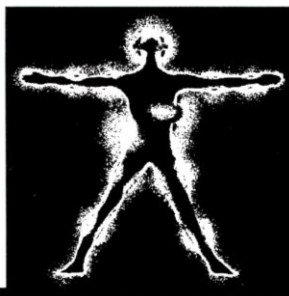


# БИОМЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА



ISSN 1560-4136

## 4' 2015

Выходит с 1998 г.

Включен в перечень ВАК

Главный редактор: академик Ю.В. ГУЛЯЕВ

Редакционная  
коллегия:

Л.П. Андрианова, д.ф.-м.н., проф. О.В. Бецкий (зам. главного редактора), д.т.н., проф. А.Г. Гудков, к.т.н. С.Г. Гуржин, д.т.н., д.ф.-м.н. М. Жадобов (Франция), д.т.н. проф. В.И. Жулев, д.т.н., проф. К.В. Зайченко, д.м.н., проф. В.Ф. Киричук, к.ф.-м.н. В.В. Колесов, к.б.н. Т.И. Котровская, к.ф.-м.н. А.П. Креницкий, д.м.н. А.Ю. Лебедева, д.б.н., проф. Н.Н. Лебедева, д.х.н., проф. А.К. Лященко, д.ф.-м.н., проф. В.Н. Макаров, д.б.н. И.В. Матвейчук, д.т.н., проф. Ю.П. Муха, д.ф.-м.н., проф. Ю.В.Обухов, д.ф.-м.н., проф. Ю.А. Пирогов, д.ф.-м.н., проф. Н.И. Синицын, д.т.н., проф. Л.Т. Сушкова, к.т.н., проф. В.Д. Тупикин, д.т.н. И. Тауфер (Чешская республика), д.ф.-м.н., проф. В.А. Черепенин, к.ф.-м.н. Ю.П. Чукова, д.ф.-м.н., проф. А.Г. Шейн, д.т.н., проф. С.И. Щукин, д.т.н., проф. З.М. Юлдашев

Editor-in-Chief, Academician RAS, Yu.V. GULYAEV

Editorial Board:

L.P. Andrianova, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. O.V. Betskii (Deputy Editor), Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. V.A. Cherepenin, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.G. Gudkov, Dr.Sc. (Med.), Prof. V.F. Kirichuk, Dr.Sc. (Med.) A.Yu. Lebedeva, Dr.Sc. (Biol.), Prof.N.N. Lebedeva, Dr.Sc. (Chem.), Prof. A.K. Lyashchenko, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. V.N. Makarov, Dr.Sc. (Biol.) I.V. Matveichuk, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Yu.P. Mukha, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. Yu.V. Obukhov, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. Yu.A. Pirogov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. S.I. Shchukin, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. A.G. Shein, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. N.I. Sinitsyn, Dr.Sc. (Eng.), Prof. L.T. Sushkova, Dr.Sc. (Eng.), Prof. I. Taufer (Czech Republic), Dr.Sc.(Eng.), Prof. Z.M. Yuldashev, Dr.Sc. (Eng.), Prof. K.V. Zaichenko, Dr.Sc. (Phys.-Math.) M. Zhadobov (France), Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.I. Zhulev, Ph.D. (Phys.-Math.) Yu.P. Chukova, Ph.D. (Eng.) S.G.Gurzhin, Ph.D. (Phys.-Math.) V.V. Kolesov, Ph.D. (Biol.) T.I. Kotrovskaya, Ph.D. (Phys.-Math.) A.P. Krenitskii, Ph.D. (Eng.), Prof. V.D. Tupikin

## Транскрипционная активность гена *c-fos* в головном мозге крыс в задаче пассивного избегания после формирования инструментального пищедобывательного навыка

© Авторы, 2015

© ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2015

**Булава А.И.** – аспирант, лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Институт психологии Российской академии наук (Москва)  
E-mail: [ai.bulava@mail.ru](mailto:ai.bulava@mail.ru)

**Гринченко Ю.В.** - к. м. н., ст. науч. сотрудник, лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Институт психологии Российской академии наук (Москва)  
E-mail: [nyugrink@psychol.ras.ru](mailto:nyugrink@psychol.ras.ru)

- Исследованы закономерности реконсолидации памяти о пищедобывательном навыке в избегательном поведении. В качестве клеточного маркера нейрональной активности был использован непосредственно ранний ген (IEG) *c-fos*. Проанализировано распределение Fos-положительных нейронов среди мозговых структур, специфически связанных с данными видами поведения.  
**Ключевые слова:** реконсолидация, достижение/избегание, нейрогенетические изменения, *c-fos*.
- In the present work we studied the regularities of reconsolidation of food acquisition skills memory in withdrawal behavior. Immediate early gene (IEG) *c-fos* was using as a cellular marker of learning-related neuronal activity. Distribution of *c-Fos* positive neurons among brain structures was analysed.  
**Keywords:** reconsolidation, approach/withdrawal, neurogenetic changes, *c-fos*.

Анализ распределения белкового продукта экспрессии гена *c-fos* показал, что выраженность нейрогенетических изменений при обучении поведению, направленному на достижение (approach), зависит от условий формирования этого поведения [2]. В условиях вынужденного пассивного или активного избегания (withdrawal) в системогенез вовлекаются разные мозговые структуры [1]. Выраженность активности той или иной структуры головного мозга зависит от типа моделируемой стрессовой ситуации.

Для изучения закономерностей реконсолидации памяти о пищедобывательном навыке в избегательном поведении были сформированы две экспериментальные группы животных. Животных (крысы линии *Long-Evans*, самки, 185...220 г) первой группы обучали взаимодействовать с педалью с помощью вибрисс на одной стороне морды («вибриссный» навык). Затем животных этой группы обучали навыку пассивного избегания электрического тока. Через пол установки подавалось напряжение (АС, 50 Гц, 27 V) и отключалось в безопасной зоне. В остальной части клетки напряжение оставалось на заданном уровне ещё в течение пяти секунд. После паузы в десять секунд проба начиналась заново.

Животных второй группы обучали такому же «вибриссному» пищедобывательному навыку, а затем для получения пищи обучали нажимать на другую педаль лапами. Для детального анализа поведения проводился видеомониторинг. Вовлечение мозговых структур в формирование второго, по схеме эксперимента, опыта оценивали по нейрогенетическим изменениям с помощью иммуногистохимической реакции на белок *c-Fos* в тех структурах мозга, которые традиционно связывают с формированием памяти, эмоций и стресса: зоны гиппокампа (CA1/CA2/CA3), амигдалы (MeA/CeA/BLA), гипоталамуса (A1/A2; C1/C2), а также областях специфически связанных с выполнением данных инструментальных навыков: первичная соматосенсорная кора, бочонковое поле (S1BF) - зона представительства вибрисс на контрлатеральной стороне морды; ретроспленальная кора (RSA) - характеризуется большим числом нейронов, импульсная активность которых связана с

---

реализацией навыка нажатия на педаль [1]. Срезы делали в соответствии с данными стереотаксического атласа мозга крысы.

Для иммунного окрашивания использовали стрептавидин-биотин-пероксидазный метод. Для клеточной визуализации использовалась световая микроскопия с последующей оцифровкой. Конвертированные в черно-белый 8-битный формат изображения анализировали в программе Image Pro Plus 3.0. Для статистической достоверности различий применяли непараметрический критерий Mann-Whitney с использованием программы Statistica 10.0. Были получены данные характеризующие проактивную интерференцию и количественное распределение белкового продукта экспрессии гена *c-fos* в разных структурах мозга при сохранении и смене типа поведенческой мотивации.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-06-99697)**

### Литература

1. *Alexandrov, Y.I.; Sams, M.E.* Emotion and consciousness: Ends of a continuum. - Cognitive Brain Research. - 2005. - V. 25. - P. 387–405.
2. *Svarnik, O.E.; Bulava, A.I.; Alexandrov, Y.I.* Expression of c-Fos in the rat retrosplenial cortex during instrumental re-learning of appetitive bar-pressing depends on the number of stages of previous training. - Frontiers in Behavioral Neuroscience. - 2013. – 7:78. - doi: 10.3389/fnbeh.2013.00078.

---

Поступила 2 апреля 2015 г.

## c-Fos transcriptional activity in the rat brain during passive avoidance task after acquisition instrumental food-acquisition skill

© Authors, 2015

© Radioteknika, 2015

**Bulava A.I.** - Postgraduate, V.B. Shvyrkov Laboratory of Neuronal Bases of Mind, Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences (Moscow)

E-mail: [ai.bulava@mail.ru](mailto:ai.bulava@mail.ru)

**Grinchenko Y.V.** - Ph.D. (Med.), Senior Research Scientist, V.B. Shvyrkov Laboratory of Neuronal Bases of Mind, Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences (Moscow)

E-mail: [nyugrink@psychol.ras.ru](mailto:nyugrink@psychol.ras.ru)

In order to study the regularities of reconsolidation of food acquisition skills memory in withdrawal behavior two experimental groups were made. Animals (female Long-Evans rats, 185-220 g) of the first group were trained to interact with a bar using vibrissae on one side of the muzzle. Then these animals were trained to passively avoid electric shock. AC current (50 Hz, 0-27 V) was supplied through the cage floor. At a certain point the current was turned off in the secure zone but remained at a maximum in the rest of the cage for five seconds. After a 10 second break the test started again. Animals of the second group were taught the same food acquisition skill using their vibrissae; after that they were retrained to acquire food by pressing a bar with their paws. The rat's behavior was video recorded for off-line analysis. Neurogenetic changes revealed by an immunohistochemical reaction to the c-Fos protein in those brain structures that are specifically activated at a stress, emotions and memory: the hippocampus (CA1/CA2/CA3); amygdala (MeA/CeA/BLA); hypothalamus (A1/A2; C1/C2); primary somatosensory cortex, the barrel field (S1BF); the retrosplenial cortex (RSA). The visualization of cells was achieved by means of light microscopy. The images were converted to an 8-bit format and analyzed using Image Pro Plus software. The nonparametric Mann-Whitney test was performed using Statistica 10.0 software to ensure statistical validity. Distribution of c-Fos positive neurons among brain structures was analysed.

This study was partially supported by RFBR (grant # 15-06-99697)

### References:

1. Alexandrov Y.I., Sams M.E. Emotion and consciousness: Ends of a continuum // Cognitive Brain Research. 2005. V. 25. P. 387–405.
2. Svarnik O.E., Bulava A.I., Alexandrov Y.I. Expression of c-Fos in the rat retrosplenial cortex during instrumental re-learning of appetitive bar-pressing depends on the number of stages of previous training // Frontiers in Behavioral Neuroscience. 2013. № 7. R. 78. doi: 10.3389/fnbeh.2013.00078.