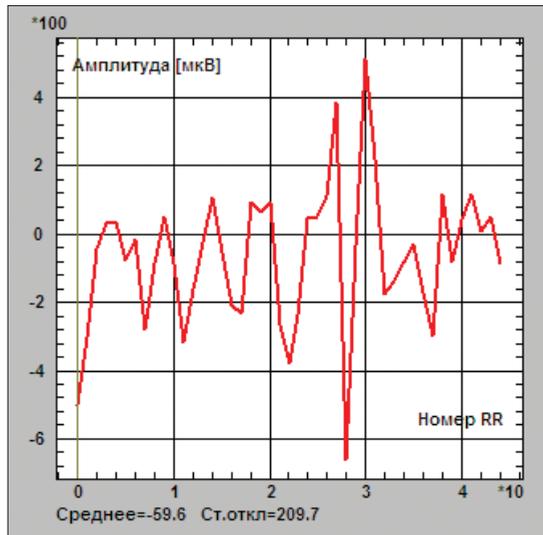
**Рис. 3.** Динамика зубца Q электрокардиограммы на всем кардиоцикле

В отведении aVR — 0,33–0,45 мВ (среднее значение —  $0,38 \pm 0,02$  мВ).

В отведении aVL — 0,43–0,58 мВ (среднее значение —  $0,51 \pm 0,03$  мВ).

В отведении aVF — 0,42–0,57 мВ (среднее значение —  $0,49 \pm 0,03$  мВ).

Динамика зубца R электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 4.



**Рис. 4.** Динамика зубца R электрокардиограммы на всем кардиоцикле

Амплитуда зубца S в отведении I составляла 0,25–0,36 мВ (среднее значение —  $0,31 \pm 0,02$  мВ).

В отведении II его амплитуда составляла 0,16–0,23 мВ (среднее значение —  $0,19 \pm 0,01$  мВ).

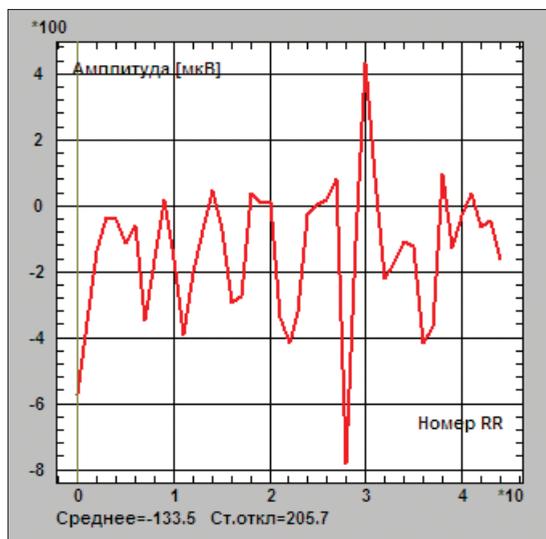
В отведении III — 0,22 до 0,32 мВ (среднее значение —  $0,27 \pm 0,02$  мВ).

В отведении aVR — 0,19 до 0,27 мВ (среднее значение —  $0,23 \pm 0,01$  мВ).

В отведении aVL — 0,21–0,31 мВ (среднее значение —  $0,25 \pm 0,02$  мВ).

В отведении aVF — 0,15 до 0,22 мВ (среднее значение —  $0,19 \pm 0,01$  мВ).

Динамика зубца S электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 5.



**Рис. 5.** Динамика зубца S электрокардиограммы на всем кардиоцикле

Амплитуда зубца T в отведении I составляла 0,29 до 0,42 мВ (среднее значение —  $0,36 \pm 0,03$  мВ), что является максимальным значением.

В отведении II данный зубец в 10 % случаев имел отрицательную волну, в 50 % — двухфазную волну, 0,22–0,31 мВ (среднее значение —  $0,26 \pm 0,02$  мВ).

В отведении III зубец T всегда положительный, его амплитуда составляла 0,34–0,48 мВ (среднее значение —  $0,41 \pm 0,03$  мВ).

В отведении aVR амплитуда составляла 0,21–0,29 мВ (среднее значение —  $0,25 \pm 0,02$  мВ).

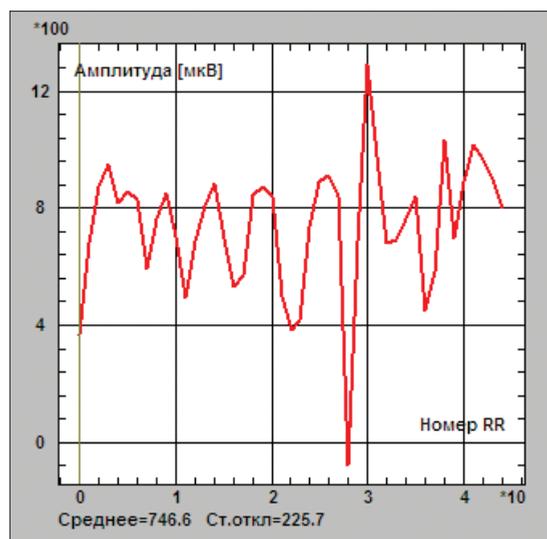
В отведении aVL амплитуда составляла 0,32–0,43 мВ (среднее значение —  $0,37 \pm 0,03$  мВ).

В отведении aVF амплитуда составляла 0,25–0,35 мВ (среднее значение —  $0,30 \pm 0,02$  мВ).

Динамика зубца T электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 6.

При анализе ЭКГ провели оценку ритма и частоты сердечных сокращений, измерили длительность интервалов (R–R, P–Q, Q–T), комплекса QRS и амплитуду зубцов (P, Q, R, S, T). По результатам проведенных исследований методом

классической электрокардиографии были выявлены некоторые особенности формирования кардиопотенциалов у лошадей.



**Рис. 6.** Динамика зубца Т электрокардиограммы на всем кардиоцикле

Полученные средние значения интервалов R–R, P–Q, Q–T и комплекса QRS представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Интервалы ЭКГ лошадей  
в стандартных отведениях, мс ( $n = 150$ )**

Параметры	Среднее значение	Max	Min
R–R	$1,599 \pm 0,029$	1,657	1,541
P–Q	$0,125 \pm 0,006$	0,138	0,112
QRS	$0,037 \pm 0,002$	0,042	0,032
Q–T	$0,407 \pm 0,025$	0,457	0,357

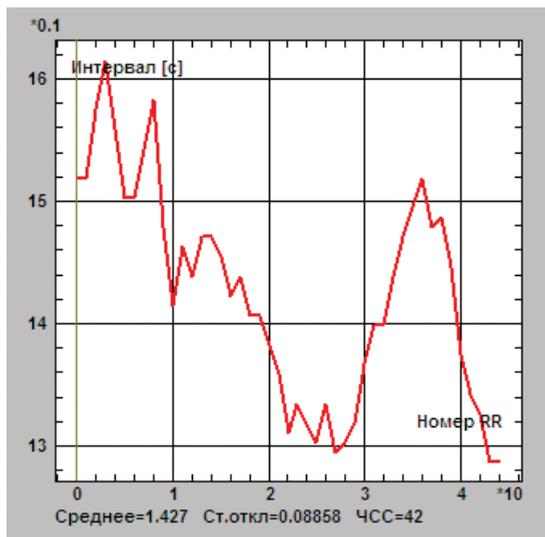
Длительность интервала R–R у лошадей в среднем равна  $1,599 \pm 0,029$  мс и изменяется от 1,541 до 1,657 мс.

Динамика интервала R–R электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 7.

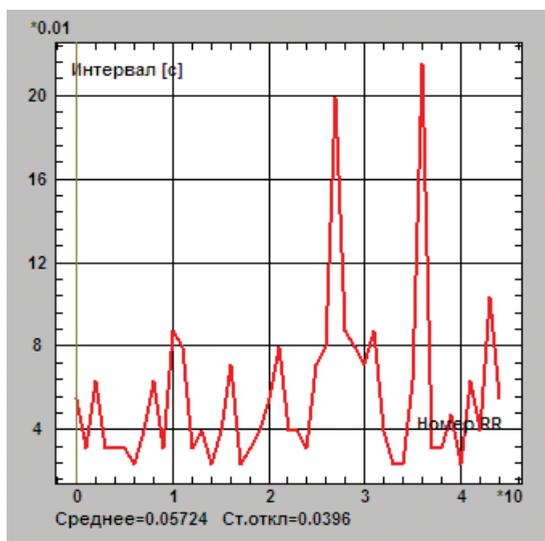
Интервал P–Q (атриовентрикулярная проводимость) отражает период от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков, изменяется от 0,112 до 0,138 мс (в среднем составил  $0,125 \pm 0,006$  мс).

Динамика интервала P–Q электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 8.

Интервал Q–T (электрическая систола желудочков) характеризует электрическую систолу желудочков, изменяется от 0,357 до 0,475 мс (в среднем составил  $0,407 \pm 0,025$  мс).



**Рис. 7.** Динамика интервала R–R электрокардиограммы на всем кардиоцикле



**Рис. 8.** Динамика интервала P–Q электрокардиограммы на всем кардиоцикле

Динамика интервала Q–T электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 9.

Комплекс QRS отражает процесс деполяризации желудочков, изменяется от 0,032 до 0,042 мс (в среднем составил  $0,037 \pm 0,002$  мс).

Динамика комплекса QRS электрокардиограммы на всем кардиоцикле представлена на рисунке 10.

Таким образом, было выявлено, что ритм сердечных сокращений у всех исследуемых лошадей синусный, регулярный.

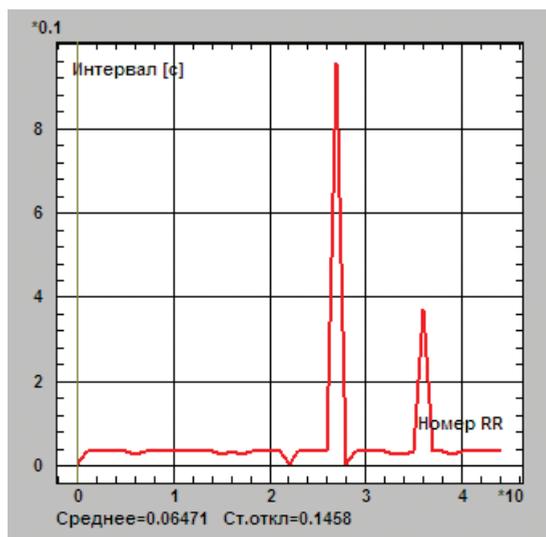


Рис. 9. Динамика интервала Q-T электрокардиограммы на всем кардиоцикле

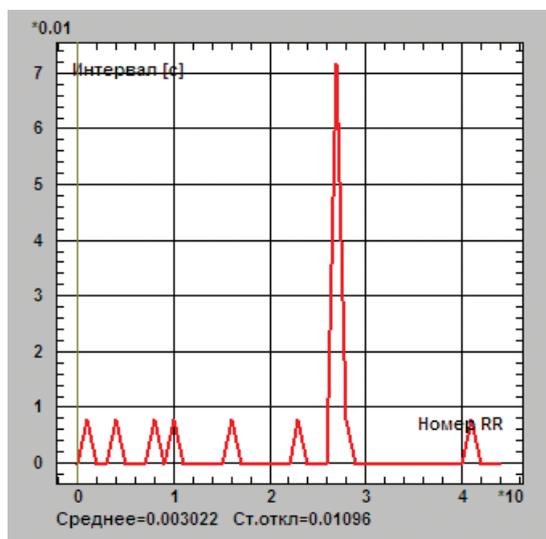


Рис. 10. Динамика комплекса QRS электрокардиограммы на всем кардиоцикле

## Заключение

В связи с этим оценку этих индексов рекомендуем включить в базовый набор комплекса методик диагностики заболеваний сердца у лошадей.

Впервые у лошадей установлены референтные значения индексов А. Я. Каплана:

- индекс дыхательный модуляции (ИДМ) в среднем составил  $13,38 \pm 1,19$ , изменяется от 11,03 до 15,75;
- индекс симпато-адреналового тонуса (ИСАТ) в среднем составил  $70,54 \pm 6,67$ , изменяется от 57,35 до 83,72;
- индекс медленноволновой (функциональной) аритмии (ИМА) в среднем составил  $14,97 \pm 1,34$ , изменяется от 12,32 до 17,62;
- индекс показателя сердечного стресса (ПСС) в среднем составил  $27,82 \pm 11,8$  %, изменяется от 24,38 до 51,25 %;
- индекс сердечной аритмии у лошадей составил  $5,99 \pm 0,56$  %, изменяется от 4,88 до 7,11 %.

Впервые были установлены параметры вариационной пульсометрии у исследуемых спортивных лошадей, характеризующие состояние центральных механизмов регуляции сердечной деятельности, позволяющие оценить напряжение и состояние регуляторных механизмов сердца лошадей. Выявленные параметры вариационной пульсометрии позволяют ввести в физиологию количественные сравнимые параметры оценки вегетативной регуляции на уровне ЦНС, осуществляющие коррекцию в работе сердца.

#### Список источников

1. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 2. С. 70–82.
2. Вальциферова С. В., Вербовик Е. В. Вариационная пульсометрия как прогностический метод изучения адаптированности лошадей к стрессовым воздействиям // Болезни лошадей: диагностика, профилактика, лечение: материалы третьей научно-практической конференции по болезням лошадей. Москва, 2002. С. 89–91.
3. Вербовик Е. В., Вальциферова С. В. Волновая структура сердечного ритма лошадей // Ветеринарная медицина. 2006. № 1. С. 13–14.
4. Восканян Р. М. Электрокардиография лошадей. Труды XV пленума ветеринарной секции Всероссийской академии сельскохозяйственных наук. Москва, 1941. С. 250–256.
5. Габрашански П. Динамика электрокардиограмм в различных системах отведений при развитии экспериментального перикардита у сельскохозяйственных животных. Настоящий сборник. 1964. С. 115–122.
6. Домрачев Г.И. К вопросу о мерцании предсердия у лошадей // Уч. зап. Казанск. вет. ин-та. 1927. Т. 37, вып. 82. С. 192–203.
7. Шестакова А. Н., Копылов С. Н. Электрокардиография у лошадей и коров под влиянием тренинга и молочной продуктивности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 5 (197). С. 82–86.
8. Ohmura H., Hiraga A., Aida H., Kuwahara M., Tsubone H., Jones J. H. Changes in heart rate and heart rate variability in Thoroughbreds during prolonged road transportation // Am. J. Vet. Res. 2006. Vol. 67 (3). P. 455–462.
9. Orlova N. E., Ponomareva M. E., Latynina E. S., Svistunov D. V. Prevalence of cardiovascular diseases in racehorses of various age groups. В сб.: AIP Conference Proceedings. International Conference “Sustainable Development: Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology” (VMAEE2022). Moscow, Russia, 2023. С. 020019.

10. Pałwska U. Badanie elektrokardiograficzne koni // Magazyn weterynaryjny. 2000. Vol. 61, № 52. S. 30–31.

### References

1. Baevsky R. M. Analysis of heart rate variability in space medicine. *Human Physiology*. 2002;28(2):70–82.
2. Valtsiferova S. V., Verbovik E. V. Variational pulsometry as a prognostic method for studying the adaptation of horses to stress. *Horse diseases: diagnosis, prevention, treatment: proceedings of the third scientific and practical conference on horse diseases*. Moscow, 2002:89–91.
3. Verbovik E. V., Valtsiferova S. V. Wave structure of the heart rate of horses // *Veterinary medicine*. 2006;(1):13–14.
4. Voskanyan R. M. Electrocardiography of horses. *Proceedings of the XV plenum of the veterinary section of the All-Russian Academy of Agricultural Sciences*. Moscow, 1941:250–256.
5. Gabrashanski P. Dynamics of electrocardiograms in various lead systems during the development of experimental pericarditis in farm animals. *This collection*. 1964:115–122.
6. Domrachev G. I. On the issue of atrial fibrillation in horses. *Teacher zap. Kazansk. Here. Institute*. 1927;37(82):192–203.
7. Shestakova A. N., Kopylov S. N. Electrocardiography in horses and cows under the influence of training and milk production. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2009;5(197):82–86.
8. Ohmura H., Hiraga A., Aida H., Kuwahara M., Tsubone H., Jones J. H. Changes in heart rate and heart rate variability in Thoroughbreds during prolonged road transportation. *Am. J. Vet. Res.* 2006;67(3):455–462.
9. Orlova N. E., Ponomareva M. E., Latynina E. S., Svistunov D. V. Prevalence of cardiovascular diseases in racehorses of various age groups. In S.: *AIP Conference Proceedings. International Conference “Sustainable Development: Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology” (VMAEE2022)*. Moscow, Russia. 2023:020019.
10. Pałwska U. Badanie elektrokardiograficzne koni. *Magazyn weterynaryjny*. 2000;61(52):30–31.

### *Информация об авторе / Information about the author:*

**Степура Евгений Евгеньевич** — кандидат биологических наук, доцент департамента естествознания, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

**Stepura Evgeny Evgenievich** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Moscow City University, Moscow, Russia.

stepuraee@mgpu.ru