МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИНДИВИДУАЛЬНО ДОЗИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАГРУЗОК

Е.Р. Эрастов, *д-р мед. наук, доцент*
Нижегородская государственная медицинская академия
(Россия, г. Нижний Новгород)

Аннотация. *Настоящее исследование проведено на 68 беспородных собаках – самцах, которым дозировали однократные и систематические двигательные нагрузки. Показано, что 1) интактные животные отличаются большим диапазоном колебаний основных структурно-функциональных показателей элементов нервной системы, 2) воздействие однократных двигательных нагрузок до «отказа» со стандартной скоростью бега, равной 15 км/час, приводит к состоянию перенапряжения в клетках переднего рога спинного мозга, красного ядра и пирамидных клеток V слоя моторной коры, 3) скорость бега животного является одним из важнейших факторов, определяющих характер структурно-функциональной перестройки элементов центральной нервной системы при выполнении двигательных нагрузок до «отказа».*

Ключевые слова: *центральная нервная система – однократные двигательные нагрузки – систематические двигательные нагрузки.*

Проблема адаптации человека к воздействиям внешней среды всегда была актуальной. Особенно привлекает исследователей центральная нервная система, являющаяся одним из самых сложных образований живой природы. Как и в других областях знания, результаты этих исследований разноречивы, что связано, в частности, с особенностями организации мозга, которая носит выраженный индивидуальный характер [1].

Первая особенность данной работы заключается в том, что в ее основу положена концепция индивидуальности каждого организма. Так, использованные нами двигательные нагрузки дозировались индивидуально каждому животному в зависимости от состояния кардиореспираторного аппарата в момент эксперимента [2]. Вторая особенность состояла в изучении фило - и онтогенетически различных отделов мозга, на разных уровнях контролирующих локомоторный акт.

Цель исследования заключалась в выявлении диапазона адаптивных морфологических изменений элементов пирамидной, экстрапирамидной систем и сегментарного аппарата мозга при воздействии индивидуально дозированных двигательных нагрузок.

Работа произведена на 68 беспородных собаках-самцах. Исследования проводились в соответствии с приказом Минвуза СССР № 742 от 13.11.84 «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.85 «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных».

В таблице 1 представлено распределение животных по экспериментальным группам.

Таблица 1. Распределение материала по экспериментальным группам

№	Название экспериментальной группы	Количество животных
1.	Интактные животные	26
2.	Однократные двигательные нагрузки до 4 стадии	13
3.	Однократные двигательные нагрузки до «отказа» со скоростью 15 км/час	10
4.	Однократные двигательные нагрузки до «отказа» со скоростью 10 км/час	11
5.	Третий «пик» работоспособности	8

После выполнения последней нагрузки животному внутривенно вводили 10% раствор тиопентала натрия (из расчета 0,5 мл на кг массы тела). Взятие материала проводили через 30 минут после остановки сердца. При помощи безопасной бритвы извлекали кору головного мозга (поле Prc1), участок среднего мозга на уровне верхнего двухолмия и четвертый поясничный сегмент спинного мозга. Каждый из отделов разлагали на 2 кусочка. Первый кусочек помещали в 12% раствор формалина для дальнейшей заливки в блоки. Второй кусочек использовали для электронномикроскопического исследования. Специально заточенной иглой для инъекций диаметром 1,0 мм пунктировали кору, крупноклеточную часть красного ядра (КЯ) и передний рог спинного мозга. Полученный при пункции столбик серого вещества помещали в глутаралдегид.

Предыдущими исследованиями показана стадийность приспособления организма к однократной нагрузке, являющейся отражением динамических перестроек функциональных систем [3].

Выделено несколько стадий в реакции организма на возрастающий стимул, критериями которых явились такие параметры кардиореспираторной системы, как частота дыхания, минутный объем дыхания, общее потребление кислорода, частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический показатель и некоторые другие [4]. Последовательная смена состояний системы предусмотрена экспериментом, при постановке которого нас интересовали два аспекта. Во-первых, нагрузки однократные и многократные, так как влияние их на организм существенно отличается. Во-вторых, воздействия, интегративный и дезинтегративный характер которых показан нашими предшественниками [5].

Для воспроизведения двигательной нагрузки был избран бег животных в тредмилле, дающем возможность плавной регулировки скорости ленты.

В момент начала нагрузки возникает 1 стадия, для которой характерно динамическое учащение пульса и дыхания животных. Затем наступает период колебаний обоих показателей, означающий наступление 2 стадии. Достижение адаптагенного эффекта возможно лишь при нагрузках, в течение которых в организме возникает и преодолевается утомление. Исходя из этого, 1 и 2 стадии, как не вызывающие адаптивных структурных перестроек элементов ЦНС, нами не изучались.

3А стадия приспособления развивается при времени бега от 2 до 15 минут и отражает ряд нейрогуморальных перестроек, обусловленных «новизной» воздействующего фактора и «поиском» нового уровня интеграции функций. Возникает состояние первичной дезинтеграции, которое определено как нарушение целостности структурных элементов и связей между ними, возникающее в определенной системе при взаимодействии с не узнанным фактором внешней среды. Продолжение работы до 4 стадии приводит к смене состояния организма. Время бега животных колеблется от 8 до 93 минут. Величина кислородного долга значительно превышает уровень этого показателя у животных, получивших однократные двигательные нагрузки (ОДН) до 3А стадии. Частота и глубина дыхания возрастают, наблюдается резкое повышение потребления кислорода. Со стороны сердечно-сосудистой системы отмечается тахикардия, выраженная в меньшей степени, чем при нагрузках до 3А стадии, но в значительно большей, чем у интактных собак. Формируется состояние интеграции, система «узнает» сигнал и становится оптимально «работоспособна» в условиях взаимодействия с сигналом данной величины.

Нагрузка до «отказа» является одной из наиболее распространенных моделей для выявления общих закономерностей индивидуальной адаптации организма к однократной нагрузке, а также служит для определения функционального резерва как организма в целом, так и отдельных органов и систем.

Величина нагрузки до «отказа» сильно варьирует как по длительности бега (от 10 до 358 минут), так и по выраженности реакции со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Среднее значение

ЧСС за время бега составило 207,77± 6,3 удара в минуту, при индивидуальном разбросе от 158 до 261. Средняя частота дыхания составила 298,47±7,0 при индивидуальных вариантах от 190 до 350 циклов в минуту.

Интактные животные рассматривались нами не только как контроль, а как полноценная экспериментальная группа. Отсюда и такое большое число собак, составивших ее (26 особей). Это позволило с большей точностью оценить диапазон колебаний важнейших структурно-функциональных показателей элементов ЦНС собак, находящихся в одинаковых условиях и не подвергавшихся экспериментальным воздействиям. Эти показатели сильно варьировали по величине. Так, число клеток с перинуклеарным хроматолизом колебалось у мотонейронов спинного мозга от 4 до 20%, у интернейронов - от 0 до 8%. В крупноклеточной части КЯ колебания этого показателя составили от 4 до 16%, в моторной коре – от 0 до 16%.

Большое количество абсолютных и относительных морфометрических показателей, полученных нами, имело целью рассмотреть особенности неврологической конституции интактных животных. Почти все они сильно варьировали. Особенно велики были колебания объемов нервных клеток, их ядер, ядер глиальных клеток и глиального индекса. У мотонейронов спинного мозга показатель глиального индекса варьировал от 1,08 до 2,24, в моторной коре – от 1,44 до 3,00. Коэффициент элонгации двигательного нейрона спинного мозга колебался от 1,52 до 2,13, промежуточного – от 1,42 до 2,19, пирамидного нейрона V слоя моторной коры – от 2,70 до 3,26.

На электронномикроскопическом уровне обнаружен полиморфизм ядер и структур цитоплазмы нервных и глиальных клеток, свидетельствующий о разной организации ультраструктур интактного организма.

Выраженные структурно-функциональные особенности элементов ЦНС, отмеченные у интактных животных, легли в основу различных реакций, выявленных у экспериментальных животных в ответ на различные факторы среды, и определили структурное многообразие этих реакций.

Собаки, выполнявшие ОДН до 4 стадии, бежали в тредмилле от 7 до 35 минут. Число нейронов с перинуклеарным хроматолизом во всех изучаемых отделах мозга больше, чем у интактной группы. Максимальная динамика этого показателя обнаружена в мотонейронах спинного мозга, минимальная - в моторной коре, что связано, по всей видимости, с ролью этих отделов мозга в обеспечении локомоции [6]. Объемы нейронов всех изучаемых отделов ЦНС меньше, чем в интактной группе, причем достоверные отличия выявлены только в интернейронах спинного мозга и моторной коре. Между динамикой объемов клеточных тел и их ядер наблюдается параллелизм, причем изменения ядер выраженнее. Наиболее демонстративна динамика глиального индекса, который у мотонейронов спинного мозга больше на 25,5% ($p<0,01$), в КЯ - на 19,4% ($p<0,05$), в моторной коре - на 34,1% ($p<0,05$). Показатель глиального обеспечения нейрона во всех отделах достоверно меньше, чем у интактной группы. Таким образом, один сателлит приходится на достоверно меньший объем клеточного тела нейрона.

По сравнению с интактной группой в цитоплазме нейронов найдено большее число митохондрий с просветлением матрикса, а также лизосом и липофусциновых гранул, что особенно выражено в спинном мозге. В сателлитной глие найдены аналогичные изменения, выраженные в меньшей степени.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии ОДН до 4 стадии на элементы пирамидной, экстрапирамидной систем и сегментарного аппарата, связанные, по всей видимости, со снятием напряжения, сопутствующем процессу «узнавания» сигнала. Таким образом, возможно их применение при назначении индивидуальных режимов двигательной активности при соответствующем контроле функционального состояния кардиореспираторного аппарата.

При воздействии ОДН до «отказа» со скоростью 15 км/час показатель молочной кислоты крови на 66% больше, чем у интактных собак (p<0,01), а уровень сахара - на 17,9% (p<0,01) меньше, что свидетельствует о сильном утомлении организма. Обнаружено значительно больше нейронов с различными видами хроматолиза. Так, по сравнению с интактными животными, мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом на 90% больше (p<0,01).

Таблица 2. Морфометрические показатели мотонейронов спинного мозга

Экспериментальные группы	Объем нейрона (мкм^3)	Объем ядра нейрона (мкм^3)	Диаметр ядрышка (мкм)	Объем ядра сателлита (мкм^3)	Глиальный индекс	Глиальное обеспечение нейрона (мкм^3)
Интактные животные	9039,20± 337,44	1035,94±42,83	4,40± 0,05	29,18± 1,05	1,45± 0,06	6343,10± 345,02
ОДН до 4 стадии	8798,48± 510,01	710,35±29,03**	4,66± 0,08**	31,99± 0,97	1,82± 0,05**	4843,51± 225,78**
ОДН до «отказа» (15 км/ч)	13362,50± 140,84**	1460,73±70,97**	4,23± 0,09	31,34± 2,07	1,74 ± 0,06**	7905,72± 1054,18
ОДН до «отказа» (10 км/ч)	8110,31± 202,11	1583,43±59,37**	3,84± 0,02**	26,33± 1,23	1,58± 0,07	5137,96± 233,27**
Третий «пик» работоспособности	3310,40± 1249,83**	2102,70±52,02**	4,41± 0,09	43,91± 2,25**	2,23± 0,06**	10486,73± 453,98**

*Примечания: *-p <0,05 по сравнению с интактной группой; ** - p <0,01 по сравнению с интактной группой*

На ультраструктурном уровне найдены выраженные изменения энергетического и белоксинтетического аппарата. Почти все митохондрии имели большие размеры, просветленный матрикс и частично разрушенные кристы. Характерно изменение ультраструктуры пресинаптической части аксодендритного синапса, наиболее пластичного из всех видов синаптических контактов [7]. Изменения пресинаптических терминалей и, в частности, увеличение числа синаптических пузырьков, связано с затруднением синтеза медиатора при утомлении [8].

Изучение индивидуальной адаптации, являющейся одной из особенностей исследования, обусловило проведение анализа типологических особенностей реакции животных при выполнении предельных двигательных нагрузок, основанного на функциональном состоянии кардиореспираторного аппарата. По максимальному времени бега, являющемуся критерием реализации двигательной нагрузки у нетренированных собак, выявлено два типа срочной реакции на нагрузку, имеющих выраженные эквиваленты в организации ЦНС. Собаки первого типа, определяемые как исходно «адаптированные», характеризуются полным узнаванием сигнала и длительным периодом взаимодействия. Время бега у таких животных составило от 109 до 358 минут. Животные второго типа характеризуются кратковременным взаимодействием с фактором среды и частичным узнаванием сигнала. Такие собаки показали небольшое время бега - от 14 до 79 минут.

Характерно, что у животного, продемонстрировавшего максимальное время бега в группе, обнаружены высокие значения глиального индекса во всех изучаемых отделах, кроме интернейронов спинного мозга. Это свидетельствует о разном воздействии предельных двигательных нагрузок на двигательные и ассоциативные нервные клетки. У собаки, имевшей минимальное время бега в группе, глиальный индекс во всех изучаемых образованиях, кроме интернейронов спинного мозга, гораздо меньше, чем у животного, обнаружившего максимальное время бега.

Различные структурно-функциональные состояния ЦНС животных, резко разли-

чающихся по адаптационным возможностям кардиореспираторного аппарата, имеют диагностическую и прогностическую ценность при выполнении предельных двигательных нагрузок.

Вышеперечисленные изменения элементов ЦНС, выявленные при воздействии ОДН до «отказа» со скоростью 15 км/час, свидетельствуют о выраженных процессах перенапряжения изучаемых структур, что определяет избыточный и деструктивный характер этого воздействия.

При выполнении нагрузок до «отказа» со сниженной скоростью бега (10 км/час), животные бежали в третбане от 39 до 393 мин. Средний показатель времени бега составил 227,50±38,78 мин. Число клеток с перинуклеарным хроматолизом по сравнению с животными, выполнявшими ОДН со стандартной скоростью бега, среди мотонейронов спинного мозга меньше на 18,7%, в крупноклеточной части КЯ – на 18,8% (p<0,01).

Объемы нервных клеток меньше по сравнению с животными, бежавшими со стандартной скоростью. Глиальный индекс и объемы глиальных ядер тоже показали меньшее значение во всех отделах мозга, кроме моторной коры. Таким образом, при снижении скорости бега трофическое обеспечение нервной клетки улучшается.

Таблица 3. Морфометрические показатели интернейронов спинного мозга

Экспериментальные группы	Объем нейрона (мкм^3)	Объем ядра нейрона (мкм^3)	Диаметр ядрышка (мкм)	Объем ядра сателлита (мкм^3)	Глиальный индекс	Глиальное обеспечение нейрона (мкм^3)
Интактные животные	3966,77± 137,48	559,82± 38,66	3,90± 0,04	24,70± 0,94	0,83± 0,03	4940,46± 242,00
ОДН до 4 стадии	2546,00± 86,94**	438,74± 4,39**	3,89± 4,49	21,70± 1,28	0,87± 0,05	3453,26± 532,71*
ОДН до «отказа» (15 км/ч)	3612,45 ± 596,98	855,50 ± 33,41**	3,81± 0,05	23,14± 1,49	0,92± 0,04	3920,08 ± 567,60
ОДН до «отказа» (10 км/ч)	3025,48± 160,60**	945,30± 43,97**	3,78± 0,06	20,59± 1,19*	0,82± 0,04	3839,49± 274,42**
Третий «пик» работоспособности	6962,40± 405,42**	1410,54± 41,20**	4,02± 0,04*	28,71± 2,56	1,49± 0,059**	4736,43± 302,39

*Примечания: *-p <0,05 по сравнению с интактной группой; ** - p<0,01 по сравнению с интактной группой*

На ультраструктурном уровне обнаружены изменения, аналогичные отмеченным у предыдущей экспериментальной группы, которые были выражены в меньшей степени. Характерно большое число митохондрий с просветленным матриксом, расширение цистерн эндоплазматической сети, существенное увеличение числа лизосом и фагосом. В некоторых сателлитах отмечены изменения, свидетельствующие об усилении белкового синтеза - изменение формы ядра, скопление рибонуклеопротеидов возле ядерной мембраны, увеличение числа рибосом и полисом.

Меньшая выраженность процессов, свидетельствующих о перенапряжении изучаемых отделов мозга, отмеченная по сравнению с предыдущей экспериментальной группой, связана с меньшей скоростью бега животного. Таким образом, скорость бега является одним из важнейших факторов, определяющих характер структурно-функциональной перестройки элементов нервной системы при выполнении нагрузок до «отказа».

Таблица 4. Морфометрические показатели нейронов крупноклеточной части КЯ

Экспериментальные группы	Объем нейрона (мкм^3)	Объем ядра Нейрона (мкм^3)	Диаметр ядрышка (мкм)	Объем ядра сателлита (мкм^3)	Глиальный индекс	Глиальное обеспечение нейрона (мкм^3)
Интактные животные	8451,29± 380,73	874,72±30,48	4,02± 0,07	25,70± 1,14	1,29± 0,07	6781,62± 385,89
ОДН до 4 стадии	6807,01± 690,95*	750,53± 79,37	3,97± 0,10	21,38± 1,92	1,54± 0,07*	4528,39± 522,05*
ОДН до «отказа» (15 км/ч)	3612,45 ± 596,98*	855,50 ± 33,41*	3,81± 0,05*	23,14± 1,49	0,92± 0,04	3920,08 ± 567,60
ОДН до «отказа» (10 км/ч)	7228,52± 425,87	1251,34±28,73**	3,83± 0,07	17,82± 1,16**	1,15± 0,08	6749,20± 738,39
Третий «пик» работоспособности	11684,60± 756,74**	1497,48±69,99**	4,32± 0,15	34,47± 3,34**	2,09± 0,14**	5968,79± 357,40

*Примечания: *-р < 0,05 по сравнению с интактной группой; ** - р < 0,01 по сравнению с интактной группой*

При формировании третьего «пика» работоспособности продолжительность бега животных в течение первой нагрузки колебалось от 7 до 24 минут. Средний показатель времени первой нагрузки составил 16,75±2,46 минут, последней – 111,87±13,40 минут. Время последней нагрузки свидетельствует о выраженном тренировочном эффекте, отмеченном у всех животных группы. Уровень молочной кислоты и сахара крови достоверно превышает показатели интактных животных. Найдено значительное число нейронов с различными видами хроматолиза, а также максимальные значения объемов нервных клеток, их ядер, ядер глиальных клеток, что особенно характерно для мотонейронов спинного мозга.

На ультраструктурном уровне выявлены изменения, свидетельствующие о перенапряжении энергетического аппарата нервной клетки (набухание матрикса митохондрий, деструкция крист). Аналогичные изменения сателлитной глии выражены в меньшей степени, что отмечалось и в других группах.

Таблица 5. Морфометрические показатели пирамидных нейронов моторной коры

Экспериментальные группы	Объем нейрона (мкм^3)	Объем ядра нейрона (мкм^3)	Диаметр ядрышка (мкм)	Объем ядра сателлита (мкм^3)	Глиальный индекс	Глиальное обеспечение нейрона (мкм^3)
Интактные животные	23839,30± 947,53	1650,29± 78,28	4,99± 0,10	49,87± 2,82	2,03± 0,12	12129,06± 683,13
ОДН до 4 стадии	20840,80± 671,32*	1537,57± 62,18**	4,68± 0,96	42,77± 4,23	3,08± 0,21**	6953,35± 481,33*
ОДН до «отказа» (15 км/ч)	28607,50± 919,87**	2043,89± 80,23**	4,96± 0,08	45,98± 3,20	2,23 ± 0,12	13009,32 ± 503,13
ОДН до «отказа» (10 км/ч)	27468,70± 583,62**	2030,10± 141,47*	4,92± 0,05	45,32± 3,01	2,40± 0,09*	11631,53± 442,51
ОДН до «отказа» (15 км/ч) на фоне воздействия ОИР	25855,50± 643,00	2392,03± 75,33**	4,64± 0,06**	46,62± 2,48	3,20± 0,14**	8193,46± 380,12**
Третий «пик» работоспособности	28889,70± 1219,46*	2549,85+ 73,18**	5,20 ± 0,07	58,27± 2,81*	3,15± 0,16**	9416,36± 694,02*
Экспериментальная ишемия мозга	26381,30± 677,58*	2097,24± 68,30**	4,87± 0,06	50,91± 3,42	2,16± 0,03	11853,37± 437,77
Воздействие циклофосфана	27030,30± 822,43*	1978,14± 98,04*	4,69± 0,05*	51,02± 3,55	2,21 ± 0,09	12472,20± 717,11
Воздействие дексаметазона	27773,40± 1458,87*	1988,54± 65,38*	5,18± 0,15	55,11± 4,11	1,82± 0,09	15348,16± 562,96**

*Примечания: *-р < 0,05 по сравнению с интактной группой; **-р < 0,01 по сравнению с интактной группой*

Существенно обогатил результаты исследования анализ типологических особенностей животных, показавших низкий, средний и высокий уровень работоспособности. Животные, показавшие низкий уровень работоспособности, имели наибольшие значения молочной кислоты и сахара крови и минимальные показатели числа клеток с перинуклеарным хроматолизом. Исключение составил только показатель глиального индекса нейронов КЯ, который был больше у животных с низким уровнем работоспособности. Максимальные значения числа клеток с перинуклеарным хроматолизом и глиального индекса отмечены у собак, показавших средний уровень работоспособности. Наоборот, животные с высоким уровнем работоспособности имели средние значения этих показателей. Выявленные закономерности позволяют судить об уровне организации ЦНС на основании функциональных параметров кардиореспираторного аппарата.

Таким образом, формирование третьего «пика» работоспособности приводит к существенным изменениям структурно-функциональной организации изучаемой системы, которая выходит на новый, качественно более высокий уровень функционирования.

Таблица 6. Структурно-функциональные показатели элементов ЦНС животных, показавших при формировании третьего «пика» низкий, средний и высокий уровни работоспособности

Показатели	Уровни работоспособности			Интактные Животные
	Низкий	Средний	Высокий	
Молочная кислота (мг%)	35,61± 2,84	25,74± 2,29	29,64± 8,92	22,26± 0,93
Сахар крови (мг%)	111,26± 11,62	101,60± 6,74	106,58± 9,94	85,91± 2,39
Перинуклеарный хроматолиз (мотонейроны, %)	30,00± 2,00	39,00± 3,00	36,00± 8,00	12,00± 1,01
Перинуклеарный хроматолиз (интернейроны, %)	18,00± 2,00	21,00± 1,91	18,00± 2,00	3,23± 0,50
Перинуклеарный хроматолиз (нейроны КЯ,%)	18,00± 2,00	22,00± 1,15	20,00± 4,00	8,86± 0,95
Перинуклеарный хроматолиз (нейроны коры, %)	22,00± 2,00	26,00± 4,16	26,00± 2,00	10,00± 1,24
Глиальный индекс (мотонейроны)	2,12± 0,04	2,30± 0,09	2,18± 0,18	1,45± 0,06
Глиальный индекс (интернейроны)	1,38± 0,10	1,58± 0,03	1,40± 0,20	0,83± 0,03
Глиальный индекс (нейроны КЯ)	2,36± 0,56	2,08± 0,01	1,84± 0,16	1,29± 0,07
Глиальный индекс (нейроны моторной коры)	2,82± 0,14	3,40± 0,25	2,96± 0,02	2,03± 0,12

1. Интактные животные отличаются большим диапазоном колебаний основных структурно-функциональных показателей элементов ЦНС – таких как число нейронов с различными видами хроматолиза, объемы нервных клеток и их ядер, объемы глиальных ядер, глиальный индекс, глиальное обеспечение нейрона.

2. Воздействие однократных двигательных нагрузок до «отказа» со стандартной скоростью бега, равной 15 км/час, приводит к состоянию перенапряжения в клетках переднего рога спинного мозга, красного ядра и пирамидных клеток V слоя моторной коры, о чем свидетельствуют резкое увеличение числа клеток с перинуклеарным и равномерным хроматолизом, объемов нервных клеток и их ядер, величины глиального индекса, а также

снижение окислительных свойств нервных и глиальных клеток.

3. Скорость бега животного является одним из важнейших факторов, определяющих характер структурно-функциональной перестройки элементов центральной нервной системы при выполнении двигательных нагрузок до «отказа». Величина важнейших показателей структурно-функционального состояния нервной системы собак, бежавших до «отказа» со скоростью 10 км/час, сходна с таковой у животных, которым дозировали аналогичные нагрузки со стандартной скоростью бега, однако выражена по сравнению с интактной группой в меньшей степени.

Библиографический список

1. *Боголепова И.Н.*, Малофеева Л.И., Агапов П.А. Гендерные особенности строения префронтальной коры мозга мужчин и женщин // Морфологические ведомости. – 2016. – Т. 24. В. 1. – С. 9-15.

2. *Сорокин А.П.,* Стельников Г.В., Вазин А.Н. Адаптация и управление свойствами организма. – М.: Медицина, 1977. – 263 с.

3. *Бирюкова О.В.,* Стельникова И.Г. Работоспособность при двигательных нагрузках и гипокинезии. – Н. Новгород, НижГМА, 2011. – 176 с.

4. *Бирюкова О.В.* Структурно-функциональный резерв кардиореспираторной системы и работоспособность организма // Структурно-функциональные эквиваленты гипокинезии и двигательной активности. – Горький: Горьк. мед. ин-т, 1988. – С. 73-86.

5. *Кочетков А.Г.* Теория живых систем и теория адаптации - основа медицины: Актовая речь 20 марта 1998 года. Н. Новгород, Ниж. мед. акад., 1998. – 32 с.

6. *Kochetkov A.G.,* Erastov E.R. Morphofunctional characteristics of spinal cord neurons after single integrative motor loads // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2004. – Т. 34. – № 7. – С. 693-696.

7. *Боголепов Н.Н.* Пластичность межнейронных связей коры большого мозга // Морфология. –1992. – № 2. – Т. 102. – С. 49-63.

8. *Брагина Т.А.* Адаптивные изменения корковых синапсов у крыс при гиперкинезии // Адаптивные и компенсаторные процессы в головном мозге. – М.: Ин-т Мозга ВНЦПЗ АМН СССР. – 1986. – С. 9-10.

THE MORPHOFUNCTIONAL ORGANIZATION OF ELEMENTS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM EFFECTS OF INDIVIDUAL DOSE MOTOR LOADS

E.R. Aristov, *doctor of medical sciences, associate professor*
Nizhny Novgorod state medical academy
(Russia, Nizhny Novgorod)

Abstract. *The present study was conducted on 68 mongrel dogs – males, which is dosed out single and systematic motor load. It is shown that 1) intact animals are a large range of fluctuations in the main structural-functional parameters of the elements of the nervous system, 2) the impact of a single motor loads up to «opt-out» with a standard speed equal to 15 km/h, leads to a state of overvoltage in the cells of the anterior horn of the spinal cord, red nucleus and pyramidal cells in layer V of motor cortex, 3) the running speed of the animal is one of the most important factors determining the structural and functional re-construction elements of the Central nervous system when executing motor loads up to «opt ou».*

Keywords: *central nervous system – single motor load – motor load systematic.*