

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2013

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



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

15. Palmer C.R., Kristan W.B. (2011). Contextual modulation of behavioral choice. *Curr. Opin. Neurobiol.* 21(4): 520–526.
16. Harris-Warrick R.M., Marder E., Selverston A.I., Moulins M. (eds). (1992). *Dynamic Biological Networks: The Stomatogastric Nervous System*. Cambridge, MA: MIT Press.
17. Hooper S.L., DiCaprio R.A. (2004). Crustacean motor pattern generator networks. *Neurosignals*. 13(1-2):50–69.
18. White RS, Nusbaum MP. (2011). The same core rhythm generator underlies different rhythmic motor patterns. *J. Neurosci.* 31(32):11484–94.
19. Сахаров Д.А. (2011). Биология мозга накануне смены парадигм. В сб.: *Когнитивная наука в Москве: новые исследования*. М., БукиВеди. С. 220-224.

Исследования нашего коллектива поддержаны РФФИ (грант 11-04-00674).

СПОСОБНОСТЬ К СИМВОЛИЗАЦИИ У ПТИЦ (ВРАНОВЫЕ И ПОПУГАИ): УСВОЕНИЕ СИМВОЛОВ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ «СХОДСТВО» И «РАЗЛИЧИЕ»

Смирнова А.А.*, Обозова Т.А., Самулеева М.В., Зорина З.А.

annsmirn@mail.ru

МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет

К настоящему времени установлено, что высокоорганизованные животные способны оперировать разнообразными понятиями, а также использовать знаки-символы для их обозначения (Смирнова и др., 2002; Fouts, Waters, 2001; Lasareva, Wassteman, 2008; Pepperberg, 1999; Zentall, 2008). Так, нами ранее было показано, что серые вороны усваивают символы для обозначения множеств 1–8 (Смирнова и др., 2002; Смирнова, 2011). Последнее время в подобных исследованиях особое внимание уделяется механизмам, лежащим в основе формирования отношений эквивалентности. Эквивалентным называют такой тип иерархических двунаправленных отношений между объектами, при которых один объект может заменить другой (Sidman et al., 1982). Эквивалентные отношения обладают свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности.

Основным методическим подходом для исследования механизмов установления эквивалентных отношений служит задача выбора по образцу (ВПО). В одном варианте этой методики животное обучают выбирать

сходный с образцом стимул (задача выбора по сходству с образцом; *identity matching-to-sample*). Механизмом решения этой задачи может быть либо заучивание набора частных правил «если ... то ...»: «если образец А, то выбирай В; если образец С, то выбирай D» и т. д.; либо усвоение обобщенного правила, основанного на выявлении сходства образца и соответствующего стимула для выбора (*general identity matching-to-sample*). В другом варианте этой методики животное подкрепляют за выбор стимула, чье условное соответствие образцу произвольно определено экспериментатором (задача выбора по условному соответствию образцу; *arbitrary matching-to-sample*; *conditional discrimination*). Единственным возможным механизмом решения этой задачи может быть заучивание набора частных правил «если ... то ...» (Sidman et al., 1982).

Именно этот вариант методики ВПО обычно используют для оценки способности животных выявлять симметричность отношений между «знаком» и «обозначаемым». В контексте выбора по образцу симметричность отношений подразумевает возможность смены ролей образца и стимула для выбора: если субъект обучен выбирать стимул «В» в ответ на образец «А», то симметричность подразумевает возможность выбора стимула «А», в ответ на образец «В» без дополнительного обучения.

Вопрос о том, способны ли животные спонтанно устанавливать симметричность отношений между «знаком» и «обозначаемым» активно изучают более 30 лет (Dugdale, Lowe, 2000; Lionello-DeNolf, 2009; Sidman et al., 1982; Sidman, 2008; Vasconcelos, Urcuioli, 2011). Однако эти исследования до сих пор не дали однозначных результатов: в некоторых работах с этим тестом не справляются шимпанзе (Dugdale, Lowe, 2000), тогда как в других — справляются даже голуби (Frank, Wasserman, 2005; Frank, 2007; Garcia, Benjumea, 2006; Vasconcelos, Urcuioli, 2011).

Анализ литературных данных показывает, что на успешность решения этого теста положительно влияет использование таких методических приемов, как предъявление и образца? и стимулов для выбора в одном окне экрана или добавление в обучающую серию предъявлений, в которых образец идентичен одному из стимулов для выбора (например, Frank, Wasserman, 2005; Garcia and Benjumea, 2006; Urcuioli, 2008; Vasconcelos, Urcuioli, 2011). Так или иначе, все эти процедуры приучают животное к тому, что стимул-образец может появиться на месте и в роли стимула для выбора и наоборот, т. е. к тому, что они взаимозаменяемы, и следовательно, симметричны. По нашему мнению, последующий тест оценивает скорее результат обучения, а не способность спонтанно устанавливать симметричность отношений.

С другой стороны, известно, что люди в подобных тестах успешно демонстрируют спонтанное понимание симметричности отношений (например, Lazar et al., 1984). Вероятно, во многом это обусловлено тем,

что усвоение языка построено на постоянной демонстрации отношений симметричности между знаком и обозначаемым. Когда испытуемый оказывается в ситуации выбора по условному соответствию образцу, этот же опыт определяет особую роль образца как знака, а стимулов для выбора — как обозначаемого, которые благодаря этому приобретают свойства эквивалентности и, в том числе, симметричности.

По нашему мнению, на результат теста на симметричность отношений не может не влиять контекст используемой задачи. Если у животного ранее было сформировано обобщенное (применимое к любым новым стимулам) правило выбора по сходству с образцом (*general identity matching-to-sample*), то сама ситуация выбора по сходству с образцом будет побуждать животное искать черты сходства между образцом и стимулами для выбора, и следовательно, формировать между ними отношения эквивалентности, которые заведомо симметричны. Если же у животного не было подобного опыта, то в ситуации условного выбора по соответствию с образцом у него будут формироваться лишь однонаправленные правила типа «если... то...», которые симметричными быть не могут.

Это предположение подтверждают полученные нами данные о том, что с тестом на установление симметричности отношений между «знаком» и «обозначаемым» успешно справились серая ворона и венесуэльский амазон, ранее усвоившие обобщенное правило выбора по образцу, основанное на выявлении сходства образца и соответствующего стимула для выбора. Сначала птиц обоих видов обучили выбирать стимул с изображениями двух одинаковых по размеру и форме фигур, если образцом был знак «S» и стимул с изображениями двух разных по размеру фигур, если образцом был знак «V» (при обучении использовали по шесть стимулов каждого типа). Для достижения критерия обученности (здесь и далее: не менее 80 % правильных выборов в 96 пробах подряд) серой вороны потребовалось 336 проб, а попугаю — 712 проб. Для того чтобы выяснить что именно птицы ассоциировали со знаками «S» и «V»: конкретные наборы стимулов, использованных при обучении, или понятия «сходство» и «различие», провели тесты, в которых оценивали возможность переноса правила выбора на новые стимулы. Сначала провели тест с новыми стимулами знакомой категории (также различающимися по размеру фигур; 12 новых стимулов): и ворона и попугай успешно выбирали новые стимулы, соответствующие знакам «S» и «V» (83.3 % и 83.3 %, $p < 0.0001$, $n = 24$). Затем применили тест со стимулами новой категории (различающимися по новому признаку — форме компонентов; 36 стимулов с изображениями фигур разного размера одинаковой или разной формы). В тестовых пробах, если образцом был знак «V», то правильным был выбор стимула с фигурами разной и формы, и размера. Если же образцом был знак «S», то правильным был выбор стимула с фи-

гурами разного размера, но одинаковой формы. Ворона успешно справилась с этими тестовыми пробами, в которых требовалось выявить новые признаки сходства и различия (83.3 %, $p < 0.0001$, $n = 24$; попугай в этом тесте не участвовал). Эти тесты, как и последующий, были организованы таким образом, чтобы предотвратить возможность обучения в ходе тестирования: каждая тестовая проба (с новыми стимулами) следовала после трех фоновых (со знакомыми стимулами); в тестовых пробах подкрепляли любой выбор, тогда как в чередующихся с ними фоновых подкрепляли только правильный выбор. Тесты на перенос показали, что ворона и попугай ассоциировали со знаками «S» и «V» не конкретные использованные при обучении стимулы, а категории (или понятия) «сходство» и «различие».

Затем провели тест на спонтанное выявление симметричности отношений между знаком и обозначаемым. В тестовых пробах образец и стимулы для выбора впервые поменяли местами: образцом служило изображение пары фигур одинаковой или разной формы (по 12 стимулов каждого типа), а стимулами для выбора — знаки «S» и «V». И ворона, и попугай успешно справились с этим тестом — без дополнительного обучения выбирали знаки «S» или «V», когда образцом служили стимулы с изображениями двух одинаковых или двух разных фигур (соответственно 83.3 %, $p < 0.0001$ и 79.2 %, $p < 0.0001$, $n = 24$). Таким образом, эти птицы спонтанно выявили симметричность отношений между «знаком» и «обозначаемым», несмотря на то, что в процессе их обучения мы не применяли никаких специальных методических приемов, заранее приучающих животных к взаимозаменяемости образца и стимула для выбора. Эти результаты свидетельствуют о том, что контекст используемой задачи, как мы и предполагали, влияет на результат теста на симметричность отношений.

Важно отметить, что далекие в систематическом отношении представители разных отрядов птиц, но обладающие сходным (высоким) уровнем развития мозга, обнаружили сходный уровень способности к наиболее сложным формам обобщения и символизации.

Литература

1. Смирнова А.А., Зорина З.А., Лазарева О.Ф. Обучение серых ворон (*Corvus cornix L.*) отвлеченному правилу выбора по соответствию/несоответствию с образцом // Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 5. С. 855–867.
2. Смирнова А.А., Лазарева О.Ф., Зорина З.А. Исследование способности серых ворон к элементам символизации // Журн. высш. нерв. деят. 2002. Т. 52. № 2. С. 241–254.

3. Смирнова А.А. О способности птиц к символизации // Зоологический журнал. 2011. Т.90. №3. С. 803–810.
4. Dugdale N., Lowe C.F. Testing for symmetry in the Conditional discriminations of language-trained chimpanzees // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 2000. 73/1. p. 5–22.
5. Fouts R.S., Waters G. Chimpanzee sign language and Darwinian continuity: Evidence for a neurology continuity of language // Neurological Research. 2001. V. 23. P. 787–794.
6. Frank A.J. An examination of the temporal and spatial stimulus control in emergent symmetry in pigeons. 2007. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa.
7. Frank A.J., Wasserman E.A. Associative symmetry in the pigeon after successive matching-to-sample training // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 2005. V. 84. P. 147–165.
8. Garcia A., Benjumea S. The emergence of symmetry in a conditional discrimination task using different responses as proprioceptive samples in pigeons // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 2006. V. 86. P. 65–80.
9. Lazar R.M., Davis-Lang D., Sanchez L. The formation of visual stimulus equivalence in children // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 1984. V. 41. P. 251–266.
10. Lazareva O.F., Wasserman E.A. Categories and concepts in animals // Learning and memory: A comprehensive reference. Oxford: Elsevier. 2008. V. 1. P. 197–226.
11. Lionello-DeNolf K.M. The Search for Symmetry: 25 Years in Review // Learn Behav. 2009. 37(2). p. 188–203.
12. Pepperberg I.M. The Alex Studies. 1999. Cambridge, MA; L. UK: Harvard Univ. Press. 434 p.
13. Sidman M., Rauzin R., Lazar R., Cunningham S., Tailby W., Carrigan P.A. search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 1982. V. 37. P. 23–44.
14. Sidman M. Symmetry and equivalence relations in behavior // Cognitive Studies. 2008. V. 15. P. 322–332.
15. Urcuioli P.J. Associative symmetry, anti-symmetry, and a theory of pigeons' equivalence-class formation // Journal of the Experimental Analysis of Behavior. 2008. V. 90. P. 257–282.
16. Vasconcelos M., Urcuioli P. Associative symmetry in a spatial sample-response paradigm // Behavioural Processes. 2011. V. 86. P. 305–315.
17. Zentall T.R., Wasserman E.A., Lazareva O.F., Thompson R.K.R., Rattermann M.J. Concept learning in animals // Comparative Cognition & Behavior Reviews. 2008. V. 3. P. 13–45.

Работа поддержана грантом РФФИ № 13-04-00747.