

УДК 612.821.6

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ СЕРЫХ ВОРОН (*CORVUS CORNIX* L.) РЕШАТЬ ЗАДАЧИ НА ДОБЫВАНИЕ ПРИМАНКИ ИЗ ТРУБКИ С ЛОВУШКОЙ

© 2013 г. М. С. Багоцкая, А. А. Смирнова, З. А. Зорина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
биологический факультет, кафедра высшей нервной деятельности
119234 Москва, Ленинские горы
e-mail: bagozkaya@yandex.ru
Поступила в редакцию 20.02.2012 г.

Исследовали способность серых ворон (*Corvus cornix* L.) к орудийной деятельности: выясняли, могут ли эти птицы при помощи поршня добывать приманку из прозрачной трубки, избегая при этом “ловушку”. Добывать корм из трубки без ловушки научились шесть из восьми птиц. Одна из этих шести птиц с первых же проб успешно добывала корм из трубки с ловушкой, т.е. продемонстрировала спонтанное понимание структуры этой задачи. Четыре другие вороны научились избегать ловушку путем проб и ошибок. Затем этим четверем воронам предложили две подобные задачи (тестовые), в которых изменяли взаимное расположение компонентов экспериментальной установки. Тем самым выясняли, что именно усвоили птицы в процессе обучения: выучили набор частных правил выбора или же уловили общую структуру подобных задач. Результаты тестов показали, что птицы пытались решать эти задачи, применяя ранее усвоенные правила выбора.

Как известно, поведение живых организмов определяют три основных фактора: инстинкты, обучение и, наконец, рассудочная деятельность (Крушинский, 2009). Очевидно, что вклад последнего фактора (рассудочной деятельности или мышления) напрямую зависит от уровня структурно-функциональной организации мозга и существен лишь у высокоорганизованных животных. При исследовании мышления животных важно отделить те компоненты поведения, которые могут быть объяснены обучением.

Мышлением называют процесс познавательной деятельности, при которой субъект оперирует различными видами обобщений, включая образы, понятия и категории (Данилова, 2004). В то же время “...мышление – это искание и открытие существенно нового” (Брушлинский, 2003, с. 38), способность экстренно, без проб и ошибок, решать новые задачи. Как писал А.Р. Лурия (1973, с. 310): “Акт мышления возникает только тогда, когда <...> субъект оказывается в ситуации, относительно выхода из которой у него нет готового решения – привычного или врожденного”.

Один из способов выявить у животного задачи мышления (как способности с первых предъявлений решать новые задачи) – примене-

ние так называемых орудийных задач. В них для достижения видимой, но недоступной приманки требуется использовать посторонний предмет в качестве орудия (Келер, 1930; Рогинский, 1948; Ладыгина-Котс, 1959; Фабри, 1980; Новоселова, 2001). Специфика применяемых с этой целью задач такова, что они могут быть решены спонтанно (без обучения) за счет экстренного понимания их структуры, т.е. оценки взаимного расположения компонентов, выявления связи орудия с приманкой, реорганизации независимых элементов прошлого опыта.

В этой связи орудийные задачи, применяемые для экспериментального исследования мышления животных, должны иметь достаточно простую логическую структуру, которая могла быть понята животным при первом же предъявлении, благодаря чему такая задача может быть решена с первых же проб (без обучения). Л.В. Крушинский (2009) называл такие задачи элементарными логическими. В классических экспериментах В. Келера (1930, с. 223) животное “...ставили перед вполне актуальной ситуацией, в которой также и решение могло быть тотчас же актуально выполнено”, поэтому ему не приходилось прибегать к слепым пробам и ошибкам, и задачу можно было решить

Таблица 1. Решение задач на добывание приманки из трубки с ловушкой врановыми и антропоидами

Автор	Вид	Спонтанное решение задачи на добывание корма из трубки с одной ловушкой*	Решение последующих тестов после обучения задаче с одной ловушкой*	Способ добывания
Seed et al., 2006	Грачи	–	+	Поршень
Helme et al., 2006a	»	+	–	»
Tebich et al., 2007	»	–	–	»
Taylor et al., 2009	Новокаледонские вороны	–	+	Палка
Данная работа	Серые вороны	+	–	Поршень
Helme et al., 2006b	Бонобо	–	–	»
Martin-Ordas et al., 2008	Орангутаны, шимпанзе, бонобо, гориллы	+	Не предъявляли	Палка

* “+” означает решение с первых проб хотя бы одним животным.

при первом же предъявлении (так называемый инсайт).

Способностью к экстремному решению орудийных задач обладают антропоиды (Yerkes, 1943; Рогинский, 1948; Ладыгина-Котс, 1959; Фабри, 1980; Новоселова, 2001) и высшие представители класса птиц, например врановые (Weir et al., 2002), тогда как даже низшие обезьяны решают такие же задачи только после долгого обучения (Visalberghi, Limongelli, 1994; Новоселова, 2001).

Для широких сравнительных исследований классические орудийные задачи (требующие манипуляций палками, камнями, сооружения пирамид из ящиков и т.п.) не пригодны, поскольку манипуляционные возможности у большинства животных-неприматов ограничены (Tebich et al., 2007). Поэтому для сравнительных исследований используют задачи, в которых орудие (нить, подложка, поршень и т.п.) заранее соединено с приманкой. Такие задачи проще и для понимания их структуры, и для реализации решения. Далее мы будем называть их “протоорудийными” (Parker, Gibson, 1977). Для оценки способности животных к решению протоорудийных задач наиболее информативны результаты первых проб, на решение которых еще не влияет обучение, которое в принципе может происходить в ходе самого теста. Для более детального анализа способностей животного целесообразно использовать комплекс тестов с разным взаимным расположением компонентов задачи (Багоцкая и др., 2010а,б; Helme et al., 2006а,б; Seed et al., 2006).

Один из вариантов протоорудийных задач основан на добывании приманки из прозрачной трубки с ловушкой (контейнером, прикрепленным к отверстию в дне трубки). Первоначальный (орудийный) вариант такой задачи использовала Визальберги для исследования мышления обезьян (Visalberghi, Limongelli, 1994): животное добывало приманку из прозрачной трубки, выталкивая ее при помощи палки, которую надо было вставить в трубку. Для успешного решения было необходимо не только использовать орудие, но и учитывать взаимное расположение приманки и ловушки, а также заранее прогнозировать результат собственных действий. Так, если животное выталкивало приманку в “правильную” сторону (в ту, где не было ловушки), то могло добыть ее через отверстие в торце трубки, а если в “неправильную” сторону, то приманка попадала в ловушку и становилась недоступной. Ни один из четырех капуцинов (*Cebus apella*) не решил эту задачу при первых пробах, и лишь одна особь научилась добывать приманку, избегая при этом ловушку. Когда аналогичную задачу предъявили шимпанзе (*Pan troglodytes*), приманку научились добывать только два из пяти животных (Limongelli et al., 1995), однако они применяли более эффективную стратегию, чем капуцины. Необходимо отметить, что в этих двух исследованиях (Visalberghi, Limongelli, 1994; Limongelli et al., 1995) животное могло добыть приманку, только выталкивая ее из трубки (орудием служила толстая палка) и соответственно отталкивая от себя приманку, что, вероятно, усложняло задачу. Позже Мартин-Ордас с соавторами (Martin-Ordas et al.,

2008) вновь предложили антропоидам (орангутанам *Pongo pygmaeus*, шимпанзе *Pan troglodytes*, бонобо *Pan paniscus* и гориллам *Gorilla gorilla*) такую же задачу, но с палкой меньшего диаметра, так что приманку можно было не только выталкивать, но и подтягивать. Отдельные представители всех четырех видов успешно решали задачу, причем некоторые – с самых первых предъявлений (табл. 1).

Для сравнительных исследований применяют модифицированный (протоорудийный) вариант этой задачи (табл. 1): в трубку заранее помещают поршень, с помощью которого можно извлечь приманку (Helme et al., 2006a,b; Seed et al., 2006; Tebbich et al., 2007). Это делает задачу доступной для видов, обладающих ограниченными манипуляционными возможностями. С другой стороны, использование поршня, с функциями которого животное изначально не знакомо, а также относительная сложность экспериментальной установки уменьшают возможность экстренного решения подобной задачи.

И действительно, структура этой задачи для большинства животных исходно не очевидна – их приходится обучать даже использованию поршня (Helme et al., 2006a; Seed et al., 2006), что принципиально отличает эту методику от других протоорудийных задач. Например, подтягивание приманки при помощи нити не представляет сложности для большинства животных (Багоцкая и др., 2010a,б). После обучения использованию поршня оценивают способность животного добывать корм, избегая при этом ловушку. Выясняют, может ли оно решить эту задачу экстренно или его этому необходимо обучать. На следующих этапах изменяют взаимное расположение отдельных компонентов установки. Предполагают, что это позволяет оценить, чему именно научилось животное: усвоило частные правила выбора или же уловило общую структуру подобных задач (причинно-следственные связи между ее компонентами). Однако подобрать адекватные тесты в данном случае достаточно сложно. Например, в одной из работ животным предъявляли задачу, в которой трубку поворачивали ловушкой вверх, так что приманка не могла в нее упасть (Visalberghi, Limongelli, 1994; Povinelli, 2000; Tebbich, Bshary, 2004; Silva et al., 2005; Mulcahy, Call, 2006). Предполагалось, что если животное понимает структуру задачи, то оно перестанет избегать ту сторону трубки (т.е. будет добывать корм и через нее), где расположена нефункционирующая ловушка. Однако оказалось, что шимпанзе в таком тесте вели себя так же, как если бы ловушка была

функционирующей (Povinelli, 2000). Более того, когда аналогичный тест предложили людям, оказалось, что и они вели себя так же, несмотря на то что по их устным отчетам было точно известно, что они понимают суть задачи (Silva et al., 2005). Таким образом, такой вариант теста не позволял корректно оценить, понимает или не понимает испытуемый структуру задачи. Зато было продемонстрировано, что применение приобретаемых в ходе обучения правил выбора служит основным механизмом решения последующего теста.

Тем не менее в настоящее время эта методика получила широкое распространение. В некоторых работах, применяя систему подобных тестов, изменяют взаимное расположение ловушек и приманки, меняют цвет отдельных элементов экспериментальной установки и используют заглушки, препятствующие добыванию приманки через конец трубки (Tebich, Bshary, 2004; Helme et al., 2006a,b; Seed et al., 2006; Taylor et al., 2009). Полагают, что использование такой системы тестов позволяет оценить механизм решения.

Полученные к настоящему времени данные демонстрируют (табл. 1), что отдельные представители антропоидов и врановых (грачи *Corvus frugilegus* и новокаледонские вороны *Corvus moneduloides*) способны понимать суть задачи на добывание приманки из трубки с ловушкой (Seed et al., 2006; Martin-Ordas et al., 2008; Taylor et al., 2009). Однако для многих животных, которые вполне успешно справляются с другими вариантами протоорудийных задач (Рогинский, 1948; Новоселова, 2001), добывание приманки из трубки с ловушкой представляет значительную сложность (Visalberghi, Limongelli, 1994; Limongelli et al., 1995; Martin-Ordas et al., 2008; Mulcahy, Call, 2006). Таким образом, вопрос о целесообразности применения этих задач для сравнительных исследований мышления животных остается открытым.

В данной работе мы продолжили начатое нами ранее комплексное исследование способности серых ворон к решению протоорудийных задач (Багоцкая и др., 2010a,б). Как известно, в отличие от новокаледонских, серые вороны используют орудия лишь эпизодически (Фабри, 1980). Несмотря на это, по нашим данным, эти птицы способны успешно решать даже сложные варианты задачи на подтягивание приманки при помощи нити, в которых требовалось выбрать из нескольких нитей именно ту, с помощью которой можно подтянуть приманку (Багоцкая и др., 2010б). Например, вороны успешно решали задачу с двумя нитями и одной приманкой, расположенной напротив нача-

Таблица 2. Варианты экспериментальной установки, используемые на разных этапах эксперимента

Этапы эксперимента	Экспериментальная установка
1. Вариант установки А (обучение добыванию корма при помощи поршня из трубки без ловушек)	
2. Вариант установки Б (трубка с одной ловушкой)	
3. Вариант установки В (трубка с двумя ловушками: одной действующей, а другой без дна)	
4. Вариант установки Б (повтор этапа 2: трубка с одной ловушкой)	
5. Вариант установки Г (трубка с закрытыми концами и одной ловушкой без дна)	

Примечание. а – стержень поршня; б – пластины поршня, между которыми помещали приманку; в – основание установки; г – трубка; д – подпорки стержня поршня; е – второе съёмное дно трубки (черное); ж – съёмное дно ловушки (оранжевое); з – отверстие в дне трубки над ловушкой; и – заглушка на конце трубки; к – ловушка.

ла пустой нити. В одном случае это достигалось наклонным расположением нитей одной длины, а в другом – изгибанием под прямым углом более длинной нити с приманкой. Они решали также задачу с двумя нитями и двумя приманками, в которой одна из нитей состояла из двух фрагментов и не могла быть использована для подтягивания приманки. Эти результаты свидетельствуют о способности серых ворон экстренно улавливать структуру таких задач (выявлять связь орудия с приманкой и оценивать взаимное расположение компонентов задачи) и заранее прогнозировать возможный результат собственных действий (Багоцкая и др., 2010б).

Цель настоящей работы – оценить способность серых ворон экстренно (при первых же пробах) решать задачу на добывание приманки из трубки с ловушкой; выяснить, что именно усвоили птицы, обученные решению этой задачи: выучили ли они набор частных правил выбора или уловили общую структуру подобных задач.

МЕТОДИКА

Исследование проводили на восьми серых воронах (*Corvus cornix* L.) старше одного года, которые прожили в неволе не менее двух лет. Ни одна из ворон ранее не участвовала в подобных экспериментах – не добывала приманку из труб-

ки при помощи поршня. Птиц содержали группами по 3–4 особи в вольерах на открытом воздухе. Их ежедневный рацион состоял из тушек мелких грызунов и геркулесовой каши с добавлением растительного масла и витаминов. В ходе экспериментов применяли частичную (исключение мясопродуктов из рациона) или полную пищевую депривацию. Режим депривации подбирали индивидуально для каждой птицы. На время эксперимента ворону отсаживали в отдельный вольер (2.3 × 3.5 × 2.75 м), в который заранее помещали экспериментальную установку, а в промежутках между экспериментами птицу возвращали в общий вольер.

Для того чтобы иметь возможность корректно сравнивать результаты наших экспериментов с данными, полученными другими авторами, мы точно воспроизвели методику, ранее использованную в экспериментах с грачами (Seed et al., 2006), даже в тех ее особенностях, которые казались нам неудачными.

Экспериментальная установка была аналогична той, которую ранее другие авторы использовали для тестирования птиц и антропоидов (Seed et al., 2006; Tebbich et al., 2007; Martin-Ordas et al., 2008). Она представляла собой полый прозрачный прямоугольный параллелепипед (“трубку”, 27 × 5 × 5 см), закрепленный при помощи двух опор на тяжелом основании (56 × 21.5 × 1.5 см) на высоте 9 см. В дне трубки имелись два отверстия (4.5 × 4.5 см), расположенные на расстоянии 6 см от ее концов и в 6 см друг от друга. Под отверстиями к трубке были прикреплены прозрачные контейнеры – ловушки (4.5 × 4.5 × 4.5 см) со съемным дном (оранжевые пластинки). В трубку можно было вдвинуть три разных варианта второго дна, которое могло закрывать или открывать входы в ловушки: 1) сплошное дно, закрывающее отверстия над обеими ловушками (табл. 2; вариант установки А), которое применяли на этапе приучения к установке (обучение добыванию корма при помощи поршня); 2) дно с отверстием над одной из ловушек (табл. 2; варианты установки Б и Г), которое применяли на этапах 2, 4 и 5; 3) дно с отверстиями над обеими ловушками (табл. 2; вариант установки В), которое применяли на этапе 3.

Для добывания приманки из трубки в нее был вставлен поршень – две прозрачные пластины, расположенные на расстоянии 2.5 см друг от друга (между ними помещали приманку), которые были закреплены в середине металлического стержня (длиной 51 см и диаметром 0.5 см; табл. 2). Концы трубки можно было закрыть заглушками, сквозь

отверстия в которых проходили концы стержня (табл. 2; вариант установки Г).

Вся установка, кроме металлического стержня поршня, была сделана из прозрачного оргстекла. Как и в работе, проведенной на грачах (Seed et al., 2006), для более контрастного выделения важных деталей установки второе (съемное) дно трубки было обклеено черным скотчем, съемное дно ловушек – оранжевым, а диски (заглушки), при помощи которых закрывали концы трубки на последнем пятом этапе экспериментов, – синим. В качестве приманки использовали личинок мучного хрущака (3–5 штук одновременно).

На первом этапе птиц приучали к установке и обучали при помощи поршня добывать корм из трубки со сплошным дном без ловушек (табл. 2; вариант установки А). Использовали метод “последовательного приближения”: сначала личинок раскладывали на разных частях установки: на основании, на верхней стороне и внутри трубки около ее концов. Когда птица съедала корм, личинок помещали между пластинами частично выдвинутого поршня, при этом птица могла добыть приманку, не сдвигая стержень. Потом приманку располагали между пластинами поршня, полностью находящимися внутри трубки, но рядом с одним из ее концов. В этом случае, для того чтобы добыть приманку, птица уже должна была слегка подвинуть поршень. После этого приманку располагали на том же расстоянии у другого конца трубки. Когда птица успешно справлялась с обеими вариантами задачи, пластины поршня с помещенной между ними приманкой размещали еще ближе к центру. Если птица справлялась и с этой задачей, то приманку располагали точно в центре трубки. Если птица добывала приманку из центра трубки 5 раз подряд, то ее считали обучившейся добыванию корма из трубки без ловушек.

Если в ходе выполнения последующих задач у птицы проявлялось предпочтение одной из сторон (т.е. она вытягивала поршень только в одну сторону), проводили коррекционные предъявления, в которых также использовали вариант установки со сплошным вторым дном (табл. 2; вариант установки А). При этом приманку помещали на избегаемой стороне трубки. Процедуру коррекции завершали, когда птица дважды вытягивала приманку в сторону, которую ранее избегала.

Далее базовый вариант установки видоизменяли при помощи разных вариантов второго дна.

На втором этапе использовали второе дно с отверстием над одной из ловушек (табл. 2; вариант установки Б), дно которой было закрыто оранже-

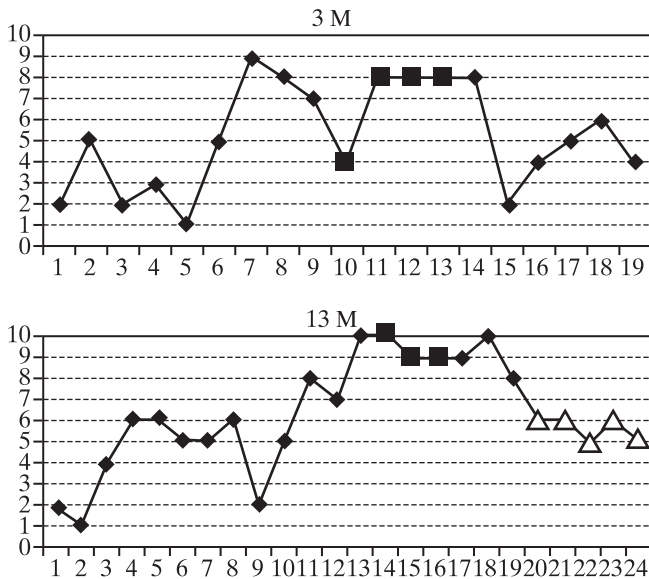


Рис. 1. Динамика обучения и результаты тестирования ворон 3 М и 13 М. По оси абсцисс – номера блоков. По оси ординат – число правильных решений в блоке из 10 проб. Ромбиками обозначено решение задачи на этапах 2 и 4 (трубка с одной ловушкой), квадратами – на этапе 3 (трубка с двумя ловушками: одной – действующей, а другой – без дна), треугольниками – на этапе 5 (трубка с одной ловушкой без дна, концы трубки закрыты заглушками).

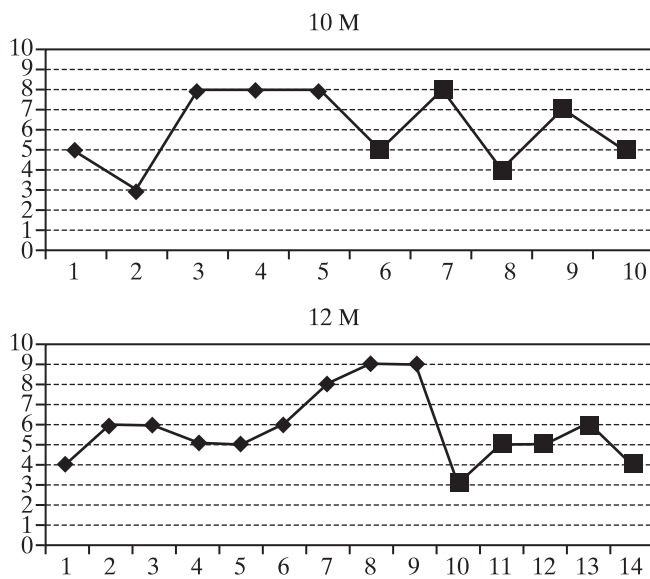


Рис. 2. Динамика обучения и результаты тестирования ворон 10М и 12М. По оси абсцисс – номера блоков. По оси ординат – число правильных решений в блоке из 10 проб. Ромбиками обозначено решение задачи на этапе 2 (трубка с одной ловушкой), квадратами – на этапе 3 (трубка с двумя ловушками: одной – действующей, а другой – без дна).

вой пластинкой. Таким образом, ловушка была действующей: если приманка попадала в нее, то становилась недосягаемой для птицы. Сторону расположения ловушки меняли в квазислучайном

порядке. В этой ситуации, для того чтобы добыть приманку, птица должна тянуть поршень в сторону, противоположную ловушке. Оценивали число правильных решений в первых предъявлениях этой задачи. Далее проводили обучение. Критерием обученности считали не менее 24 правильных решений в 30 последовательных пробах ($p < 0.001$, биномиальный тест). Если на протяжении 200 предъявлений птица не достигала критерия, обучение прекращали и, согласно используемой методике (Seed et al., 2006), такая птица в дальнейших экспериментах не участвовала.

Затем птицам, научившимся добывать приманку из трубки с одной ловушкой, предлагали тестовые варианты задачи. В установку вносили изменения, позволяющие выяснить, решают ли вороны задачу только за счет выученных частных правил выбора (“не двигай корм в сторону отверстия в черном дне трубки” или “двигай корм в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном”), или же способны экстренно оценить изменения в структуре установки и без дополнительного обучения добыть приманку новым способом (через ловушку без дна).

На третьем этапе применяли вариант установки В (табл. 2) с отверстиями над обеими ловушками. При этом одна ловушка имела дно (была действующей), а другая – нет, так что попавшая в нее приманка падала на основание установки и могла быть съедена птицей. Эту задачу предъявляли не более 50 раз. Если птица в 30 последовательных пробах из этих 50 успешно добывала приманку не менее 24 раз (выбранный критерий успешности решения), то считали, что она справилась с данной задачей. Если птица не справлялась с задачей и с равными вероятностями двигала поршень в обе стороны, следовательно, на предыдущем этапе она решала задачу за счет выучивания частного правила выбора “не двигай корм в сторону отверстия в черном дне трубки” (таких птиц также исключали из дальнейших экспериментов). Если же птица успешно добывала корм, это значит, что она либо способна экстренно оценить изменения в структуре установки, либо использовала другое частное правило – “вытягивай поршень в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном”.

Для того чтобы проверить сохранность навыка, приобретенного птицами на втором этапе (добывать приманку, избегая ловушки), на следующем четвертом этапе птицам вновь предъявляли ту же задачу (вариант установки Б; табл. 2). Если за 50 предъявлений птица не достигала указанного выше критерия, ее исключали из дальнейших экспериментов.

На пятом этапе, для того чтобы выяснить, руководствовались ли птицы при решении задачи частным правилом “вытягивай поршень в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном”, использовали вариант установки Г, где в черном дне трубки было одно отверстие над ловушкой без оранжевого дна, а оба конца трубки были закрыты (табл. 2). В этой ситуации приманку можно было добыть только через ловушку без дна. Если поршень двигали в противоположную от ловушки сторону, то конец стержня попадал внутрь трубки и заглушка препятствовала его вытягиванию в обратную сторону, так что птица лишалась возможности добыть приманку. Задачу предъявляли не более 50 раз, оценивая результат в соответствии с описанным ранее критерием успешности.

Во время опыта экспериментатор находился в соседнем помещении и наблюдал за птицей через окно. Поведение птицы регистрировали с помощью видеокамеры.

Эксперименты проводили в период с 05.09.2008 по 10.07.2009. В течение одного дня задачу предъявляли не более 30 раз. Каждое предъявление длилось не более 5 мин. Если за это время птица не пыталась решить задачу, работу с ней в этот день прекращали и возобновляли только на следующий день. Пищевая заинтересованность и эмоциональное состояние птицы могли меняться день ото дня непредсказуемым образом, поскольку находились под влиянием множества неконтролируемых факторов, включая метеоусловия. В зависимости от состояния птицы и ее готовности к работе число предъявлений задачи варьировало от 1 до 30.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 7. Уровень достоверности правильных решений оценивали с помощью биномиального теста. Графики на рис. 1–3 иллюстрируют динамику доли правильных решений, подсчитанной для блоков из 10 последовательных проб (независимо от их распределения по опытным дням).

При проведении исследования соблюдалась директива совета Европейского экономического сообщества по защите животных в экспериментах (86/609/ЕЕС).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе шесть из восьми ворон успешно научились при помощи поршня добывать приманку из трубки без ловушек (вариант установки

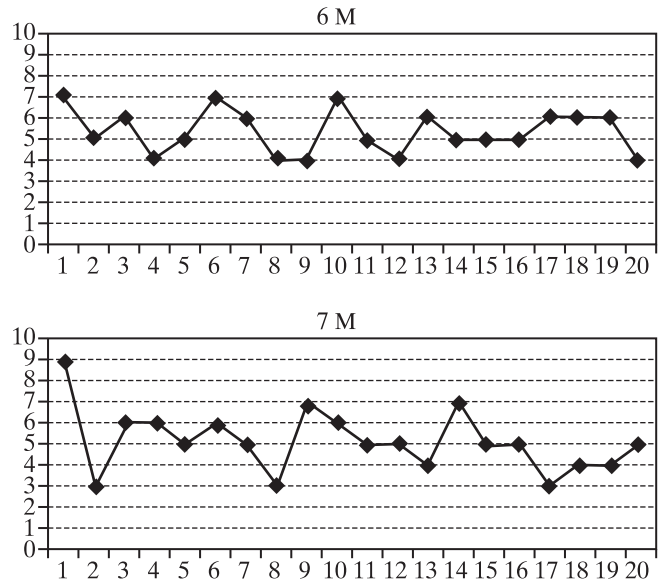


Рис. 3. Динамика обучения ворон 6М и 7М (этап 2: трубка с одной ловушкой). По оси абсцисс – номера блоков. По оси ординат – число правильных решений в блоке из 10 проб.

А; табл. 2), что потребовало от 1 до 6 опытных дней. Две вороны так и не освоили эту операцию: они съедали личинок из трубки, если их можно было достать клювом, но не пытались манипулировать поршнем.

На втором этапе (трубка с одной ловушкой, вариант установки Б; табл. 2) ворона 7М начала решать задачу спонтанно – без обучения. Уже в первых девяти предъявлениях она безошибочно добывала приманку из трубки, избегая ловушку (9 правильных решений из 10, $p < 0.01$; рис. 3). Однако, допустив ошибку в десятой пробе, птица стала проявлять признаки нервозности – долбила клювом установку, неоднократно приближалась к ней и снова удалялась от нее, не сделав выбора. В последующих пробах уровень правильных решений резко снизился до случайного (рис. 3), и после 200 проб работа с этой вороной была прекращена.

Остальные птицы с самого начала решали задачу с одной ловушкой на случайном уровне. Четыре из них (птицы 3М, 10М, 12М и 13М) постепенно обучились добывать приманку из трубки с одной ловушкой (вариант установки Б; табл. 2) за 90, 50, 90 и 130 предъявлений соответственно, что потребовало от 4 до 15 опытных дней (рис. 1, 2). Вороны 6М и 7М так и не обучились решению задачи (не достигли критерия обученности; рис. 3), поэтому они в дальнейших опытах не участвовали.

На третьем этапе четырем птицам (3М, 10М, 12М и 13М), освоившим предыдущую задачу, предъявили трубку с двумя ловушками: одной – действующей, а другой – без дна, через которую

можно было получить корм (вариант установки В; табл. 2). С этой задачей успешно справились две вороны – 3М и 13М (рис. 1). Вероятно, эти птицы либо использовали частное правило “вытягивай в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном”, либо экстренно оценили изменения в структуре установки. Не справившиеся с этой задачей вороны 10М и 12М, по-видимому, на предыдущем этапе (добывание корма из трубки с одной ловушкой) решали задачу за счет выучивания частного правила “не двигай корм в сторону отверстия в черном дне трубки” (их исключили из дальнейших экспериментов).

На четвертом этапе птицам 3М и 13М вновь предложили задачу с одной действующей ловушкой (вариант установки Б; табл. 2). Ворона 3М в первых 10 предъявлениях добыла приманку 8 раз ($p < 0.05$), но в следующих 10 предъявлениях 8 раз вытягивала поршень в сторону ловушки ($p < 0.05$). Далее птица решала задачу на случайном уровне (рис. 1) и ее исключили из дальнейших экспериментов. Ворона 13М успешно справилась с задачей.

На пятом этапе вороне 13М предъявили тест, в котором приманку можно было добыть только через ловушку без дна, поскольку концы трубки были закрыты заглушками (вариант установки Г; табл. 2). С этим тестом птица не справилась (рис. 1) – за 50 предъявлений она так и не достигла критерия. Вероятно, в ходе предыдущих этапов она действительно обучилась вытягивать поршень в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном, а экстренно оценить изменения в структуре установки она не смогла. Таким образом, даже наиболее успешная птица 13М справилась не со всеми вариантами задачи.

ОБСУЖДЕНИЕ

При обсуждении способности животных решать орудийные или протоорудийные задачи очень важно точно оценивать механизм, лежащий в основе их решения. Необходимо отметить, что сам по себе факт использования орудий не обязательно служит проявлением феномена мышления. Орудийное поведение может быть результатом долгого обучения (ужение термитов и разбивание орехов в онтогенезе шимпанзе; Гудолл, 1992) и даже врожденных программ (например, у дятловых вьюрков на Галапагосских островах; Tebbich, Bshary, 2004), а также результатом взаимодействия этих факторов.

Принято считать, что о способности животного понимать суть задачи на добывание приманки при помощи поршня из трубки с ловушкой (как

и других протоорудийных задач) можно судить по двум критериям. Во-первых, по успешности решения задачи при первых же ее предъявлениях (инсайт). Во-вторых, по способности решить тестовые задачи, в которых перемещены или изменены некоторые ключевые компоненты. При этом важнейшим критерием проявления мышления является именно первый, а при оценке второго следует учитывать роль обучения, которое может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на результат теста.

Тот факт, что на втором этапе ворона 7М в первом блоке из десяти предъявлений успешно избегала ловушку (вариант установки Б; табл. 2) и добыла приманку 9 раз подряд, по-видимому, свидетельствует об экстренном понимании этой птицей структуры данной задачи. По литературным данным, правильное решение этой задачи с самых первых предъявлений ранее отмечалось только у антропоидов (Martin-Ordas et al., 2008) и одного из шести вьюрков *Cactospiza pallid* (Tebbich, Bshary, 2004). Грачам и новокаледонским воронам для решения этой задачи (избегания ловушки при добывании приманки) требовалось обучение (Seed et al., 2006; Taylor et al., 2009). Дальнейший переход вороны 7М к случайному выбору, вероятно, связан со сложностью данной задачи. Подобные “срывы” характерны для животных многих видов при решении серии сложных задач, например, задачи на экстраполяцию направления движения пищевого раздражителя, исчезающего из поля зрения (Крушинский, 2009). Аналогичное поведение наблюдалось также у одного из грачей в работе Хельм с соавторами (Helme et al., 2006a).

Если птица первоначально не решала задачу на добывание приманки из трубки с одной ловушкой (вариант установки Б; табл. 2), то ее этому обучали. В результате обучения она могла либо уловить структуру задачи, либо выучить ряд частных правил выбора для каждого варианта взаимного расположения элементов экспериментальной установки. Что именно усвоила птица, выясняли при помощи тестовых задач, в которых были перемещены или изменены некоторые ключевые элементы экспериментальной установки.

Так, если на втором этапе птица обучилась добывать приманку из трубки с одной ловушкой за счет выучивания правила “вытягивай приманку в сторону непрерывного черного дна”, она не справилась бы с задачей на третьем этапе, когда в дне было два отверстия (вариант установки В; табл. 2). Если же птица научилась решать эту задачу за счет правила “вытягивай в сторону, противоположную

ловушке с оранжевым дном”, она не решила бы тест на пятом этапе, когда корм можно было добыть только через ловушку без дна (вариант установки Г; табл. 2). Если же в ходе обучения птица уловила общую структуру подобных задач, то она могла бы успешно справиться с обоими тестами.

В наших экспериментах две вороны справились с тестом на третьем этапе и ни одна не справилась с тестом на пятом этапе. Следовательно, в ходе обучения добыванию приманки из трубки с одной ловушкой птицы действительно усваивали частные правила выбора (“вытягивай в сторону непрерывного черного дна” для птиц 10М и 12М и “вытягивай в сторону, противоположную ловушке с оранжевым дном”, для птицы 13М) и продолжали их применять, несмотря на изменение взаимного расположения компонентов задачи. Способность к решению таких же тестовых задач обнаружена лишь у одного из восьми протестированных грачей (табл. 1; Seed et al., 2006). Взятые вместе эти результаты свидетельствуют не только о высокой сложности данных задач для врановых птиц, но и о значительных индивидуальных различиях в способности к их решению.

С похожими тестами справились также три из шести новокаледонских ворон (Taylor et al., 2009). Но поскольку у новокаледонских ворон хорошо развита орудийная деятельность (манипуляции палочками и другими подобными орудиями составляют характерную черту кормового поведения этого вида в естественных условиях (Hunt, 1996; Hunt et al., 2001; Hunt, Gray, 2004)), им предложили добывать приманку из трубки при помощи отдельно лежащей палочки. Эти действия были значительно более естественны для них, чем вытягивание приманки из трубки при помощи поршня. Известно, что чем ближе условия теста к естественному поведению животного, тем легче оно решает тест (Резникова, 2005). Следовательно, способность к решению таких задач может зависеть от адекватности формулировки задачи для конкретного вида животных. Возможно, успешное решение тестовых задач новокаледонскими воронами в некоторой степени обусловлено именно этим фактором.

В целом можно заключить, что задача на добывание приманки из трубки с ловушкой очень сложна для большинства животных. Например, значительные трудности при решении подобных задач испытывают даже человекообразные обезьяны (Helme et al., 2006b; табл. 1), которые успешно справляются с самыми сложными вариантами других протоорудийных и орудийных задач. Сложность этой задачи подтверждается

и неопубликованными данными, полученными Л. Лимонгелли и Е. Визальберги при тестировании детей. Научиться решать подобные задачи смогли только дети старше трех лет.

Наши данные, а также результаты исследований на других видах врановых (Helme et al., 2006a; Taylor et al., 2009; табл. 1) свидетельствуют о том, что и для высокоорганизованных птиц эта задача сложнее, чем другие протоорудийные тесты. Как было сказано выше, серые вороны успешно справляются с тестами, для решения которых требуется проследить связь нити с приманкой при различных вариантах расположения нитей или оценить целостность нити, что свидетельствует о понимании птицами структуры этих задач (Багоцкая и др., 2010б). Следовательно, большая сложность задачи на добывание приманки из трубки с ловушкой для многих высокоорганизованных животных, вероятно, связана не с недостаточным уровнем развития их когнитивных способностей, а со спецификой данной методики.

Достоинством методики, предложенной Сидом с соавторами (Seed et al., 2006), является стремление тестировать животных с помощью комплекса задач, однако из-за относительной сложности экспериментальной установки и достаточно сложной логической структуры лишь отдельные особи могут решить эти задачи экстренно, а большинство обучается решению путем проб и ошибок. Однако в результате обучения животное усваивает частные правила выбора, препятствующие не только экстренному решению обновленной задачи за счет анализа ее структуры, но и формированию нового правила выбора в соответствии с внесенными в ее структуру изменениями. В результате последующие тесты, в которых перемещены или изменены некоторые ключевые элементы экспериментальной установки, позволяют лишь исследовать механизмы обучения избеганию ловушки – выяснить, какие именно конкретные правила выбора выучили животные.

Таким образом, данный комплекс протоорудийных задач позволяет оценивать скорее механизмы обучения, а не феномен мышления. В этой связи для широкой сравнительной оценки мышления животных, по-видимому, более информативно использовать другие, более простые по своей структуре протоорудийные тесты – например, комплекс задач на подтягивание приманки при помощи нити (Багоцкая и др., 2010а,б).

ВЫВОДЫ

1. Одна из шести серых ворон, обучившихся при помощи поршня добывать приманку из прозрачной трубки без ловушки, без дополнительного обучения решила задачу на добывание приманки из трубки с ловушкой (9 правильных решений в первых 10 пробах), что говорит о том, что отдельные представители вида в принципе способны экстренно понять структуру такой задачи.

2. Четыре вороны обучились добывать корм из трубки с одной ловушкой, для чего им потребовалось от 30 до 130 проб.

3. Результаты предъявления тестовых задач, в которых было изменено взаимное расположение компонентов экспериментальной установки, показали, что в ходе обучения вороны скорее выучили набор частных правил выбора, а не уловили общую структуру подобных задач.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-04-00891).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Багоцкая М.С., Смирнова А.А., Зорина З.А., 2010а. Сравнительное исследование способности врановых птиц к решению задачи на добывание подвешенной приманки // Журн. высш. нерв. деятельности. Т. 60. № 3. С. 321–329.
- Багоцкая М.С., Смирнова А.А., Зорина З.А., 2010б. Врановые способны понимать логическую структуру задач на подтягивание закрепленной на нити приманки // Журн. высш. нерв. деятельности. Т. 60. № 5. С. 543–551.
- Брушлинский А.В., 2003. Субъект: мышление, учение, воображение. Москва; Воронеж: Изд. МПСИ. НПО “МОДЭК”. 406 с.
- Гудолл Д., 1992. Шимпанзе в природе: поведение. М.: Мир. 670 с.
- Данилова Н.Н., 2004. Психофизиология. М.: Аспект Пресс. 368 с.
- Келер В., 1930. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М.: Комакадемия. 207 с.
- Крушинский Л.В., 2009. Биологические основы рассудочной деятельности / Эволюционный и физиолого-генетический аспекты поведения. М.: URSS. 270 с.
- Ладыгина-Котс Н.Н., 1959. Конструктивная и орудийная деятельность высших обезьян. М.: Изд-во АН СССР. 399 с.
- Лурия А.Р., 1973. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ. 374 с.
- Новоселова С.Л., 2001. Развитие интеллектуальной основы деятельности приматов. Воронеж: НПО “МОДЭК”. 288 с.
- Резникова Ж.И., 2005. Интеллект и язык животных и человека: Основы когнитивной этологии. М.: Издательско-книготорговый центр “Академкнига”. 518 с.
- Рогинский Г.З., 1948. Навыки и зачатки интеллектуальных действий у антропоидов (шимпанзе). Л.: Наука. 204 с.
- Фабри К.Э., 1980. Орудийные действия животных. М.: Знание. 64 с.
- Helme A.E., Clayton N.S., Emery N.J., 2006a. What do rooks (*Corvus frugilegus*) understand about physical contact? // J. Comp. Psychol. V. 120. № 3. P. 288–293.
- Helme A.E., Call J., Clayton N.S., Emery N.J., 2006b. What do bonobos (*Pan paniscus*) understand about physical contact? // J. Comp. Psychol. V. 120. № 3. P. 294–302.
- Hunt G.R., 1996. Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows // Nature. V. 379. P. 249–251.
- Hunt G.R., Corballis M.C., Gray R.D., 2001. Animal behaviour: Laterality in tool manufacture by crows // Nature. V. 414(6865). P. 707.
- Hunt G.R., Gray R.D., 2004. Direct observations of pandanus-tool manufacture and use by a New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*) // Anim Cogn. V. 7. № 2. P. 114–120.
- Limongelli L., Boysen S.T., Visalberghi E., 1995. Comprehension of cause-effect relations in a tool-using task by chimpanzees (*Pan troglodytes*) // J. Comp. Psychol. V. 109. P. 18–26.
- Martin-Ordas G., Call J., Colmenares F., 2008. Tubes, tables and traps: great apes solve two functionally equivalent trap tasks but show no evidence of transfer across tasks // Anim. Cogn. V. 11. P. 423–430.
- Mulcahy N.J., Call J., 2006. How great apes perform on a modified trap-tube task // Anim. Cogn. V. 9. P. 193–199.
- Parker S.T., Gibson K.R., 1977. Object manipulation, tool-use and sensory motor intelligence as feeding adaptations in Cebus monkeys and Great apes // J. Hum. Evol. V. 6. P. 623–641.
- Povinelli D.J., 2000. Folk physics for apes. N.Y.: Oxford Univ. Press. 408 p.
- Seed A.M., Tebbich S., Emery N.J., Clayton N.S., 2006. Investigating physical cognition in rooks (*Corvus frugilegus*) // Current Biol. V. 16. P. 697–701.
- Silva F.J., Page D.M., Silva K.M., 2005. Methodological-conceptual problems on the study of chimpanzees’ folk physics: how studies with adult humans can help // Learn. Behav. V. 33. P. 47–58.

- Taylor A.H., Hunt G.R., Medina F.S., Gray R.D., 2009. Do New Caledonian crows solve physical problems through causal reasoning? // Proc. Biol. Sci. V. 276. P. 247–254.
- Tebbich S., Bshary R., 2004. Cognitive abilities related to tool use in the woodpecker finch, *Cactospiza pallid* // Anim. Behav. V. 67. P. 689–697.
- Tebbich S., Seed A.M., Emery N.J., Clayton N.S., 2007. Non-tool-using rooks, *Corvus frugilegus*, solve the trap-tube problem // Anim. Cogn. V. 10. № 2. P. 225–231.
- Visalberghi E., Limongelli L., 1994. Lack of comprehension of cause-effect relations in tool-using capuchin monkeys (*Cebus apella*) // J. Comp. Psychol. V. 108. P. 5–22.
- Weir A.A., Chappell J., Kacelnik A., 2002. Shaping of hooks in New Caledonian crows // Science. V. 97(5583). P. 981.
- Yerkes R.M., 1943. Chimpanzees: A Laboratory Colony. New Haven: Yale Univ. Press. 321 p.

Solution of trap tube test by hooded crows (*Corvus cornix* L.)

M. S. Bagozkaya, A. A. Smirnova, Z. A. Zorina

*M.V. Lomonosov Moscow State University,
Biological Faculty, Department of Higher Nervous Activity
119234 Moscow, Leninskie Gory
e-mail: bagozkaya@yandex.ru*

Eight hooded crows (*Corvus cornix* L.) were tested for their ability to use a piston (a stick with two attached clear plates between which the food is enclosed such that moving the stick would move the food) to get the reward out of a transparent tube avoiding a trap. Six out of eight crows learned to use a piston to extract a food reward from a transparent non-trap tube. One out of these six birds successfully performed the task in which it had to avoid a trap to retrieve a reward, in the first trial showing spontaneous comprehending of the task structure. Four crows learned to perform this task using the trial-and-error method. To find out a mechanism these crows used to perform the task, birds were presented with two transfer tasks (tests) in which we changed the relative positions of components in the apparatus. We found out that crows performed transfer tasks using rather concrete rules than immediate estimation of the relative positions of the components in the apparatus.