

На правах рукописи

Крысова
Екатерина Юрьевна

**МОРФОЦИТОХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ АССОЦИАТИВНЫХ
ЯДЕР ТАЛАМУСА ПРАВОГО И ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЙ МОЗГА
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА ГРЫЗУНЫ**

03.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2010

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор *Лютикова Татьяна Михайловна*

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор *Петрова Ирина Викторовна*
доктор медицинских наук *Солонский Анатолий Владимирович*

Ведущая организация: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Защита состоится «_____» _____ 2010 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 208.096.03 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» по адресу: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Росздрава

Автореферат разослан «_____» _____ 2010 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Герасимов А.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Необходимым условием выживания и жизнедеятельности организмов любого уровня эволюционного развития является адаптация к окружающей обстановке, которая играет существенную роль в формировании функциональной, анатомической и химической асимметрии головного мозга (Иоффе М.Е. др., 2002; Новикова М.Р., 2005; Denenberg V.H. et al., 1991). Индивидуальное поведение животных, базирующееся на генетических видовых реакциях, относится к фенотипическим формам приспособления организма к окружающей среде (Тимофеева Н.О. и др., 1999). Свойство пластичности нейрона лежит в основе процессов памяти, проявляющихся на поведенческом уровне (Weiller С., Rijntjes M., 1999). Исключительная роль сложных форм поведения и нейропластичности как животных, так и человека, ранее приписывалась коре головного мозга, но позднее накопилось достаточно фактов для дополнения этого положения. Сегодня кору рассматривают как высший уровень различных восходящих систем, для работы которой необходима связь со всеми подкорковыми образованиями, в том числе и определенными таламическими структурами (Александров В.Г. Беллер Н.Н., 1990; Бережная Л.А., 2006; Otte A., 2001; Funahashi S. et al., 2004; Antoniadis E.A., Donald., 2006; Hull С., Scanziani M., 2007; Sitnikova E. et al., 2008). Интегративная деятельность нервной системы связана с межполушарными отношениями и работой ассоциативных образований мозга (кора и таламус), которые обеспечивают приспособление организма к определенным условиям обитания (Шумилова Н.Е., 1976; Адрианов О.С., 1995). Работы, посвященные изучению таламических ядер, носят в основном физиологический характер, единичными являются морфологические исследования (Бережная Л.А., 2006; Силькис И.Г., 2007; Смирнов В.М., 2007; Guillery R.W., 1995; Castro-Alamancos M, Connors B., 1997; Deschenes M. et al., 1998; Guillery R.W., Sherman S. M., 2002; Antoniadis E.A., McDonald R. J., 2006; Mitchell A.S. et al., 2007). Сведения о варибельности морфометрических показателей в зависимости от условий обитания животных и их различии в таламусе правого и левого полушарий мозга практически отсутствуют. Адаптация определяется не только специальной архитектурой мозговых структур, но и связанной с ней цитохимией белков. Различие на уровне двигательной активности и индивидуальной поведенческой реакции находит свое отражение в белковом метаболизме нервных клеток и проявляется биохимической гетерогенностью нейронных популяций (Герштейн Л.М. и др., 2000; Доведова Е.А., Герштейн Л.М., 2003; Попова Н.А. и др., 2004). Для определения критериев приспособления животных к конкретным условиям обитания необходимо изучение особенностей морфоцитохимических показателей головного мозга, в том числе и ассоциативных ядер таламуса на популяционно-клеточном уровне.

Цель исследования. Определить структурно-метаболические особенности нейронных популяций ассоциативных ядер таламуса правого и

левого полушарий мозга животных отряда Грызуны в зависимости от условий среды обитания.

Задачи исследования

1. Выявить гистологические и морфометрические показатели популяций нейронов ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга изученных групп животных (плотность, размеры нейронов и ядерно-цитоплазматические отношения в нервных клетках).
2. Провести сравнительное изучение распределения нейронов таламических ядер по степени хромофилии их цитоплазмы у представителей отряда Грызуны.
3. Определить состояние белкового фонда (содержание и концентрацию структурных белков) в исследуемых образованиях.
4. Проанализировать связь условий среды обитания животных и морфоцитохимических показателей для характеристики экологических групп.

Новизна исследования. В результате комплексного подхода, объединяющего в себе классические гистологические, цитохимические и компьютерно-цитофотометрические методы с использованием приемов морфометрии и статистики, дана характеристика нейронных популяций ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга представителей отряда Грызуны, отличающихся условиями среды обитания.

Впервые установлена вариация показателей в изученных нейронных популяциях ядер на структурном (плотность, размеры нейронов, структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент, степень хромофилии цитоплазмы), функциональном (содержание структурных белков и функциональный ядерно-цитоплазматический коэффициент в нервных клетках) и регуляторном (концентрация структурных белков и регуляторный ядерно-цитоплазматический коэффициент в нейронах) уровнях. Определена особенность ядерно-цитоплазматических отношений. В результате системного статистического анализа данных, полученных при детальном морфометрическом и цитохимическом исследованиях, впервые выявлена асимметричная организация нейронных популяций ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга представителей отряда Грызуны.

Теоретическое и практическое значение работы. Проведенное нами исследование имеет теоретическое значение для эволюционной нейроморфологии, так как изучение морфометрических и цитохимических особенностей нейронов ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга дает возможность составить более полное представление о нейронных популяциях этих ядер и получить новые сведения об ассоциативной системе головного мозга в целом.

Выявление связи вариабельности морфометрических и цитохимических показателей с условиями среды обитания животных расширяет представления о приспособительных механизмах, которые обеспечиваются определенными изменениями, происходящими на уровне нейронных популяций.

Фактические сведения настоящего исследования внедрены в учебный процесс кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Омской

государственной медицинской академии. Полученные данные могут быть использованы при проведении и обсуждении научных работ по эволюционной нейроморфологии, а также в лекционном и практическом курсах на кафедрах биологии, гистологии, зоологии медицинских, ветеринарных и педагогических ВУЗов, колледжей по темам: «Нервная система», «Эволюция нервной системы», «Изменчивость», «Популяционная генетика».

Основные положения, выносимые на защиту

1. Для диких (полевка обыкновенная), синантропных (мышь домовая и крыса серая) и лабораторных (мышь белая и крыса белая) животных отряда Грызуны характерна структурно-функциональная гетерогенность нейронных популяций (плотность распределения нервных клеток и степень хромофилии их цитоплазмы; площади ядер, цитоплазмы и тел нейронов, структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент).

2. Состояние белкового фонда нейронных популяций (содержание и концентрация структурных белков ядер, цитоплазмы и тел нейронов, функциональный и регуляторный ядерно-цитоплазматические коэффициенты) ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга грызунов связано с условиями среды обитания.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены и обсуждены на международной конференции «Морфогенез в эволюции, индивидуальном развитии и эксперименте» (Тюмень, 2008), III Международном молодежном медицинском конгрессе «Санкт-Петербургские научные чтения-2009» (Санкт-Петербург, 2009).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 5 научных работ, из них 3 – в журналах перечня ВАК.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, 2 глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов и выводов. Общий объем диссертации составляет 199 страниц машинописного текста, фактические данные иллюстрированы 50 рисунками, 13 таблицами. Указатель литературы включает 218 источников, из них иностранных – 97. Весь материал, представленный в диссертации, получен, обработан и проанализирован лично автором.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве подопытных животных использовали представителей отряда Грызуны (Rodentia) (самцов):

- мышь домовая (*Mus musculus*) (МД);
- мышь белая (*Mus musculus, v. alba*) (МБ);
- полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*) (ПО);
- крыса серая (*Rattus norvegicus*) (КС);
- крыса белая (*Rattus norvegicus, v. alba*) (КБ).

Забор материала проводили в весенне-летний период. Диких и синантропных животных (мышь домовая, крыса серая и полевка обыкновенная) отлавливали на территории Омска и Омской области. Лабораторные животные (мышь белая и крыса белая) содержались в обычном виварии в условиях, регламентированных приказом МЗ СССР №1179 от 10.10.83. Исследования проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.77 №755) и рекомендациями Международного комитета по науке о лабораторных животных, поддержанных ВОЗ.

Объектом исследования служили ассоциативные ядра таламуса – латеральная часть медиодорсального ядра, латеральное дорсальное, латеральное заднее и задняя группа ядер. Идентификацию указанных отделов проводили с помощью стереотаксического атласа мозга взрослой крысы G.Paxinos, Ch.Watson (1982). Для светооптического исследования использовались фронтальные срезы целого мозга, bregma которых была на уровнях 2,3-4,3 мм.

Животных декапитировали под воздушно-эфирным наркозом. Для световой микроскопии материал (головной мозг) фиксировали в жидкости Карнуа в течение 2-2,5 часов, подвергали обычной гистологической проводке и заключали в парафин. На микротоме изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, с помощью жидкости Апати срезы наклеивали на предметные стекла толщиной 1,001-1,2 мм. Парафиновые срезы окрашивали тионином по Нислю (Ромейс Б., 1954; Викторов И.В., 1969), используя покровные стекла толщиной 0,13-0,17 мм.

Было проведено морфометрическое и цитохимическое исследование данных групп ядер. При морфометрическом изучении нейронных популяций таламуса подсчитывали плотность нейроцитов, количество нейронов по степени хромофилии их цитоплазмы, измеряли площадь ядра (Sя), цитоплазмы (Sц) и тела (St) нейронов, а также вычисляли структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент (сЯЦК) правого (ПП) и левого (ЛП) полушарий мозга по формуле $сЯЦК = Sя/Sц$.

Общая измеряемая площадь поля зрения, на которой подсчитывали плотность нейронов, составляла 0,065223 мм² (65223 мкм²). С целью выявления функционального состояния нейронов ассоциативных ядер таламуса проводили подсчет числа нейронов (на 100 клеток) с различной степенью хромофилии их цитоплазмы: нормохромных, гипохромных, гиперхромных, тотально-гиперхромных без признаков сморщивания, сморщенных, деформированных, клеток-теней (Жаботинский Ю.М., 1956; Лютикова Т.М., 1980).

С помощью системы анализатора изображений «Видеотест» (согласно инструкции пользователя) определяли размеры нейронов, содержание и концентрацию в них структурных белков, с целью выявления которых на депарафинированных срезах проводили реакцию с амидочерным 10Б (Geyer G., 1960). Показатели снимали со 100 клеток каждого из ассоциативных ядер

таламуса правого и левого полушарий мозга. При фотометрическом анализе измеряли такие параметры объектов, как среднюю яркость, локальную, среднюю и интегральную оптические плотности. Значение средней оптической плотности эквивалентно отражало значение концентрации белковых веществ (С). Содержание структурных белков (М) вычисляли как произведение концентрации на площадь (Бродский В.Я., 1966; Герштейн, Л.М., 1979; Штейн Г.И. и др., 1998). Показатели концентрации и содержания белковых веществ приводятся в условных единицах, а площади ядра, цитоплазмы и тела нейронов – в мкм^2 .

Для оценки функционального состояния нейронов определяли функциональный ядерно-цитоплазматический коэффициент (фЯЦК), как соотношение показателей содержания белков ядра к содержанию белков цитоплазмы ($\text{фЯЦК} = \text{Мя}/\text{Мц}$) и регуляторный ядерно-цитоплазматический коэффициент (рЯЦК), как соотношение показателей концентрации ядерных белков к концентрации цитоплазматических белков ($\text{рЯЦК} = \text{Ся}/\text{Сц}$) (Шпинькова В.Н. и др., 1998). Анализ распределения нервных клеток по цитохимическим (М, С, рЯЦК и фЯЦК) и морфометрическим (S и сЯЦК) показателям проводили по стандартной методике с использованием пакета программ «Microsoft Excel» для «Windows 98se». Для первичной оценки весь диапазон значений данных показателей разбивали на части (варианты). Интервал разбиения диапазона значений был одинаковым в сравниваемых группах животных.

При анализе результатов исследования проводилось сравнение морфоцитохимических показателей мозга крыс (крысы белой и крысы серой), мышей (мыши белой и мыши домовая), мыши домовая и полевки обыкновенной между собой, с целью выявления внутри- и межвидовых особенностей. Для оценки тенденции изменений показателей в ряду изученных представителей отряда Грызуны проводили сравнение всех грызунов с мышью белой. Полученные при работе количественные данные обработаны с помощью общепринятых в медико-биологических исследованиях методов статистического анализа с использованием программ «Microsoft Excel» и «Statistica 6.0» (Боровиков В.П., 2001; Реброва О.Ю., 2002; Халафян А.А., 2008). Анализ на нормальность распределения (распределение близко к нормальному) показал целесообразность использования параметрической статистики (Гланц С., 1998; Боровиков В.П., 2001; Реброва О.Ю., 2002; Халафян А.А., 2008), поэтому различия между выборками определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ проводили, используя метод Пирсона. Графический материал представлен как среднее \pm стандартное отклонение ($M \pm \sigma$). Дизайн исследования изображен на рисунке.

ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

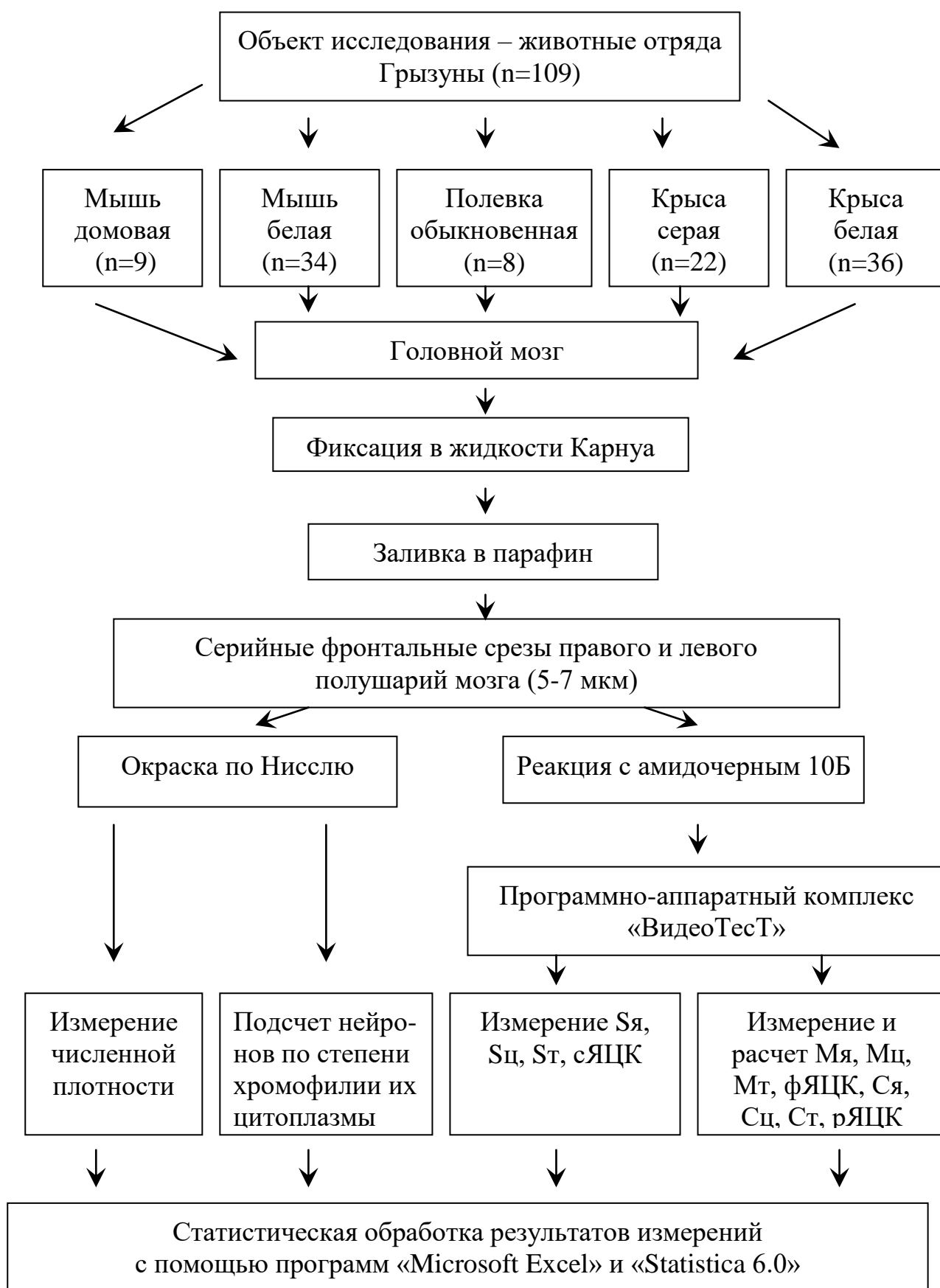


Рис. Дизайн исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ассоциативные ядра таламуса играют важную роль в приспособительной деятельности животных (Шумилова Н.Е., 1975; 1976). Данные нашего исследования показывают, что у животных, отличающихся условиями обитания, а также размером тела, имеются особенности строения ассоциативных ядер, которые обеспечивают предкорковый уровень интеграции, включающий в себя способность к адекватной оценке внешних сигналов, механизмы кратковременного хранения следов раздражения и координирование вегетативной сферы организма с сенсорными реакциями, формирующимися при воздействии на организм внешней среды.

Наибольшая плотность нейронов во всех ассоциативных ядрах в обоих полушариях мозга обнаружена у мелких животных – МД, МБ и ПО. Наши результаты согласуются с данными ряда исследователей об обратно пропорциональной зависимости показателей плотности и массы тела (Tower D.V., 1954; Вок S.T., 1959). Правополушарная асимметрия выявлена у синантропных животных в латеральной и задней группе ядер, у лабораторных – в медиодорсальном, а у МБ и в латеральном дорсальном ядре. Правостороннее предпочтение у людей и грызунов имеет сходные механизмы, связано с кортикальной асимметрией и обусловлено увеличением влияния коры на подкорковые образования в процессе филогенеза (Новикова М.Р., 2005; Шарова Е.В., 2005).

Большое число исследований, характеризующих пластичность нейронов, указывает на тесную корреляцию размеров клеток с их функциональной активностью. Гипофункция нейронов проявляется в снижении их массы и размеров (Бродский В.Я., 1956; Яскин В.А., 1988).

Медиодорсальное ядро участвует в процессах запоминания, внимания, планировании действий, узнавании объекта и общей двигательной активности животных (Адрианов О.С., 1995; Мачинская Р.И., 2003; Силькис И.Г., 2007; Mumby D. et al., 1993; Daum I, Ackermann H., 1994; Freeman J.J. et al., 1996; Antoniadis E.A., Donald R.J., 2006). По данным нашего исследования, нейроны наибольшего размера обнаружены у КС, ПО и МД, причем в ПП размеры клеток преобладали по сравнению с ЛП ($p < 0,001$), что, вероятно, может быть связано с условиями среды обитания и специфической функцией медиодорсального ядра (табл. 1). Правостороннее преобладание размеров нейронов говорит о большей активности клеток в ПП. По данным литературы, у крыс при решении некоторых пространственно зрительных задач ведущую роль в распознавании объекта играет ПП (Новикова М.Р., 2005).

В латеральном дорсальном ядре, участвующем в ориентировке животного, основанной на механизмах кратковременной памяти (Адрианов О.С., 1976), нейроны были достаточно большими. У КС наблюдались более крупные

Морфоцитохимическая характеристика медиодорсального ядра (M±σ)

Таблица 1

показатель	Правое полушарие					Левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Численная плотность/ мм ²	1170,7±108,7	1120,1±50,5	1264,0±46,2 *** ^{ooo}	572,2±16,9 *** ^{•••}	598,9±29,6 ***	1131,2±106,2 ^	1110,6±53,7	1254,2±42,8 *** ^{ooo}	571,3±18,6 ***	577,4±24,1 *** ^{^λλ}
Сц/мкм ²	36,6±9,0	50,1±9,8 ***	64,3±10,9 *** ^{ooo}	74,4±19,9 *** ^{•••}	46,7±9,0 ***	37,3±9,9	37,9±7,8 ^λλ	50,8±8,8 *** ^{^λλooo}	61,4±12,3 *** ^{^λλ•••}	46,1±12,7 ***
Ся/мкм ²	28,3±5,3	36,2±7,8 ***	41,7±7,9 *** ^{ooo}	51,2±9,0 *** ^{•••}	36,0±6,3 ***	25,5±5,3 ^λλ	28,1±5,2 *** ^{^λλ}	36,6±7,3 *** ^{^λλooo}	44,0±8,6 *** ^{^λλ•••}	38,4±8,3 *** ^{^λ}
Ст/ мкм ²	64,9±11,9	86,2±14,2 ***	106,0±15,8 *** ^{ooo}	125,6±24,5 *** ^{•••}	82,6±12,6 ***	62,8±13,5	65,9±10,5 *** ^{^λλ}	87,4±12,2 *** ^{^λλooo}	105,4±18,3 *** ^{^λλ•••}	84,5±18,6 ***
сЯЦК	0,81±0,21	0,74±0,18 *	0,66±0,13 *** ^{ooo}	0,73±0,19 ** [•]	0,79±0,18	0,71±0,17 ^λλ	0,77±0,18 *	0,74±0,18 ^λλ	0,73±0,13 •••	0,87±0,21 *** ^{^λ}
Мц	17,5±5,0	24,4±6,7 ***	30,9±7,6 *** ^{ooo}	27,7±9,0 *** ^{•••}	20,8±6,3 ***	18,3±6,2	19,2±6,2 ^λλ	24,8±5,8 *** ^{^λλooo}	25,6±6,6 *** ^{•••}	20,3±7,2 *
Мя	10,3±2,9	13,7±3,7 ***	16,7±4,8 *** ^{ooo}	13,4±3,7 ***	12,6±3,7 ***	10,0±2,8	12,1±3,3 *** ^{^λ}	14,9±3,7 *** ^{^λooo}	13,9±4,0 ***	13,9±4,6 *** ^{^λ}
Мт	27,8±7,0	38,1±9,2 ***	47,7±11,3 *** ^{ooo}	41,2±11,5 *** ^{•••}	33,4±9,2 ***	28,3±8,4	31,2±8,6 * ^{^λλ}	39,8±7,9 *** ^{^λλooo}	39,5±9,4 *** ^{•••}	34,2±11,1 ***
Сц	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,37±0,1 *** ^{•••}	0,44±0,1 **	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,42±0,1 *** ^{^λλ}	0,4±0,1 ***
Ся	0,37±0,1	0,39±0,1	0,4±0,1 **	0,26±0,1 *** ^{•••}	0,4±0,1	0,4±0,1 ^	0,43±0,1 *	0,41±0,1	0,3±0,1 *** ^{^λλ•••}	0,36±0,1 *
Ст	0,43±0,1	0,45±0,1	0,45±0,1	0,3±0,1 *** ^{•••}	0,4±0,1 *	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,38±0,1 *** ^{^λλ•}	0,4±0,1 ***
фЯЦК	0,6±0,2	0,6±0,2	0,5±0,1 **	0,5±0,2 *** ^{•••}	0,6±0,2	0,57±0,1	0,7±0,2 *** ^{^λλ}	0,6±0,2 * ^{^λλ}	0,6±0,1 •••	0,7±0,2 *** ^{^λλ}
рЯЦК	0,76±0,1	0,79±0,2	0,83±0,1 *** ^o	0,71±0,1 *** ^{•••}	0,79±0,1 **	0,8±0,1 ^λλ	0,9±0,1 *** ^{^λλ}	0,84±0,1 **	0,76±0,1 *** ^{^λ•••}	0,82±0,1 ^λ

Примечание для таблиц 1-4. * - различия статистически значимы по сравнению с МБ (* - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001), ^ - наличие статистически значимых различий между одноименным ядром правого и левого полушарий (^ - p<0,05, ^^ - p<0,01, ^^^ - p<0,001), • - наличие статистически значимых различий между крысами (• - p<0,05, •• - p<0,01, ••• - p<0,001), ° - наличие статистически значимых различий между МД и ПО (° - p<0,05, °° - p<0,01, °°° - p<0,001).

нейроны, преобладали клетки в ПП, что, возможно, связано с большими экологическими нагрузками на это полушарие мозга (Геодакян В.А., 1992). У МБ, по сравнению с остальными представителями, в этом ядре выявлены нейроны гораздо меньшего размера. Сц в ЛП МД на 16%, ПО на 11% ($p < 0,001$) и КБ на 30% ($p < 0,001$) больше, КС на 10% меньше ($p < 0,01$) по сравнению с ПП. Ся ЛП у МБ на 8% ($p < 0,01$), МД на 10% ($p < 0,001$) и КБ на 20% ($p < 0,001$) больше по сравнению с ПП. Ст в ЛП у МД на 13% ($p < 0,001$), ПО на 6% ($p < 0,001$) и КБ на 24% ($p < 0,001$) больше, а у КС на 9% ($p < 0,01$) меньше, чем в ПП (табл. 2).

В латеральном заднем ядре, принимающем участие вместе с медиодорсальным ядром в выработке сложных пищедвигательных рефлексов (Адрианов О.С., 1976), большие по площади нейроны встречались у КБ, Сц которых преобладала слева; наиболее мелкие клетки в ряду изученных животных обнаружены у МБ, причем в ПП они были крупнее, чем в ЛП. По данным литературы, у крыс при обучении выявлена определенная закономерность динамизма латерализации, подчиняющаяся правилу правого левого смещения: при непрочном условном рефлексе доминировало ПП, а после его упрочнения – ЛП (Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А., 1988). Асимметрия выявлена и у КС: Сц и Ст нейронов была больше справа; у ПО Сц ЛП была больше, чем у нервных клеток в ПП. Сц МБ на 12% ($p < 0,001$) и КС на 9% меньше ($p < 0,01$), а у ПО на 7% ($p < 0,01$) и КБ на 9% ($p < 0,05$) больше, чем в ПП. Статистически значимая межполушарная асимметрия по показателю Ся обнаружена только у МБ ($p < 0,001$). Ст ЛП у МБ на 14%, а у КС на 7% меньше, чем в ПП ($p < 0,001$) (табл. 3).

В задней группе ядер, играющей существенную роль в нервных механизмах осознанного восприятия боли (Адрианов О.С., 1976; Poggio G.F, Moutcastle V.B., 1960), нейроны большие по Ся, Сц и Ст наблюдались у лабораторного животного – КБ. В ЛП Сц у МД на 17% ($p < 0,001$) и у крыс на 6% больше ($p < 0,05$), а у ПО на 9% меньше ($p < 0,001$), чем в ПП. Ся в ЛП у МБ на 5% ($p < 0,05$) и ПО на 12% ($p < 0,001$) меньше, а у МД на 27% ($p < 0,001$) больше, чем в ПП. Ст ЛП у МБ на 3% ($p < 0,001$) и у ПО на 10% ($p < 0,05$) меньше, а у МД на 21% ($p < 0,001$) больше, чем в ПП (табл. 4).

В результате нашего исследования была установлена особенность сЯЦК. Ядерно-цитоплазматическое отношение (между Ся и Сц клетки) – важная морфологическая характеристика, позволяющая оценить уровень метаболизма, выявить проявление компенсаторных реакций. Во всех ядрах у изученных нами грызунов Сц значительно превышала Ся (цитохромный тип клеток), что обуславливало низкое ядерно-цитоплазматическое отношение (меньше 1).

В медиодорсальном ядре ПП самое высокое значение сЯЦК выявлено у МБ, низкое – у ПО. В ЛП самый высокий сЯЦК наблюдался у КБ, самый низкий – у МБ.

Таблица 2

Морфоцитохимическая характеристика латерального дорсального ядра ($M \pm \sigma$)

показатель	Правое полушарие					Левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Численная плотность/ мм ²	1122,6±28,5	1288,2±24,2 ***	1261,5±76,4 *** _{oo}	755,9±21,3 *** _{...}	667,2±24,5 ***	1097,2±34,2 ^^^	1261,2±57,8 ***^^^	1256,9±73,4 ***	730,1±28,6 ***^^^ _{...}	670,6±29,2 ***
Сц/мкм ²	36,1±8,4	43,2±6,0 ***	44,2±5,9 ***	60,9±13,7 *** _{...}	38,3±11,2	35,8±9,0	50,0±7,5 ***^^^	49,2±7,2 ***^^^	54,8±13,3 ***^^ _{...}	49,4±11,2 ***^^^
Ся/мкм ²	23,9±4,7	31,4±5,0 ***	32,3±5,3 *** _{oo}	40,1±9,9 *** _{...}	35,6±11,7 ***	25,9±5,5 ^^	34,4±6,7 ***^^^	31,8±4,6 *** _{oo}	37,6±9,3 *** _{...}	42,7±8,4 ***^^^
Ст/ мкм ²	59,9±10,4	74,5±7,7 ***	76,5±6,5 ***	101,0±20,8 *** _{...}	74,0±19,0 ***	61,8±12,6	84,4±9,8 ***^^^	81,0±8,5 ***^^^ _{oo}	92,4±20,0 ***^^	92,1±17,9 ***^^^
сЯЦК	0,7±0,2	0,74±0,16	0,75±0,18	0,67±0,15 ...	0,97±0,3 ***	0,75±0,2	0,71±0,18	0,66±0,13 ***^^^ _o	0,7±0,16 ...	0,89±0,2 ***^
Мц	17,99±5,7	22,6±5,4 ***	21,9±4,6 ***	25,7±8,5 ***	17,8±6,0	16,9±5,1	26,9±6,7 ***^^^	24,2±5,7 ***^^ _{oo}	23,1±7,0 ***^ _{...}	22,6±8,1 ***^^^
Мя	9,6±5,8	13,5±4,2 ***	13,1±3,2 ***	12,8±4,4 *** _{...}	13,7±5,8 ***	9,0±2,9	15,4±3,7 ***^^^	13,3±3,6 *** _{oo}	10,8±4,0 ***^^^ _{...}	14,7±5,7 ***
Мт	27,6±7,3	36,2±8,5 ***	35,0±6,0 ***	38,5±11,8 *** _{...}	31,5±10,7 **	25,9±7,4	49,3±8,9 ***^^^	37,6±8,3 ***^ _{oo}	33,9±9,7 ***^^	37,3±13,1 ***^^^
Сц	0,5±0,1	0,53±0,1	0,5±0,1 o	0,4±0,1 ***	0,46±0,1 *	0,48±0,1	0,54±0,1 ***	0,5±0,1 oo	0,4±0,1 *** _{...}	0,46±0,1
Ся	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,32±0,1 ***	0,38±0,1	0,35±0,1 ^^^	0,5±0,1 ***	0,42±0,1 *** _o	0,28±0,1 ***^^^ _{...}	0,34±0,1 ^^^
Ст	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1 ***	0,4±0,1 **	0,4±0,1 ^^^	0,5±0,1 ***	0,47±0,1 ** _o	0,37±0,1 *** _{...}	0,4±0,1
фЯЦК	0,6±0,4	0,6±0,2	0,62±0,2	0,5±0,2 ...	0,8±0,2 ***	0,5±0,1	0,6±0,2 *	0,56±0,1 ^	0,5±0,2 *** _{...}	0,7±0,2 ***^^^
рЯЦК	0,8±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,77±0,2 *	0,82±0,1	0,74±0,1 ^^^	0,8±0,1 ***	0,8±0,1 ***	0,68±0,2 ***^^^	0,75±0,1 ^^^

Асимметрия выявлена у МБ в пользу ПП ($p < 0,001$), а у КБ ($p < 0,01$) и ПО ($p < 0,001$) – ЛП (табл. 1). В латеральном дорсальном ядре более высокое его значение выявлено у КБ как в ПП, так и в ЛП, низкое – у КС (в ПП) и ПО (в ЛП). Показатель сЯЦК был больше справа у ПО ($p < 0,001$), а слева – у КБ ($p < 0,05$) (табл. 2). В латеральном заднем ядре ПП самый высокий показатель наблюдался у КБ, в ЛП – у КС; самый низкий сЯЦК был у МБ в обоих полушариях (табл. 3). Показатель сЯЦК преобладал в ПП у МБ ($p < 0,05$), КБ ($p < 0,01$) и ПО ($p < 0,001$). Ряды распределения представителей по значению сЯЦК в задней группе ядер ПП выглядели следующим образом: МД > КС > КБ > ПО > МБ, а в ЛП – МД > КБ > КС > ПО = МБ. Только у МД выявлена асимметрия по данному коэффициенту – преобладание в ЛП ($p < 0,05$) (табл. 4).

Морфологические изменения нейронов носят приспособительный характер и зависят от функционального состояния клетки. Проведенное нами исследование нейронных популяций по степени хромофилии их цитоплазмы выявило полиморфную картину во всех ассоциативных ядрах изученных представителей. Большую часть составляли нормохромные, гипохромные и гиперхромные нейроны, являющиеся вариантами нормального функционирования клетки. В нейронных популяциях ассоциативных ядер таламуса, помимо изменений, относящихся к вариантам нормы, нами были обнаружены и клетки с необратимыми нарушениями структуры (клетки-тени и сморщенные нейроны), а также тотально-гиперхромные нейроны.

В медиодорсальном ядре самый большой процент нормохромных нейронов наблюдался у ПО, а самый низкий – у МБ в обоих полушариях. Больше всего гипохромных клеток наблюдалось у МД, а меньше – у КБ. Асимметрия по проценту «светлых» клеток выявлена у МБ ($p < 0,01$) и КС ($p < 0,05$), большее количество наблюдалось в ПП. Участие данного ядра в осуществлении общей двигательной активности, вероятно, объясняет появление большего процента «светлых» клеток у МД. Большое количество гиперхромных («темных») нейронов наблюдалось у МБ, что, скорее всего, связано с содержанием животного в клетке. Преобладающий процент гиперхромных нейронов наблюдался в ПП у лабораторных животных ($p < 0,001$) и МД ($p < 0,05$).

В латеральном дорсальном ядре ряды распределения представителей по проценту нормохромных нейроцитов в ПП выглядели следующим образом: МД > КБ > ПО > МБ = КС, а в ЛП – МД = КБ > ПО > КС = МБ. Большое количество гипохромных клеток выявлено у диких (ПО) и синантропных животных (МД, КС). Асимметрия выявлена у МБ ($p < 0,05$), КБ ($p < 0,01$) и ПО ($p < 0,01$) с преобладанием слева. Появление «светлых» клеток у диких и синантропных животных, возможно, связано с усилением белоксинтезирующей системы, которая участвует в процессах памяти (Палладин А.В. и др., 1972; Ашмарин И.П., Титов С.А., 1988; Фролов Ю.П., 2007). Большой процент гиперхромных нейронов нами обнаружен у МБ, находящейся в обедненной сенсорной среде. Асимметрия по данному показателю обнаружена у МБ ($p < 0,05$) и ПО ($p < 0,001$) с преобладанием справа.

Таблица 3

Морфоцитохимическая характеристика латерального заднего ядра ($M \pm \sigma$)

показатель	Правое полушарие					Левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Численная плотность/ мм ²	1275,6±94,1	1492,4±114,2 ***	1281,7±61,6 ooo	669,4±19,8 ***•••	636,9±37,1 ***	1259,7±95,1	1418,2±111,0 ***^^^	1275,9±66,6 ooo	606,2±34,9 ***^^^•••	636,0±39,1 ***
Сц/мкм ²	32,9±7,6	42,5±8,0 ***	34,9±6,1 *ooo	44,4±9,7 ***•••	53,7±12,6 ***	29,0±5,8 ^^^	43,6±8,0 ***	37,3±6,6 ***^^^ooo	40,4±8,4 ***^^^•••	58,7±16,0 ***^
Ся/мкм ²	21,3±4,8	32,8±6,3 ***	25,3±5,6 ***ooo	34,5±7,7 ***•••	42,7±8,3 ***	17,4±4,5 ^^^	32,7±6,1 ***	23,8±5,9 ***ooo	32,8±7,7 ***•••	41,4±8,8 ***
Ст/ мкм ²	54,2±10,5	75,3±11,2 ***	60,2±9,2 ***ooo	78,9±15,8 ***•••	96,4±17,9 ***	46,4±8,4 ^^^	76,3±10,9 ***	61,1±9,8 ***ooo	73,2±13,9 ***^^^•••	100,1±21,2 ***
сЯЦК	0,67±0,18	0,79±0,2 ***	0,74±0,18 **o	0,79±0,15 ***	0,82±0,18 ***	0,61±0,17 ^	0,77±0,17 ***	0,65±0,16 ^^^ooo	0,83±0,19 ***••	0,74±0,21 ***^^
Мц	15,7±4,2	22,0±6,0 ***	16,1±5,9 ooo	19,5±5,2 ***•••	25,3±7,1 ***	14,8±4,0	21,8±4,2 ***	19,2±4,2 ***^^^ooo	17,2±4,8 ***^^^•••	25,0±7,3 ***
Мя	8,1±2,2	12,8±4,1 ***	9,3±3,0 **ooo	11,2±3,4 ***•••	16,4±5,0 ***	7,0±2,5 ^^^	13,2±3,3 ***	9,9±3,2 ***ooo	9,8±3,7 ***^^^•••	14,4±5,1 ***^^
Мт	23,8±5,7	34,9±8,8 ***	25,4±7,1 ooo	30,7±7,9 ***•••	41,7±11,3 ***	21,3±5,8 ^	35,0±6,2 ***	29,1±6,2 ***^^^ooo	27,0±7,2 ***^^^•••	39,4±11,2 ***
Сц	0,5±0,1	0,52±0,1	0,46±0,1 ooo	0,4±0,1 ***•••	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1 ^^^	0,4±0,1 ***	0,4±0,1 ***^
Ся	0,4±0,1	0,4±0,1	0,37±0,1	0,33±0,1 ***•••	0,38±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,41±0,1 ^^^	0,29±0,1 ***^^^•••	0,35±0,1 ***^
Ст	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1 *ooo	0,39±0,1 ***•••	0,43±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1 ^^^	0,37±0,1 ***^••	0,4±0,1 ***^
фЯЦК	0,5±0,1	0,6±0,2 **	0,6±0,2	0,6±0,2 •••	0,7±0,1 ***	0,48±0,1 ^^	0,6±0,2 ***	0,53±0,2 *^^ooo	0,6±0,2 ***	0,6±0,2 ***^^
рЯЦК	0,8±0,1	0,75±0,1 ***	0,8±0,1 oo	0,75±0,1 ***•••	0,8±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1 ^^	0,8±0,1	0,7±0,2 ***^•••	0,8±0,1

В латеральном заднем ядре ряды распределения представителей по проценту нормохромных нейроцитов в ПП выглядели следующим образом: МД > КС > КБ > ПО > МБ, а в ЛП – МД > КС > ПО > КБ > МБ. Большее количество гипохромных клеток выявлено у КС, меньшее – у КБ. Асимметрия по проценту «светлых» нейроцитов нами была обнаружена у ПО ($p < 0,05$) и крыс ($p < 0,001$). У КС и ПО наблюдалось преобладание этих клеток в ПП, а у КБ – ЛП. Повышенная функциональная нагрузка, вероятно, привела к появлению высокого процента «светлых» клеток у КС. Обедненная сенсорная среда у лабораторных животных, вероятно, способствовала появлению большого процента «темных» клеток. Различия в количестве «темных» нейронов между ПП и ЛП выявлены у МД и КБ ($p < 0,01$). У МД выявлено большее количество этих клеток в ПП, у КБ – в ЛП.

В задней группе ядер ряд распределения представителей по проценту нормохромных нейроцитов в обоих полушариях выглядел следующим образом: МД > ПО > КС > МБ > КБ. Большее количество гипохромных клеток в ПП и ЛП выявлено у КС. У ПО и КБ преобладание по проценту гипохромных нейронов обнаружено в ПП ($p < 0,001$), у ПО – в ЛП ($p < 0,01$). Появление большого количества «темных» клеток у лабораторных животных, вероятно, связано с содержанием в клетках и со специфической функцией данной группы ядер. У мышей преобладание по проценту гиперхромных нейронов обнаружено в ПП ($p < 0,001$), у КБ – в ЛП ($p < 0,05$).

Анализ белкового фонда показал вариабельность показателей содержания и концентрации структурных белков. По данным нашего исследования, Мц и Сц преобладает над Мя и Ся ассоциативных ядер таламуса соответственно.

У всех животных в обоих полушариях прослеживалась прямая корреляционная связь между Ся, Сц, Ст и Мя, Мц, Мт соответственно. Сильной вариации в показателях фЯЦК и рЯЦК среди изученных нами представителей обнаружено не было.

В медиодорсальном ядре в обоих полушариях общее содержание белков в теле нейронов самым большим было у ПО, самое малое – у МБ. У МД и ПО Мя ($p < 0,05$), Мц и Мт ($p < 0,001$) достоверно больше справа; у КБ только Мя было достоверно больше слева ($p < 0,05$). Ряд распределения представителей по фЯЦК в ПП выглядел следующим образом: МБ = МД = КБ > ПО = КС, а в ЛП – КБ = МД > ПО = КС > МБ. Только у МД ($p < 0,01$), ПО и КБ ($p < 0,001$) фЯЦК преобладал слева. У всех животных в обоих полушариях прослеживалась прямая умеренная (у КС в ПП между Сц и Мц сильная) корреляционная связь между Ся, Сц и Ст и Мя, Мц и Мт соответственно. У всех животных наблюдалась обратная умеренная корреляционная связь между Сц и фЯЦК, в то время как между Ся и фЯЦК выявлена прямая умеренная корреляционная связь (табл. 5). В нейронах медиодорсального ядра концентрация белков существенно не отличалась в ряду представителей, лишь у КС она была несколько ниже.

Таблица 4

Морфохимическая характеристика задней группы ядер ($M \pm \sigma$)

показатель	Правое полушарие					Левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Численная плотность/ мм ²	1034,3±53,9	1182,4±69,4 ***	1107,0±110,3 *** _{ooo}	654,4±20,4 *** _{...}	571,0±30,9 ***	1021,4±47,2	1148,4±82,5 *** [^]	1088,9±110,7 *** _{ooo}	597,9±19,9 *** ^{^^} _{...}	565,4±40,6 ***
Сц/мкм ²	33,4±4,5	38,4±7,9 ***	61,4±9,7 *** _{ooo}	51,7±8,7 *** _{...}	66,2±14,1 ***	32,4±5,8	44,9±8,8 *** ^{^^^}	55,8±10,4 *** ^{^^} _{ooo}	54,7±12,2 *** [^] _{...}	62,1±14,1 *** [^]
Ся/мкм ²	21,8±3,7	29,3±6,1 ***	40,5±7,9 *** _{ooo}	37,9±8,1 *** _{...}	45,7±7,8 ***	20,7±3,8 ^	37,1±6,9 *** ^{^^^}	35,7±6,1 *** ^{^^^}	38,3±7,1 *** _{...}	44,1±6,5 ***
Ст/ мкм ²	55,2±6,3	67,7±11,8 ***	102,0±12,7 *** _{ooo}	89,6±14,0 *** _{...}	112,0±19,5 ***	53,2±7,7 ^	82,0±11,6 *** ^{^^^}	91,3±12,3 *** ^{^^} _{ooo}	93,0±16,9 *** _{...}	106,2±16,9 ***
сЯЦК	0,66±0,14	0,78±0,19 ***	0,68±0,17 ooo	0,74±0,16 ***	0,71±0,13 *	0,66±0,16	0,85±0,22 *** [^]	0,66±0,17 ooo	0,72±0,16 **	0,74±0,17 ***
Мц	17,3±4,2	19,4±6,1 **	30,4±6,1 *** _{ooo}	20,9±5,9 *** _{...}	27,5±10,0 ***	15,2±4,7 ^^^	21,9±7,1 *** ^{^^}	28,7±6,6 *** _{ooo}	21,0±5,3 *** _{...}	25,5±7,8 ***
Мя	8,8±2,1	11,2±3,9 ***	16,4±3,8 *** _{ooo}	12,0±3,9 *** _{...}	15,7±4,9 ***	7,5±2,1 ^^^	14,9±3,8 *** ^{^^^}	14,6±3,1 *** ^{^^^}	11,8±3,4 *** _{...}	15,0±4,2 ***
Мт	26,1±5,7	30,6±9,4 ***	46,8±8,3 *** _{ooo}	32,9±9,0 *** _{...}	43,4±14,2 ***	22,7±6,4 ^^^	36,7±9,9 *** ^{^^^}	43,3±7,9 *** ^{^^} _{ooo}	32,8±7,1 *** _{...}	40,5±11,0 ***
Сц	0,5±0,1	0,5±0,1	0,52±0,1	0,4±0,09 ***	0,4±0,1 ***	0,46±0,1 ^^^	0,48±0,1	0,52±0,1 *** [^] _o	0,4±0,1 ***	0,4±0,1 ***
Ся	0,41±0,1	0,38±0,1 *	0,4±0,1	0,33±0,1 *** _{...}	0,38±0,1 ***	0,37±0,1	0,4±0,1 **	0,4±0,1 ***	0,29±0,1 *** _{...}	0,35±0,1 *
Ст	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1 ***	0,4±0,1 ***	0,43±0,1 ^^^	0,43±0,1	0,5±0,1 *** _o	0,36±0,1 *** _{...}	0,38±0,1 ***
фЯЦК	0,5±0,1	0,6±0,1 ***	0,6±0,1	0,6±0,1 **	0,6±0,2 ***	0,5±0,1	0,7±0,2 *** ^{^^^}	0,5±0,2 ooo	0,6±0,2 **	0,6±0,2 ***
рЯЦК	0,79±0,1	0,76±0,1 *	0,82±0,1 *** _{ooo}	0,8±0,2 •	0,83±0,1 ***	0,79±0,1	0,84±0,1 *** ^{^^^}	0,8±0,2 ooo	0,8±0,1	0,8±0,1 **

Асимметрия по Ся, Сц и Ст выявлена у КС ($p < 0,001$) и только по Ся у МБ ($p < 0,05$) – преобладание слева. Ряды распределения представителей по рЯЦК в ПП: $ПО > КБ = МД > МБ > КС$, а в ЛП – $МД > ПО > КБ > МБ > КС$. У мышей ($p < 0,001$) и у крыс ($p < 0,01$) рЯЦК больше слева (табл. 1).

Таблица 5

Результаты корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона) для медиодорсального ядра

показатель	правое полушарие					левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Сц/Мц	$r=0,7$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,8$	$r=0,7$	$r=0,7$	$r=0,7$	$r=0,7$	$r=0,5$	$r=0,7$
Сц/фЯЦК	$r=-0,6$	$r=-0,4$	$r=-0,3$	$r=-0,6$	$r=-0,5$	$r=-0,6$	$r=-0,6$	$r=-0,5$	$r=-0,4$	$r=-0,5$
Ся/Мя	$r=0,6$	$r=0,3$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,4$	$r=0,6$
Ся/фЯЦК	$r=0,5$	$r=0,3$	$r=0,6$	$r=0,3$	$r=0,5$	$r=0,3$	$r=0,4$	$r=0,6$	$r=0,4$	$r=0,3$
Ст/Мт	$r=0,6$	$r=0,4$	$r=0,5$	$r=0,7$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,5$	$r=0,4$	$r=0,7$
Ст/фЯЦК	$r=-0,2$			$r=-0,4$		$r=-0,3$	$r=-0,3$			$r=-0,2$

Примечание для таблиц 5-8: указаны значения r , подтверждающие корреляционную связь при $p < 0,05$.

В настоящее время все больше данных накапливается о том, что белки участвуют в механизме памяти (Палладин А.В. и др., 1972; Ашмарин И.П., Титов С.А., 1988; Фролов Ю.П., 2007). Важная роль медиодорсального ядра в механизмах памяти, узнавании объекта и планировании действий (Mumby D. et al., 1993; Daum I, Askermann H., 1994; Freeman J.J. et al., 1996) объясняет высокие содержание и концентрацию белков у диких и синантропных животных, которые находятся в более или менее меняющейся обстановке, где необходима быстрая ориентировка и внимание, в отличие от лабораторных животных.

В латеральном дорсальном ядре наименьшее содержание структурных белков нами выявлено у лабораторного животного, объекта экспериментальных исследований – МБ. У остальных представителей значения были близки. В большинстве работ (Мац В.Н., Сегал О.Л., 1989; Степаничев М.Ю., 1995) понижение содержания белков связывают со стрессирующими воздействиями. У МД, ПО и КБ содержание белков было больше слева, а у КС – справа. В ЛП Мц у МД на 19% ($p < 0,001$), ПО на 11% ($p < 0,01$) и КБ на 27% ($p < 0,001$) больше, а у КС на 10% меньше ($p < 0,001$), чем в ПП. Мя в ЛП у МД на 14% больше и КС на 16% меньше по сравнению с ПП ($p < 0,001$). В ЛП Мт у МД на 36% ($p < 0,001$), ПО на 7% ($p < 0,05$) и КБ на 18% ($p < 0,001$) больше, а у КС на 12% меньше ($p < 0,01$), чем в ПП. Ряды распределения представителей по фЯЦК в ПП выглядели следующим образом: $КБ > ПО > МД = МБ > КС$, а в ЛП – $КБ > МД > ПО > КС = МБ$. Асимметрия между полушариями по фЯЦК выявлена только у ПО и КБ: на 10% ($p < 0,05$) и 12,5% ($p < 0,001$) меньше в ЛП соответственно. У всех животных в обоих полушариях прослеживалась прямая умеренная (у КС в обоих полушариях и КБ в ПП между Ст/Мт и Ся/Мя – сильная) корреляционная связь между Ся, Сц, Ст и Мя, Мц, Мт соответственно. У всех представителей

наблюдалась обратная умеренная корреляционная связь (у КС в ЛП – слабая) между Sц и фЯЦК, в то время как между Ся и фЯЦК выявлена прямая умеренная (у ПО в ПП – сильная, а у КС в ПП – слабая) корреляционная связь (табл. 6).

Таблица 6

Результаты корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона) для латерального дорсального ядра

показатель	правое полушарие					левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Sц/Мц	r=0,7	r=0,5	r=0,5	r=0,8	r=0,7	r=0,7	r=0,7	r=0,5	r=0,8	r=0,7
Sц/фЯЦК	r=-0,5	r=-0,5	r=-0,6	r=-0,4	r=-0,3	r=-0,5	r=-0,6	r=-0,6	r=-0,2	r=-0,4
Ся/Мя	r=0,5	r=0,5	r=0,7	r=0,8	r=0,8	r=0,6	r=0,6	r=0,4	r=0,8	r=0,6
Ся/фЯЦК	r=0,4	r=0,6	r=0,8	r=0,2	r=0,6	r=0,5	r=0,7	r=0,6	r=0,5	r=0,5
Ст/Мт	r=0,4	r=0,4	r=0,3	r=0,8	r=0,8	r=0,6	r=0,5	r=0,3	r=0,8	r=0,6
Ст/фЯЦК	r=-0,2									

В латеральном дорсальном ядре не наблюдалось значительной вариации в концентрации структурных белков. Ся ЛП МБ на 12,5%, КС на 12,5%, КБ на 10,5% меньше, чем в ПП ($p<0,001$). По Ст статистически значимая асимметрия выявлена только у МБ – на 25% Ст в ПП больше, чем в ЛП ($p<0,001$). Ряд распределения представителей по рЯЦК в ПП: КБ > МБ = МД = ПО > КС, а в ЛП – МД = ПО > КБ > МБ > КС. Статистически значимая межполушарная асимметрия по рЯЦК выявлена у МБ, КС и КБ: на 12,5%, 12% и 9% меньше в ЛП соответственно ($p<0,001$) (табл. 2).

В латеральном заднем ядре большее Мт определено у КБ, меньшее – у МБ. Статистически значимая асимметрия по Мц выявлена только у ПО и КС: на 19% ($p<0,001$) больше и 12% ($p<0,01$) меньше, чем в ПП соответственно. Статистически значимая асимметрия по Мя выявлена у МД, КС и КБ: меньше, чем в ПП на 14% ($p<0,001$), 12,5% ($p<0,01$) и 12% ($p<0,01$) соответственно. Статистически значимая асимметрия по Мт выявлена у МБ, ПО и КС: на 11% ($p<0,05$) меньше, на 15% ($p<0,001$) больше и 12% ($p<0,001$) меньше, чем в ПП соответственно. Ряд распределения представителей по фЯЦК в ПП выглядел следующим образом: КБ > ПО = МД = КС > МБ, а в ЛП – КБ = МД = КС > ПО > МБ. Статистически значимая межполушарная асимметрия по фЯЦК выявлена у МБ, ПО и КБ: на 4%, 12% и 25% больше в ПП соответственно ($p<0,01$). У всех животных в обоих полушариях прослеживалась прямая умеренная (у КС между Sц и Мц в обоих полушариях и Ст и Мт в ПП, а у ПО между S и М в ЛП – сильная) корреляционная связь между Ся, Sц, Ст и Мя, Мц, Мт соответственно. У всех представителей наблюдалась обратная умеренная корреляционная связь между Sц и фЯЦК, в то время как между Ся и фЯЦК выявлена прямая умеренная (у КС в ПП – слабая) корреляционная связь (табл. 7).

Наблюдалась незначительная вариация в показателях Ся, Сц и Ст. Статистически значимая межполушарная асимметрия по Сц выявлена у КБ – на 20% меньше ($p < 0,05$) и у ПО – на 8% больше ($p < 0,001$), чем в ПП. Статистически значимая асимметрия по Ся выявлена только у ПО, КС и КБ: в ЛП на 11% ($p < 0,001$) больше, на 12% ($p < 0,01$) и 25% ($p < 0,05$) меньше, чем в ПП соответственно. В ЛП у ПО Ст на 25% больше ($p < 0,001$), а у КС на 5% ($p < 0,05$) и у КБ на 20% ($p < 0,05$) меньше, чем в ПП. Ряд распределения представителей по рЯЦК в ПП: КБ = МБ = ПО > МД = КС, а в ЛП – МД = ПО = КБ = МБ > КС. Статистически значимая межполушарная асимметрия по рЯЦК выявлена только у МД и КС: на 7% ($p < 0,01$) больше и 7% ($p < 0,05$) меньше в ЛП соответственно (табл. 3).

Таблица 7

Результаты корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона)
для латерального заднего ядра

показатель	правое полушарие					левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Сц/Мц	$r=0,5$	$r=0,6$	$r=0,7$	$r=0,8$	$r=0,7$	$r=0,5$	$r=0,5$	$r=0,8$	$r=0,8$	$r=0,5$
Сц/фЯЦК	$r=-0,6$	$r=-0,5$	$r=-0,4$	$r=-0,3$	$r=-0,5$	$r=-0,5$	$r=-0,5$	$r=-0,3$	$r=-0,3$	$r=-0,5$
Ся/Мя	$r=0,5$	$r=0,5$	$r=0,7$	$r=0,7$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,5$	$r=0,9$	$r=0,7$	$r=0,5$
Ся/фЯЦК	$r=0,5$	$r=0,6$	$r=0,6$	$r=0,2$	$r=0,4$	$r=0,6$	$r=0,5$	$r=0,7$	$r=0,5$	$r=0,4$
Ст/Мт	$r=0,3$	$r=0,5$	$r=0,6$	$r=0,7$	$r=0,6$	$r=0,4$	$r=0,3$	$r=0,8$	$r=0,8$	$r=0,4$
Ст/фЯЦК								$r=0,2$		$r=-0,2$

Без активного участия латеральной группы ядер (латерального дорсального и латерального заднего ядер) кортикальные области не способны обеспечить правильную и быструю ориентировку во внешней ситуации, основанную на механизмах кратковременной памяти (Адрианов О.С., 1976). Это объясняет полученные нами результаты – достаточно высокий показатель содержания белков практически у всех представителей. Возможно, что у МБ в связи с клеточным содержанием синтез белков в нейронах снижается.

В задней группе ядер самое малое содержание белков обнаружено у МБ, большое – у ПО. Статистически значимая асимметрия по Мц выявлена у МБ и у МД: на 12% ($p < 0,001$) меньше и 13% ($p < 0,01$) больше, чем в ПП соответственно. Статистически значимая межполушарная асимметрия по Мя выявлена у МБ, МД, ПО: в ЛП на 15% меньше, 33% больше и 11% меньше, чем в ПП соответственно ($p < 0,001$). Мт в ЛП у МБ на 13% меньше ($p < 0,001$), у МД на 20% больше ($p < 0,001$), ПО на 7% меньше ($p < 0,01$) по сравнению с ПП. Ряд распределения представителей по фЯЦК в ПП выглядел следующим образом: КБ = ПО = МД = КС > МБ, а в ЛП – МД > КБ = КС > ПО = МБ. Статистически значимая межполушарная асимметрия по фЯЦК выявлена только у МД – на

17% больше в ЛП ($p < 0,001$). Большое Мт в ЛП говорит о высокой функциональной активности клеток этого полушария в связи с выраженной экологической нагрузкой (Геодакян В.А., 1992). У всех животных в обоих полушариях прослеживалась прямая умеренная (у ПО в ЛП и между Сц/Мц в ПП – сильная) корреляционная связь между Ся, Сц, Ст и Мя, Мц, Мт соответственно, которая наблюдалась во всех ассоциативных ядрах таламуса изученных животных. У всех представителей была обнаружена обратная умеренная корреляционная связь (а у КС в ПП – слабая) между Сц и фЯЦК, в то время как между Ся и фЯЦК выявлена прямая умеренная (у КБ в ПП – слабая) корреляционная связь (табл. 8)

Таблица 8

Результаты корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона) для задней группы ядер

показатель	правое полушарие					левое полушарие				
	МБ	МД	ПО	КС	КБ	МБ	МД	ПО	КС	КБ
Сц/Мц	r=0,5	r=0,7	r=0,8	r=0,6	r=0,6	r=0,7	r=0,7	r=0,9	r=0,7	r=0,3
Сц/фЯЦК	r=-0,4	r=-0,3	r=-0,5	r=-0,2	r=-0,5	r=-0,6	r=-0,6	r=-0,7	r=-0,4	r=-0,6
Ся/Мя	r=0,5	r=0,7	r=0,7	r=0,7	r=0,5	r=0,5	r=0,4	r=0,8	r=0,7	r=0,5
Ся/фЯЦК	r=0,7	r=0,5	r=0,7	r=0,6	r=0,2	r=0,5	r=0,6	r=0,6	r=0,3	r=0,4
Ст/Мт	r=0,3	r=0,7	r=0,7	r=0,7	r=0,6	r=0,5	r=0,5	r=0,8	r=0,6	r=0,6
Ст/фЯЦК				r=0,2	r=-0,2	r=-0,2		r=-0,3		r=-0,4

В задней группе ядер значения концентрации белков в ряду представителей мало изменялись. Статистически значимая межполушарная асимметрия по Сц выявлена в ЛПу ПО и МБ: на 4% ($p < 0,05$) и на 8% ($p < 0,001$) меньше, чем в ПП соответственно. Статистически значимая асимметрия по Ся и Ст выявлена только у МБ: на 10% и 14% меньше, чем в ПП соответственно ($p < 0,001$). Ряд распределения представителей по рЯЦК в ПП: КБ > ПО > КС > МБ > МД, а в ЛП – МД > ПО = КБ = КС > МБ. Статистически значимая межполушарная асимметрия по рЯЦК выявлена только у МД – на 11% больше в ЛП ($p < 0,001$) (табл. 4). Достаточно высокое содержание белков объясняется, вероятно, условиями среды обитания и специфической функцией данной группы ядер.

Таким образом, выявлена связь варибельности морфометрических и цитохимических показателей с условиями среды обитания представителей отряда Грызуны. Данные нашего исследования показывают, что пребывание грызунов в определенных экологических условиях приводит к появлению морфологических и цитохимических особенностей ассоциативных ядер таламуса.

ВЫВОДЫ:

1. У представителей отряда Грызуны плотность нейронов у полевки обыкновенной, мыши домовая и мыши белой примерно в 2 раза выше, чем у более крупных животных – крысы серой и крысы белой. Правополушарная асимметрия по данному показателю выявлена у синантропных животных в латеральной и задней группе ядер, у лабораторных – в медиодорсальном, а у мыши белой и в латеральном дорсальном ядре.
2. В ядрах таламуса нейронные популяции различались по размерам клеток. Наименьшие по площади нейроны выявлены во всех ядрах у мыши белой. Более крупные нейроны были обнаружены в медиодорсальном ядре у диких и синантропных животных, в латеральном дорсальном ядре – у крысы серой, в латеральном заднем ядре и в задней группе ядер – у крысы белой. Отмечены особенности и асимметрия структурных ядерно-цитоплазматических коэффициентов нейронов ассоциативных ядер таламуса.
3. Выявлена гетерогенность в нейронных популяциях изученных групп ядер по степени хромофилии их цитоплазмы. Большую часть составляли клетки варианта нормы (нормохромные, гипохромные и гиперхромные нейроны). Преобладание гипохромных нервных клеток наблюдалось у диких и синантропных грызунов, находящихся в сенсорно обогащенной среде. Большой процент гиперхромных нейронов отмечен у лабораторных животных.
4. Содержание и концентрация структурных белков цитоплазмы были выше по сравнению с ядром нейронов. Во всех нейронных популяциях таламуса правого и левого полушарий мозга самое малое количество белков выявлено у мыши белой. В медиодорсальном ядре и в задней группе ядер в обоих полушариях содержание белков в теле нейронов преобладало у полевки обыкновенной, в латеральном дорсальном – у крысы серой, в латеральном заднем ядре – у крысы белой. У грызунов в обоих полушариях прослеживалась прямая корреляционная связь между площадью цитоплазмы, ядра и тела нейрона и содержанием белков соответственно, а также между площадью ядра и функциональным ядерно-цитоплазматическим коэффициентом; наблюдалась обратная корреляционная связь между площадью цитоплазмы и функциональным ядерно-цитоплазматическим коэффициентом. В нейронах ассоциативных ядер таламуса концентрация белков и регуляторный ядерно-цитоплазматический коэффициент существенно не отличались в ряду грызунов.
5. Животные, различающиеся по условиям среды обитания, обладали особенностями морфоцитохимической организации ассоциативных ядер таламуса правого и левого полушарий мозга. Вариации показателей на структурном (плотность и размеры нейронов, степень хромофилии их цитоплазмы, структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент), функциональном (содержание структурных белков и функциональный ядерно-цитоплазматический коэффициент) и регуляторном (концентрация структурных белков и регуляторный ядерно-цитоплазматический коэффициент) уровнях являются идиоадаптациями в нейронных популяциях головного мозга грызунов, принадлежащих к разным экологическим группам.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лютикова, Т.М. Морфометрические показатели нейронных популяций медиодорсального ядра таламуса белой крысы / Т.М. Лютикова, Е.Ю. Крысова // Сборник научных трудов «Естествознание и гуманизм». – Томск, 2007. – Т. 4, №2. – С. 26.
2. Лютикова, Т.М. Сравнительный морфометрический анализ нейронных популяций медиодорсального ядра таламуса лабораторных животных / Т.М. Лютикова, Е.Ю. Крысова // Морфология. – 2008. – Т. 133, № 3. – С. 66-67.
3. Лютикова, Т.М. Морфометрическая характеристика нейронных популяций ядер латеральной группы таламуса *Mus musculus* и *Mus musculus*, v. *alba* / Т.М. Лютикова, Е.Ю. Крысова // Морфологические ведомости. – 2009. – № 1-2. – С. 32-34.
4. Лютикова, Т.М. Морфоцитохимический анализ нейронных популяций задней группы ядер таламуса крысы серой и крысы белой / Т.М. Лютикова, Е.Ю. Крысова // Морфологические ведомости. – 2009. – № 3-4. – С. 14-17.
5. Крысова, Е.Ю. Морфометрическая организация латерального заднего ядра таламуса грызунов / Е.Ю. Крысова // Санкт-Петербургские научные чтения – 2009: материалы III Международного молодежного медицинского конгресса: тезисы докладов. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 305.

Список используемых сокращений

КБ – крыса белая
КС – крыса серая
ЛП – левое полушарие головного мозга
МБ – мышь белая
МД – мышь домовая
ПО – полевка обыкновенная
ПП – правое полушарие головного мозга
рЯЦК – регуляторный ядерно-цитоплазматический коэффициент
сЯЦК – структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент
фЯЦК – функциональный ядерно-цитоплазматический коэффициент
Ст – концентрация белков в теле нейрона
Сц – концентрация белков в цитоплазме нейрона
Ся – концентрация белков в ядре нейрона
Мт – содержание белков в теле нейрона
Мц – содержание белков в цитоплазме нейрона
Мя – содержание белков в ядре нейрона
St – площадь тела нейрона
Sc – площадь цитоплазмы нейрона
Sy – площадь ядра нейрона