

УДК 611.813.14.018:599.323.4

ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ДЕНДРОАРХИТЕКТОНИКЕ НЕЙРОНОВ ЗАДНЕГО КОРТИКАЛЬНОГО ЯДРА МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА МОЗГА

Ахмадеев А.В., Калимуллина Л.Б.

*Кафедра морфологии и физиологии человека и животных Башкирского
государственного университета, Уфа*

Впервые с использованием метода Гольджи выявлены половые различия в дендроархитектонике нейронов заднего кортикального ядра МТ мозга половозрелых крыс. Показано, что длинноаксонные редковетвистые нейроны у самцов имеют большее число первичных дендритов, а длинноаксонные густоветвистые нейроны обладают большей общей длиной дендритов у самок.

Введение. Вовлеченность миндалевидного комплекса (МК) в процесс половой дифференциации мозга показана на основании результатов морфометрических гистофизиологических и биохимических характеристик, проведенных в условиях различных экспериментов.[1]. Участие МК в этом процессе находит отражение в формировании на его территории ряда зон полового диморфизма (ЗПД). Показано, что заднее кортикальное ядро (Сор) больше по площади у самцов, и его нейроны имеют больший объем клеточного ядра по сравнению с самками крыс, реагируют изменением кариволюметрических показателей на гонадэктомию, а также на циклические колебания уровней половых стероидов в динамике эстрального цикла. Однако вопрос – существуют ли явления полового диморфизма (ПД) в нейронной организации этого ядра – остается неисследованным.

Целью работы являлось выявление половых различий в дендроархитектонике нейронов Сор.

Материал и методы. Исследования проведены на 30 половозрелых крысах линии Вистар, содержащихся в идентичных условиях вивария при свободном доступе к еде и воде. Все животные (15 самок, 15 самцов) были умерщвлены в возрасте 9 месяцев с соблюдением всех правил работы с лабораторными животными. Фронтальные срезы толщиной 100 мкм были обработаны по методу Гольджи и заключены в канадский бальзам. Идентификация нейронов проведена на основании классификации [4]. На рисунках нейронов Сор, выполненных при увеличении 200 раз, подсчитывали число первичных дендритов, число свободных концов всех дендритов нейрона, число всех точек ветвления дендритов нейрона, измеряли общую длину дендритов нейрона, площадь дендритного поля, длину самого длинного дендрита и подсчитывали на нем число свободных концов и число точек ветвления. Также

измеряли длину самого разветвленного дендрита и подсчитывали его число свободных концов и число точек ветвления. У всех нейронов определяли суммарную величину длины всех концевых веточек дендритов. Использовали и ряд произвольных параметров: соотношение числа свободных концов дендритов нейрона к числу первичных дендритов, соотношение числа свободных концов дендритов нейрона к числу точек ветвления дендритов нейрона и соотношение числа свободных концов дендритов нейрона к величине площади дендритного поля. Величины выражали в условных единицах, полученных при работе с курвиметром и планиметром. Статистическую обработку выполняли с использованием пакета программ «Statistica 5.1».

Результаты исследования. Регистрация описательных и количественных характеристик дендритов проведена отдельно для длинноаксонных редковетвистых и длинноаксонных густоветвистых нейронов.

Анализ представительства длинноаксонных редковетвистых нейронов в составе Сор у самцов и самок крыс показал, что выявились все основные типы клеток: нейробластоформные, короткодендритные и ретикулярные. Однако их соотношение имеет половые различия: так у самцов оно выражается отношением 17:50:33 (где число соответствующих клеток, указанных выше в определенном порядке, выражен в процентах), а у самок как 18:41:41. Таким образом, почти при равном представительстве нейробластоформных нейронов у крыс разного пола, у самцов больше короткодендритных нейронов по сравнению с ретикулярными.

Результаты анализа количественных характеристик дендритов длинноаксонных редковетвистых нейронов Сор показали, что сравнение этих данных по самцам и самкам крыс с использованием критерия Стьюдента выявляет высоко

значимые различия по числу первичных дендритов – их больше у самцов ($p < 0,001$).

Подавляющее большинство длинноаксонных густоветвистых нейронов, выявлявшихся в Сор у всех групп животных были подкорковыми кустовидными, для которых характерно ветвление дендритов на небольшом расстоянии от тела клетки. Визуальный анализ рисунков нейронов Сор не обнаружил каких-либо особенностей их дендритов у самцов и самок крыс, однако, критерий Стьюдента показал, что нейроны этого ядра у самок крыс имеют большую общую длину ($p < 0,01$). И использованные в работе производные параметры оказались малоинформативными.

Обсуждение полученных данных. Заднее кортикальное ядро (Сор), входящее в состав заднего отдела МТ, по своим конструктивным особенностям является межуточной формацией и в его составе различают поверхностную бесклеточную зону и глубокую клеточную зону с дифференциацией на медиальную и латеральную части [2]. Предполагается, что Сор участвует в обеспечении связей заднего отдела МТ с его передним отделом, определяя взаимодействие нейроэндокринных центров МТ [1]. Все вышеизложенное объясняет обоснованность проведенного исследования.

Исследования, посвященные изучению половых различий в нейронной организации структур головного мозга, единичны. Известно, что они имеют место у крыс в преоптической области [6], нейронах зубчатой фасции гиппокампа [7], а также в секс-диморфном ядре у канареек [11], вентромедиальном и аркуатном ядрах гипоталамической области [8]. Показано, что половые различия в нейронной организации в преоптической области у крыс проявляются между вторым и третьим днем раннего постнатального онтогенеза [6], т.е. в периоде ПДМ. Подобных сведений по МТ нет.

Отчетливое влияние андрогенов на рост дендритов исследовано в культуре ткани [10]. Показано, что половые стероиды способны вызывать экспрессию генов, влияя на энхансеры [5,9].

Известно, что дендриты являются наиболее лабильной и изменчивой частью нейрона, обеспечивающей максимальные возможности для осуществления межнейрональных взаимодействий [3]. В процессе исторического развития организмов, если иметь в виду особенности дендритного древа нейронов, формируется два основных типа клеток – длинноаксонные редковетвистые и длинноаксонные густоветвистые нейроны [4]. Изучение их локализации в различных отделах центральной нервной системы у разных представителей позвоночных позволило Т.А.Леонтович (1978) сформулировать учение о

редковетвистой (РНС) и густоветвистой нейронной системах (ГНС) и показать, что увеличение доли ГНС, имеющее место в прогрессивной эволюции млекопитающих, не приводит к исчезновению редковетвистых длинноаксонных нейронов, и они сохраняются в виде рассеянных элементов даже в формациях новой коры. Автор объясняет этот феномен функциональными особенностями длинноаксонных густоветвистых и длинноаксонных редковетвистых нейронов, а именно участием первых в аналитико-синтетической работе нервных центров и включением вторых в обеспечение эфферентных влияний на другие центры. Исходя из этого, анализ их представительства и характеризующих их количественных характеристик должен проводиться отдельно.

Все три класса длинноаксонных редковетвистых нейронов – нейробластоформные, короткодендритные и ретикулярные – имеют четкие дифференцировочные критерии и легко распознаются в препаратах. Они были выявлены на территории Сор как у самок, так и у самцов крыс. Однако, соотношение короткодендритных и ретикулярных нейронов было изменено у самцов и самок крыс, и это требует осторожной интерпретации, т.к. метод Гольджи выявляет лишь небольшую часть клеток. Однако, стандартные условия, имевшие место при обработке материала обеих групп животных, позволяют отметить этот факт.

Результаты сравнительного анализа количественных характеристик длинноаксонных редковетвистых нейронов у самок и самцов крыс показали, что нейроны этого типа у самцов имеют большее число первичных дендритов.

Длинноаксонные густоветвистые нейроны Сор носят характер подкорковых кустовидных нейронов и визуально в них невозможно отметить каких-либо особенностей, связанных с фактором пола. Статобработка результатов анализа количественных характеристик дендритов, однако, выявляет, что общая длина дендритов нейронов значимо больше у самок крыс ($p < 0,01$). Отмеченное удлинение дендритов нейронов Сор в целом не столь велико и не сопровождается увеличением площади дендритного поля..

Обобщая полученные результаты, нельзя не акцентировать внимания на различиях, отчетливо проявившихся в реакции дендритов двух типов длинноаксонных нейронов. У густоветвистых нейронов характеристики дендритов меняются в своем количественном выражении, у редковетвистых – носят качественный характер, т.к. увеличивается число первичных дендритов, сопровождаемое изменением поверхности клетки. Можно высказать предположение, что экспрес-

сия генов, несомненно имеющая место в основе этих процессов – удлинении дендритов или образовании новых дендритов под влиянием андрогена – осуществлялась с участием разных генов, приводя к различным эффектам, следовательно, два типа длинноаксонных нейронов – редковетвистые и густоветвистые – могут иметь различные генетические программы, определяющие формирование дендритов. Если встать на эту позицию, то легко объяснить и имеющиеся у них особенности функций, а также то, что на протяжении эволюции нервной системы, когда необходимость в повышении интегративных способностей нейронов в связи с усложнением организмов возрастает, имеет место сохранение редковетвистых нейронов. Имеют ли высказанные предположения под собой почву, должны показать дальнейшие исследования.

Работа поддержана грантом Минобразования РФ PD 02-1.4-93.

Литература

1. Акмаев И.Г., Калимуллина Л.Б. Миндалевидный комплекс мозга: функциональная морфология и нейроэндокринология. М., Наука, 1993. 272 С.
2. Ахмадеев А.В., Калимуллина Л.Б. Морфология, 2000, т.117, вып.5, с.19.
3. Косицын Н.С. Микроструктура дендритов и аксодендритных связей в центральной нервной системе. М., Наука, 1976. 198 С.
4. Леонтович Т.А. Нейронная организация подкорковых образований переднего мозга. М., Медицина, 1978. 384 С.
5. Fannon S.A., Vidaver R.M., Marts S.A. action. J.Appl.Physiol., 2001, v.91, N.4, p.1854.
6. Hammer R.P., Jacobson C.D. Intern. J. Develop. Neurosci., 1984, v.2, N.1, p. 77.
7. Juraska J.M., Fitsh J., Henderson C., Rivers N. Brain Res., 1985, v.333, N.1, p. 73.
8. Mong J.A., Glaser E., McCarthy M.M. J.Neurosci., 1999, v.19, N.4, p. 1464
9. Scarlett C.O., Robins D.M. Mol. Endocrinol., 1995, v.9, N.4, p. 413
10. Toran-Allerand C.D. Amer. Zool., 1978, v. 18, p.553.
11. Voogd T. De, Nottebohm F. Science, 1981, v. 214, N. 4517, p.202.

Sex differences of dendroarchitectonics of the Amygdala posterior cortical nucleus

Akhmadeev A.V., Kalimullina L.B.

Sex differences in the neuron dendroarchitectonics of the amygdala posterior cortical nucleus of sexually mature rats were first revealed using the Golgi method. Long-axon sparse-branched neurons in male rats are shown to possess larger number of primary dendrites, while female rates have long-axon dense-branched neurons with greater whole length dendrites.