

Надежда Евгеньевна Орлова

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, доцент кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова, кандидат ветеринарных наук, доцент, Москва, Россия

E-mail: nadorlov@mail.ru

Мария Евгеньевна Пономарева

Ставропольский государственный аграрный университет, доцент кафедры кормления животных и общей биологии, кандидат ветеринарных наук, доцент, Ставрополь, Россия

E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

Сократ Авраамович Позов

Ставропольский государственный аграрный университет, профессор кафедры терапии и фармакологии, доктор ветеринарных наук, профессор, Ставрополь, Россия

E-mail: fvm-fvm@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКГ И СЕРДЕЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СКАКОВЫХ ЛОШАДЕЙ С ВОЗРАСТОМ

Целью данной статьи являлось изучить особенности изменения параметров ЭКГ и сердечных показателей у скаковых лошадей в зависимости от возраста. Исследования проводили на базе ОАО «Пятигорский ипподром» и АО «Терский племенной конный завод № 169» на 17 скаковых лошадях чистокровных английской верховой и арабской пород, которых разделили на группы по возрасту: 2-, 3- и 4-летние. Все лошади находились в интенсивном ипподромном тренинге. ЭКГ проводили до и после работы с помощью портативного аппарата «ЭК1Т-03М2», в трех стандартных и трех усиленных отведениях от конечностей, по методике Восканяна Р.М. в модификации Ипполитовой Т.В. Расшифровывали ЭКГ и рассчитывали сердечные показатели по общепринятым методикам. Установлено, что у 2-летних лошадей ослабевают процессы деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и усиливаются в миокарде желудочков; наблюдаются скомпенсированная ИБС и блокады; все сердечные показатели после нагрузки снижаются. У 3-летних лошадей усиливаются процессы деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и ослабевают в миокарде желудочков; некомпенсированная ИБС, чаще регистрируются блокады; систолические функциональные показатели растут на фоне снижения диастолического. У 4-летних лошадей тенденция изменения параметров ЭКГ и сердечных показателей, появившаяся у 3-летних, сохраняется и усиливается. С возрастом у скаковых лошадей растет перегрузка, которая приводит к ослаблению процессов возбуждения и восстановления в миокарде.

Ключевые слова: скаковые лошади, электрокардиография, сердечные показатели, ишемическая болезнь сердца, блокады.

Nadezhda E. Orlova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Associate Professor at the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A.N. Golikov and I.E. Mozgov, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Moscow, Russia

E-mail: nadorlov@mail.ru

Maria E. Ponomareva

Stavropol State Agrarian University, Associate Professor at the Department of Animal Feeding and General Biology, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Stavropol, Russia

E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

Sokrat A. Pozov

Stavropol State Agrarian University, Professor at the Department of Therapy and Pharmacology, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Stavropol, Russia

E-mail: fvm-fvm@yandex.ru

CHANGE IN ECG PARAMETERS AND CARDIAC INDICATORS IN AGED RACEHORSES

The aim of this paper was to study the characteristics of changes in ECG parameters and cardiac parameters in racehorses depending on age. Research was carried out on the basis of JSC "Pyatigorsk Hippodrome" and JSC "Tersk Pedigree Stud Farm No. 169" on 17 purebred English riding and Arabian race horses, which were divided into age groups: 2, 3 and 4 years old. All horses were in intensive hippodrome training. ECG was performed before and after work using a portable device "EK1T-03M2", in three standard and three reinforced limb leads, according to the method of R.M. Voskanyan modified by T.V. Ippolitova. The ECG was deciphered and the cardiac parameters were calculated according to generally accepted methods. It was found that in 2-year-old horses the processes of depolarization and repolarization in the atrial myocardium are weakened and intensified in the ventricular myocardium; compensated coronary artery disease and blockade are observed; all cardiac parameters decrease after exercise. In 3-year-old horses, the processes of depolarization and repolarization in the atrial myocardium intensify and weaken in the ventricular myocardium; uncompensated coronary artery disease, blockades are more often recorded; systolic functional indicators increase against the background of a decrease in diastolic. In 4-year-old horses, the tendency of changes in ECG and cardiac parameters, which appeared in 3-year-old horses, persists and intensifies. With age, racehorses increase overload, which leads to a weakening of the processes of excitation and recovery in the myocardium.

Key words: *racehorses, electrocardiography, cardiac indicators, coronary heart disease, blockade.*

Введение. Известно, что регулярные умеренные физические нагрузки оказывают благотворное действие на сердечно-сосудистую систему (ССС) [1]. Однако данные, полученные с помощью ЭКГ, указывают на то, что у лошадей длительные физические нагрузки на выносливость и интенсивный ипподромный тренинг могут вызывать патологические изменения в СССР [2, 3]. Необходимо учитывать, что восстановительные процессы, в том числе и энергетические, осуществляются в диастолический период, и диастолическая дисфункция сопровождает все заболевания сердца, часто предшествует систолической дисфункции или зарождается вместе с ней [4]. ЭКГ позволяет выявить и дифференцировать функциональные и органические нарушения в сердечной деятельности, оценивать динамику процессов деполяризации и реполяризации в миокарде. Установлено, что у лошадей, испытывающихся на резвость, интервал QT сокращается с уменьшением интервала RR и может применяться для диагностики нарушений реполяризации [5]. При этом необходимо учитывать, что интервал QT зависит от породы, возраста и массы лошадей, в связи с чем данный показатель

необходимо корректировать учитывая индивидуальные особенности животного [6]. Диагностика и дифференциация функциональных и органических патологий необходимы для построения прогнозов и формирования рекомендаций, так как изменения могут быть различной степени тяжести: от минимального клинического эффекта до представляющих угрозу безопасности для всадника и лошади [7]. Так, при изучении внезапной смерти у 57 лошадей в 13 случаях она наступила вследствие СССР заболевания, что указывает на большую распространенность данных патологий как причин смертности спортивных лошадей [8].

Цель работы. Изучить особенности изменения параметров ЭКГ и сердечных показателей у скаковых лошадей в зависимости от возраста.

Материалы и методы. Научно-производственный опыт проводили на базе ОАО «Пятигорский ипподром» и АО «Терский племенной конный завод № 169». Способ содержания лошадей – индивидуальный в денниках, кормление отвечает зоогигиеническим нормам. В опыте участвовало 17 голов скаковых лошадей чистокровных английской верховой и арабской пород, которые были разделены на группы по возрасту: 2-, 3-

и 4-летние. Все лошади находились в интенсивном ипподромном тренинге. В зависимости от возраста животные несли разную тренировочную нагрузку. Для 2-летних лошадей она была следующей: шаг 5–8 минут, рысь 8–10 минут, шаг 5–6 минут, кентер 600–800 м, резвый галоп 500–800 м, шаг 25–30 минут; для 3-летних: шаг 5–8 минут, рысь 10–12 минут, шаг 5–6 минут, кентер 1000–1200 м, резвый галоп 800–1000 м, шаг 25–30 минут; для 4-летних: шаг 5–8 минут, рысь 12–15 минут, шаг 5–6 минут, кентер 2200–3500 м, резвый галоп 800–1000 м, шаг 25–30 минут.

После предварительного общего клинического обследования всем лошадям проводили электрокардиографию до и после работы (для дифференциальной диагностики функциональных и органических патологий) с помощью портативного аппарата «ЭК1Т-03М2», в трех стандартных и трех усиленных отведениях от конечностей, по методике Р.М. Восканяна в модификации Т.В. Ипполитовой. Расшифровка ЭКГ и расчет сердечных показателей проводились по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. ЭКГ является одним из основных методов диагностики патологий ССС, позволяющих выявить заболевание на ранних этапах его развития, а также провести дифференциальную диагностику функциональных и органических нарушений и определить место их локализации в структурах сердца. Однако необходимо учитывать, что патологии ССС, как правило, не являются изолированными, а бывают сочетанными, например, наряду с инфарктом могут наблюдаться признаки ишемической болезни сердца, блокады и т.д. Поэтому на электрокардиограмме их признаки суммируются, что приводит к изменениям практически во всех зубцах и сегментах.

При выявлении особенностей распространения патологии ССС и их дифференциальной диагностики у скаковых лошадей различных возрастных групп (следовательно, имеющих различный скаковой стаж) были зарегистрированы особенности изменения параметров ЭКГ под действием физической нагрузки (табл.).

Параметры электрокардиограммы и сердечных показателей скаковых лошадей по II отведению (до и после нагрузки) ($M \pm m$)

Показатель	Норма (в покое)	Группа 2-летних лошадей (n=7)		Группа 3-летних лошадей (n=8)		Группа 4-летних лошадей (n=2)	
		до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки
Высота зубцов, мВ							
P	0,09–0,4	0,19±0,03	0,18±0,02	0,26±0,02	0,27±0,02	0,30±0,10	0,30±0,10
Q	0,05–0,3	0,11±0,03	0,14±0,05	0,10±0,05	0,19±0,08	0,50±0,20	0,50±0,20
R	0,4–2,0	0,66±0,15	0,78±0,17	0,60±0,08	0,59±0,08	0,35±0,15	0,30±0,10
S	0,05–0,35	0,01±0,01	0,08±0,06	0,06±0,02	0,11±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00
T	0,25–1,0	0,34±0,10	0,36±0,08	0,50±0,09	0,41±0,07	0,40±0,10	0,35±0,05
Продолжительность интервалов, с							
P	0,12–0,16	0,11±0,01	0,08±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,12±0,01	0,12±0,00
P-Q	0,28–0,38	0,31±0,015	0,26±0,01	0,35±0,017	0,30±0,015	0,32±0,04	0,28±0,00
QRS	0,05–0,1	0,07±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01	0,11±0,01	0,07±0,01	0,06±0,02
Q-T	0,45–0,56	0,42±0,04	0,36±0,08	0,49±0,03	0,48±0,06	0,50±0,02	0,46±0,02
T	0,07–0,17	0,10±0,01	0,10±0,02	0,11±0,01	0,12±0,01	0,10±0,02	0,08±0,00
R-R	1,4–2,2	1,58±0,23	1,27±0,11	2,02±0,23	1,57±0,12	1,70±0,18	1,34±0,18
Сердечные показатели							
ЧСС, ударов/мин	36–42	44,48±0,14	48,7±4,35	33,32±6,44	39,77±3,12	35,69±3,78	45,6±6,13
СПП, %		21,85±2,68	21,16±1,15	18,55±2,48	19,87±1,42	18,78±0,36	21,28±2,86
СПЖ, %		28,58±2,21	27,55±6,19	25,71±2,97	31,95±2,85	29,62±1,96	35,16±6,22
ДСК, с		0,84±0,18	0,65±0,08	0,89±0,24	0,78±0,13	0,88±0,12	0,60±0,20

У лошадей двух лет (первый скаковой сезон) были отмечены низкие амплитуды зубцов R и T по сравнению со средними нормативными значениями ($0,19 \pm 0,03$ и $0,34 \pm 0,10$ соответственно). Причем физическая нагрузка вызвала снижение вольтажа зубца R на 5,3 % и увеличение зубцов R и T на 18 и 5,9 % соответственно, что указывает на ослабление процессов деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и усиление в миокарде желудочков. Зубец R у 28,6 % лошадей имел зазубрины и у 14,3 % был M-образно расщеплен. У 57 % лошадей зубец T как до, так и после нагрузки положительный, у 14 % – отрицательный, а у 28 % изменил знак на противоположный; у 28,8 % лошадей он двухфазный. Наличие или появление после нагрузки отрицательного зубца T сопровождалось смещением вниз сегмента ST на 0,1 мВ. После физической нагрузки вольтаж зубца Q увеличился на 27,3 %, что обусловлено развитием компенсированной ишемии. Также произошло укорочение электрической систолы, то есть ускорение проведения возбуждения по проводящей системе сердца, отражающееся на ЭКГ в виде укорочения интервалов: P-Q на 16 % (ускорилось проведение возбуждения по миокарду предсердий), Q-T на 14,3 % (распространение возбуждения по миокарду желудочков). Динамика основных функциональных показателей сердечной деятельности такова: частота сердечных сокращений (ЧСС) до нагрузки незначительно превышала норму – на 5,9 %, после нагрузки возросла на 9,5 %; снизились систолический показатель предсердий (СПП) на 3,2 %, систолический показатель желудочков (СПЖ) на 3,6 % и диастолический сердечный коэффициент (ДСК) на 22,6 %.

У лошадей 3-летнего возраста (второй скаковой сезон) по сравнению с 2-летними были зарегистрированы более высокие амплитуды зубцов R (на 36,8 %), Q (на 35,7 %) и T (10 %) как до, так и после нагрузки. Кроме того, физическая нагрузка вызвала увеличение вольтажа зубцов R на 3,8 % и Q на 90 %, а также снижение зубцов R на 1,7 % и T на 18 %, что указывает на усиление процессов деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и ослабление в миокарде желудочков. Зубец R у 12,5 % лошадей имел зазубрины и у 37,5 % был M-образно расщеплен. У всех животных этой группы зубец T в первом от-

ведении инвертирован. У 37,5 % лошадей до нагрузки во II и III отведениях он двухфазный с преобладанием отрицательной фазы и депрессией сегмента ST на 0,2 мВ; после нагрузки зубец T у них становится положительным. Данные изменения на ЭКГ характерны для развития некомпенсированной ишемии миокарда желудочков. У 3-летних лошадей по сравнению с 2-летними электрическая систола более продолжительная, у них до нагрузки интервалы P-Q и Q-T длиннее на 12,9 и 16,7 % соответственно. Однако сохраняется тенденция к укорочению электрической систолы после физической нагрузки и интервалы уменьшаются: P-Q на 14,3 % и Q-T на 12,2 %. В отличие от 2-летних лошадей у 3-летних в покое ЧСС ниже нормы на 7,4 %, а после нагрузки возрастает на 19,4 %. Динамика функциональных показателей характеризуется ростом систолических на фоне снижения диастолического: увеличение СПП на 7,1 % и СПЖ на 24,3 %, снижение ДСК на 12,4 %.

У лошадей в возрасте четырех лет (третий скаковой сезон) высота зубцов R и Q больше, чем у 2-летних, на 57,9 %, т.е. в 4,5 раза, и 3-летних 15,4 %, в 5 раз соответственно, кроме того, она не меняется под действием физической нагрузки. В то же время с возрастом наблюдается тенденция к снижению зубца R: у 4-летних он на 47 % ниже, чем у 2-летних, и на 42 %, чем у 3-летних, кроме того, у 4-летних лошадей в 50 % случаев он был M-образно расщеплен. Физическая нагрузка, аналогично 3-летним лошадям, вызвала снижение зубцов R на 14,3 % и T на 12,5 %, это характеризует ослабление процессов возбуждения и восстановления в миокарде желудочков. Зубец T, так же, как и у 3-летних, в первом отведении инвертирован. У 50 % лошадей до нагрузки во II отведении он двухфазный с преобладанием отрицательной фазы и депрессией сегмента ST на 0,2 мВ; а после нагрузки – становится положительным. Такие изменения зубцов Q, R, S и T обусловлены углублением состояния некомпенсированной ишемии миокарда желудочков. У 4-летних лошадей по сравнению с 2- и 3-летними значительно удлиняется электрическая систола желудочков: у них до нагрузки интервал Q-T длиннее на 19 и 2 % соответственно; сохраняется тенденция к его укорочению после физической нагрузки: интервал Q-T уменьшается на 8 %. ЧСС у лошадей этой воз-

растной группы занимает промежуточное положение между показателями 2- и 3-летних лошадей, после нагрузки она возрастает на 27,8 %. Под действием физической нагрузки систолические показатели предсердий и желудочков увеличиваются на 13,3 и на 18,7 % соответственно. Диастолический сердечный показатель снижается намного больше, чем у 2- и 3-летних лошадей, – на 31,8 %, и если учесть, что диастола является основополагающим процессом в биомеханике сердца, в котором происходит восстановление и накопление энергетических запасов, необходимых для сердечного сокращения, то ее значительное укорочение неминуемо ведет к развитию сердечной недостаточности. Следовательно, организм 4-летних лошадей подвергается перегрузке, приводящей к ослаблению процессов возбуждения и восстановления в миокарде.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что у скаковых лошадей с возрастом развиваются различные нарушения сердечной деятельности. ЭКГ-исследования позволили установить особенности проявления заболеваний сердечно-сосудистой системы данной группы животных. У 2-летних лошадей, начинающих свою спортивную карьеру, регистрируется ослабление процессов деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и усиление в миокарде желудочков, скомпенсированная ИБС, появление зубурин и расщеплений зубца R, свидетельствующее о возникновении блокад. При этом все сердечные показатели после нагрузки снижаются. У лошадей 3-летнего возраста (второй скаковой сезон) усиливаются процессы деполяризации и реполяризации в миокарде предсердий и ослабевают в миокарде желудочков, что указывает на развитие некомпенсированной ишемии миокарда желудочков, кроме того, чаще регистрируются патологические изменения (зубурины и расщепление) зубца R. Это сопровождается ростом систолических функциональных показателей на фоне снижения диастолического. У 4-летних лошадей (третий скаковой сезон) тенденция изменения параметров ЭКГ и сердечных показателей, появившаяся у 3-летних, сохраняется и даже усиливается, что обусловлено нарастанием перегрузки, которая приводит к ослаблению процессов возбуждения и восстановления в миокарде. Так как вышеописанные патологии можно выявить только с помощью

ЭКГ, рекомендуем проводить систематический мониторинг состояния ССС у скаковых лошадей, находящихся в интенсивном ипподромном тренинге, с использованием данного метода диагностики. Это позволит своевременно выявить и дифференцировать нарушения в сердце и профилировать развитие декомпенсации. Нужно учитывать, что переход в стадию декомпенсации происходит быстро и заканчивается чаще всего неблагоприятным исходом.

Список источников

1. Owen A, O'Donovan G, Bird S. Sedentary, active and athletic lifestyles: Right and left ventricular long axis diastolic function. *Int J Cardiol* 2008. 127: P. 112–113.
2. Changes in heart rate, arrhythmia frequency, and cardiac biomarker values in horses during recovery after a long-distance endurance ride (Article) / *Flethøj M., Kanters J.K., Haugaard M.M., Pedersen P.J., Carstensen H., Balling J.D., Olsen L.H., Buhl R.* // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2016. V. 248. № 9. P. 1034–1042.
3. Саватеева В.В., Козлов С.А., Зиновьева С.А. и др. Реакция сердечно-сосудистой системы лошадей на нагрузки ипподромного тренинга // *Актуальные вопросы развития отечественного коневодства в современных условиях: сб. тр. науч. конф., посвящ. выдающимся ученым-коневодам Тимирязевской академии*. М.: МЭСХ, 2018. С. 59–64.
4. Мрикаев Д.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с сердечной недостаточностью // *Креативная кардиология*. 2017. Т. 11. № 2. С. 145–158. DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158.
5. Normal electrocardiographic QT interval in race-fit Standardbred horses at rest and its rate dependence during exercise (Article) / *Pedersen P.J., Kanters J.K., Buhl R., Klaerke D.A.* // *Journal of Veterinary Cardiology*. 2013. V. 15. № 1. P. 23–31.
6. Differences in the electrocardiographic QT interval of various breeds of athletic horses during rest and exercise (Article) / *Pedersen P.J., Karlsson M., Flethøj M., Trachsel D.S., Kanters J.K., Klaerke D.A., Buhl R.* // *Journal*

- of Veterinary Cardiology. 2016. V. 18. № 3. P. 255–264.
7. *Chope K.B.* Cardiac/cardiovascular conditions affecting sport horses (Review) // *Veterinary Clinics of North America – Equine Practice*. 2018. V. 34. № 2. P. 409–425.
 8. Sudden death in sport and riding horses during and immediately after exercise: A case series / *de Solis C.N., Althaus F., Basieux N., Burger D.* // *Equine Veterinary Journal*. 2018. V. 50. № 5. P. 644–648.

References

1. *Owen A, O'Donovan G, Bird S.* Sedentary, active and athletic lifestyles: Right and left ventricular long axis diastolic function. *Int J Cardiol* 2008. 127: P. 112–113.
2. Changes in heart rate, arrhythmia frequency, and cardiac biomarker values in horses during recovery after a long-distance endurance ride (Article) / *Flethøj M., Kanters J.K., Haugaard M.M., Pedersen P.J., Carstensen H., Balling J.D., Olsen L.H., Buhl R.* // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2016. V. 248. № 9. P. 1034–1042.
3. *Savateeva V.V., Kozlov S.A., Zinov'eva S.A.* I dr. Reakciya serdechno-sosudistoj sistemy loshadej na nagruzki ippodromnogo treninga // *Aktual'nye voprosy razvitiya otechestvennogo konevodstva v sovremennyh usloviyah: sb. tr. nauch. konf., posvyasch. vydavushimsya uchenym-konevodam Timiryazevskoj akademii. M.: M'ESH, 2018. S. 59–64.*
4. *Mrikaev D.V.* Diastolicheskaya disfunkciya levogo zheludochka u bol'nyh s serdechnoj nedostatochnost'yu // *Kreativnaya kardiologiya*. 2017. T. 11. № 2. S. 145–158. DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158.
5. Normal electrocardiographic QT interval in race-fit Standardbred horses at rest and its rate dependence during exercise (Article) / *Pedersen P.J., Kanters J.K., Buhl R., Klaerke D.A.* // *Journal of Veterinary Cardiology*. 2013. V. 15. № 1. P. 23–31.
6. Differences in the electrocardiographic QT interval of various breeds of athletic horses during rest and exercise (Article) / *Pedersen P.J., Karlsson M., Flethøj M., Trachsel D.S., Kanters J.K., Klaerke D.A., Buhl R.* // *Journal of Veterinary Cardiology*. 2016. V. 18. № 3. P. 255–264.
7. *Chope K.B.* Cardiac/cardiovascular conditions affecting sport horses (Review) // *Veterinary Clinics of North America – Equine Practice*. 2018. V. 34. № 2. P. 409–425.
8. Sudden death in sport and riding horses during and immediately after exercise: A case series / *de Solis C.N., Althaus F., Basieux N., Burger D.* // *Equine Veterinary Journal*. 2018. V. 50. № 5. P. 644–648.

