

УДК 591.481.08:[599+598.2]

ПЛАСТИЧНОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ

© 2012 А.Д. Яценко, Т.М. Лютикова, Т.Б. Володичева

Омская государственная медицинская академия

Поступила в редакцию 02.10.2012

Исследовались нейронные популяции латеральных ядер шейного и поясничного отдела спинного мозга синантропных и лабораторных грызунов и популяции нейронов гиперстриатума переднего мозга диких и домашних птиц. Выявлены морфометрические показатели – численная плотность клеток, размеры ядер, цитоплазмы, тел нейронов и структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент. Отмечены морфометрические особенности мотонейронов спинного мозга грызунов и нейронов гиперстриатума птиц, которые, вероятно, связаны с различиями филогенеза, среды обитания, локомоции и влиянием процессов одомашнивания.

Ключевые слова: *спинной мозг, латеральные ядра, головной мозг, гиперстриатум, нейроны, морфометрия, грызуны, птицы*

В процессе эволюции рептилии дали начало представителям двух классов – птиц и млекопитающих. Для изучения механизмов нейрогенеза необходим сравнительный анализ нейронных популяций различных структур центральной нервной системы у различных представителей птиц и млекопитающих. Самым многочисленным отрядом класса Млекопитающие, находящимся в стадии эволюционного прогресса является отряд Грызуны. Наиболее распространенные виды отряда мышь домовая и крыса серая – полуподземные синантропные животные с одинаковым металокомоторным способом бега и различными типами локомоции: у крысы серой – аллюр (примитивный рикошет), мышь домовая передвигается шагом и рысью [1]. Мышь белая и крыса белая – альбиносы мыши домовой и крысы серой, лабораторные формы клеточного содержания. Представители отряда Гусеобразные – гусь серый и утка кряква распространены практически по всему земному шару, относятся к перелетным птицам, для движения используют полет, плавание, ходят и бегают переваливаясь. Гусь домашний и утка домашняя – одомашненные виды гуся серого и утки кряквы, утратили возможность к длительным перелетам, к самостоятельному добыванию пищи и устройству гнезд.

Яценко Александра Дмитриевна, кандидат биологических наук, ассистент кафедры биологии. E-mail: kafbioogma@mail.ru

Лютикова Татьяна Михайловна, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии. E-mail: kafbioogma@mail.ru

Володичева Татьяна Борисовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии. E-mail: kafbiooga@mail.ru

Мотонейроны латеральных ядер спинного мозга млекопитающих отличаются филогенетическим возрастом и функциональной значимостью: филогенетически более ранние мотонейроны шейного отдела иннервируют мускулатуру передних амортизационных конечностей; более поздние мотонейроны поясничного отдела иннервируют мускулатуру задних пропульсивных конечностей [2]. Для моторных ядер спинного мозга характерна модульная организация функциональных групп мотонейронов, в которой основными структурно-функциональными составляющими являются линейные параметры клеток и плотность их распределения. Уровень сложности поведения птиц связан со степенью развития нейронных комплексов гиперстриатума, который, в свою очередь, определяется численной плотностью и размерами нейронов. Модульная организация мозга, в отличие от млекопитающих, у них отсутствует. Поэтому анализ морфометрических характеристик мотонейронов латеральных ядер спинного мозга, обеспечивающих двигательные реакции грызунов, и нейронов гиперстриатума высшего центра нервной системы птиц имеет важное значение для обоснования взаимосвязи морфо-функциональной организации отделов мозга с условиями существования животных и влиянием domestikации, что необходимо для более полного понимания основных направлений нейрогенеза [2]. Подобные исследования ранее не проводились.

Цель работы: сравнительный анализ морфометрических показателей популяций мотонейронов латеральных ядер переднего рога спинного мозга у синантропных и лабораторных грызунов, а так же нейронных популяций

дорсального возвышения переднего мозга (гиперстриатума) диких и одомашненных гусеобразных птиц.

Материалы и методы. Исследовались 4 группы грызунов (40 особей): мышь домовая (МД), крыса серая (КС), мышь белая (МБ), крыса белая (КБ) и 4 группы гусеобразных птиц: (40 особей): утка кряква (УК), гусь серый (ГС), утка домашняя (УД) и гусь домашний (ГД). Шейный (ШО) и поясничный отделы (ПО) спинного мозга грызунов и передний мозг птиц фиксированы в жидкости Карнуа. На микропрепаратах, окрашенных тионином по методу Ниссля, определяли уровни отделов спинного мозга грызунов и гиперстриатума птиц. С помощью микрометрической сетки, встроенной в окуляр светового микроскопа, изучали численную плотность клеток (количество нейронов в 1 мм^2). Линейные параметры мотонейронов (площади цитоплазмы – Сц, ядер – Ся и тел клеток – Ст) вычисляли на микропрепаратах, окрашенных амидочерным 10Б, с помощью системы Анализатора Изображений Видео Тест Морфо-4 (Санкт-Петербург, 1999). Размеры нейронов гиперстриатума птиц измеряли с помощью окуляр-микрометра. Для оценки структурного уровня определяли структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент (сЯЦК = $\text{Ся}/\text{Сц}$).

Различия по каждому признаку в мотонейронах спинного мозга внутри групп: мышь домовая – мышь белая и крыса серая – крыса белая выявляли с помощью дисперсионного анализа ANOVA (Краскела-Уоллиса). Взаимосвязи между морфометрическими показателями в мотонейронах каждого животного определяли внутривидовым корреляционным анализом по Спирмену. Различия по каждому признаку у птиц внутри групп: утка кряква – утка домашняя, гусь серый – гусь домашний выявляли с помощью параметрического анализа по критерию Стьюдента. Статистическую обработку количественных данных проводили по программе «EXCEL» и «Статистика-6» [3]. Материал по грызунам представлен в таблицах как среднее значение $\pm$ среднее квадратичное отклонение; по птицам – как среднее значение $\pm$ ошибка среднего.

Результаты исследования. Исследование морфометрических признаков латеральных ядер спинного мозга грызунов выявило, что у каждого синантропного животного в шейном и поясничном отделах выявлены близкие значения численной плотности мотонейронов (МД: ШО – $530,7 \pm 148,8$; ПО – $496,3 \pm 127,5$. КС: ШО – $367,1 \pm 87,8$; ПО – $377,0 \pm 90,3$). У мыши домовой нейроны в шейном отделе (Ст: $441,3 \pm 94,9$; Сц: $328,2 \pm 77,9$; Ся: $113,1 \pm 26,6$) более мелкие, чем в поясничном отделе (Ст: $728,6 \pm 189,3$; Сц: $546,5 \pm 142,9$; Ся: $180,8 \pm 60,6$, $p < 0,001$); у крысы серой, наоборот, клетки шейного отдела (Ст:

$929,9 \pm 245,9$; Сц: $736,0 \pm 207,6$; Ся: $193,8 \pm 54,8$) крупнее клеток поясничного отдела (Ст: $888,6 \pm 203,9$; Сц: $712,6 \pm 174,0$; Ся: $175,9 \pm 43,1$, $p < 0,01$). У мыши домовой, в сравнении с крысой серой, количество клеток в 1 мм^2 достоверно больше, (ШО: – в 1,4 раза; ПО: – в 1,3 раза, $p < 0,001$) и мотонейроны отличались меньшими размерами (ШО: Ся – в 1,72 раза; Сц – в 2,24 раза. ПО: Сц – в 1,3 раза, $p < 0,001$).

У лабораторных грызунов в сравнении с их серыми синантропными формами наблюдались неравнозначные морфометрические преобразования популяции мотонейронов латеральных ядер. В шейном отделе у мыши белой количество клеток в 1 мм^2 достоверно снизилось (в 1,2 раза, $p < 0,01$), а размеры увеличились (в 1,15 раза, $p < 0,01$). У крысы белой количество клеток, наоборот, увеличилось (в 1,3 раза, $p < 0,001$), а размеры мотонейронов стали меньше (в 1,55 раза, $p < 0,001$). В итоге у мыши белой и крысы белой в нейронной популяции шейного отдела обнаружилось равное количество мотонейронов в 1 мм^2 (МБ: $453,0 \pm 96,0$; КБ: $471,7 \pm 128,1$) и одинаковые размеры клеточных ядер (МБ: $137,9 \pm 33,2$; КБ: $134,0 \pm 36,6$). У серых грызунов подобное сходство не выявлено. В поясничном отделе у альбиносов значительных изменений в численной плотности не выявлено: у мыши белой обнаружилась тенденция к увеличению числа клеток в единице площади ($521,6 \pm 129,4$); у крысы белой – тенденция к уменьшению количества клеток ($355,7 \pm 76,0$). Преобразования линейных параметров носили одинаковый характер: размеры клеток стали меньше у мыши белой – в 1,63 раза ($p < 0,001$); у крысы белой – в 1,15 раза ($p < 0,01$). У серых грызунов в мотонейронах шейного и поясничного отделов были выявлены примерно равные численные значения структурных коэффициентов (МД: ШО – $0,352 \pm 0,07$; ПО – $0,332 \pm 0,08$. КС: ШО – $0,270 \pm 0,06$; ПО – $0,253 \pm 0,06$). У лабораторных животных морфометрические перестройки цитоплазмы и ядер привели к изменению коэффициентов, однако в отделах спинного мозга они так же были близки по значению. (МБ: ШО – $0,395 \pm 0,125$; ПО – $0,380 \pm 0,12$. КБ: ШО – $0,295 \pm 0,06$; ПО – $0,279 \pm 0,06$). Внутривидовой корреляционный анализ морфометрических показателей у синантропных животных показал слабую обратную зависимость численной плотности клеток в популяции от размеров мотонейронов. У лабораторных грызунов, в отличие от синантропных форм, не обнаружилось связи между размерами мотонейронов и их численной плотностью [4].

У диких гусеобразных птиц нейронные популяции гиперстриатума головного мозга различались морфометрическими показателями. У утки кряквы (Ст: $43,0 \pm 1,5$; Сц: $23,1 \pm 1,0$; Ся: $19,9 \pm 0,6$), в сравнении с гусем серым (Ст:

47,8±1,3; Сц: 25,8±0,5; Ся: 22,0±0,8, $p<0,01$) нервные клетки имели несколько меньшие размеры и распределялись в единице площади более плотно (УК: 1173±15; ГС: 1003±16, $p<0,01$). У домашних птиц в сравнении с дикими птицами в нейронах головного мозга выявлено морфометрические изменения. У утки домашней, в сравнении уткой кряквой количество клеток в 1мм² увеличилось (в 1,1 раза) и нейроны отличались большими размерами ядер (в 1,2 раза, $p<0,01$) и цитоплазмы (в 1,22 раза, $p<0,01$). У гуся домашнего, в сравнении с гусем серым число клеток в единице площади стало меньше (в 1,21 раза, $p<0,01$) и размеры нейроцитов увеличились (Ся – в 1,1 раза; Сц – в 1,15 раза). Результатом морфометрических преобразований нейронов у домашних уток и гусей стали равные размеры ядер (УД: 24,4±0,8; ГД: 24,3±0,7) и близкие численные показатели размеров тел нейронов (УД: 52,2±1,0; ГД: 54,1±1,3). Структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент нейронов у утки домашней не изменился (УК: 0,88±0,02; УД: 0,88±0,02); у гуся домашнего, в сравнении с гусем серым наметилась тенденция к увеличению доли цитоплазмы в структуре нейрона (ГС: 0,84±0,02; ГД: 0,81±0,01). Внутривидовой корреляционный анализ морфометрических показателей у птиц также показал сильную обратную пропорциональную зависимость численной плотности клеток от размеров нейроцитов [5].

Выводы:

1. В нейронных популяциях латеральных ядер переднего рога спинного мозга у полуподземных синантропных грызунов выявлены как признаки сходства, так и отличия. Признаки сходства (у мыши домовая и крысы серой в шейном и поясничном отделах спинного мозга – равные показатели численной плотности клеток и одинаковые показатели сЯЦК мотонейронов), вероятно, обусловлены одинаковым металокомоторным способом бега. Отличия морфометрических показателей у полуподземных грызунов (у мыши домовая мотонейроны шейного отдела меньше мотонейронов поясничного отдела, у крысы серой нейроны шейного отдела крупнее мотонейронов поясничного отдела; у мыши домовая, в сравнении с крысой серой, мотонейроны отличались меньшими размерами и распределялись в единице площади наиболее плотно), вероятно можно объяснить различными типами локомоции и размерами животных. В мотонейронах поясничного отдела серых грызунов отмечены признаки сходства: клеточные ядра имеют одни и те же размеры. Вероятно, мотонейроны поясничного отдела мышей и крыс, различающихся моторикой, подобным образом адаптировались к определенному ритму работы нервно-мышечного аппарата задних конечностей.

2. В популяции латеральных ядер спинного мозга у лабораторных альбиносов в сравнении с их синантропными грызунами обнаружены структурные преобразования, которые можно обосновать изменением двигательных реакций вследствие перехода от полуподземного существования к условиям клеточного содержания. У мыши белой и крысы белой в филогенетически более ранней популяции шейного отдела выявлены неравнозначные морфометрические преобразования, которые привели к одинаковым результатам: обнаружилось равные значения численной плотности клеток; в мотонейронах – одинаковые показатели площади ядер; в более поздней популяции поясничного отдела изменения площади ядер и цитоплазмы мотонейронов носили одинаковый характер – их размеры стали меньше. Значительных изменений численной плотности не обнаружено. Неравнозначные морфометрические преобразования популяции мотонейронов в отделах спинного мозга, вероятно, обусловлены различным филогенетическим возрастом и различной функциональной значимостью поясов конечностей.

3. У диких водоплавающих птиц в нейронных популяциях гиперстриатума выявлены признаки сходства (близкие значения численной плотности клеток и средние размеры нейронов), которые можно объяснить одинаковой моторикой.

4. У одомашненных водоплавающих птиц – утки домашней и гуся домашнего, в сравнении с исходными дикими птицами – уткой кряквой и гусем серым, в нейронных популяциях гиперстриатума наблюдались изменения численной плотности и размеров нейроцитов. В структуре нейронов обнаружилось морфологическое сходство – равные размеры ядер и тел нейронов, что, возможно, свидетельствует о сходных условиях существования и одинаковых двигательных реакциях.

5. У лабораторных грызунов и домашних птиц в нейронных популяциях, в сравнении с исходными синантропными и дикими формами, выявлены изменения численной плотности и размеров нейронов, которые являются результатом изменения условий существования и могут служить доказательством морфометрической пластичности нейронных популяций центральной нервной системы у животных.

6. Ядерно-цитоплазматические отношения нейронов изученных нейронных популяций у представителей грызунов и птиц, вероятно, могут служить видовыми структурными критериями нервных клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гамбарян, П.П. Бег млекопитающих. – Л: Наука, 1972. 280 с.

2. Андреева, Н.Г. Эволюционная морфология нервной системы / Н.Г. Андреева, Д.К. Обухов. – СПб, 1999. 384 с.
3. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: Медиа Сфера, 2002. 312 (305) с.
4. Яценко, А.Д. Структурно-метаболическая пластичность нейронных популяций латеральных ядер спинного мозга грызунов / А.Д. Яценко, Т.М. Лютикова // Омский научный вестник. 2011. №1 (104). С. 80-84.
5. Лютикова, Т.М. Морфо-цитохимическая организация мозга позвоночных на уровне нейронных популяций ЦНС / Т.М. Лютикова, Н.Б. Жданова, Т.Б. Володичева // Омский научный вестник. 2006. №3 (37). С. 76-79.

PLASTICITY OF MORPHOMETRICAL INDICATORS OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM NEURAL POPULATIONS AT MAMMALS AND BIRDS

© 2012 A.D. Yatsenko, T.M. Lyutikova, T.B. Volodicheva

Omsk State Medical Academy

Neural populations of lateral nuclei of cervical and lumbar department of a spinal cord of sinantrophic and laboratory rodents and neurons population of hyperstriatum of the forebrain of wild and house birds were investigated. Morphometrical indicators – numerical density of cells, sizes of nuclei, cytoplasm, bodies of neurons and structural nuclear-cytoplasmic factor are revealed. Morphometrical features of motor-neurons of a spinal cord at rodents and neurons hyperstriatum at birds who, possibly, are connected with distinctions phylogenesis, habitats, locomotion and influence of processes of domestication are noted.

Key words: *spinal cord, lateral nuclei, brain, hyperstriatum, neurons, morphometry, rodents, birds*

Alexandra Yatsenko, Candidate of Biology, Assistant at the Biology Department. E-mail: kafbioogma@mail.ru
Tatiana Lyutikova, Doctor of Biology, Professor at the Biology Department. E-mail: kafbioogma@mail.ru
Tatiana Volodicheva, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Biology Department. E-mail: kafbiooga@mail.ru