

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

© А. В. Ахмадеев, Л. Б. Калимуллина, 2018
УДК 611.813.14:612.65:599.323.4

А. В. Ахмадеев, Л. Б. Калимуллина

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПАЛЕОАМИГДАЛЫ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ У КРЫС

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности (и.о. зав. — канд. биол. наук Л. З. Тельцова),
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минобрнауки РФ

Цель — сравнительный анализ особенностей микроструктуры филогенетически различающихся образований миндалевидного тела мозга крысы на разных сроках раннего ювенильного периода.

Материал и методы. Работа выполнена на 40 крысах линии Вистар, головной мозг которых исследовали на 21-, 24-, 28-е и 31-е сутки постнатального периода (5 самцов и 5 самок на каждый срок). На парафиновых фронтальных срезах толщиной 20 мкм, окрашенных крезильным фиолетовым по Нисслю, изучали удельные площади палеоамигдалы и латерального базального ядра миндалины. Сравнение количественных данных разных возрастных групп проводили с использованием метода ф, а также методов параметрической статистики.

Результаты исследования. У крыс удельная площадь латерального базального ядра миндалины (филогенетически новой структуры) и миндалевидного тела в целом не изменяется от 21-х до 28-х суток, но увеличивается к концу раннего ювенильного периода между 28-ми и 31-ми сутками постнатального онтогенеза. Удельная площадь палеоамигдалы (древней амигдалы) на протяжении раннего ювенильного периода не изменяется.

Выводы. Увеличение размеров миндалевидного тела мозга крыс в постнатальном онтогенезе происходит за счет прогрессивного развития его филогенетически молодых структур, имеющих интенсивные связи с неокортексом.

Ключевые слова: миндалевидное тело, палеоамигдала, латеральное базальное ядро миндалины, постнатальный онтогенез

Миндалевидное тело имеет длительный период эволюционного развития. Его зачаток появляется уже в мозгу круглоротых, поэтому у большинства современных видов позвоночных в миндалевидном теле присутствуют различные по филогенетическому возрасту структурные образования. Древней частью миндалевидного тела (МТ) является палеоамигдала. Она представляет собой совокупность серого вещества, расположенного в перивентрикулярной зоне нижнего рога бокового желудочка на территории заднего отдела филогенетически древней кортико-медиальной группировки МТ, подробная характеристика которой изложена в статье [2]. Филогенетически новая часть МТ представлена его базолатеральной группой ядер, самым крупным из которых является латеральное базальное ядро миндалины.

Поскольку вопрос об особенностях морфогенеза различных по филогенетическому возрасту структур МТ мозга крысы не изучен, целью нашего исследования явился сравнительный анализ динамики изменения площадей палеоамигдалы

и латерального базального ядра миндалины в ранний ювенильный период постнатального развития.

Материал и методы. Работа выполнена на 40 крысах линии Вистар, выращенных в одинаковых условиях вивария. Материал для исследования забирали путем эвтаназии, которую проводили с соблюдением правил гуманного обращения с экспериментальными животными Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N 123) от 18 октября 2006 г. На проведение данного исследования получено разрешение локального этического комитета (протокол № 33 от 25.11.2015 г.). Материал для исследования забирали на 21-, 24-, 28-е и 31-е сутки постнатального онтогенеза, формируя группы из 10 крыс с одинаковым числом самок и самцов. Головной мозг извлекали из полости черепа и фиксировали в 10 % нейтральном формалине. Парафиновые фронтальные срезы мозга толщиной 20 мкм окрашивали крезильным фиолетовым по Нисслю. Препараты изучали с помощью тринокулярного светового микроскопа серии MC-300 (Micros, Австрия), пользуясь объективом 10. Микрофото получали с использованием цифрового фотоаппарата CoolPix 4500 (Nicon, Япония). Задний отдел МТ определяли, пользуясь ранее разработанной схемой исследования МТ [3]. Анализ виртуальных изображений препаратов выполняли с помощью программы JimageJ 1.38 (США). Математическую обработку

Сведения об авторах:

Ахмадеев Азат Валерьевич (e-mail: mpha@ufanet.ru), Калимуллина Лилия Барыевна, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Минобрнауки РФ, 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32

Удельная площадь миндалевидного тела, палеоамигдалы и латерального базального ядра миндалины в составе миндалевидного тела мозга крысы на различных сроках раннего ювенильного периода ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, %)

Срок, сутки	Миндалевидное тело	Палеоамигдала	Латеральное базальное ядро миндалины
21-е	16,88±0,27	20,81±1,15	16,61±0,44
24-е	16,98±0,56	20,35±1,30	15,83±0,82
28-е	16,44±0,23	20,37±0,65	15,93±0,35
31-е	17,56±0,32 *	20,90±0,70	18,28±0,39 *

* Различия значимы по сравнению с предыдущим показателем в столбце при $p < 0,01$.

численных показателей, характеризующих удельные площади структур, проводили в условных единицах. Сравнение значений удельной площади проводили методом F (угловое преобразование Фишера), позволяющим приблизить распределение в получаемых вариационных рядах к нормальному. Удельную площадь МТ из правого полушария определяли по отношению к площади левого полушария, удельные площади палеоамигдалы и латерального базального ядра миндалины правого полушария — по отношению к площади МТ в левом полушарии. Статистическую обработку данных выполняли с использованием методов параметрической статистики с помощью пакета программ Statistica 5.5. Для оценки значимости цифровых данных использовали t -критерий Стьюдента.

Результаты исследования. Результаты проведенных измерений представлены в *таблице*.

Удельная площадь МТ в период с 21-х по 28-е сутки не изменяется, а между 28-ми и 31-ми сутками к концу раннего ювенильного периода увеличивается. Площадь палеоамигдалы в течение всех рассмотренных сроков не изменяется. Удельная площадь латерального базального ядра миндалины значимо увеличивается в период между 28-ми и 31-ми сутками.

Обсуждение полученных данных. При исследовании общих закономерностей перестроек в МТ, происходящих в раннем ювенильном периоде развития крысы, выявлено, что площадь палеоамигдалы на этих сроках не изменяется. Между 28-ми и 31-ми сутками увеличивается удельная площадь латерального базального ядра миндалины, что приводит к увеличению площади МТ.

Формирование МТ внутри обонятельного мозга в качестве центра, деятельность которого связана с хеморецепцией, предопределяет его включение в центральные механизмы регуляции репродуктивных, пищевых и агрессивных поведенческих реакций. В их реализации ведущую роль играет древняя часть МТ — палеоамигдала, субстрат которой подробно освещен в работе [2]. Филогенетически новая часть МТ входит в состав функциональных систем, определяющих высшую нервную дея-

тельность, включая эмоции, уровень когнитивных процессов и, в целом, адаптивное поведение [1]. Участие латерального базального ядра миндалины в высшей нервной деятельности возможно за счет его обширных связей с корковыми формациями [4, 5]. Опираясь на эти данные, можно полагать, что увеличение относительного размера МТ у крыс к концу раннего ювенильного периода за счет увеличения латерального базального ядра миндалины связано с повышением функциональной значимости этого филогенетически сравнительно нового ядра, тесно связанного с корковыми формациями мозга.

Полученные результаты показывают, что в увеличении размеров МТ в постнатальном онтогенезе первостепенную роль играют его филогенетически молодые структуры.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: А. В. А., Л. Б. К.

Сбор и обработка материала: А. В. А.

Анализ и интерпретация данных: Л. Б. К.

Написание текста: А. В. А., Л. Б. К.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акмаев И.Г., Калимуллина Л.Б. Миндалевидный комплекс мозга: функциональная морфология и нейроэндокринология. М.: Наука, 1993 [Akmaev I.G., Kalimullina L.B. Amygdaloid complex of the brain: functional morphology and neuroendocrinology. Moscow: Nauka, 1993. In Russ.].
2. Akhmadeev A.V., Kalimullina L.B. A New Concept of Paleoamygdala Substrate // J. Evolution. Biochem. Physiol. 2014. Vol. 50, № 3. P. 263–271. doi: 10.1134/S0022093014030090.
3. Kalimullina L.B., Kalkamanov Kh.A., Akhmadeev A.V., Zakharov V.P., Sharafullin I.F. Structural bases for neurophysiological investigations of amygdaloid complex of the brain // Sci. Rep. 5. 2015. Article number 17052. doi: 10.1038/srep17052.
4. Likhtik E. Prefrontal control of the amygdala // J. Neurosci. 2015. Vol. 25, № 32. P. 7429–7437.
5. Mouly A.M., Di Scala G. Entorhinal cortex stimulation modulates amygdala and piriform cortex responses to olfactory bulb inputs in the rat // Neuroscience. 2006. Vol. 137, № 4. P. 1131–1141.

Поступила в редакцию 21.11.2018

THE STRUCTURAL TRANSFORMATION OF PALEOAMYGDALA DURING THE POSTNATAL ONTOGENESIS IN RATS

A. V. Akhmadeyev, L. B. Kalimullina

Objective — to perform a comparative analysis of the characteristics of microstructures of phylogenetically diverse rat amygdala formations at various time points of the early juvenile period.

Material and methods. The work was performed on 40 Wistar rats. The brain was examined on 21-, 24-, 28- and 31 day of the postnatal period (for each time point, material was obtained from 5 males and 5 females). The specific surface areas of paleoamygdala and basolateral amygdaloid nucleus were calculated on the paraffin frontal sections (20 μm thick) stained with cresyl violet according to the Nissl method. Comparison of the quantita-

tive data for various age groups was carried out by ϕ method or using the parametric statistical approaches.

Results. In rats, no changes in the specific surface area of rat basolateral amygdaloid nucleus (a phylogenetically new structure) and amygdala were observed from 21 to 28 days of the postnatal period. However, it was increased by the end of the early juvenile period, between Days 28 and 31 of postnatal ontogenesis. The paleoamygdala specific surface area remained unchanged during the early juvenile period.

Conclusions. The increase in the rat amygdala size during the postnatal ontogenesis is due to the progressive development of its phylogenetically young structures that have strong connections with the neocortex.

Key words: *corpus amygdaloideum, paleoamygdala, lateral amygdaloid nucleus, postnatal ontogenesis*

Department of Ecology and Life Safety, Bashkir State University, 32 Zaki Validi St., Ufa 450076