

20 07 92

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

На правах рукописи

УДК 611.822.1.:611.738.21:612.766.1.

ВРАСТОВ Евгений Ростиславович

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДВИГАТЕЛЬНОГО
ОТДЕЛА СПИНАЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ИНДИВИДУАЛЬНО ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

14.00.02 - анатомия человека

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва 1992

Работа выполнена на кафедре нормальной анатомии
человека Нижегородского медицинского института

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор А.Г. Кочетков.

Официальные оппоненты:
доктор медицинских наук,
ст. научный сотрудник И.Н. Боголенова,
доктор медицинских наук,
профессор Б.А. Никитюк.

Ведущая организация - Московский медицинский стоматологиче-
ский институт им. Н.А. Семашко

Защита состоится 1992 года в часов
на заседании Специализированного Совета К 053.22.13 в
Российском Университете Дружбы Народов по адресу: П17198,
г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке
Российского Университета Дружбы Народов по адресу: П17198,
г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Автореферат разослан 1992 года

Ученый секретарь специализированного совета,
кандидат медицинских наук, доцент

Н.В. Брыткова

ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЕТЕРИНАРИИ
ГВ. 3. 1. 1. 1. 1. 1.
ТАДЖИКИСТАН
ДИССЕРТАЦИЯ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема адаптации человека к физической нагрузке остается одной из актуальнейших проблем экспериментальной биологии и теоретической медицины. Изменения, происходящие под воздействием физических нагрузок в элементах двигательного аппарата, особенно информативны, так как эти структуры отвечают за акт локомоции, являющийся одним из ведущих факторов приспособления организма к внешней среде.

Известно, что мотонейрон спинного мозга и иннервированные им мышечные волокна представляют собой единую систему /Гурджанкель В.С., Левик Ю.С., 1985, Gandevia S.C., Rothwell J.C., 1987, Jones S.P. et al., 1987/. Существует множество исследований, посвященных морфофункциональным изменениям элементов этой системы при физических нагрузках /Green H.J. et al., 1983, Sanchez J. et al., 1983, Герус А.И., 1985, Bove S.M. et al., 1988, Самойлов Н.Г., 1989 /.

Особенности нашей работы заключались в следующем. Во-первых, физические нагрузки дозировались индивидуально каждому животному в зависимости от состояния кардиореспираторного аппарата в момент эксперимента. Во-вторых, оценка морфофункциональной перестройки элементов локомоторного аппарата проводилась, в частности, с учетом времени года, являющимся важнейшим фактором, обуславливающим функциональное состояние организма /Агаджанян Н.А., и др., 1985, Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н., 1989/.

Цель настоящего исследования заключалась в выявлении диапазона адаптивных морфологических изменений элементов системы "мотонейрон-мышца" при индивидуально дозированных физических нагрузках.

Эта цель была выполнена посредством решения трех задач:

1. Определение морфологических изменений мотонейронов четвертого поясничного сегмента спинного мозга и окружающих их глиоцитов при физических нагрузках.
2. Изучение морфологических изменений скелетной мышцы, иннервированной из этого сегмента.
3. Выявление особенностей реагирования систем "мотонейрон-мышца" на изучаемый фактор внешней среды.

Научная новизна работы. Впервые с позиций системного подхода показаны типологические особенности двигательного аппарата

отдельных животных, связанные с воздействием индивидуально дозированных физических нагрузок и со временем года. Проведены параллели между морфологическими параметрами элементов двигательного отдела спинальной рефлекторной дуги и ключевыми биохимическими и физиологическими параметрами, свидетельствующими о работоспособности организма. Выделены признаки срочной и долговременной адаптации элементов системы "мотонейрон-мышца" на воздействие наследственного фактора внешней среды.

Практическая значимость данного исследования заключается в разработке морфофункциональных критериев оценки реакции элементов локомоторного аппарата на индивидуально дозированную физическую нагрузку и использование этой нагрузки с целью координирующего воздействия на организм. Это имеет важное значение в практике физической культуры и спорта для обоснования оптимальных режимов спортивных тренировок, в разработке профилактических мероприятий на производстве. Применение двигательных режимов возможно в клинической невропатологии для частичной коррекции морфофункциональных изменений в элементах двигательного отдела спинальной рефлекторной дуги.

Новые сведения о взаимодействии таких важнейших морфологических субстратов локомоции, как мотонейроны и иннервируемые или мышечные волокна, об особенностях взаимодействия нервных и глиальных клеток при однократных и систематических физических нагрузках, а также признаки срочной и долговременной адаптации всей изучаемой системы в целом могут быть использованы при изучении морфологии нервной и мышечной систем в учебных программах ряда кафедр медицинского и биологического профилей.

Апробация работы. Результаты исследования доложены на научных кафедральных совещаниях, на конференциях молодых ученых Горьковского медицинского института /1988, 1990/, на II Всесоюзном симпозиуме "Методологические основы спортивной морфологии" /Москва, 1990/, на межвузовском симпозиуме "Морфофункциональные механизмы адаптации организма" /Москва, 1991/, на нижегородском областном обществе анатомов, гистологов и эмбриологов /1992/.

Публикации По теме исследования опубликовано 7 работ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, приложения и указателя литературы. Объем работы - 207 страниц /собственно текста 108 страниц/. в диссер-

тации 52 рисунка, 30 таблиц. Указатель литературы включает 115 работ отечественных и 83 — иностранных авторов, из которых 13 опубликованы в русском переводе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования. Исследование проведено на 59 беспородных собаках-самцах. Все животные были разбиты на 5 групп. Первая группа /12 животных/ была интактной. Вторую группу /12 животных/ составили собаки, получившие однократные нагрузки до 3А стадии приспособления. Третья группа /12 животных/ состояла из собак, которым дозировали однократные нагрузки до 4 стадии. Четвертая группа /11 животных/ была представлена собаками со сформированным "пиком" работоспособности. Пятая группа /12 животных/ включала собак, подвергшихся систематическим нагрузкам до 3А стадии, полученным на фоне сформированного "пика" работоспособности.

Дозировка физической нагрузки проводилась при помощи бега на ленте treadmilla конструкции А.П. Сорокина и В.И. Губина /1971/. Диагностика стадий приспособления осуществлялась на основании функциональных параметров кардиореспираторного аппарата, определяемых на момент эксперимента /Сорокин А.П. и др., 1977/.

После выполнения нагрузок животному внутривенно вводили раствор тиопентала натрия /из расчета 0,5 мл на кг массы тела/. Взятие материала проводили: скелетной мышцы — через 10-15, спинного мозга — через 30-35 минут после остановки сердца.

Анатомические методы включали определение массы и объема наружной латеральной мышцы бедра и диаметров четвертого поясничного сегмента спинного мозга.

Гистологические методы Кусочки спинного мозга, предназначенные для морфометрии, после стандартной спиртовой проводки помещали в парафинцеллоидиновые блоки, которые резали на санном микротоме /толщина срезов 7 мк/ и окрашивали по Ниссию крезольным фиолетовым. Другие кусочки после фиксации в 12% растворе формалина промывали в двух порциях дистиллированной воды и помещали в криостат, где готовили срезы толщиной 10 мк, которые падали в чашку Петри с дистиллированной водой. Плавающие срезы им-

прегнировали азотнокислым серебром по Бильшовскому-Трос в модификации Ландау. Кусочки скелетной мышцы после заливки в парафин и приготовления срезов толщиной 7 мк, окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну.

Гистохимические методы включали постановку реакций на два ключевых фермента метаболизма - сукцинат- и лактатдегидрогеназу. Протописи реакций заимствованы в известных руководствах Э.Пирса /1962/, Р.Дилли /1969/ и других.

Электронномикроскопически изучали ультратонкие срезы передних рогов спинного мозга и скелетной мышцы. Для прицельной заточки блоков на мотонейроны применяли методику полутонких срезов, окрашенных фрезильным фиолетовым.

Биохимические методы включали в себя определение сахара крови глюкозооксидазным методом и молочной кислоты энзиматическим методом.

Физиологические методы состояли из регистрации времени бега животного и частоты сердечных сокращений в начале и в конце дозированной физической нагрузки.

На препаратах, окрашенных по Ниссля, на микроскопе МБИ-6 проводили качественную и количественную оценку нервных и глиальных клеток. У каждого животного изучали по 50 мотонейронов спинного мозга с окружающими их сателлитами, причем принимали во внимание только те мотонейроны, у которых ядро и ядрышко попали в срез. При этом измеряли ядра глиальных клеток, находящиеся от мотонейрона на расстоянии, не превышающем большой диаметр глиального ядра. У каждого животного подсчитывался процент нормохромных и гиперхромных нейронов, а также клеток с различными видами хроматолиза - частичным /перипонуклеарным, периферическим, равномерным/ и тотальным. При помощи окулярмикрометра МОВ-1-15УМ /увеличение 750/ измерялись большие и меньшие диаметры перикариона, ядра нервной клетки, глиального ядра и диаметр ядрышка. Объем мотонейронов, а также нервных и глиальных ядер вычисляли по формуле трехосного эллипсоида $V = \frac{\pi}{6} AB \sqrt{\frac{A+B}{3}}$, в которую по форме наиболее близки вышеупомянутые объекты и которая дает, по мнению Ю.И. Гейденгайна /1974/, наименьшую ошибку.

На препаратах, импрегнированных азотнокислым серебром, оценивали тинкториальные свойства, форму и локализацию выявленных синапсов, а также состояние пресинаптических волокон. Размеры синапсов

напсов /больший диаметр/ измерили при помощи окулярмикрометра МОВ-1-15хУ42. Изучали по 5 синапсов с 10 произвольно взятых мотонейронов /то есть по 50 окончаний у каждого животного/.

Морфометрию мышечных волокон проводили на криостатных срезах, окрашенных на СДГ. При этом отдельно измеряли меньший диаметр волокон I, IIA и IIB типов / по 50 волокон соответственно/ Эта часть работы у ряда животных выполнена С.В.Макаровым.

Качественная оценка мышечных волокон проводилась на препаратах, окрашенных по Гейденгайну.

Фотометрию и цитофотометрию осуществляли на цифровом сканирующем интегрирующем микрофотометре, созданном на базе микроскопа МБИ-6. Измеряли оптическую плотность продукта реакции СДГ и ЛДГ в мотонейроне, сателлитной глии и мышечном волокне. Исследование осуществляли методом сканирования, при увеличении соответственно 700 для нервной ткани и 350 для мышечной ткани и при длине волны 512 нм.

На электроннограммах размерами 9 x 12 см качественно оценивали состояние ультраструктур мотонейронов, глиальных клеток, нейроглии, мышечных волокон. В спинном мозге количественно изучали: 1/ белоксинтезирующий аппарат /количество полисом в единице площади цитоплазмы мотонейрона/, 2/ энергетический аппарат / площадь и относительная доля митохондрий, суммарное число крист/. В скелетной мышце: 1/ сократительный аппарат /длина саркомера, ширина миофибрилл, относительная доля миофибрилл/, 2/ энергетический аппарат / те же параметры, что и в спинном мозге/. Количественные исследования ультраструктур проводили посредством наложения на негатив сетки с ценой деления 0,5 см и специальной тест-системы, включающей 182 точки /Автандилов Г.Г. и др., 1981, Автандилов Г.Г., 1990/.

Полученные данные обрабатывали на ЭВМ "Электроника-Д3-28" по правилам вариационной статистики /Лакин Г.Ф., 1980/ с учетом изменчивости признака в пределах организма /О находении стандартной ошибки..., 1969/, а также корреляционного и информационного анализов / Мисак Н.С. и др., 1975/ при помощи программ, часть из которых была лично составлена нами, а часть адаптирована для морфологических особенностей изучаемых объектов.

Результаты исследования и их обсуждение. Интактные животные существенно отличались друг от друга по многим параметрам,

свидетельствующими о функциональной активности локомоторного аппарата / по таким, как число мотонейронов с различными видами хроматолиза и, прежде всего, перинуклеарным, глиальный индекс, объемы нервных клеток, их ядер, диаметры мышечных волокон/. Вывив ольшие колебания величин морфофункциональных параметров элементов системы "мотонейрон-мышца" у интактных животных, мы предположили, что широкий диапазон этих значений связан, в частности, со временем года, в которое проводилось взятие материала. Поэтому каждая из исследуемых нами групп животных была в свою очередь разбита на две подгруппы, первую из которых составили животные I и 4 триместра календарного года / с октября по март включительно/, а вторую - 2 и 3 триместров / с апреля по сентябрь/. У животных теплого времени года число клеток с перинуклеарным хроматолизом было больше на 128,57 % / $p < 0,05$ /, с равномерным - на 57,89 % / $p > 0,05$ /. Глиальный индекс также показал большее значение /на 69,09 %, $p > 0,05$ /. Объемы мотонейронов и их ядер, а также диаметры мышечных волокон I, IIA и IIB типов преобладали у собак теплого времени года.

Однократными нагрузками, вызывающими состояние первичной дезинтеграции кардиореспираторного аппарата, являются нагрузки до 3А стадии /Сорокин А.П. и др., 1977/. Для животных, достигающих этой стадии, характерны изменения, связанные с возникающими при стрессовом состоянии выбросом в кровь катехоламинов и нарушением вегетососудистой реакции. Характерно резкое увеличение минутного объема дыхания, учащения числа сердечных сокращений, рост систолического показателя, ускорение предсердно-желудочкового проведения импульса. Воздействие однократных нагрузок до 3А стадии приводит к увеличению числа нейронов с перинуклеарным хроматолизом, глиального индекса, ядерноплазматического отношения, размеров синапсов, диаметров мышечных волокон I и IIB типа, длины саркомера, ширины миофибрилл, к увеличению числа крист в митохондриях нервных клеток и их отростков. Выявлены также несколько меньшие значения объемов мотонейронов и их ядер /таб. I/. Эти нагрузки способствуют созданию различных изучаемых морфофункциональных параметров элементов двигательного отдела спинальной ресекторной дуги в теплое и холодное время года /все достоверные отличия, которые были обнаружены в интактной группе, по таким ключевым параметрам как

Морфометрические показатели элементов локомоторного аппарата

	: Объём мотонейрона мк ³	: Объём ядра мотонейрона мк ³	: Объём ядер глиальных клеток мк ³	: Глиальный индекс	: Диаметры миелиновых волокон мк	: I типа	: IIA типа	: IIB типа
Интakтная группа	9415,84 ± 856,28	689,31 ± 37,26	37,95 ± 2,36	1,35 ± 0,12	23,37 ± 1,35	33,46 ± 1,54	37,07 ± 1,62	
Однократные нагрузки до 3А ст.	7872,09 ± 681,77	655,54 ± 48,94	35,94 ± 1,31	1,68 ± 0,80	26,43 ± 1,33	32,95 ± 1,56	40,34 ± 1,52	
Однократные нагрузки до 4ст.	8796,48 ± 510,01	710,35 ± 29,03	31,99* ± 0,97	1,62* ± 0,05	25,67 ± 1,27	35,27 ± 1,17	40,94 ± 1,49	
"Пик" работоспособности	10523,93 ± 1370,36	866,27* ± 73,28	43,50* ± 3,61	1,98* ± 0,16	24,44 ± 0,92	36,74 ± 1,09	43,65* ± 1,44	
"Пик" работоспособности + сист. нагрузки до 3А ст.	7373,24* ± 315,88	757,61 ± 33,36	41,42 ± 2,46	2,42* ± 0,08	29,77* ± 2,81	39,70* ± 1,57	48,48* ± 2,17	

* - $p < 0,05$ по сравнению с интактной группой

число клеток с перинуклеарным хроматолизом, объемы мотонейронов и диаметры всех трех типов мышечных волокон оказались в этой экспериментальной группе недостоверными. Животные, показавшие небольшое время бега до 3А стадии, имели достоверно больше клеток с перинуклеарным хроматолизом. Такие величины, как глиальный индекс, объем мотонейронов и диаметры мышечных волокон у них были значительно, чем у собак, обнаруживших большое время бега / таб.2/.

Т а б л и ц а 2

Морфофункциональные показатели элементов системы "мотонейрон-мышца" у собак, показавших при достижении 3А стадии большое и небольшое время бега

	: Перинуклеарный хроматолиз	: Глиальный индекс	: Объем мотонейрона /мк ³ /	: Диаметры мышечных волокон		
				: I типа /мк/	: IIА типа /мк/	: IIВ типа /мк/
Большое время бега	16,00 [*] ± 1,00	1,53 [*] ± 0,09	5890,49± 171,80	20,49± 2,40	28,77± 3,52	35,04± 3,93
Небольшое время бега	23,33± 1,33	1,78± 0,11	7713,58± 561,67	28,19± 1,44	34,56± 5,88	44,09± 3,39

* - p < 0,05 между подгруппами

Существенно изменяется характер связей между элементами системы. Так, по сравнению с группой интактных животных становятся значимы многие слабые и средние связи - между объемами мотонейронов и глиальными ядрами, между глиальным индексом и объемами глиальных ядер, между оптической плотностью продукта реакции СДР в мотонейронах и всех трех типах мышечных волокон. Связи между другими элементами, наоборот, значительно ослабевают. Так, существенно уменьшаются связи между объемами мотоней-

ронов и диаметров мышечных волокон, между объемами мотонейронов и размерами синапсов, между глиальным индексом и размерами синапсов. Эти изменения представляют собой ответную реакцию на новизну сигнала, еще не знакомого исследуемому организму.

Достижение животным 4 стадии приспособления диагностируется по смене состояния кардиореспираторного аппарата. Величина кислородного долга значительно превышает аналогичный показатель, выявленный у собак, получивших однократные нагрузки до 3А стадии, возрастают частота и глубина дыхания, наблюдается резкое по отношению к исходному уровню повышение потребления кислорода. Однократные нагрузки до 4 стадии приводят к увеличению по сравнению с интактной группой числа мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом на 105,00 % / $p < 0,05$ /, гиперхромных клеток - на 40,92 % / $p > 0,05$ /. Объемы мотонейронов и их ядер, несколько уменьшающиеся под воздействием однократных нагрузок до 3А стадии, в этой группе показали значения, близкие интактным животным. Достоверно увеличиваются по сравнению с интактной группой размеры синапсов и глиальный индекс / на 20,73 и 25,82 % соответственно, $p < 0,05$ /. Характерно, что объемы ядер глиальных клеток становятся еще меньше, чем в предыдущей экспериментальной серии. Диаметры мышечных волокон по сравнению с интактной серией обнаружили тенденцию к увеличению. Динамика гистохимических параметров элементов локомоторного аппарата подтверждает концепцию о преобладании при однократных физических нагрузках анаэробного пути синтеза макроэргических соединений. Так, в мотонейронах, глие и всех трех типах мышечных волокон определены значительно более высокие показатели оптической плотности продукта реакции ДДГ по сравнению с интактной группой. Значения, ковенно свидетельствующие об активности СДГ, напротив, намного меньше. Для ультраструктурной перестройки системы, вызванной однократными нагрузками до 4 стадии, характерно уменьшение числа крист в митохондриях мотонейронов и нейрофила, а также уменьшение длины саркомеров мышечных волокон. Различия между животными теплого и холодного времени года почти по всем изучаемым показателям морфофункционального состояния элементов системы "мотонейрон-мышца" увеличиваются по сравнению с предыдущей экспериментальной серией. Характер этих отличий напоминает интактную группу, однако выражены они в значительно меньшей степени. Животные, обнаружившие при достижении 4 стадии небольшое

время бега, показаны достоверно меньший глиальный индекс, а число клеток с перинуклеарным хроматолизом у них значительно преобладало /таб.3./.

Т а б л и ц а 3

Морфофункциональные показатели элементов системы "мотонейрон-мышца" у собак, показавших при достижении 4 стадии большое и небольшое время бега

	: Пери- : нукле- : арный : хрома- : толиз : /%/	: Гли- : аль- : ный : ин- : декс	: Объем : мотоней- : рона ³ : /мк ³ /	: Диаметры мышечных волокон		
				: I типа : /мк/	: IIA типа : /мк/	: IIIB типа : /мк/
Большое время бега	17,00* 3,00	1,87* 0,13	7294,53± 61,51	24,34± 1,00	34,89* 0,09	41,85* 0,28
Неболь- шое вре- мя бега	28,50± 2,63	1,77± 0,07	8385,13± 60,35	23,34± 1,67	31,75± 2,04	37,50± 1,80
	*- p < 0,05 между подгруппами					

По сравнению с животными, получившими однократные нагрузки до 3а стадии, несколько уменьшается число значимых связей. Некоторые связи по своей величине оказались сильнее - такие как связи между величиной оптической плотности продукта реакции ЛДГ в мотонейронах и мышечных волокнах, между диаметром ядрышка и объемом глиального ядра, между глиальным индексом и числом гиперхромных клеток. Таким образом, при воздействии однократных нагрузок до 4 стадии в элементах системы "мотонейрон-мышца" возникают изменения, свидетельствующие о снятии напряжения, связанного с "узнаванием" сигнала. Происходит формирование срочной адаптации на изучаемый фактор внешней среды.

"Пик" работоспособности формировали путем последовательного воздействия однократных нагрузок до 4 стадии приспособления. Каждое животное получало от 15 до 18 таких нагрузок. В целях опреде-

ления эффекта тренировки высчитывали коэффициент прироста работоспособности путем соотношения показателей времени бега в течение последней нагрузки ко времени бега в течение первой нагрузки, который выражали в процентах. При формировании "пики" работоспособности элементы системы "мотонейрон-мышца" находятся в состоянии высокой функциональной активности. В этой группе принимают максимальное значение такие показатели, как число клеток с перинуклеарным хроматолизом, объемы мотонейронов и их ядер, диаметры ядершек, объемы глиальных клеток, оптическая плотность продукта реакции СДГ, уровень молочной кислоты в крови. По сравнению с животными, получившими однократные нагрузки до 4 стадии, увеличивается число нервных клеток с частичным равномерным и тотальным хроматолизом, ядерноплазматическое отношение в мотонейроне, глиальный индекс, диаметры мышечных волокон IIA и IIB типов, оптическая плотность продукта реакции СДГ в сателлитной глие, во всех трех типах мышечных волокон. Коэффициенты элонгации нервного и глиального ядер принимают в этой экспериментальной группе минимальное значение. Известно, что тенденция ядер к округлению свидетельствует о высокой функциональной активности клеток. Выявленные изменения, обнаруженные на субклеточном уровне, такие как увеличение доли митохондрий в мотонейроне, нейроците и мышечном волокне, свидетельствуют о гиперфункции элементов системы. Анализ полученных результатов с учетом теплого и холодного времени года показал, что систематические физические нагрузки в значительной степени нивелируют морфофункциональные особенности элементов системы "мотонейрон-мышца", связанные со временем года. Так, достоверные отличия между этими двумя подгруппами наблюдались только у мышечных волокон IIB типа - у животных теплого времени года диаметры их оказались больше на 17,17 % / $p < 0,05$ /. Характерно, что число клеток с перинуклеарным хроматолизом и глиальный индекс, показавшие по сравнению с интактной и предыдущими экспериментальными группами значительное увеличение, возрастают в основном за счет животных холодного времени года, а морфометрические показатели, такие как объемы мотонейронов, их ядер, диаметры ядершек и мышечных волокон - за счет собак теплого времени года / таб. 4/. У подгруппы животных, обнаруживших при формировании "пики" работоспособности большую разницу между временем последней и первой нагрузки / большой прирост работоспособности

Таблица 4

Морфофункциональные показатели элементов системы
"мотонейрон-мышца" у животных теплого и холодного
времени года

Группы живот-ных	Время: года	Пери- нукле- арный хроми- толиз %/	Гли- аль- ный ми- декс	Объем мотоней- рона /мк ³ /	Диаметры мышечных волокон		
					I типа /мк/	IIA типа /мк/	IIB типа /мк/
Интактная группа	Холод- ное	7,00± [*] 0,69	1,10± 0,05	8155,39± 516,71	20,87± [*] 0,87	29,68± [*] 1,07	33,79± [*] 1,05
	Теплое	16,00± 3,88	1,86± 0,18	11936,65± 1884,68	28,38± 2,02	38,51± 1,67	43,63± 1,58
Однократ- ные на- грузки до 3А стадии	Холод- ное	18,00± 1,58	1,69± 0,19	7941,63± 1525,26	25,99± 3,07	32,63± 1,93	39,39± 2,64
	Теплое	19,42± 1,93	1,66± 0,07	7822,42± 582,87	26,74± 1,03	33,18± 2,41	41,34± 2,03
Однократ- ные на- грузки до 4 стадии	Холод- ное	14,66± [*] 0,81	1,79± 0,14	8666,92± 875,67	28,20± 2,53	38,70± [*] 2,01	46,57± 3,21
	Теплое	22,46± 2,41	1,83± 0,06	8842,33± 635,44	25,09± 1,46	33,39± 1,16	39,07± 1,22
"Пик" ра- бото- способ- ности	Холод- ное	29,50± 4,74	2,08± 0,12	10054,03± 998,77	23,22± 1,40	34,12± 1,43	39,35± 2,02
	Теплое	30,85± 3,91	1,92± 0,26	10792,45± 2139,22	25,13± 1,18	38,25± 1,22	46,11± 1,21
"Пик" ра- бото спо- собности +система- тич. на- грузки до 3А стадии	Холод- ное	23,25± [*] 0,69	2,27± [*] 0,08	7114,46± 344,47	32,30± 0,93	40,41± 1,54	48,89± 2,09
	Теплое	28,50± 1,10	2,72± 0,08	7890,79± 611,95	32,46± 2,39	38,41± 3,93	47,67± 3,48

* - $p < 0,05$ между подгруппами

ти/ , глиальный индекс был достоверно больше. Число клеток с перинуклеарным хроматолизом, объемы мотонейронов и диаметры мышечных волокон не показали достоверных отличий между подгруппами, выделенными по принципу работоспособности. Существенно изменяется характер связей между элементами системы. Некоторые из них по абсолютной величине были значительно выше, чем в предыдущих экспериментальных группах, другие, наоборот, несколько слабее, однако в целом число достоверных связей при формировании "пика" работоспособности максимально. Эти факты свидетельствуют о том, что при воздействии систематических нагрузок до 4 стадии локомоторный аппарат выходит на новый, качественно более высокий уровень функционирования.

Систематические нагрузки до 3А стадии были использованы нами для изменения сложившегося динамического стереотипа ответной реакции собак с предварительно сформированным "пиком" работоспособности. Ранее было показано, что многократное воздействие этих нагрузок, дозируемых до окончания периода вработывания, приводит к снижению напряженности в работе кардиореспираторного аппарата, вызывает уменьшение числа статистически значимых связей между такими важными функциональными показателями работоспособности организма, как минутный объем дыхания, коэффициент использования кислорода, дыхательный эквивалент, потребление кислорода, частота дыхания, частота сердечных сокращений /Лимитирующие состояния и типологические особенности... 1990/. При систематическом воздействии нагрузок до 3А стадии у собак со сформированным "пиком" работоспособности происходят значительные морфофункциональные изменения в системе "мотонейрон-мышца". По сравнению с картиной, полученной при оценке животных с "пиком" работоспособности, многие показатели функциональной активности снижаются, оставаясь на значительно высоком уровне. Так, такие параметры, как объемы ядер нервных и глиальных клеток, средние размеры синапсов, число мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом, обнаружили значения, по абсолютной величине меньшие, чем у животных со сформированным "пиком" работоспособности, но больше, чем у интактных собак. Некоторые показатели принимали максимальное значение - такие как ядерное/цитоплазматическое отношение, глиальный индекс, число мотонейронов с частичным равномерным и тотальным хроматолизом, диаметры мышечных волокон. Другие - минимальное, как объемы мотонейронов и число гиперхромных клеток. Ультраструктурная характеристика элементов систе-

мы свидетельствует об отсутствии ярко выраженных признаков перегрузки организма, характерных для животных "пика" работоспособности /число митохондрий с поврежденными кристами и площадь митохондрий уменьшаются, происходит нормализация структур синаптического аппарата/. Оценка элементов системы с учетом времени года свидетельствует о частичном возврате к состоянию интактных собак. Такие функционально важные показатели, как число мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом и глиальный индекс достоверно отличаются друг от друга, что характерно для интактной группы. Необходимо отметить, что разница между ними значительно меньше, чем в интактной серии. По сравнению с животными "пика" работоспособности обнаружено существенное уменьшение количества значимых связей. Так, например, связи между объемами мотонейронов и их ядер, а также объемами мотонейронов и спинальных ядер, значимые при систематических нагрузках до 4 стадии, становятся недостоверными. Интересно, что связь между величинами нервных и глиальных ядер практически не меняется. Это свидетельствует о выраженном параллелизме в реакции ядерного компонента на воздействие систематических физических нагрузок. Таким образом, переход на тренировки нагрузками до 3А стадии снижает у животных со сформированным "пиком" работоспособности выраженную напряженность, способствующую предупреждению перегрузок.

ВЫВОДЫ

1. Морфологические изменения элементов локомоторного аппарата, вызванные физическими нагрузками, зависят от исходного уровня работоспособности и от характера воздействующего фактора.

2. Интактный организм имеет выраженные особенности морфофункциональной организации системы "мотонейрон-мышца", обусловленные индивидуальностью животного и временем года.

2.1. Интактные животные имели значительные колебания основных морфофункциональных показателей двигательного аппарата, таких как число мотонейронов с разными видами хроматолиза, глиальный индекс, оптическая плотность продукта реакции СДГ и ЛДГ.

2.2. Система "мотонейрон-мышца" интактной группы в теплое время года характеризовалась значительно более высоким уровнем

нем функциональной активности, что выражалось в превышающих значениях числа мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом, объемов мотонейронов и их ядер, глиального индекса и диаметров мышечных волокон.

3. Физические нагрузки вызывают уменьшение диапазона колебаний значений основных морфофункциональных показателей элементов локомоторного аппарата.

4. Высокий и низкий уровень работоспособности организма имеют при однократных и систематических нагрузках свои морфофункциональные эквиваленты.

4.1. Для животных с небольшим временем бега до 3А стадии характерны более выраженные значения числа клеток с перинуклеарным хроматолизом, глиального индекса, а также объемов мотонейронов и диаметров мышечных волокон.

4.2. Собаки с непродолжительным временем бега до 4 стадии имели меньший глиальный индекс, а число мотонейронов с перинуклеарным хроматолизом у них преобладало.

4.3. Морфофункциональным эквивалентом выраженного эффекта тренировки является количество глиальных клеток, окружающих мотонейрон.

5. Признаком срочной адаптации системы "мотонейрон-мышца" является разнонаправленная динамика величин морфофункциональных показателей ее элементов, а долговременная адаптация характеризуется параллелизмом динамики этих показателей.

5.1. Срочная адаптация связана с уменьшением объемов мотонейронов, их ядер, а также ядер перинейрональной глии, наряду с небольшим увеличением глиального индекса и диаметров мышечных волокон.

5.2. Долговременная адаптация выражается в возрастании объемов мотонейронов, их ядер и объемов глиальных ядер, сочетаясь со значительно более выраженным, чем при формировании срочной адаптации, увеличением глиального индекса и диаметров мышечных волокон.

6. Величина и кратность физического воздействия определяют характер связей между элементами локомоторного аппарата.

7. Особенности корреляционных связей между временем бега животного, биохимическими тестами, биометрическими параметрами.

и показателями функционального состояния элементов двигательного отдела спинальной рефлекторной дуги служат критериями оценки уровня функционального состояния организма и направленности адаптационного процесса.

СПИСОК

научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Морфологические изменения мотонейронов спинного мозга и окружающих их глиоцитов при однократных нагрузках до 4 стадии приспособления и при формировании первичного "пика" работоспособности. - Горький, 1989. - 6с. - Деп. в ВИНИТИ 20.06.89. № 4097-В29.

2. Полиморфизм функционального состояния клеточных элементов спинного мозга как показатель неврологической конституции. // Новости спортивной и медицинской антропологии. - 1990. - вып. I. - С. 112.

3. Структурная перестройка функциональной системы "мотонейрон-глия-мышечное волокно" при однократных физических нагрузках. // Новости спортивной и медицинской антропологии. - 1990. - вып. I. - С. 113.

4. Морфологические изменения мотонейронов спинного мозга и окружающих их глиоцитов при физической нагрузке. // Восстановительные процессы в нервной системе и их коррекция. - Н. Новгород: Нижегородский мед. ин-т, 1990. - С. 65-68.

5. Структурная перестройка нейроглии при систематических физических нагрузках. // Новости спортивной и медицинской антропологии. - 1991. - вып. I. - С. 57.

6. Морфологическая оценка адаптивной реакции системы "мотонейрон-мышца" при различных двигательных режимах. // Новости спортивной и медицинской антропологии. - 1991. - вып. 2. - С. 39.

7. Системные взаимоотношения элементов локомоторного аппарата при различных двигательных режимах. // Нижегородский медицинский журнал. - 1992. - № 2.