

УДК 612.822.3+612.825

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19

## ИЗМЕНЕНИЯ В НЕЙРОНАХ И ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ ГИППОКАМПА В УСЛОВИЯХ РАЗРУШЕНИЯ ДОРСАЛЬНОГО АМИГДАЛОФУГАЛЬНОГО ПУТИ

**Багирова Р.М.**

*Азербайджанская государственная академия физической культуры и спорта  
Az1110, Баку, ул. Ф. Хойски 34, Республика Азербайджан*

**Аннотация.** С целью выяснения причин блокады гиппокампальной активности после электролитического повреждения дорсального амигдалофугального пути, проводились морфологические исследования в нейронах и глиальных клетках структур септо-гиппокампальной системы. Морфологические исследования методом Ниссля показали, что длительная депрессия электрической активности гиппокампа, перегородки и зубчатой извилины после повреждения дорсального амигдалофугального пути является результатом глубоких дегенеративных изменений в нейронах и глиальных клетках исследуемых структур.

**Ключевые слова:** гиппокампальный тета-ритм, дорсальный и вентральный амигдалофугальные пути, морфология клеток нервной ткани.

## CHANGES IN HIPPOCAMPAL NEURONS AND GLIAL CELLS UNDER DESTRUCTION OF DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY

**R. Bagirova**

*Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sports  
Az1110, Baku, F.Xoyski st. 34, Azerbaijan Republic*

**Abstract.** In order to reveal the reasons for the hippocampal activity blockade after electrolytic damage of the dorsal amygdalofugal pathway, we have studied the morphological changes in neurons of the septo-hippocampal system before and after the damage. Morphology investigation by the Nissl method has shown that long-term depression of the electric activity of hippocampus, septum and dentate gyrus after the damage of the dorsal amygdalofugal pathway is the result of the profound morphological changes in the neurons and glial cells of the studied structures.

**Key words:** hippocampal theta rhythm, dorsal and ventral amygdalofugal pathway, destruction, morphological changes.

Генезу гиппокампального тета-ритма посвящено значительное количество работ. Немаловажное значение в механизмах формирования этой активности отводится стволово-диэнцефальным структурам мозга, а центральная роль принадлежит медиальным ядрам септума [3; 15]. В наших предыдущих исследованиях была показана полная и необратимая блокада гиппокампальной

активности после разрушения дорсального амигдалофугального пути [6]. Необратимость наблюдаемого эффекта позволяет нам предположить, что блокада ЭЭГ, по-видимому, связана с понижением возбудимости гиппокампальных нейронов.

Характерной особенностью всех нейронов является присутствие в цитоплазме специфического вещества Ниссля, являющегося важным морфологическим показателем морфо-функциональной деятельности нейрона. Данные об изменениях структуры клеточного тела нейронов, формы и распределения в них вещества Ниссля и ответ на разные воздействия известны давно [4; 7; 13]. Но в последнее время появились сообщения о связи формы агрегации вещества Ниссля с потоками афферентной импульсации, поступающей по специфическим путям и соответствующим нейронным ансамблям, ответственным за первичное восприятие возбуждения [9].

Учитывая вышеизложенное, а также с целью выявления причин необратимой блокады гиппокампальной активности, в настоящей работе исследовались морфологические изменения в нейронах и глиальных клетках гиппокампа, зубчатой фасции и септума до и после электролитического разрушения дорсального амигдалофугального пути.

### Материал и методика

Эксперименты проводились на 10 кроликах породы шиншилла весом 2,5–3 кг. Мозг контрольных и экспериментальных животных целиком фиксировали в жидкости Карнуа, проводили по спиртам восходящей крепости и заливали в парафин. Получен-

ные на микротоме фронтальные срезы толщиной 10 мкм окрашивали 0,1 % раствором крезил-виолета. После обработки спиртом срезы просветляли в ксилоле, а затем заключали в балзам. Полученные препараты исследовались в световом микроскопе фирмы «Ампливал».

Электролитическое разрушение дорсального амигдалофугального пути (ДАП) производили с помощью электродов, имплантированных под нембуталовым наркозом (40 мг/кг) в прекомиссуральную область согласно атласам Фифковой, Маршала [5] силой тока до 0,7 мА в течении 15–25 сек.

### Результаты

При исследовании препаратов, полученных от контрольных животных, было отмечено, что нейроны и глиальные клетки гиппокампа насыщены интенсивно окрашенным нислевским веществом. В первом слое полей CA<sub>1</sub> и CA<sub>3</sub> присутствуют, в основном, мелко-клеточные нейроны. Тигроидное вещество представлено в периферической части цитоплазмы, ядро светлое. Более крупные нейроны расположены во втором слое. Олигодендроциты более интенсивно окрашены, чем астроциты. В третьем слое выявляются хорошо выраженные единичные крупные пирамидные нейроны, ядро в них занимает большую часть площади, апикальный дендрит четко выражен, а в его области тигроид находится в виде крупных глыбков. В нейронах нет структурных изменений, по виду они спокойные и не раздражены (рис. 1–А,Б).

Зубчатая фасция представляет собой одиночный слой, состоящий из плотно расположенных округлых гранулярных клеток. В зубчатой фасции,

в основном, имеются четко выраженные волокна и нейроны, преимущественно мелкие, овальной формы, но имеются и единичные крупные нейроны. В контрольных препаратах тигроидное вещество имеет вид глыбок в виде мелких зерен темно-фиолетового цвета. Нейроны насыщены веществом Ниссля, которое равномерно распределено по всей цитоплазме,

наиболее отчетливо оно выражено в крупных ромбовидных образованиях, разделенных светлыми участками цитоплазмы. В более мелких клетках это вещество представлено в виде мелких зерен, диффузно распределенных по всей цитоплазме. Глиальные клетки окрашены интенсивно. В том месте, где четко выражена фасция, нейроны веретенообразной формы (рис. 1-В).

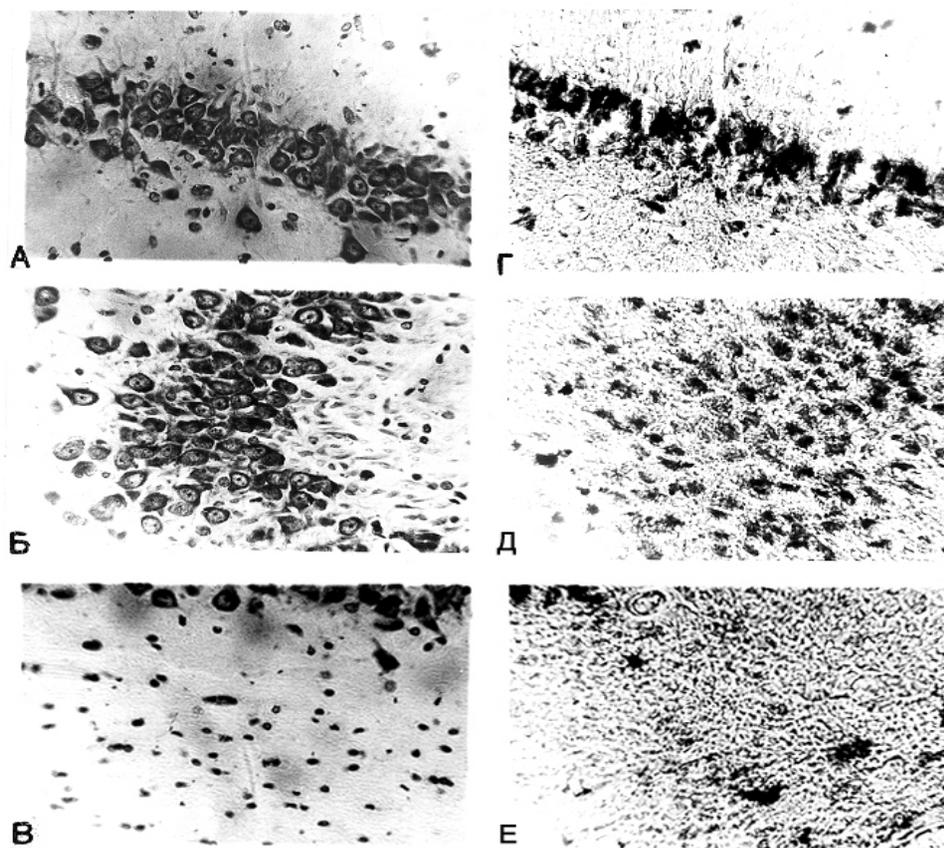


Рис. 1. Состояние вещества Ниссля в нейронах и глии дорсального гиппокампа и зубчатой фасции до и после разрушения ДАП. А,Б,В – поля  $CA_1$  и  $CA_3$  дорсального гиппокампа и зубчатая фасция до; Г,Д,Е – после разрушения ДАП, соответственно. Увеличение об. 40х ок.7

Нейронный состав медиального ядра септума у контрольных животных представлен собранными в отдельные скопления средними и

крупными мультиполярными и веретенообразными нейронами, а также мелкими овальной формы вставочными нейронами. Мультиполярные клет-

ки этого ядра относят к ретикулярному типу – с идущими во все стороны от тела клетки толстыми дихотомически ветвящимися дендритами и аксонами.

Малые клетки часто контактируют со средними и большими, образуя преимущественно аксодендритные контакты (рис. 2-А).

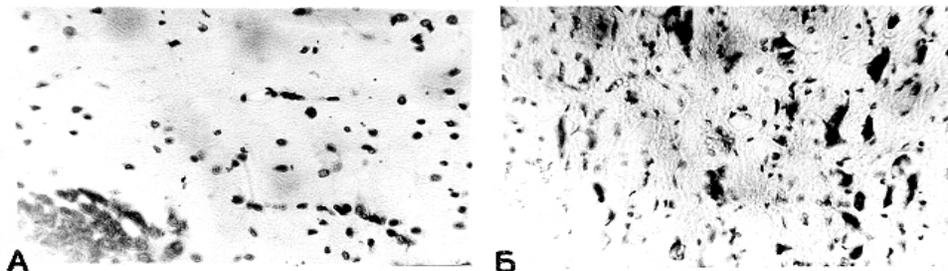


Рис. 2. Состояние вещества Ниссля в нейронах и глии медиального ядра септума до и после разрушения ДАП. А – медиальное ядро септума до; Б – после разрушения ДАП, соответственно. Увеличение об. 40х ок.7.

Микроскопирование препаратов экспериментальных животных показало выраженные морфологические изменения в нейронах гиппокампа. В нейронах полей  $CA_1$  и  $CA_3$  отмечаются следы тигроида, пирамидные нейроны сильно окрашены – гиперхроматоз, тело их сморщено, апикальные дендриты отечные, отмечается зернистая дистрофия. Во всех полях гиппокампа отмечается просветление клеточного тела – лизис нислевского вещества, с ярко выраженным отеком апикального дендрита. Отдельные нейроны характеризовались гиперкариохромией с уменьшением объема ядра. В других отмечалось утолщение ядерной оболочки. Все эти изменения были характерны для пирамидных клеток. Глиальные клетки при этом характеризовались просветлением клеточного тела и его отечностью – в цитоплазме некоторых из них наблюдались светлые вакуоли. В полях  $CA_1$  и  $CA_3$  корзинчатые клетки, в отличие от пирамидных, меньше страдают, так

как они являются тормозными нейронами и потому интенсивность тигроида сохранена (рис. 1-Г, Д).

Нейроны зубчатой фасции после разрушения ДАП хоть и сохранили интенсивность окрашивания, но они сморщены. Глиальные клетки окрашены неравномерно. Структура нислевского вещества нарушена. В проводящих путях отмечается отечность, в некоторых нейронах появляются вакуоли, т. е. в ядрах наблюдается перераспределение тигроида к периферии ядра (рис. 1-Е). В медиальном септуме наблюдаются выраженные гидропические изменения в мультиполярных нейронах (рис. 2-Б).

### Обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что повреждение ДАП приводит к глубоким морфологическим изменениям в нервных и глиальных клетках гиппокампа, зубчатой фасции и септума. По-видимому это связано со снижением потока аф-

ферентации из подкорковых структур мозга. По выражению Ниссля [14] эти изменения являются эффектом «первичного раздражения» нервных клеток, воспринимающих поток афферентных импульсаций, что отражает повышенную функциональную активность. Согласно полученным данным, после разрушения ДАП появляются дистрофические изменения в исследуемых структурах мозга: уменьшение количества вещества Ниссля, хроматоллиз, деформация ядра, эксцентричное расположение ядра и ядрышка, набухание и сморщивание нейронов, гидропические изменения с выраженной вакуолизацией цитоплазмы. Следовательно исследуемые структуры мозга чувствительны к недостатку потока афферентной импульсации из подкорковых структур мозга. Это положение хорошо согласуется с данными ряда морфологических и электрофизиологических исследований, относительно тесной связи гиппокампа, зубчатой фасции и септума с лимбическими образованиями головного мозга [10].

Как известно, нервная ткань отличается выраженной неоднородностью клеточного состава, причем основной ее объем образуют не нервные, а глиальные клетки, которым отведена определенная роль в реакции нервной системы на функциональное воздействие. В последнее время высказывается мнение, что нейроглия, помимо трофиче-

ской и опорной функции, принимает участие в передаче нервных импульсов [11; 12]. Правильность этого положения подтверждается и в наших экспериментах, где было установлено изменение качества нейроглии после разрушения дорсального амигдалофугального пути. Описанные в наших исследованиях морфоструктурные изменения гиппокампа, зубчатой фасции и септума сопровождалось активным увеличением в этих структурах мозга числа сателлитарной нейроглии и ее сближение с такими нейронами. Реакция активации нейроглии здесь, по-видимому, связана с повышением адаптивно-компенсаторной функции глиальных клеток [1] и указывает на важную роль нейроглии в обеспечении функциональной и метаболической активности нейронов гиппокампа, зубчатой фасции и септума в условиях дефицита афферентации после разрушения ДАП. Такое состояние морфологических признаков нервных клеток ряд авторов [8] связывает с повышением функциональной деятельности нейроглии.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о глубоких морфологических изменениях в нейронах и глиальных клетках различных полей гиппокампа, зубчатой фасции и септума, что отражается в понижении возбудимости нейронов этих структур мозга после произведенного разрушения ДАП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская М.М. Нормальная морфология олигодендроглии // Общая физиология нервной системы (руководство по физиологии). Л.: Наука, 1979. С. 542–544.
2. Белоусов А.Б., Виноградова О.С. Моделирование регуляции тета-ритма возрастающим афферентным притоком на септальных срезах *in vitro* // Журнал высшей нервной деятельности. 1969. Т. 39 (№ 5). С. 924–937.
3. Бражник Е.С., Виноградова О.С. Влияние полной базальной подрезки септума на активность ее нейронов // Журнал высшей нервной деятельности. 1980. Т. 30 (№ 1). С. 141–149.

4. Бродский В.Я. Трофика клетки. М.: Наука, 1966. 355 с.
5. Буреш Я., Петрань М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. 456 с.
6. Гасанов Г.Г., Касимов А.Э., Багирова Р.М. Вклад миндалины и гипоталамуса в формирование тета-активности гиппокампа // Биологические науки. 1989. № 3. С. 1–55.
7. Жаботинский Ю.М. Нормальная и патологическая морфология нейрона. Л.: Медицина, 1965. 323 с.
8. Загускин С.Д., Каминский И.И. Зависимость импульсной реакции механорецепторного нейрона речного рака от исходного функционального состояния и степени агрегации вещества Ниссля // Нейрофизиология. 1978. Том 1 (№ 11). С. 84–91.
9. Ритм перераспределения тигроида в живом нейроне механорецептора рака / С.Д. Загускин, С.Е. Немировский, А.В. Жуковичский и др. // Цитология. 1980. Т. 22 (№ 8). С. 982–937.
10. Фоновая активность нейронов гиппокампа кролика при функциональном выключении структур, регулирующих тета-ритм / В.Ф. Кичигина, Т.А. Кудрина, К.И. Зенченко и др. // Журнал высшей нервной деятельности. 1978. Т. 48 (№ 3). С. 505–514.
11. Ройтбак А.И. Функции нейроглии. Тбилиси: Мецниереба, 1987. 417 с.
12. Galambos R. Intraductory discussion on glial function // Progr. Brain Res. 1965. Vol. 1. P. 267–277.
13. Hyden H., Lange P.W. The specific biochemical correlates to learning processes exist on brain cells // Biology of memory: proceedings of the symposium held at the Biological Research Institute in Tihany, 1 to 4 September, 1969. Budapest: Plenum Press, 1971. P. 69–86.
14. Nissl F. Die Beziehungen der Nervenzell-substanzen zudenthatigen, ruhenden und ermiedeten Zell zustanden // Allg.z.Psychiat. 1933. № 52. P. 1147–1151.
15. Yamano Marico, Liften Paul G.M., Tohyama Masava. Direct synaptic contacts of medial septal efferents with somatostatin immunoreactive neurons in the rat hippocampus // Neurosci. Res. 1989. Suppl. 9. P. 72.

#### REFERENCES

1. Aleksandrovskaya M.M. Normal'naya morfologiya oligodendroglii [Normal morphology of oligodendroglia] Obshchaya fiziologiya nervnoi sistemy (rukovodstvo po fiziologii) [General physiology of the nervous system (a manual of physiology)]. L., Nauka, 1979. pp. 542–544.
2. Belousov A.B., Vinogradova O.S. Modelirovanie regulyatsii teta-ritma vozrastayushchim afferentnym pritokom na septal'nykh srezakh in vitro [Modeling the regulation of theta rhythm by an increasing afferent inflow in septal slices in vitro] // Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti. 1969. Vol. 39 (no. 5). pp. 924–937.
3. Brazhnik E.S., Vinogradova O.S. Vliyanie polnoi bazal'noi podrezki septuma na aktivnost' ee neuronov [Effect of total basal pruning of the septum on the activity of its neurons] // Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti. 1980. Vol. 30 (no. 1). pp. 141–149.
4. Brodskii V.Ya. Trofika kletki [Trophic cells]. M., Nauka, 1966. 355 p.
5. Buresh Ya., Petran' M., Zakhar I. Elektroфизиологические методы исследования. [Electrophysiological methods of investigation]. M.: Izd-vo Inostr. lit., 1962. 456 p.
6. Gasanov G.G., Kasimov A.E., Bagirova R.M. Vklad mindaliny i gipotalamusa v formirovanie teta-aktivnosti gippokampa [The contribution of the amygdala and hypothalamus in the formation theta activity of hippocampus] // Biologicheskie nauki. 1989. no. 3. pp. 1–55.
7. Zhabotinskii Yu.M. Normal'naya i patologicheskaya morfologiya neirona [Normal and pathological morphology of the neuron]. L., Meditsina, 1965. 323 p.
8. Zaguskin S.D., Kaminskii I.I. Zavisimost' impul'snoi reaktzii mekhanoretseptornogo nei-

- rona rechnogo raka ot iskhodnogo funktsional'nogo sostoyaniya i stepeni agregatsii veshchestva Nisslya [The dependence of the impulse response of a mechanoreceptor neuron of crayfish from the initial functional state and degree of aggregation of the substance Nissle] // *Neirofiziolgiya*. 1978. Vo. 1 (no. 11). pp. 84–91.
9. Zaguskin S.D., Nemirovskii S.E., Zhukovitskii A.V. et al. Ritm pereraspredeleniya tigroida v zhivom neirone mekhanoretseptora raka [The rhythm of the redistribution of tigroid in a living mechanoreceptor neuron of crawfish] // *Tsitologiya*. 1980. Vol. 22 (no. 8). pp. 982–937.
  10. Kichigina V.F., Kudrina T.A., Zinchenko K.I., et al. Fonovaya aktivnost' neuronov gippokampa krolika pri funktsional'nom vyklyuchenii struktur, reguliruyushchikh teta-ritm [Background activity of rabbit hippocampal neurons during functional deactivation of the structures that regulate theta rhythm] *Zhurnal vysshei nervnoi deyatelnosti*. 1978 [Journal of higher nervous activity. 1978]. Volume 48. no. 3. pp. 505–514.
  11. Roitbak A.I. Funktsii neiroglii [Functions of glial]. Tbilisi, Metsniereba, 1987. 417 p.
  12. Galambos R. Intraductory discussion on glial function // *Progr. Brain Res*. 1965. Vol. 1. P. 267–277.
  13. Hyden H., Lange P.W. The specific biochemical correlates to learning processes exist on brain cells // *Biology of memory: proceedings of the symposium held at the Biological Research Institute in Tihany, 1 to 4 September, 1969*. Budapest: Plenum Press, 1971. P. 69–86.
  14. Nissl F. Die Beziehungen der Nervenzell-substanzen zudenthatigen, ruhenden und ermiederten Zell zustanden // *Allg.z.Psychiat*. 1933. № 52. P. 1147–1151.
  15. Yamano Marico, Liften Paul G.M., Tohyama Masava. Direct synaptic contacts of medial septal efferents with somatostatin immunoreactive neurons in the rat hippocampus // *Neurosci. Res*. 1989. Suppl. 9. P. 72.

---

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Багирова Рафига Мазахир кызы* – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры нормальной и спортивной физиологии Азербайджанской государственной академии физической культуры и спорта;  
e-mail: azmbi@mail.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*Bagirova Rafiqqa M.* – doctor of biological sciences, professor, professor of the Department of Normal Physiology and Sports of the Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sports;  
e-mail: azmbi@mail.ru

---

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

*Багирова Р.М.* Изменения в нейронах и глиальных клетках гиппокампа в условиях разрушения дорсального амигдалофугального пути // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2016. № 3. С. 13–19.  
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19

#### BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

*R. Bagirova.* Changes in hippocampal neurons and glial cells under destruction of dorsal amygdalofugal pathway // *Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences*. 2016. no 3. Pp. 13–19.  
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19