

ния всех 30-ти заданий. Субгруппа «мобильные полнезависимые» характеризуется высоким показателем «Общий индекс» и наименьшим временем выполнения всех 30-ти заданий.

Таким образом, в младшем школьном возрасте когнитивный стиль полнезависимость/полнезависимость представлен тремя субгруппами. Две субгруппы «фиксированные полнезависимые» и «фиксированные полнезависимые» относятся к непродуктивными, одна субгруппа «мобильные полнезависимые» — к продуктивным. Как можно полагать, именно ученики этой группы, в силу сформированности механизма произвольного интеллектуального контроля, будут иметь ресурсные преимущества как в учебной деятельности, так и в личностном развитии.

	Полнезависимость				Полнезависимость		
	Фиксированные (n=35)	$T_{-кр_1}$	Мобильные (n=35)	$T_{-кр_2}$	Фиксированные (n=26)	$T_{-кр_3}$	Мобильные
Общий индекс	1,31/±0,49	-4,1***	2,11/±1,04	-4,1***	0,72/±0,24	6,1***	–
Общее время	13,23/±1,48	15,8***	7,82/±1,35	15,8***	20,8/±3,29	-10,9***	–

Таблица центроидов кластеров когнитивного стиля полнезависимость/полнезависимость в младшем школьном возрасте

Примечание: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-28-00087), Институт психологии РАН

Hooper F.H., Hooper J.O., Colbert K.K. 1984. Personality and memory correlates of intellectual functioning: Young adulthood to old age. Basel. N. Y.

Larsen W.W. 1982. The relationship of reflection-impulsivity to intelligence and field dependence in older adults // J. of Personality, — V. III (1). — P. 31-34.

Witkin H.A., Asch S.E. 1948. Studies in space orientation: IV. Further experiments on perception of the upright with dis-

placed visual fields // J. of Exper. Psychology, — V. 38. — P. 762-782.

Witkin H.A., Oltman Ph. K., Raskin E., Karp S. 1971. A manual for the Embedded Figures Tests. Consulting Psychol. Press, Inc.

Холодная М. А. 2002. Когнитивные стили: о природе индивидуального ума. М.

Холодная М. А. 1999. Феномен «расщепления» полюсов когнитивных стилей // Интеллект и творчество / Под ред. А.Н. Ворониной. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1999. С. 30-48.

## НЕЙРОГЕНЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННОМ НАУЧЕНИИ

А. И. Булава, Ю. В. Гринченко

ai.bulava@mail.ru

Институт психологии РАН, лаб.

психофизиологии им. В. Б. Швыркова (Москва)

В предыдущих работах нами было показано, что выраженность нейрогенетических изменений при формировании поведения, направленного на достижение (approach), зависит от истории его формирования, т. е. от опыта, полученного до выработки дефинитивного поведения (Сварник и др. 2011, Svarnik et al. 2013). Основной целью данной работы является выявление закономерностей формирования опыта в стресс-индуцированном научении, реконсолидации памяти о пищедобывательном навыке при формировании избегательного (withdrawal) поведения. Непосредственный ранний ген (IEG) c-fos был взят в качестве клеточного маркера нейрональной активности в моделируемых нами ситуациях научения и стресса. Животных (крысы линии Long-Evans, самки, 185-220 г) экспериментальных групп обучали двум после-

довательным навыкам (Рис. 1). Первый навык в обеих группах не отличался и направлен на достижение, второй навык отличался по типу мотивации и направлен либо на достижение, либо на избегание (модель стресс-индуцированного научения). Первый навык, циклический инструментальный «вибриссный» пищедобывательный навык (AppV): животных для получения пищи обучали взаимодействовать с педалью, используя вибриссы на одной стороне морды. Каждая вибрисса представлена в коре обособленной группой клеток — «бочонок» (barrel). Расположение баррелов в коре соответствует расположению вибрисс на контрлатеральной стороне морды крысы, что позволяет делать выводы об участии ранее приобретенного опыта в формировании нового поведения.

Второй навык первой группы: навык активного избегания электрического тока (AppV-W). Экспериментальная установка снабжена электродным полом, позволяющим чередовать участки подачи напряжения. Напряжение (AC, 50Hz) подавалось дискретно, возрастая от 5 до 45 В

в течении пяти секунд и оставлялось на максимальном уровне ещё в течение пяти секунд. После паузы в десять секунд проба начиналась заново, но опасная и безопасная зоны менялись местами. Животное должно было научиться максимально быстро уходить из небезопасной зоны. Второй навык второй группы: циклический инструментальный пищедобывательный навык (AppV–AppP). После обучения «вибриссному» пищедобывательному навыку животных обучали лапами нажимать на другую педаль, также для получения пищи.

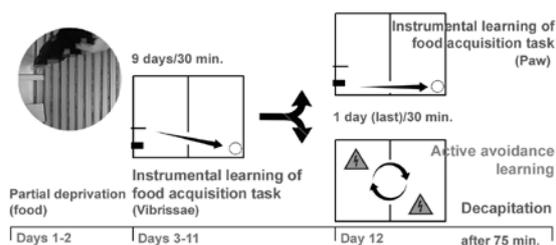


Рис. 1 Схема эксперимента

После обучения второму навыку крысы были помещены в домашние клетки на 75 минут, после чего усыплены ингаляционным эфирным наркозом и декапитированы. Мозг животных был извлечен и заморожен в парах жидкого азота. Животные группы интактного контроля (control) были взяты из домашней клетки непосредственно перед декапитацией. С каждого мозга было получено по 20 фронтальных криостатных срезов толщиной 20 мкм на 20 координатных уровнях от  $-0,96$  до  $-5,04$  мм от брегмы. Иммуногистохимическое выявление Fos-положительных нейронов проводили по стрептавидин-биотин-пероксидазному протоколу с использованием поликлональных кроличьих антител к c-Fos (Ab-5, Calbiochem, USA). Для клеточной визуализации использовалась световая микроскопия с последующей оцифровкой при 10-кратном увеличении на микроскопе Olympus VX-50 с помощью высоко-разрешающей CCD камеры (Nikon DMX-1200). Конвертированные в черно-белый 8-битный формат изображения анализировали в программе Image Pro Plus 3.0. Определяли число и топографию распределения Fos-положительных клеток вдоль rostrocaudальной оси мозга по каждой из исследуемых структур в обоих полушариях.

Число Fos-положительных нейронов бочонкового поля соматосенсорной коры в контрлатеральном полушарии у животных обеих экспериментальных групп выше. Рostrocaudальный градиент экспрессии c-Fos в бочонковом поле

отражает индивидуальный характер научения (Fos-положительных нейронов больше в проекционных баррелях вибрисс, используемых животным в реализации поведения).

Обе экспериментальные группы значительно отличаются от группы интактного контроля. Обнаружено значимое понижение уровня экспрессии c-Fos в зонах первичной соматосенсорной и ретроспленальной коры в ситуации стресс-индуцированного научения, по сравнению с ситуацией научения второму навыку — достижения (Рис. 2).

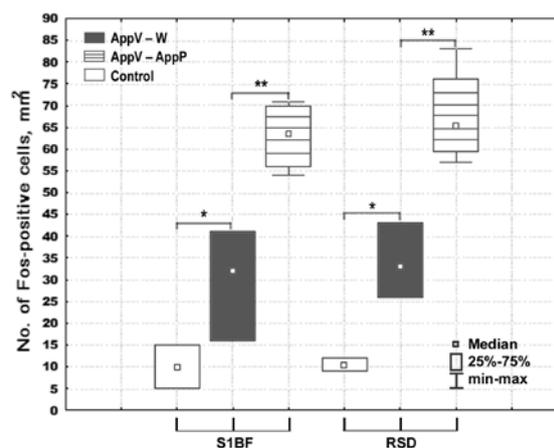


Рис. 2. Число Fos-положительных клеток в  $1 \text{ мм}^2$  в ретроспленальной (RSD) и в первичной соматосенсорной (бочонковое поле, S1BF) коре у животных контрольной и экспериментальных групп; \*Mann-Whitney  $z = -1.963$ ,  $p = 0.049$ ; Effect size  $r = 0.8$ ; \*\*Mann-Whitney  $z = -2.12$ ,  $p = 0.033$ ; Effect size  $r = 0.8$

Выявленное нами на нейрогенетическом уровне понижение уровня степени активации корковых зон в ситуации стресс-индуцированного научения хорошо согласуется с данными литературы, например, полученными в исследовании методом картирования суммарной активности мозга (fMRI): показано значимое снижение активности медиальной префронтальной коры при решении задачи с денежным вознаграждением во время эмоционального стресса (Ossewaarde et al. 2011).

Наблюдаемое уменьшение корковой активности при стрессе может быть одним из проявлений регрессии (см. в Фресс 1975, Франкл 1990), которая феноменологически описывается как «возврат» в стрессовой ситуации к предыдущим этапам как индивидуального, так и эволюционного развития, и рассматривается как эволюционно сформированный механизм адаптации к стрессу (Schwabe and Wolf 2013). Обсуждаются механизмы и значение описанного феномена.

Исследование проводится при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-06-99697. Работа выполнена в рамках исследовательской программы Ведущей научной школы РФ «Системная психофизиология» (НШ-9808.2016.6).

Ossewaarde L., Qin S., van Marle H. J. F., van Wingen G. A., Fernández G., Hermans E. J. 2011. Stress-induced reduction in reward-related prefrontal cortex function. *NeuroImage*. 55, 345-352.

Schwabe L., Wolf O. T. 2013. Stress and multiple memory systems: from «thinking» to «doing». *Trends in Cognitive Sciences*. 17. 2, 60-68.

Svarnik O. E., Bulava A. I., Alexandrov Y. I. 2013. 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*. 7, 78-85.

Сварник О. Е., Булава А. И., Фадеева Т. А., Александров Ю. И. 2011. Закономерности реорганизации памяти о навыках, сформированных при одно- и многоэтапном обучении. *Экспериментальная психология*. 2. 4, 5-14.

## ЭФФЕКТ ПОДЧЕРКИВАНИЯ КОНТУРА В ЗРИТЕЛЬНОЙ ИЛЛЮЗИИ ПРОТЯЖЕННОСТИ

**А. Н. Булатов, Н. И. Булатова**

*bulatov@vision.lsmuni.lt,*

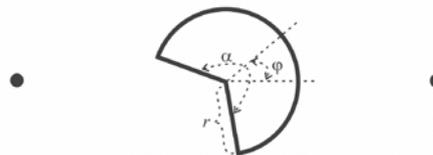
*bulatova@vision.lsmuni.lt*

Литовский университет наук  
о здоровье (Каунас, Литва)

Результаты многочисленных психофизических исследований свидетельствуют о том, что при оценке расстояния между элементами различных изображений зрительная система использует информацию о расстоянии между центрами масс (центроидами) этих изображений. Согласно гипотезе, предложенной Морганом и др. (Morgan et al. 1990), этой же особенностью восприятия может быть обусловлено и возникновение зрительных иллюзий протяженности (или длины) типа Мюллера-Лайера: области нервного возбуждения, вызванного соседними элементами изображения, взаимно перекрываются, что приводит к изменению общего профиля возбуждения и, как результат, к кажущемуся смещению терминаторов стимула (вершин крыльев Мюллера-Лайера) в направлении расположенных рядом дистракторов (самих крыльев).

Построенная нами ранее «центроидная» количественная модель (Bulatov et al. 2009), позволила довольно успешно интерпретировать результаты психофизических экспериментов с различными модификациями стимулов, сформированных из отдельных точек или отрезков линий (Bulatov et al. 2009, Bulatov et al. 2010, Bulatov et al. 2011). Вместе с тем, вопрос о том, подходят ли функции модели для аппроксимации результатов экспериментов с более сложными стимулами, состоящими из замкнутых двумерных фигур, оставался открытым. Кроме того, хорошо известно, что уже на нижних уровнях зрительной системы (например, рецептивные поля ганглиозных клеток сетчатки), вследствие пространственно-частотной фильтрации (имеющей свойства второй производной), из-за высокого градиента яркости на границах изобра-

жения, происходит значительное подчеркивание контура соответствующего паттерна нервного возбуждения. Таким образом, фильтрация должна усиливать сходство паттернов возбуждения, вызванного различными (т.е., либо обозначенными линиями, либо равномерно заполненными по яркости) замкнутыми фигурами, имеющими одинаковую форму контура и, как следствие, результаты экспериментов со стимулами, состоящими из контурных или сплошных элементов, не должны существенно различаться.



**Рис. 1.** Образец стимула:  $r$ ,  $\alpha$ , и  $\varphi$  — радиус, угол раскрытия, и угол поворота сектора, соответственно. В экспериментах использовались как контурные, так и сплошные секторы

В экспериментах настоящей работы мы использовали модифицированные фигуры Брентано (Рис. 1), содержащие контурный или сплошной круговой сектор и две боковые точки. Вершина сектора (центральный терминатор стимула) и боковые точки задавали два сравниваемых между собой пространственных интервала (расстояние между боковыми терминаторами 200 угл.мин.). В экспериментах участвовало 3 испытуемых с нормальным зрением. Стимулы предъявлялись на экране монитора, расположенного в затемненном помещении на расстоянии 3 м от испытуемого. Были выполнены 3 серии экспериментов, в которых независимыми переменными были либо длина радиуса ( $r$ : 2-50 угл.мин.;  $\alpha = 210^\circ$ ,  $\varphi = 0^\circ$ ), либо угол раскрытия ( $\alpha$ :  $10^\circ$ — $350^\circ$ ;  $r = 40$  угл.мин.,  $\varphi = 0^\circ$ ), либо угол общего наклона ( $\varphi$ :  $0^\circ$ — $360^\circ$ ;  $r = 40$  угл.мин.,  $\alpha = 210^\circ$ ) сектора. В экспериментах в случайном порядке использовалось по 30 значений незави-