

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЭЛЕМЕНТОВ НЕРВНОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТРЕТЬЕГО «ПИКА» РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Е.Р. Эрастов, д-р мед. наук, доцент

Н.В. Кольтюкова, канд. мед. наук, старший преподаватель

Приволжский исследовательский медицинский университет

(Россия, г. Нижний Новгород)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10701

***Аннотация.** Работа произведена на 20 беспородных интактных собаках-самцах, содержащихся в стандартных условиях вивария. Воздействие систематических двигательных нагрузок, формирующих третий «пик» работоспособности, имеет как в моторной коре, так и в надпочечнике свои морфофункциональные эквиваленты. Динамика изученных параметров моторной коры и надпочечных желез может служить критерием оценки уровня функционального состояния организма и направленности адаптационного процесса.*

***Ключевые слова:** моторная кора, надпочечник, систематические двигательные нагрузки.*

Нервная и эндокринная система близки друг другу тем, что обе являются регуляторными. Несмотря на то, что многие исследователи, а также преподаватели биологических и медицинских дисциплин нервную и гуморальную регуляцию часто рассматривают как различные явления, мы, исходя из данных современной науки, должны подчеркнуть, что нервная регуляция тоже является «гуморальной», поскольку в основе ее лежит обмен медиаторами и нейротрансмиттерами – молекулами, представляющими собой аминокислоты, пептиды и моноамины [1].

Взаимодействия между нервной и эндокринной системами крайне сложны и неоднозначны, и компоненты этих систем далеко не всегда выступают как синергисты. Так, в настоящее время показано, что при комбинированном стрессе гормоны коры надпочечника могут разрушать нейроны некоторых отделов центральной нервной системы, в частности, гиппокампа, способствуя апоптозу [2]. Есть свидетельства об изменении объемов некоторых отделов мозга при значительном выбросе в кровь гормонов коры надпочечника, в частности, кортикостерона, что неизбежно при остром и хроническом стрессе [3, 4].

**Цель исследования** заключалась в выявлении диапазона адаптивных морфоло-

гических изменений моторной коры и надпочечника при систематических двигательных нагрузках.

**Материал и методика.** Работа проведена на 20 беспородных собаках-самцах. Первая группа (12 животных) была интактной. Вторая группа (8 животных) состояла из собак, которым дозировали многократные нагрузки до формирования третьего «пики» работоспособности. 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». Животные находились в стандартных условиях вивария и тщательно подбирались по массе тела. После последней нагрузки животному внутривенно вводили 10% раствор тиопентала натрия (из расчета 0,5 мл на кг массы тела). Кусочки двигательного отдела коры (поле Prcl) окрашивали по Нисслию крезоловым фиолетовым, надпочечник – гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону. На микроскопе МБИ-6 при помощи окулярмикрометра МОВ-1-15хУ42 (увеличение 750) проводили количественную и качественную оценку пирамидных клеток V слоя и окружаю-

щих их глиоцитов, а также все зоны коры и мозговое вещество надпочечника.

Математическую обработку первичных данных проводили на компьютере «IBM/PC/AT». Подсчитывали средние значения и ошибку среднего. Достоверность определяли по критерию Стьюдента.

Диагностика достижения третьего «пика» работоспособности проводилась сугубо индивидуально на основе анализа функциональных показателей кардиореспираторного аппарата [5]. Продолжитель-

ность бега животных в течение первой нагрузки колебалась от 7 до 24 минут. Средний показатель времени первой нагрузки составил  $16,75 \pm 2,46$  минут. Время последней нагрузки свидетельствует о выраженном тренировочном эффекте, отмеченном у всех животных группы. Продолжительность бега собак в течение последней нагрузки колебалась от 73 до 174 минут. Средний показатель времени последней нагрузки составил  $111,87 \pm 13,40$  минут.

Таблица 1. Показатели времени бега и состояния кардиореспираторной системы животных со сформированным третьим «пиком» работоспособности

Показатели № собак	Время первой нагрузки (мин.)	Максимальная ЧСС первой нагр.		Время последней нагрузки (мин.)	Максимальная ЧСС последней нагрузки	
		В начале нагр.	В конце нагр. (мин.)		В начале нагр.	В конце нагр. (мин.)
524	24	281	210	78	183	325
525	24	204	204	107	187	445
528	10	204	214	79	195	790
530	19	157	160	174	150	915
540	22	200	183	115	161	523
541	7	225	214	143	204	2042
543	15	173	145	73	147	480
557	13	236	225	126	225	969
$\bar{x} \pm s_x$	$16,75 \pm 2,46$	$210,00 \pm 14,49$	$194,37 \pm 10,87$	$111,87 \pm 12,54$	$181,50 \pm 9,65$	$811,12 \pm 194,30$

При формировании третьего «пика» работоспособности среднее число нормохромных пирамидных нейронов моторной коры в среднем составило  $54,00 \pm 2,83\%$ , то есть чуть больше половины от всей клеточной популяции. Колебания числа таких клеток были значительны (от 40 до 60%).

Количество функционально активных клеток (перинуклеарный хроматолиз) по сравнению с интактной группой больше на 60% ( $p < 0,01$ ). Колебания этого показателя остаются значительными - от 16% до 36%.

Число нейронов с равномерным хроматолизом оказалось на 33,3% меньше, чем у животных интактной группы ( $p > 0,05$ ). Число таких светлых нейронов, характеризующихся тигроидом, относительно равномерно распределенным по цитоплазме, было невелико и составило  $4,50 \pm 1,59\%$  при колебаниях от 0 до 12%. Характерно, что у трех животных из восьми, составляющих экспериментальную серию, такие нейроны отсутствовали вообще. Количество гиперхромных клеток у животных

рассматриваемой экспериментальной группы на 4,8% больше, чем у интактных собак ( $p > 0,05$ ). Их число колебалось от 4 до 16%. Объемы пирамидных нейронов моторной коры колебались от  $23017,12 \pm 1494,63$  мкм<sup>3</sup> до  $33247,76 \pm 1508,40$  мкм<sup>3</sup>. По сравнению с интактными собаками средний показатель обнаружил значение, большее на 21,2% ( $p < 0,05$ ).

Объем ядер нейронов по сравнению с интактной группой больше на 54,5% ( $p < 0,01$ ). Коэффициент элонгации ядра колебался от 1,30 до 1,40. По сравнению с интактной группой животных коэффициент элонгации ядра был меньше на 12,4%. Интересно, что при воздействии многократных физических нагрузок коэффициенты элонгации тела нервной клетки и его ядра имеют разнонаправленную динамику. Эти закономерности отмечались нами и в предыдущих исследованиях [6, 7].

При исследовании надпочечников обращали на себя внимание расширение всех зон коры, увеличение просвета и уменьшение расстояния между капиллярами, отечность и деструкция их стенки.

Размеры клубочковой зоны оказались в 1,73 раза больше, чем у животных интактной группы ( $p < 0,05$ ). Структура ее значительно нарушена – клубочки врастают по ходу соединительнотканых волокон в пучковую зону. Цитоплазма адренортикоцитов вакуолизирована, ядра клеток лизированы.

В пучковой зоне увеличен просвет капилляров, а расстояние между ними достоверно уменьшено ( $p < 0,05$ ).

Размеры мозгового вещества достоверно увеличены по сравнению с показателями интактной группы ( $p < 0,05$ ). Капилляры оказались расширенными, в их просвете обнаружены многочисленные форменные элементы крови. Общее количество паренхиматозных клеток уменьшено, относительный объем норадренортицитов велик.

Таким образом, воздействие многократных нагрузок, формирующих третий

«пик» работоспособности, имеет в как в моторной коре, так и в надпочечнике свои морфофункциональные эквиваленты. Так, значительный рост числа нейронов с хроматолитическими изменениями происходит за счет достоверного увеличения количества нервных клеток, характеризующихся перинуклеарным и тотальным хроматолитом, в то время как динамика изменения числа нейронов, отличающихся другими видами хроматолита, не была достоверной. Если вести речь о надпочечнике, то достижение третьего «пики» работоспособности характеризуется изменениями преимущественно в клубочковой зоне коры – отмечено значительное увеличение размеров зоны в сочетании с нарушением архитектоники клубочков, лизис ядер адренортикоцитов на фоне расширения гемокапилляров.

Динамика изученных параметров моторной коры и надпочечных желез может служить критерием оценки уровня функционального состояния организма и направленности адаптационного процесса.

#### Библиографический список

1. Rodan L.H., Gibson K.M., Pearl P.L. Clinical Use of CSF Neurotransmitters // *Pediatric Neurology*. – 2015. – №53 (4) . – P. 277-86.
2. Смирнов А.В., Григорьева Н.В., Экова М.Р. и др. Морфофункциональные изменения дорсального и вентрального отделов гиппокампа крыс при моделировании комбинированного стресса с учетом экспрессии caspase-3 и GFAP // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. – 2018. – Вып. 1 (65). – С. 82–86.
3. Сидорова М.В., Ваколюк И.А. Определение структурных изменений гиппокампа на раннем сроке моделирования посттравматического стрессового расстройства у крыс. // *International journal of applied and fundamental research*. – 2017. – №7. – С. 106-110.
4. Belleau E. L., Treadway M.T., Pizzagalli D.A. The Impact of Stress and Major Depressive Disorder on Hippocampal and Medial Prefrontal Cortex Morphology. // *Biological psychiatry*. – 2019. – Vol. 85. – № 6. – P. 443 -453.
5. Сорокин А.П., Стельников Г.В., Вазин А.Н. Адаптация и управление свойствами организма. – М.: Медицина, 1977. – 263 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. Кочетков А.Г., Бирюкова О.В., Эрастов Е.Р. Структурно-функциональная характеристика клеточных элементов моторной коры при формировании третьего «пики» работоспособности // *Нижегородский медицинский журнал*. – 2002. – №1. – С. 16-19.

**MORPHOFUNCTIONAL RE-ESTABLISHMENT OF ELEMENTS OF NERVOUS AND  
ENDOCRINE SYSTEMS WHEN FORMING THE THIRD "PEAK"  
WORKING CAPACITY**

**E.R. Erastov**, *doctor of medical sciences, associate professor*

**N.V. Koltyukova**, *candidate of medical sciences, senior lecturer*

**Volga research medical university**

**(Russia, Nizhny Novgorod)**

***Abstract.** The work was performed on 20 mongrel intact male dogs kept in standard vivarium conditions. The impact of systematic motor loads, which form the third "peak" of efficiency, has its morphofunctional equivalents both in the motor cortex and in the adrenal gland. The dynamics of the studied parameters of the motor cortex and adrenal glands can serve as a criterion for assessing the level of the functional state of the body and the focus of the adaptation process.*

***Keywords:** motor cortex, adrenal gland, systematic motor loads.*