

ФИЗИОЛОГИЯ

В. К. ШЕПЕЛЕВА

**НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЦВЕТОВОГО
ЗРЕНИЯ У СОБАК**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 12 IV 1954)

Настоящая работа посвящена изучению цветового зрения у собак, а также исследованию взаимодействия зрительного, обонятельного и двигательного анализаторов у этих животных. По вопросу о цветовом зрении у собак имеется ряд исследований, авторы которых приходят к противоречивым результатам. Одни из них (¹⁻⁷, ¹⁰, ¹¹) считают, что собаки обладают несовершенным цветовым зрением, которое находится у них в зачаточном состоянии и вряд ли может служить для ориентации животного во внешней среде. Николаи (⁹) считает, что собаки совершенно не обладают цветовым зрением.

Исследование проводилось методом условных рефлексов при свободном передвижении животных в пределах экспериментального помещения. Подопытными животными являлись две беспородные самки по кличке Жучка и Кокоша.

Для проведения экспериментов использовался специально изготовленный ящик длиной 195 см, шириной 68 см и высотой 60 см, разделенный внутри сплошными перегородками на пять равных отделений. Каждое отделение сообщалось с наружным пространством круглым отверстием (диаметр 27,5 см), прорезанным во фронтальной стенке ящика. Отверстия закрывались разноцветными фанерными дисками (клапанами) диаметром 26,5 см, которые навешивались при помощи металлических колечек на крючки, находящиеся над входами. Собаки могли свободно входить в отделение ящика, отодвинув диск. В центре каждого диска был вделан маленький медный стаканчик, в который при подаче обонятельных раздражителей вкладывался ватный тампончик с пахучей жидкостью. Расположение дисков менялось после каждой зарядки. При подготовке к опытам собаки кормились в разных отделениях ящика и вскоре интенсивно искали корм во всех отделениях. Диски окрашивались в различные цвета гуашью или акварелью или оклеивались цветной бумагой. Пищевой двигательный условный рефлекс вырабатывался на зеленый цвет. Собакам после выхода их из отделения с клапаном зеленого цвета давалось пищевое подкрепление.

В первом же опыте животным были предъявлены (навешенные на входные отверстия) 5 клапанов различных цветовых тонов: красный, зеленый, фиолетовый, синий и красно-желтый. В последующих опытах был введен клапан серого цвета. Все цветовые тона были одинаковой светлоты 11,05%, которая подбиралась по цветовому атласу Манзелла (⁸).

Как видно из соответствующих кривых (см. рис. 1), образование условного рефлекса на зеленый цвет шло медленно у обеих собак, причем абсолютная дифференцировка (т. е. 100% избирание зеленого клапана) была достигнута только после 65—70 опытных дней при 650—700

сочетаниях условного раздражителя с пищевым подкреплением. После достижения абсолютной дифференцировки, свидетельствующей о различии собаками использованных в опыте цветов, был введен комплексный раздражитель, состоящий из двух компонентов: зеленого цвета и запаха камфоры. Для этого в медный стаканчик в зеленом клапане вкладывался ватный тампончик с камфорным маслом. После 33 сочетаний компоненты комплексного раздражителя были разъединены: камфорное

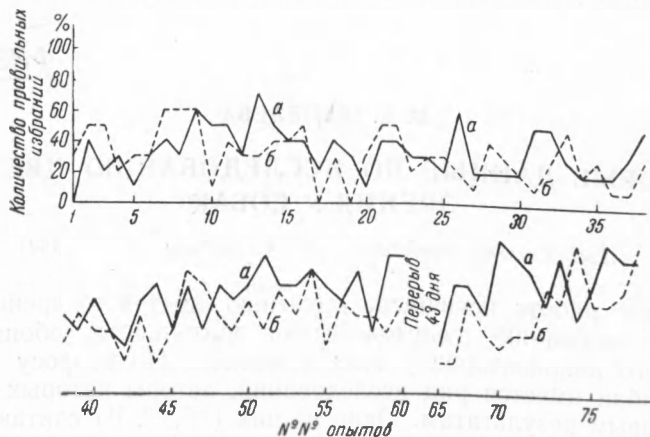


Рис. 1. Образование условного рефлекса на зеленый цвет.
а — Жучка, б — Кокоша

масло было нанесено на красный клапан, а зеленый был освобожден от запаха. Во всех 6 предъявлениях разъединенных компонентов собаки ориентировались по признаку цвета, не давая положительной реакции на запах камфоры. Затем опыты с применением комплексного раздражителя были продолжены. После 76 сочетаний критический эксперимент был повторен: оба компонента были вновь разъединены. Результаты оказались тождественными с результатами предыдущих опытов. После 156 сочетаний проверочный опыт был поставлен еще раз и с теми же результатами, т. е. животные продолжали избирать клапан зеленого цвета без запаха камфоры.

В связи с полученными данными было решено использовать другие запаховые компоненты, так как не исключалась возможность специфического действия примененного запахового раздражителя. Для этой цели опыты с воздействием комплексного раздражителя были прекращены. В этот период проводилась работа по изучению действия цветowych раздражителей различной светлоты. Вместо зеленого клапана (акварель, светлота 11,05%) был введен темнозеленый клапан (гуашь, светлота 5,96%). Замена обычного клапана вызвала резкое увеличение неадекватных реакций. Так, до введения темнозеленого клапана количество правильных выборов составляло 100%, в то время как после замены оно равнялось 50%. Повторение опыта через 24 дня дало те же результаты. Замена зеленого клапана светлозеленым (гуашь, светлота 38,9%) вызвала у обеих собак беспорядочные заходы в отделения ящика с клапанами разного цвета. Впоследствии светлозеленый клапан предъявлялся собакам в течение 8 опытных дней (80 сочетаний) и неизменно вызывал хаотическую реакцию: число правильных выборов не превышало 60%. Затем светлозеленый клапан был заменен обычным для животных клапаном зеленого тона (акварель, светлота 11,05%).

После достижения абсолютной дифференцировки была опять произведена замена зеленого клапана светлозеленым. В этом эксперименте собаки дали 80—90% правильных выборов. После указанного критического эксперимента снова был введен обычный зеленый клапан (аква-

рель). Через два опытных дня он был заменен более темнозеленым клапаном (гуашь, светлота 5,95%). Животные дали 70—100% правильных избраний. На следующий день был предъявлен светлозеленый клапан, оклеенный бумагой (светлота 27,3%). Собаки дали 80—90% правильных избраний. Частая смена зеленых клапанов разной светлоты вызвала у собак образование положительной реакции на зеленый тон различной светлоты в связи с нивелированием последнего признака. Цветовой тон приобрел значение ведущего компонента.

После 4-месячного перерыва в применении обонятельных раздражителей был введен запах тополевого масла. Тополовое масло наносилось на ватный тампон, который вкладывался в медный стаканчик зеленого клапана. После 150 сочтаний зеленого цвета с запахом тополевого масла компоненты комплексного раздражителя были разъединены. Тополовое масло было нанесено на красный клапан, зеленый же был освобожден от запаха. При 10 предъявлениях собаки 9 раз избрали клапан зеленого цвета и один раз клапан с запахом тополевого масла. Следовательно, в данных условиях эксперимента запах тополевого масла оказался более слабым компонентом, чем зрительный, в общем одновременном комплексном раздражителе.

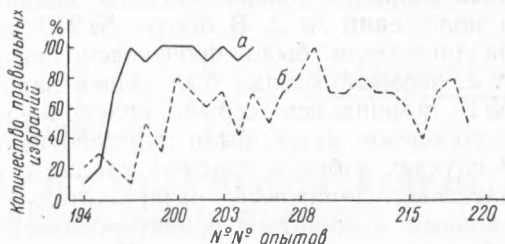


Рис. 2. Образование условного рефлекса на запах. а — Жучка, б — Кокоша

В дальнейшем для выявления значения запахового раздражителя были поставлены следующие эксперименты: собакам предъявлялись 5 красных клапанов, на одном из которых был тампон с тополевым маслом. Таким образом, нивелировалось значение цветового тона. Животные дали хаотическую реакцию. В первый момент процент правильных избраний был равен 10—30. Далее животным в течение 12 опытных дней предъявлялись 5 зеленых клапанов, на одном из которых находился тампон с тополевым маслом. Первые два дня число правильных избраний у обеих собак не превышало 30%. Затем в реакциях собак наступили существенные различия. Как видно из рис. 2, у Жучки быстро выработалась положительная реакция на запах тополевого масла и собака стала давать 90—100% правильных избраний. Образование условного рефлекса на запах тополевого масла у Кокоши шло гораздо медленнее, и только через 15 опытных дней была достигнута абсолютная дифференцировка. Затем число адекватных ответов резко упало, и в течение последующих 10 опытных дней количество правильных избраний равнялось 40—80%.

Для проверки действия обонятельного раздражителя в опыте № 206 Жучке были предъявлены 5 одинаковых красных клапанов, на одном из них был тампон с тополевым маслом. Жучка дала 90% правильных избраний. В опыте № 207 ей же была предъявлена прежняя серия цветных клапанов при исключении запахового компонента. Животное дало 75% ошибочных избраний. В этом же опыте был вновь введен запаховый раздражитель (тополовое масло), после чего собака не сделала ни одного ошибочного избраний. В опыте № 211 была предъявлена серия цветных клапанов, причем тополовое масло было нанесено на красный клапан, помещенный среди других цветных клапанов. Жучка неизменно избирала красный клапан с запахом тополевого масла.

Описанные выше опыты свидетельствуют о том, что животное полностью переключилось на ориентировку в данной экспериментальной ситуации при помощи обонятельного анализатора.

Далее был образован комплексный раздражитель, состоящий из трех компонентов, относящихся к трем различным анализаторам: зрительному, обонятельному и двигательному. Зеленый клапан с запахом тополевого масла неизменно помещался в положение № 2 (ранее клапаны менялись местами при каждой зарядке). В первом опыте (№ 214) Жучка дала только 60% правильных избраний. В опыте № 216 наблюдалось избрание только зеленого клапана с запахом тополевого масла в положении № 2. В опыте № 219 после 52 сочетаний комплексного раздражителя было произведено разобщение всех трех компонентов, т. е. зеленый клапан был лишен запахового компонента, в положение № 2 помещались серый, красно-желтый или фиолетовый клапаны, а тополевое масло было нанесено на красный клапан. Собака во всех 8 случаях избрала красный клапан с запахом тополевого масла. Следовательно, запаховый раздражитель продолжал оставаться наиболее сильным и животное ориентировалось в данных условиях при помощи обонятельного анализатора. После 95 сочетаний проверочный опыт был повторен. Результат оказался аналогичным — животное избирало красный клапан с запахом тополевого масла. Данные, полученные на второй собаке — Кокоше, полностью совпадают с данными, полученными в экспериментах с Жучкой, с той лишь разницей, что у Кокоши образование условных рефлексов шло значительно медленнее.

На основании полученных данных можно сделать следующее заключение. Беспородные собаки способны образовывать положительные двигательные пищевые условные рефлексы на зеленый цвет, дифференцируя его от четырех других цветовых тонов одинаковой или отличной с ним светлоты.

В связи с указанным следует считать, что собаки обладают цветовым зрением, однако условный рефлекс на цветовой тон образуется у них чрезвычайно медленно, что в условиях нашего эксперимента должно быть поставлено в связь с нивелированием значения признака светлоты, который, видимо, является весьма существенным для ориентировки животного в окружающей среде. Другим осложняющим фактором нужно считать одновременное предъявление животным положительного раздражителя и четырех отрицательных (дифференцировочных).

Временные нервные связи, образованные при помощи зрительного анализатора на цветовой тон, являются достаточно прочными. Собаки с трудом переключаются на ориентацию при помощи обонятельного или двигательного анализаторов, что, вероятно, связано с некоторой инертностью нервных процессов в связи с синантропным образом жизни, а также с «задолбленностью» положительного рефлекса на цветовой тон.

Государственный естественно-научный
институт им. П. Ф. Лесгафта

Поступило
7 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. В. Кравков, Цветовое зрение, 1951. ² Л. А. Орбели, Диссертация на степень доктора медицины, 1908. ³ Л. А. Орбели, Вопросы научн. мед., 1, № 5—6 (1913). ⁴ Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere, 1884. ⁵ C. V. Hess, Verh. d. deutsch. Naturforsch. u. Aertzte in Wien (1914). ⁶ F. Himstedt, W. Nagel, Zs. d. Albrecht-Ludwigs-Universität in Freiburg, 1902. ⁷ O. Kalischer, Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abt.) (1909). ⁸ A. H. Munsell, Munsell Book of Color, 1929. ⁹ G. Nicolai, J. Psych. und Neur., 10 (1907). ¹⁰ A. Samojloff, A. Pheophilaktowa. Zbl. f. Physiol., 21, No. 5 (1907). ¹¹ E. M. Smith, Brit. J. Psychol., 5 (1912).