

О.А. Любашина, А.А. Дорофеева, Е.Б. Плужниченко и С.С. Пантелеев

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЯДРА МИНДАЛЕВИДНОГО ТЕЛА, ПРОЕЦИРУЮЩИХСЯ НА ОБЛАСТЬ ПАРАВЕНТРИКУЛЯРНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА

Лаборатория кортико-висцеральной физиологии (зав. — д-р биол. наук С.С. Пантелеев) Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

Целью экспериментов, выполненных на крысах с использованием техники ретроградного аксонального транспорта пероксидазы хрена, являлась идентификация клеток отдельных подъядер центрального ядра миндалевидного тела (ЦЯМТ), иннервирующих область паравентрикулярного ядра гипоталамуса. Меченые клетки были обнаружены в ипсилатеральном ЦЯМТ на всем его rostro-каудальном протяжении. Наибольшее число меченых нейронов было выявлено в средней трети ядра в области, соответствующей интермедиальному подъядру ЦЯМТ. Единичные клетки располагались в медиальном и латеральном подъядрах ЦЯМТ. Меченые нейроны интермедиального подъядра были представлены овальными клетками или клетками неопределенной формы.

Ключевые слова: миндалевидное тело, центральное ядро, гипоталамус, паравентрикулярное ядро, пероксидаза хрена.

Одним из важнейших путей, обеспечивающих участие миндалевидного тела (МТ) в формировании эндокринных и висцеральных компонентов эмоционально окрашенных поведенческих реакций, являются проекции его центрального ядра на область паравентрикулярного ядра гипоталамуса. Данные ряда нейроанатомических исследований свидетельствуют о том, что основным источником этих проекций является медиальная часть центрального ядра [3, 4]. Однако эти сведения получены с помощью нейронального транспорта антероградных маркеров и не позволяют судить о точной локализации клеток, формирующих указанные амигдалогипоталамические связи. Кроме того, по современным представлениям, центральное ядро МТ является сложным, неоднородным образованием, традиционное деление которого на медиальную и латеральную части не отражает все особенности его структурно-функциональной организации. В последнее время, на основании данных о цитоархитектонике, нейрохимической организации и интраамигдаларных связях различных частей центрального ядра, в его пределах выделяют медиальное, интермедиальное, латеральное и капсулярное подъядра [5]. Учитывая это, можно полагать, что отдельные подъядра центрального ядра по-разному участвуют в формировании его связей с гипоталамусом. Однако каких-либо сведений по этому вопросу в литературе мы не обнаружили. В связи с этим цель

данного исследования — идентификация клеток отдельных подъядер центрального ядра, являющихся источниками проекций на область паравентрикулярного ядра гипоталамуса.

Материал и методы. Опыты выполнены в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ № 755 от 12. 08. 1977 г. МЗ СССР) на 5 наркотизированных уретаном (1,5 г/кг, внутривенно) самцах крыс линии Вистар массой 280–330 г. Животным в область правого паравентрикулярного ядра гипоталамуса через стеклянную микропипетку (диаметром кончика 15–20 мкм) при помощи стереотаксической установки [1] осуществляли пневмоинъекцию 200 нл 20% раствора пероксидазы хрена (HRP VI, RZ>3,0, Sigma, США). Координаты введения маркера составляли: 1,7 мм каудальнее брегмы, 0,8 мм латеральнее средней линии, глубина от уровня брегмы — 7,8 мм. Через 48 ч животных повторно наркотизировали и транскраниально перфузировали изотоническим раствором натрия хлорида, а затем — фиксирующей смесью, содержащей 1% раствор параформальдегида и 1,25% раствор глутаральдегида на 0,1 N фосфатном буфере (pH 7,4). После перфузии блоки мозга помещали на 12 ч в 30% раствор сахарозы на фосфатном буфере (температура 4 °C, pH 7,4). При помощи замораживающего микротомы изготавливали фронтальные серийные срезы через области паравентрикулярного ядра гипоталамуса и центрального ядра МТ толщиной 50 мкм. Каждый 4-й срез обрабатывали по методике М.-М. Mesulam [2] для выявления нейронов, содержащих пероксидазу хрена. Предыдущий срез окрашивали крезильным фиолетовым по Нисслю для точной идентификации границ исследуемых структур. С помощью светового микроскопа (JENAMED 2, Германия) и программы анализа

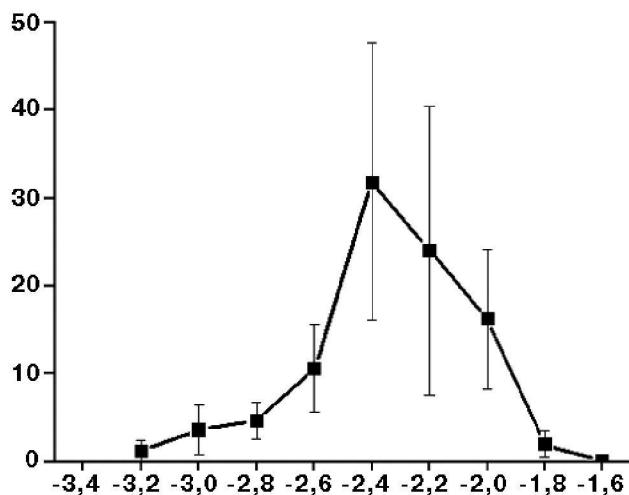


Рис. 1. Распределение числа ретроградно меченных нейронов в центральном ядре миндалевидного тела крысы.

По оси абсцисс — rostro-каудальные уровни срезов мозга относительно брегмы; по оси ординат — число меченых клеток на срезе; вертикальные отрезки — значения стандартной ошибки.

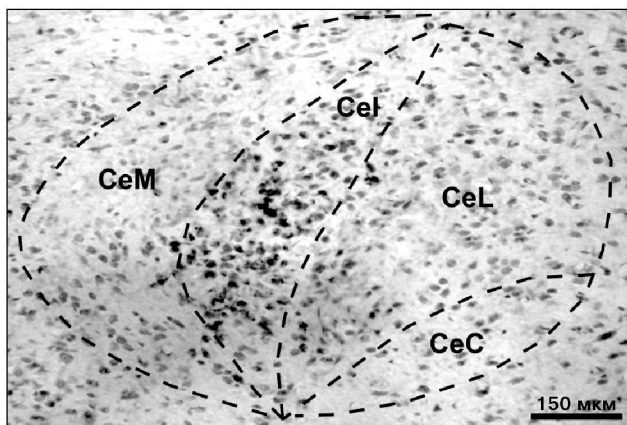


Рис. 2. Фронтальный срез мозга крысы через область центрального ядра миндалевидного тела с мечеными нейронами на уровне 2,2 каудальнее брегмы.

CeM — медиальное; CeI — интермедиальное; CeL — латеральное; CeC — капсулярное подъядро центрального ядра.

изображений Image J (НИН, США) у всех животных на каждом срезе, обработанном по М.-М. Mesulam, подсчитывали в центральном ядре МТ количество меченых нейронов и измеряли большой и малый диаметры их тел и площади сечения.

Результаты исследования. Во всех опытах область инъекции пероксидазы хрена включала в себя медиальную мелкоклеточную и латеральную крупноклеточную части паравентрикулярного ядра гипоталамуса, дорсальную часть передней гипоталамической и дорсомедиальную часть латеральной гипоталамической областей. При этом фокус максимальной концентрации при

инъекции пероксидазы хрена наблюдался в пределах средней и каудальной частей паравентрикулярного ядра гипоталамуса.

Меченые клетки были обнаружены в ипсилатеральном центральном ядре МТ на всем его rostro-каудальном протяжении (рис. 1). Общее количество меченых нейронов варьировало в зависимости от животного от 27 до 248, что составляло в среднем 94 ± 41 клеток. При этом наибольшее число меченых нейронов ($84 \pm 6\%$ от общего числа клеток) было выявлено в средней трети ядра в области, соответствующей интермедиальному подъядру центрального ядра (рис. 2). Единичные клетки располагались в медиальном и латеральном подъядрах центрального ядра МТ. Меченые нейроны интермедиального подъядра были представлены овальными клетками или клетками неопределенной формы, площадь сечения на срезах, большой и малый диаметры которых составляли $42,5 \pm 2,2$ мкм², $9,6 \pm 0,4$ и $5,20 \pm 0,20$ мкм соответственно.

Обсуждение полученных данных. Проведенные нами исследования позволили впервые установить, что проекции центрального ядра МТ на область паравентрикулярного ядра гипоталамуса формируются не всей медиальной частью этого ядра, как об этом сообщалось ранее [3, 4], а локальной группой клеток, расположенной в интермедиальном подъядре. В наших опытах область инъекции ретроградного маркера была достаточно обширной и включала в себя прилежащую к паравентрикулярному ядру ростральную часть латеральной гипоталамической области, которая, как известно [3], также получает значительное число входов от центрального ядра МТ. Вместе с тем, нам не удалось обнаружить большого количества меченых нейронов в других подъядрах центрального ядра. Этот факт свидетельствует о том, что интермедиальное подъядро центрального ядра МТ, по-видимому, играет ведущую роль не только в формировании проекций на клетки паравентрикулярного ядра гипоталамуса, но и в образовании связей с ростральной частью латеральной гипоталамической области.

Таким образом, основным источником проекций центрального ядра МТ на область паравентрикулярного ядра гипоталамуса являются клетки его интермедиального подъядра. Ведущая роль последнего в формировании амигдалогипоталамических входов может являться еще одним критерием для выделения этого подъядра в качестве

самостоятельного структурно-функционального подразделения центрального ядра МТ [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.Г. Установка для микроинъекции растворов биологически активных веществ в структуры мозга. Физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 1995, т. 81, № 5, с. 137–141.
2. Mesulam M.-M. Tetramethylbenzidine for horseradish peroxidase neurohistochemistry: a non-carcinogenic blue reaction product with superior sensitivity for visualizing neural afferents and efferents. J. Histochem. Cytochem., 1978, v. 26, № 2, p. 106–117.
3. Petrovich G.D., Canteras N.S. and Swanson L.W. Combinatorial amygdalar inputs to hippocampal domains and hypothalamic behavior systems. Brain Res. Brain Res. Rev., 2001, v. 38, № 1–2, p. 247–289.
4. Prewitt C.M. and Herman J.P. Anatomical interactions between the central amygdaloid nucleus and the hypothalamic paraventricular nucleus of the rat: a dual tract-tracing analysis. J. Chem. Neuroanat., 1998, v. 15, № 3, p. 173–185.
5. Jolkkonen E. and Pitkanen A. Intrinsic connections of the rat amygdaloid complex: projections originating in the central nucleus. J. Comp. Neurol., 1998, v. 395, № 1, p. 53–72.

Поступила в редакцию 05.12.07

LOCALIZATION OF THE NEURONS OF THE AMYGDALA CENTRAL NUCLEUS PROJECTING TO THE HYPOTHALAMIC PARAVENTRICULAR NUCLEUS AREA

O.A. Liubashina, A.A. Dorofeyeva, Ye.B. Pluzhnichenko and S.S. Panteleyev

The aim of this study was to identify, using retrograde axonal transport of horseradish peroxidase in rats, the cells, within distinct divisions of the amygdala central nucleus, innervating hypothalamic paraventricular nucleus area. The labeled cells were found in the ipsilateral amygdala central nucleus in the whole of its rostro-caudal extension. The maximal number of labeled neurons was detected in the middle third of the nucleus, corresponding to the intermediate subnucleus of the central nucleus. Single cells were located in the medial and the lateral subnuclei of the amygdala central nucleus. Labeled neurons of the intermediate subnucleus were represented by the oval cells or the cells of an indefinite form.

Key words: *amygdala, central nucleus, hypothalamus, paraventricular nucleus, horseradish peroxidase.*

Laboratory of Cortico-Visceral Physiology, RAS I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg.