

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2013

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

ДИНАМИКА НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПИЩЕВОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАВЫКА

Полякова З.А. (1), Сварник О.Е. (2)*, Анохин К.В. (3)

olgasva@psychol.ras.ru

1 — Московский физико-технический институт

(государственный университет)

2 — Институт психологии РАН

3 — Курчатowski НБИКС-Центр, Москва

Наличие стабильной поведенчески специфической активации было многократно продемонстрировано в самых разных уже выученных поведенческих актах и когнитивных эпизодах: актах использования определенных слов (Heit et al., 1988) и восприятия определенных персонажей (Quian Quiroga et al., 2005; Gelbard-Sagiv et al., 2008) у людей, актах распознавания сложных объектов у обезьян (Wachsmuth et al., 1994), актах инструментального поведения у кроликов (Александров и др., 1997) и крыс (Gavrilov et al., 2002), актах ухода за новорожденными ягнцами у овец (Kendrick et al., 1992), актах реализации концепта «гнезда» у мышей (Lin et al., 2007) и т. д. Было многократно показано, что такая поведенческая специализация нейронов является постоянной, т. е. специфические активации нейронов манифестируются при повторных выполнениях поведения, относительно которого они специализированы, в течение месяцев (Margoliash, 1986; Thompson & Best, 1990; Gorkin & Shevchenko, 1996; Chang et al., 1994; Jog et al., 1999). С точки зрения селекционных теорий обучения (Швырков, 1995; Edelman, 1989), в процессе обучения происходит формирование новой системы или группы нейронов (из числа молчащих нейронов или из нейронов, образованных в процессе взрослого нейрогенеза), активность которых связана с выполнением выученного поведения. В самом широком смысле формирование таких нейронных групп связано с возникновением определенного паттерна активности в определенной нейронной популяции. Возникновение такого нового паттерна требует прохождения через ситуацию субъективной новизны (Анохин, 2010). Каковы закономерности развития этих процессов рассогласования и возникновения новых паттернов нейронной активности в процессе обучения остается неясным. В настоящей работе была предпринята попытка проанализировать активность одновременно регистрируемых нейронных популяций в процессе формирования нового инструментального пищевого навыка у крыс.

Крысы Long-Evans (самка, вес 205 г на начало эксперимента) были хронически имплантированы в ретроспленальную кору (P 4,5; L1,0) 16

платино-иридиевых электродов диаметром 15 мкм (Kogav, Венгрия). Обучение было начато после реабилитационного периода через 1 неделю после операции. С момента начала эксперимента крыса находилась на пищевой депривации. Сначала крыса обучалась в течение 4 дней неинструментальному простому пищевому навыку, заключающемуся в собирании шоколадного риса в экспериментальной клетке «открытое поле» (51×51×40) в течение 20 минут ежедневно. В последующие дни животное сразу после сессии в открытом поле помещалось в клетку (30×25×30), оборудованную двумя педалями и кормушкой, на 30 минут для обучения новому пищевому навыку с использованием пищевых таблеток (Dustless Precision Pellets, TSE System GmbH, Германия). Обучение происходило поэтапно: сначала подкреплялось нахождение рядом с кормушкой, затем отворот от кормушки, затем выход в середину клетки, затем подход к левой педали. В последний день обучения (тридцатый) крыса научилась нажатию на педаль для получения пищевой таблетки. Регистрация нейронной активности проводилась в течение каждой сессии с начала обучения сначала в клетке «открытое поле», а затем в инструментальной клетке при помощи 16-канальной установки MAP (Plexon, США). Синхронно с записью нейронной активности велась видеорегистрация поведения животного при помощи программного пакета CinePlex (Plexon, США). При анализе поведения выделялись следующие поведенческие акты: в открытом поле — нахождение в одном из секторов (углы и центральная часть), захват пищи, стойки, груминг; в инструментальной клетке — подход к педалям, нажатие на правую/левую педаль, подход к кормушке, захват пищевой таблетки, стойки, груминг. Принадлежность спайков тому или иному нейрону устанавливалась при помощи программы сортировки спайковых событий Offline Sorter V2 (Plexon, США). Нейрон считался связанным с пищевым поведением в инструментальной клетке, если его активность в каком-либо акте пищевого поведения превышала его общую активность в инструментальной клетке в 1.5 раза.

Мы провели сравнительный анализ нейронной активности в последний экспериментальный день в трех сессиях: 1) в «открытом поле» без корма, 2) в «открытом поле» при пищевом поведении, 3) в клетке с педалями и кормушкой при инструментальном пищевом обучении. Процент нейронов, демонстрирующих повышение активности в поведенческих актах, связанных с пищевым навыком в инструментальной клетке, оказался равен 53 % (n = 15). Большая часть этих нейронов, связанных с пищевым поведением в инструментальной клетке, как оказалось, имела более высокую общую частоту активности в течение всего поведения в «открытом поле» до появления пищи (первая сессия регистрации в по-

следний день), чем после появления пищи (или чем общая активность во время сессии инструментального обучения).

Из группы нейронов, повышающих свою активность в актах пищевого поведения, четыре были связаны с подходом к кормушке, и один оказался связан с подходом к кормушке только в том случае, если за подходом следовал захват пищи. Три нейрона повышали свою активность в поведенческих актах, связанных с левой pedalю. Было обнаружено, что процент активаций в «своем» акте снижался почти в два раза во второй части инструментальной сессии (по сравнению с первой частью) у двух нейронов, связанных с пищевым поведением; остальные нейроны не изменяли процент случаев «своих» активаций.

Таким образом, было продемонстрировано, что в ситуации рассогласования (сессия без пищи в «открытом поле» или начало нового обучения в инструментальной клетке) общая активность нейронов повышается, что может являться отражением увеличения вариабельности активности нейронов и вхождением их в новые системные интеграции для последующего отбора нейронов в группы, специфически связанные с данным поведением. А стабилизация поведения с течением сессии инструментального обучения сопровождается снижением процента случаев активации у части нейронов. Увеличения процента случаев активации нейронов в «своих» актах с течением обучения не наблюдалось.

Литература

1. Александров Ю.И., Греченко Т.Н., Гаврилов В.В. и др. Закономерности формирования и реализации индивидуального опыта // Журн. высш. нерв. деят. 1997. Т. 47. № 2. С. 243–260.
2. Анохин К.В. Мозг и память: биология следов прошедшего времени // Вестник Российской академии наук. 2010. Т. 80. № 5-6. С. 455–461.
3. Швырков В.Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики / Под ред. Ю.И. Александрова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1995.
4. Chang J.-Yu., Sawyer S.F., Lee R.-S., Woodward D.J. Electrophysiological and pharmacological evidence for the role of the nucleus accumbens in cocaine self-administration in freely moving rats // The Journal of Neuroscience. 1994. 14. P. 1224–1244.
5. Edelman G.M. Neural darwinism: The theory of neuronal group selection. Oxford: Oxford University Press, 1989.
6. Gavrilov V., Grinchenko Y.V., Alexandrov Y.I. Do neurons in homologous cortical areas of rabbits and rats have similar behavioral specialization? // FENS Abstr. 2002. V. 1. P. A040.8.
7. Gelbard-Sagiv H., Mukamel R., Harel M., Malach R., Fried I. Internally

generated reactivation of single neurons in human hippocampus during free recall // *Science*. 2008. V. 322. P. 96–101.

8. Gorkin A.G., Shevchenko D.G. Distinctions of the neuronal activity of the rabbit limbic cortex under different training strategies // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 1996. V. 26. P. 103–121.

9. Heit G., Smith M.E., Halgren E. Neural encoding of individual words and faces by the human hippocampus and amygdala // *Nature*. 1988. V. 333. P. 773–775.

10. Jog M.S., Kubota K, Connolly C.I., Hillegaart V., Graybiel A.M. Bulding neural representations of habits // *Science*. 1999. V. 286. P. 1745–1749.

11. Kendrick K.M., Levy F., Keverne E.B. Changes in the sensory processing of olfactory signals induced by birth in sheep // *Science*. 1992. V. 256. P. 833–836.

12. Lin L., Chen G., Kuang H., Wang D., Tsien J.Z. Neural encoding of the concept of nest in the mouse brain // *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2007. V. 104. P. 6066–6071.

13. Margoliash D. Preference for autogenous song by auditory neurons in a song system nucleus of the white-crowned sparrow // *Journal of Neuroscience*. 1986. V. 6. P. 1643–1661.

14. Wachsmuth E, Oram MW, Perrett DI. Recognition of objects and their component parts: responses of single units in the temporal cortex of the macaque // *Cereb Cortex*. 1994. V. 4. P. 509–522.

15. Quiroga R.Q., Reddy L., Kreiman G., Koch C., Fried I. Invariant visual representation by single neurons in the human brain // *Nature*. 2005. V. 435. P. 1102–1107.

16. Thompson L.T., Best P.J. Long-term stability of the place-field activity of single units recorded from the dorsal hippocampus of freely behaving rats // *Brain Res*. 1990. V. 509. P. 299–308.

Исследование частично поддержано РФФИ (грант №13-04-01273).