

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

Н.А. ВИРЯСОВА, Т.В. ИППОЛИТОВА

(Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина)

В предлагаемой научной статье подробно описаны особенности электроэнцефалографической (ЭЭГ) картины у спортивных лошадей, находящихся в активном тренинге, в зависимости от типа высшей нервной деятельности, возраста и уровня тренированности.

Авторами проведена работа по усовершенствованию методики регистрации ЭЭГ у лошадей в 6-и униполярных отведениях накладными электродами. Изучены особенности и определены параметры ЭЭГ у спортивных лошадей.

В нашей стране, да и за рубежом в настоящее время в практической ветеринарии не исследовано функциональное состояние центральной нервной системы у спортивных лошадей, находящихся в тренинге, методом электроэнцефалографии, имеются лишь единичные сведения по этому вопросу. Сравнительная оценка электроэнцефалографической картины у спортивных лошадей с разными типами высшей нервной деятельности, а также в зависимости от возраста и уровня тренинга ранее не проводилась.

Проведенное исследование позволило выявить особенности основных ритмов электроэнцефалограмм спортивных лошадей, которые в дальнейшем могут помочь нам в оценке функционального состояния центральной нервной системы у них, что позволит определять потенциальные возможности организма, его устойчивость к стрессам, а следственно и результативность на соревнованиях.

Ключевые слова: электроэнцефалография, тип высшей нервной деятельности, спортивные лошади, головной мозг.

Введение

В ветеринарии огромное значение имеет определение функционального состояния организма животного, что необходимо для поддержания его здоровья и увеличения продуктивности. Физиологические функции, обеспечивающие определенный уровень жизнедеятельности организма, регулирует центральная нервная система. Первостепенную роль в организме как регулятор всех процессов и функций, координатор всех действий играет головной мозг.

Одним из объективных электрофизиологических методов оценки функционального состояния центральной нервной системы является метод электроэнцефалографии. В ветеринарии этот метод занимает особое значение в силу невозможности прямого получения информации от исследуемого объекта (животного).

Метод электроэнцефалографии – это наиболее доступный и безопасный способ оценки биоэлектрического состояния как здорового мозга, так и при невротических расстройствах, позволяющий оценивать и функциональную динамику мозга, а следственно и эффективность медикаментозной терапии.

Изучение биопотенциалов мозга и выявление особенностей ЭЭГ у животных с разными типами ВНД может нам позволить определять тип нервной системы с раннего возраста, а как следствие – прогнозировать потенциальные возможности животного [9].

Функциональное состояние головного мозга является важнейшим показателем активности центральной нервной системы. Изучение активности мозга по его электрическим ритмам является одним из эффективных подходов к анализу его работы. А метод электроэнцефалографии может позволить объективно оценивать функциональное состояние центральной нервной системы у спортивных лошадей, находящихся в активном тренинге.

В нашей стране, да и за рубежом ЭЭГ у лошадей еще мало изучена, имеются лишь единичные сведения по этому вопросу.

Голикову А.Н. и Любимову Е.И. в 1956 г. удалось зарегистрировать биотоки мозга жеребят шлейфным осциллографом системы МПО-2.

Исследование процесса сна с использованием ЭЭГ у лошадей проводил Y. Ruckebusch (1972). Последние зарубежные исследования по электроэнцефалографии посвящены использованию метода при проведении общей анестезии, где ЭЭГ используется для оценки глубины наркоза и степени аналгезии (Mysinger P. W., Redding R.W., Vaughan J.T. (1985) и Ram C. Purohit (Auburn University, 1985)).

Николаева Э.Б. на кафедре физиологии МГАВМиБ исследовала биоэлектрическую активность головного мозга рысистых лошадей биполярными накладными электродами в 4-х отведениях (2004).

Кравайнис Ю.Я. (2009) исследовал ЭЭГ у крупного рогатого скота, им впервые определены параметры электроэнцефалографических показателей молодняка крупного рогатого скота с разными типами ВНД в динамике, с рождения до 18-месячного возраста.

Гаусс К.Р. изучал влияние акупрессурного воздействия на функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем собак и лошадей и разработал специальный шлем для регистрации ЭЭГ у животных (2013). Но массивных исследований на лошадях не проводилось.

В настоящее время в практической ветеринарии невозможно использовать электроэнцефалографию для изучения и диагностики функционального состояния центральной нервной системы у спортивных лошадей вследствие недостаточного количества данных, а ранее применяемые методы имели ряд существенных недостатков, например, регистрация ЭЭГ под действием наркотических средств, неудовлетворительное прилегание электродов, использование громоздкой аппаратуры и др., что неизбежно вело к возникновению артефактов.

Исходя из этого, нашей **целью** стало изучить биоэлектрическую активность головного мозга и установить параметры электроэнцефалограмм у спортивных лошадей.

Для решения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. усовершенствовать и опробовать методику регистрации ЭЭГ у лошадей в 6-и униполярных отведениях накладными электродами,
2. изучить спонтанную биоэлектрическую активность мозга и установить нормы параметров ЭЭГ лошади в покое,
3. изучить особенности спонтанной ЭЭГ у лошадей с разными типами ВНД,
4. изучить особенности спонтанной ЭЭГ у лошадей разного возраста,
5. установить особенности спонтанной ЭЭГ у спортивных лошадей различного направления в зависимости от вида и степени нагрузок.

Материалы и методы

Исследования проводили в КСК «Битца» и КСК «Новый век». Все животные на момент исследования были клинически здоровы и находились в активном тренинге, участвовали в соревнованиях (местные квалификационные соревнования, регионального уровня, а также международные).

Нами было исследовано 120 спортивных лошадей разных пород (таких как траккененская, ганноверская, голштинская и др. верховых пород), пола и возраста (4–20 лет) (табл. 1).

Таблица 1

Количество исследованных лошадей по группам, гол.

Возрастная группа \ Вид и уровень нагрузок	Выездка – юношеские езды (N)	Выездка – малый, средний и большой призы (N)	Конкур (N)	Троеборье (N)	Прокат, группы начальной подготовки и хобби-класс (N)
Молодые (4–8 лет)	2	3	12	4	1
Среднего возраста (9–13 лет)	7	17	15	8	1
Старшего возраста (14–18 лет)	16	12	14	2	2
Пожилые (18 лет и старше)	2	-	-	-	2
Всего	27	32	41	14	6

Во время регистрации лошадей фиксировали с помощью недоуздка на развязках или в станке. Опыты проводили в утренние или дневные часы за 1 час до кормления/тренинга или спустя 1 час после.

Методика установки электродов, место и условия записи

Регистрацию ЭЭГ мы проводили накладными электродами в 6-и униполярных отведениях при помощи специального запатентованного шлема Ипполитовой / Гаусса для регистрации ЭЭГ у животных, электроды на котором располагаются по проекциям разных долей мозга, что позволяет неинвазивно, без применения седативных веществ и выбривания шерсти регистрировать электрическую активность мозга.

Электроды размещают парами на расстоянии 1 см от саггитальной линии на каждой стороне лба на голове лошади (рис. 1).

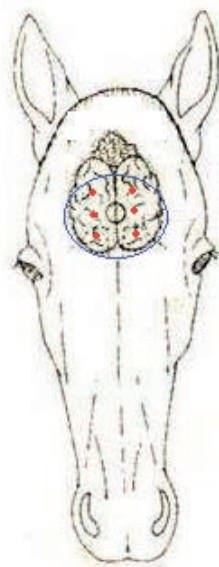


Рис. 1. Головной мозг в дорсальной проекции на поверхность и расположение электродов

Шлем для ЭЭГ выполнен в виде жесткой прозрачной пластины с множественными отверстиями (рис. 2), внутри которых подвижно установлены накладные трубчатые электроды, закрепляемые на голове животного при помощи широкой резиновой ленты и не доставляющие никаких неудобств животному, что позволяет снимать «чистую» ЭЭГ (без артефактов).



Рис. 2. Шлем Ипполитовой / Гаусс для регистрации ЭЭГ у животных

Шерсть на голове животного в месте прилегания электродов обезжировали 70%-м раствором спирта, а на электроды перед исследованием наносили электроконтактный гель. Запись ЭЭГ продолжали в течение 10–15 мин.

Показатели состояния мозговой активности оценивали по данным ЭЭГ при помощи полиграфического анализатора CONAN, используя визуальный метод и математическую обработку данных при помощи программы «Stadia». Для анализа данных использовался однофакторный дисперсионный анализ на основе параметрического критерия Фишера, который позволяет определять достоверность результатов независимо от выборки. Анализ проводили с использованием научного профессионального статистического пакета Statistica 6.0 фирмы StatSoft.

После отработки методики регистрации ЭЭГ мы провели оценку энцефалографических особенностей активности корковых нейронов головного мозга лошадей в зависимости от типа ВНД (N = 15).

Для определения типа ВНД лошадей нами была применена двигательно-пищевая методика, которая основана на условно-рефлекторном движении животного к кормушке с кормом.

Оценку мозговой ритмики мы проводили по следующим показателям:

Индекс выраженности ритмов (ИВР) – степень проявления ритма, процент времени, в течение которого регистрируется данный ритм (%).

Частота – число полных колебаний, совершаемых в единицу времени, сек. (Гц).

Амплитуда – наибольшее отклонение (от среднего) значения величины, размах колебаний.

Результаты исследований

Нами впервые проведена регистрация биоэлектрической активности мозга лошади в 6-и униполярных отведениях накладными электродами и усовершенствована методика регистрации электроэнцефалограмм с помощью специального шлема для регистрации ЭЭГ у животных.

Применив указанную методику, мы выявили волны биоэлектрической активности головного мозга у спортивных лошадей следующих диапазонов: дельта (0,3–4 Гц, амплитуда до 40 мкВ), тета (4,1–7 Гц, около 30 мкВ), альфа (7,1–13 Гц, амплитуда до 100 мкВ), бета-1 (13,1–25 Гц, амплитуда – 3–5 мкВ), бета-2 (25–40 Гц, амплитуда – 3–5 мкВ) и гамма (выше 40 Гц).

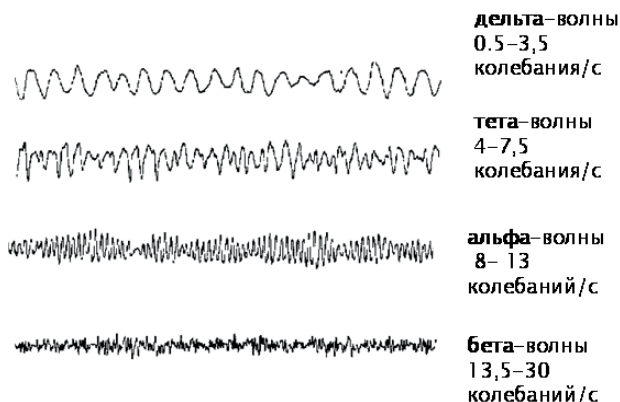


Рис. 3. Графическое изображение ритмов головного мозга

В ходе проведенных нами исследований у лошадей была определена степень проявления и установлены параметры ритмов в различных зонах головного мозга (лобное, теменное, затылочное отведения) в правом и левом полушариях.

Таблица 2

Степень выраженности ритмов (ИВР) в различных зонах головного мозга, %

Полушария головного мозга	Ритмы					
	альфа-ритм	бета-1-ритм	бета-2-ритм	дельта-ритм	тета-ритм	гамма-ритм
<i>Лобное отведение (F)</i>						
Левое полушарие головного мозга	61,00±3,87	73,87±1,44	63,73±4,49	86,93±0,45	73,60±2,19	83,67±1,31
Правое полушарие головного мозга	60,00±3,75	74,07±2,26	65,60±3,89	86,73±1,22	76,33±2,15	83,87±1,00
<i>Теменное отведение (C)</i>						
Левое полушарие головного мозга	55,53±4,78	72,73±2,36	61,40±3,80	86,00±0,93	74,80±1,95	84,53±0,86
Правое полушарие головного мозга	59,73±2,95	74,27±2,08	65,13±3,53	86,73±0,69	74,20±2,87	83,40±0,96
<i>Затылочное отведение (O)</i>						
Левое полушарие головного мозга	60,20±3,57	71,93±3,26	62,60±5,61	85,27±0,90	72,47±3,20	82,60±2,20
Правое полушарие головного мозга	59,60±4,45	71,33±2,99	59,80±5,02	84,80±1,63	75,47±2,23	85,20±0,92

На основании полученных данных, мы проводили анализ биоэлектрической активности мозга лошадей. Как мы можем видеть, все виды ритмов хорошо выражены и симметричны по амплитуде и частоте в обоих полушариях у всех исследованных лошадей. Значительных отличий между ИВР в правом и левом полушариях головного мозга лошади в ходе опыта не наблюдалось, межполушарная асимметрия не выражена.

По биоэлектрической активности различных зон возможно предположить о приоритетном процессе, в данный момент происходящем в мозге лошади. Лобные доли отвечают за запоминание навыков, возможность мыслить, осуществлять движения. Поэтому преимущественная активность лобных долей может свидетельствовать об активной ориентировочной реакции, процессе мышления и запоминания информации.

Теменная доля имеет функции анализа и обработки чувствительных и осознательных сигналов. К ним относят: осознательные, болевые ощущения и давление. Преобладание активности в этой доле может говорить о влиянии тактильного раздражителя.

Височная доля имеет в своем строении слуховую кору, которая необходима для того, чтобы интерпретировать звуки и услышанную речь. Активности в этой доле говорит о слуховом раздражении. Но в связи с особенностями анатомического строения головного мозга лошади, мы не имеем возможности регистрации нервных импульсов с этой зоны.

Затылочные доли преобразуют световые сигналы в информацию о цвете, движении и форме объектов, понятные теменным долям, которые и формируют трехмерные образы в сознании. Так, активность этих долей мозга может указывать на влияние зрительного раздражителя.

Наиболее выраженным ритмом спонтанной активности в покое у спортивных лошадей является дельта-ритм. Тета- и низкочастотная бета-активность достаточно хорошо выражены, что свидетельствует о состоянии активного бодрствования животных во время регистрации. Меньше других диапазонов выражена альфа-активность, а также высокочастотная бета-активность.

У спортивных лошадей волны дельта-диапазона хорошо выражены во всех отведениях, но особенно в лобных. Симметрично снижается и выраженность тета-активности в направлении от лобных к затылочным областям мозга. Дельта- и тета-активность, причем преимущественно в лобных долях, может говорить о напряжении нервных процессов и проявлении ориентировочной реакции во время регистрации. Низкочастотная бета-активность (13,1 – 25 Гц) так же хорошо выражена в обоих полушариях. Альфа-активность, а так же высокочастотная бета-активность (25 – 40 Гц) выражены менее других ритмов. Поскольку бета-волны являются показателями процесса возбуждения, то можно сделать вывод, что в период регистрации лошадь была расслаблена, поэтому бета-ритм выражен слабее по сравнению с другими. Альфа-ритм у человека появляется при закрытых глазах, в состоянии наибольшего расслабления и при отсутствии внешних раздражителей, а у животных подобных условий добиться практически невозможно. Зрительные раздражители тормозят альфа-ритм.

На ЭЭГ отмечаем доминирование медленноволновой активности. Наблюдаем колебания частотой 1–4 Гц и амплитудой 18–34 мкВ. Форма волн правильная, синусовая. Подобные колебания представляют собой дельта-ритм. При этом отмечаем наложение на крупные волны высокочастотных (8–13 Гц) и низкоамплитудных (6–12 мкВ) колебаний, относящихся к альфа-ритму, вид пилообразный, без выраженных веретен (рис. 4).

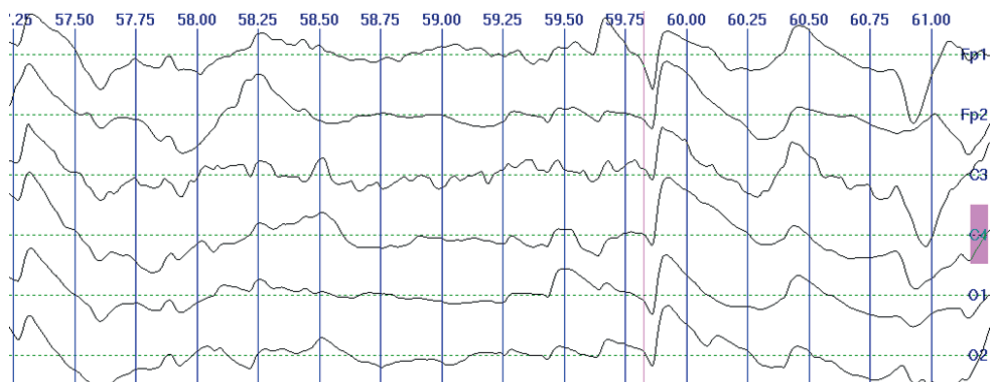


Рис. 4. Электроэнцефалограмма лошади

В ходе проведенных нами опытов мы выявляли особенности спонтанной ЭЭГ у лошадей с разным типом ВНД. Для этого мы определили типы ВНД группы из 15 голов лошадей.

Выявлены следующие типы ВНД:

- сильный уравновешенный подвижный (СУП) – 10 гол. (66,7%);
- сильный уравновешенный инертный (СУИ) – 3 гол. (20%);
- слабый (С) – 2 гол. (13,3%).

Сильный неуравновешенный (безудержный) тип мы не выявили.

Такое распределение по группам можно объяснить высокими требованиями к отбору спортивных лошадей. Лошади сильного неуравновешенного и слабого типа высшей нервной деятельности малопригодны или совсем непригодны для спорта.

Исследованы типологические особенности биоэлектрической активности мозга лошадей (табл. 3).

Таблица 3

Индекс выраженности ритмов (ИВР) в различных зонах головного мозга у лошадей с разными типами ВНД, %

Отведения	Ритмы					
	Альфа	Бета-1	Бета-2	Дельта	Тета	Гамма
<i>Сильный уравновешенный подвижный</i>						
Лобное отведение (левое полушарие)	59,90±4,58	74,20±2,00	62,20±5,19	86,50±0,53	74,60±2,98	83,70±1,64
Лобное отведение (правое полушарие)	56,80±4,66	73,70±2,87	63,90±5,23	86,80±1,63	74,50±2,77	84,70±1,24
Теменное отведение (левое полушарие)	54,40±5,79	72,60±2,80	57,70±4,55	85,90±1,00	74,10±2,71	86,00±0,74
Теменное отведение (правое полушарие)	59,30±4,27	74,10±2,28	64,20±4,49	86,80±1,05	72,10±4,05	84,00±1,14
Затылочное отведение (левое полушарие)	58,40±4,94	73,30±4,29	63,80±7,16	85,00±1,28	71,70±4,29	82,00±3,27
Затылочное отведение (правое полушарие)	56,10±6,07	70,00±4,01	57,60±6,49	87,10±0,67	74,30±3,04	85,70±1,19
<i>Сильный уравновешенный инертный</i>						
Лобное отведение (левое полушарие)	71±10,42	72,00±3,54	70,33±19,88	87,33±1,47	70,00±5,52	82,67±5,31
Лобное отведение (правое полушарие)	68±12,86	76,67±8,26	72,67±11,45	85,00±3,74	79,67±6,68	82,33±2,27
Теменное отведение (левое полушарие)	65,67±17,55	76,33±7,88	74,00±11,22	84,33±3,89	76,67±3,34	80,33±2,27
Теменное отведение (правое полушарие)	65±4,3	79,67±5,12	75,67±7,15	86,33±0,41	80,33±3,89	82,67±3,89
Затылочное отведение (левое полушарие)	69±7,48	69,67±11,05	68,67±18,33	84,67±1,78	72,67±10,87	84,67±3,49
Затылочное отведение (правое полушарие)	69±10,68	79,33±6,79	72,00±14,2	83,33±2,68	80,00±3,94	83,67±2,86
<i>Слабый</i>						
Лобное отведение (левое полушарие)	51,5±17,68	75,00±4,24	61,50±4,95	88,50±0,71	74,00±7,07	85,00±0,00
Лобное отведение (правое полушарие)	64±2,83	72,00±5,66	63,50±6,36	89,00±1,41	80,50±2,12	82,00±5,66
Теменное отведение (левое полушарие)	46±5,66	68,00±11,31	61,00±5,66	89,00±1,41	75,50±9,19	83,50±2,12
Теменное отведение (правое полушарие)	54±1,41	67,00±11,31	54,00±4,24	87,00±1,41	75,50±7,78	81,50±0,71
Затылочное отведение (левое полушарие)	56±0,00	68,50±6,36	47,50±9,19	87,50±0,71	76,00±2,83	82,50±3,54
Затылочное отведение (правое полушарие)	63±5,66	66,00±1,41	52,50±10,61	75,50±14,85	74,50±9,19	85,00±2,83

В зависимости от подвижности, достоверно установлено, что так называемые «ритмы сосредоточенности» (альфа и бета-2) у лошадей с сильным уравновешенным инертным типом ВНД выражены в большей степени относительно лошадей с другими типами ВНД, а дельта-ритм менее выражен, что может свидетельствовать об относительной стойкости и стабильности нервных процессов.

В зависимости от силы нервных процессов, достоверно установлено, что именно дельта-ритм больше выражен у лошадей со слабым типом ВНД, это может говорить о напряжении нервных процессов и проявлении ориентировочной реакции во время регистрации.

Проведенные исследования особенностей ЭЭГ в зависимости от возраста лошади показали, что ЭЭГ разных возрастных групп лошадей также имеют различия.

Волны высокочастотных (20–25 и выше 40 Гц) и низкоамплитудных (6–12 мкВ) колебаний, относящихся к гамма- и бета-ритму, у молодых лошадей хорошо выражены, что свидетельствует о проявлении активной ориентировочной реакции во время регистрации. Быстрые низкоамплитудные колебания частотой 7,1–13 Гц (альфа-активность) и высокочастотная бета-активность (25–40 Гц) выражены меньше других диапазонов.

У лошадей среднего возраста медленноволновые колебания дельта-ритма выражены в наименьшей степени по сравнению с другими ритмами, что свидетельствует о состоянии активного бодрствования животных во время регистрации. У лошадей старшего возраста в незначительной степени над всеми ритмами превалирует медленноволновая высокоамплитудная активность частотой 2–5 Гц, характерная тета- и дельта-ритму, что может указывать на состояние спокойного бодрствования.

У лошадей пожилого возраста ЭЭГ несинхронизирована по полушариям и имеет значительные колебания по отведениям. Тета-ритм выражен в меньшей степени, чем у более молодых. Кроме того, у пожилых лошадей наблюдается низкая выраженность быстрых низкоамплитудных колебаний, относящихся к альфа-ритму.

Исходя из результатов, установленных в ходе исследования видно, что в обоих полушариях наиболее сильно выражен дельта-ритм, за исключением лошадей старшего возраста, у которых гамма-ритм преобладает над дельта-ритмом. Бета-1, бета-2 и альфа-ритм, которые свидетельствуют об ориентировочной реакции, у пожилых лошадей проявляются слабее, чем у других групп, тогда как именно эти ритмы выражены более всего у молодых лошадей, что может быть связано с реакцией на непривычную обстановку.

Проведенные исследования особенностей ЭЭГ у лошадей разного возраста показали, что ЭЭГ молодых лошадей можно сравнить с показателями лошадей старшего возраста, которые отличаются от ЭЭГ лошадей среднего и пожилого возраста, также схожих между собой.

При разных видах нагрузки показатели ритмов тоже имеют свои особенности.

Таблица 4

Индекс выраженности ритмов (ИВР) в различных зонах головного мозга для лошадей с разными видами нагрузок, %

Отведения	Лобное отведение (левое полушарие)	Лобное отведение (правое полушарие)	Теменное отведение (левое полушарие)	Теменное отведение (правое полушарие)	Затылочное отведение (левое полушарие)	Затылочное отведение (правое полушарие)
Ритмы						
<i>Выездка – юношеская езда</i>						
Дельта	84±5,5	85±7,14	73,75±5,17	81±2,11	80±3,01	82±0,21

Продолжение таблицы 4

Отведения Ритмы	Лобное отведение (левое полушарие)	Лобное отведение (правое полушарие)	Теменное отведение (левое полушарие)	Теменное отведение (правое полушарие)	Затылочное отведение (левое полушарие)	Затылочное отведение (правое полушарие)
Тета	72,25±6,3	74±7,64	65,25±5,68	77,5±3,66	74,25±2,56	76,25±0,63
Альфа	64,5±7,1	64±5,64	61,5±4,55	62,75±4,25	54,75±2,22	67,5±1,06
Бета-1	79,75±8,11	77,25±5,23	73,25±4,78	76,75±4,82	70,25±4,01	77,75±1,49
Бета-2	63,25±3,41	65,5±4,86	62±3,61	69,75±2,88	58±4,01	62,75±1,92
Гамма	80,5±5,12	84,75±7,14	76,25±3,9	85,75±2,16	84,5±3,6	84,75±2,35
<i>Конкур</i>						
Дельта	87,3±0,3	90,6±0,07	86±2,63	86,3±0,94	90,3±3,48	88,6±1,82
Тета	79±0,72	82±0,49	79±3,05	76±1,37	77±3,89	74,6±2,25
Альфа	57,6±4,1	62±0,92	53±3,46	51,3±1,8	55,3±0,11	51±2,67
Бета-1	76,3±3,69	79,6±1,35	77±3,87	71±2,23	74,6±0,53	75±3,09
Бета-2	74,6±3,28	67,3±1,78	55,6±0,09	54±2,65	60,3±0,96	56±3,5
Гамма	85±2,86	84±2,21	81±0,51	84±3,07	84±1,39	79,3±3,91
<i>Выездка – малый, средний, большой приз</i>						
Дельта	70,3±0,13	75±2,69	73±0,25	75,3±2,81	76±1,12	76,3±3,66
Тета	71±0,55	67,3±3,11	71±0,67	77,5±3,23	67,3±1,55	76,6±4,07
Альфа	61,3±0,98	69,3±3,52	63,3±1,1	62,3±3,64	65±1,98	66,3±0,29
Бета-1	76±1,41	79,3±3,93	74,6±1,53	74,6±4,05	73,6±2,41	71±0,71
Бета-2	68±1,84	81,6±0,16	71±1,96	70±0,27	73,6±2,83	72±1,14
Гамма	85,6±2,27	84±0,58	84±2,39	83,3±0,69	81±3,25	84±1,57
<i>Троеборье</i>						
Дельта	88,5±1,01	86±2,0	87,5±0,33	85,5±2,89	86±1,2	85,5±3,74
Тета	70,3±1,44	81,3±2,43	76,3±0,75	81,3±3,31	78,3±1,63	80±4,15
Альфа	62,3±1,87	62±2,85	68,3±1,18	49±3,72	60±2,06	59,3±0,38
Бета-1	78±2,3	80,6±3,27	76±1,61	75,3±4,13	80±2,49	75±0,36
Бета-2	64±2,72	75±3,68	65±2,04	59±0,35	75±2,91	62±2,08
Гамма	81±3,14	82±4,09	84±2,47	82±0,77	83±3,33	82±2,53
<i>Хобби-класс</i>						
Дельта	87,75±0,43	86±2,99	84,75±1,3	85,5±3,84	88,75±2,18	87,25±0,46
Тета	67,75±0,85	77,25±3,41	65,25±1,73	77±4,25	71,5±2,61	78,25±0,88
Альфа	36,25±1,28	57,25±3,82	52±2,16	57,5±0,47	51,75±3,03	57,25±1,31
Бета-1	67±1,71	73±4,23	70,5±2,59	70,5±0,89	70,25±3,45	74,5±1,74
Бета-2	46,25±2,14	61,75±0,45	62±3,01	61,25±1,32	55±3,86	56,75±2,17
Гамма	82,75±2,57	83,5±0,87	84,5±3,43	85,75±1,75	80±4,27	83,25±2,6

Все виды ритмов хорошо выражены и симметричны по амплитуде и частоте в обоих полушариях у всех исследованных лошадей, асимметрия по полушариям не выражена.

При нагрузке «выездка – юношеская езда», «конкур», «троеборье» и «хобби-класс» наиболее выраженным является дельта-ритм и гамма-ритм, а при нагрузке «выездка – малый, средний и большой приз» дельта-ритм достоверно ниже, чем при других видах нагрузок.

Такие ритмы, как альфа и бета-2 у конкурных лошадей и хобби-класса достоверно меньше, что может свидетельствовать о большей подвижности и реактивности нервной системы, чем у лошадей с другой нагрузкой.

Таким образом, полученные нами данные позволяют производить ЭЭГ-оценку пригодности животных с разным типом ВНД и различного возраста к определенной

спортивной нагрузке, что значительно упростит отбор лошадей с желательными характеристиками, не затрачивая время, силы и средства на выращивание заведомо бесперспективных животных.

Исследования ЭЭГ позволяют определить функциональное состояние центральной нервной системы у спортивных лошадей, находящихся в активном тренинге, что позволяет выявлять способности лошади воспринимать физические нагрузки и определять ее готовность к соревнованиям.

Выводы

1. В ходе проведенных исследований у лошадей выявлены волны биоэлектрической активности головного мозга следующих диапазонов: дельта (0,3–4 Гц, амплитуда до 40 мкВ), тета (4,1–7 Гц, около 30 мкВ), альфа (7,1–13 Гц, амплитуда до 100 мкВ), бета-1 (13,1–25 Гц, амплитуда 3–5 мкВ), бета-2 (25–40 Гц, амплитуда – 3–5 мкВ) и гамма (выше 40 Гц).

2. Установлены особенности спонтанной ЭЭГ у лошадей разного типа ВНД:

- выявлено преобладание высокочастотных (20–25 Гц) и низкоамплитудных (6–12 мкВ) колебаний у лошадей с сильным уравновешенным инертным типом ВНД перед лошадьми других типов;

- выявлено преобладание дельта-ритма у лошадей со слабым типом ВНД.

3. Изучены особенности спонтанной ЭЭГ у лошадей разного возраста:

- установлено, что бета-1, бета-2 и альфа-ритм, которые свидетельствуют об ориентировочной реакции, у лошадей старше 18-и лет проявляются слабее, чем у других групп;

- в то время как именно бета-1, бета-2 и альфа-ритм выражены более всего у молодых лошадей.

4. Установлены особенности спонтанной ЭЭГ у спортивных лошадей различного направления:

- выявлено более низкое проявление альфа и бета-2-ритма у конкурных лошадей и хобби-класса;

- при нагрузке «выездка – юношеская езда», «конкур», «троеборье» и «хобби-класс» наиболее выраженным является дельта-ритм и гамма-ритм;

- при нагрузке «выездка – малый, средний и большой приз» дельта-ритм достоверно ниже, чем при других видах нагрузок.

Библиографический список

1. Бианки В.Л. Асимметрия мозга животных. Л.: Наука, 1985. 295 с.

2. Гаусс К.Р., Ипполитова Т.В. Устройство, позволяющее фиксацию и установку измерительных электродов ЭЭГ на голове животного. Патент на полезную модель №20.-2008. 007 953.5 ДРМА (ФРГ), 2008.

3. Голиков А.Н., Любимов Е.И. Новое в физиологии нервной системы сельскохозяйственных животных / М.: Колос, 1980. 171 с.

4. Гусельников В.И. Электрофизиология головного мозга / М.: Высшая школа, 1976. 163 с.

5. Дмитриева Н.В. Системная электрофизиология: Системный анализ электрофизиологических процессов / М.: КД Либроком, 2015. 252 с.

6. Коган А.Б. Электрофизиология / М.: Высшая школа, 1963. 179 с.

7. Кокорина Э.П. Методика оценки свойств высшей нервной деятельности / Л.: Наука, 1971. 18 с.

8. Николаева Э.Б., Хомутникова Ю.А. Методика регистрации электроэнцефалограммы у лошадей // Болезни лошадей: диагностика, профилактика, лечение: Материалы четвертой научно-пр. конф. по болезням лошадей. М., 2003. С. 80–82.

9. Кравайнис Ю.Я. Электроэнцефалограмма у бычков и телочек. Ветеринария, 2005. № 9. С. 36–40.

10. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2002. 379 с.

11. Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. Полн. собр. соч. МЛ, Изд-во АН СССР, 1969. Т. 3.

FEATURES OF BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN OF SPORTS HORSES

N.A. VIRYASOVA, T.V. IPPOLITOVA

(Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin)

The present paper describes in detail the features of electroencephalographic (EEG) pattern in sports horses in active training, depending on the type of higher nervous activity, age and level of training.

The authors have carried out the work to improve the method of EEG registration in horses in 6 unipolar leads by overhead electrodes. They have also studied the characteristics and identified EEG parameters in sport horses.

In our country and abroad, in the practice of veterinary medicine, the experts have not electroencephalographically investigated yet the functional state of the central nervous system in sporting horses in a training mode, there are only a few facts on this issue. Comparative evaluation of electroencephalographic patterns in sporting horses with different types of higher nervous activity, as well as taking account for the age and training level has never been previously conducted.

The conducted research has allowed to reveal specific features of the main electroencephalogram rhythms in sports horses, which can later help evaluate the functional states of their central nervous system that will allow determining an organism's potential capabilities, its resistance to stress, and thus the expected performance in competitions.

Key words: *electroencephalography, type of higher nervous activity, sports horses, brain.*

References

1. Bianki V.L. Asimetriya mozga zhivotnykh [Asymmetry of the animal brain]. L.: Nauka, 1985. 295 p.

2. Gauss K.R., Ippolitova T.V. Ustroystvo, pozvolyayushcheye fiksatsiyu i ustanovku izmeritel'nykh elektrodov EEG na golove zhivotnogo [Device for fixing and installing EEG electrodes on an animal's head]. Patent for utility model No. 20.-2008. 007 953.5 DPMA (FRG), 2008.

3. Golikov A.N., Lyubimov Ye.I. Novoye v fiziologii nervnoy sistemy sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [New discoveries in the nervous system physiology of farm animals]. / М.: Kolos, 1980. 171 p.

4. *Gusel'nikov V.I.* Elektroфизиология головного мозга [Electrophysiology of brain] / М.: Vysshaya shkola, 1976. 163 p.
5. *Dmitriyeva N.V.* Sistemnaya elektroфизиология: Sistemnyy analiz elektroфизиologicheskikh protsessov [Systematic: Systems analysis of electrophysiological processes] / М.: KD Librokom, 2015. 252 p.
6. *Kogan A.B.* Elektroфизиология [Electrophysiology] / М.: Vysshaya shkola, 1963. 179 p.
7. *Kokorina E.P.* Metodika otsenki svoystv vysshey nervnoy deyatel'nosti [Methods of evaluating the properties of higher nervous activity] / L.: Nauka, 1971. 18 p.
8. *Nikolayeva E.B., Khomutnikova Yu.A.* Metodika registratsii elektroentsefalogrammy u loshadey [EEG recording in horses] // Bolezni loshadey: diagnostika, profilaktika, lecheniye: Materialy chetvertoy nauchno-pr. konf. po boleznyam loshadey / М., 2003. Pp. 80–82.
9. *Kravaynis Yu.Ya.* Elektroentsefalogramma u bychkov i telochek [EEG recording in bulls and heifers]. Veterinariya, 2005. No. 9. Pp. 36–40.
10. *Kulaichev A. P.* Komp'yuternaya elektroфизиология [Computer electrophysiology]. – 3rd ed., reviewd and extended / М.: Izd-vo MGU, 2002. 379 p.
11. *Pavlov I.P.* Dvadsatiletniy opyt ob'yektivnogo izucheniya vysshey nervnoy deyatel'nosti (povedeniya) zhivotnykh. Poln. sobr. soch [Twenty years of objective study of the higher nervous activity (behavior) of animals]. Full collection of works. ML, Izd-vo AN SSSR, 1969. Vol. 3.

Вирясова Нина Александровна – асп. кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» (109472, Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: ninaviryasova@gmail.com).

Ипполитова Татьяна Владимировна – д. б. н., проф., зав. каф. физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина (109472, Москва, ул. Академика Скрябина, д.23; e-mail: Ippolitova01@mail.ru).

Nina A. Viryasova – a postgraduate student, the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. Ye. Mozgov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin (109472, Moscow, Akademika Skryabina Str., 23; e-mail: ninaviryasova@gmail.com).

Tatiana V. Ippolitova – DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. Ye. Mozgov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named aftetr K. I. Skryabin (109472, Moscow, Akademika Skryabina Str., 23; e-mail: Ippolitova01@mail.ru).