

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623417>

Разработка модели для исследования зрительного категоризационного обучения у цыплят (*Gallus gallus domesticus*)

Е.А. Диффинэ^{1*}, А.А. Тиунова², К.В. Анохин^{1, 2}¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация;² Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Категоризация — когнитивный процесс, ведущий к способности воспринимать похожие, но не идентичные стимулы, как эквивалентные [1–3]. Для того чтобы отнести объект к какой-либо категории, агент должен научиться распознавать ключевые признаки нового объекта, применяя знания, полученные от предыдущих взаимодействий с объектами этой категории [4]. Таким образом, категоризация избавляет агента от необходимости исследовать каждый новый объект заново, существенно расширяя его адаптивные возможности. Однако нервные механизмы этого процесса до сих пор остаются малоизученными.

Цель работы. Создание экспериментальной поведенческой модели, которая позволила бы исследовать нейробиологические механизмы, лежащие в основе зрительного категоризационного обучения.

В качестве модельного объекта были выбраны цыплята (*Gallus gallus domesticus*), известные своей способностью к быстрому зрительному научению. Для изучения категоризации использовали врождённую тенденцию цыплят клевать новые мелкие объекты и запоминать их характеристики. Цыплёнок помещали в клетку, аналогичную домашней, на полу которой были приклеены бусины. «Бусиничный пол» состоял из более чем 100 бусин разных цветов, и корма, рассыпанного между ними [5]. В разработанной модели ошибками считалось клевание бусинок, но не корма. Для обучения цыплёнка давали совершить 80 клевков. В сеансе обучения оценивали за сколько клевков цыплёнок способен сформировать категории — «бусинок» и «корма». В случае, если цыплёнок совершал менее 5 клевков или в течение 10 минут не совершал 80 клевков, его исключали из исследования.

Вначале исследовали, как изменится поведение цыплят, если им одновременно предъявить две новые категории: и «корм», и «бусинки». Группа, у которой одновременно формировались категории «бусинок» и «нового вида корма», совершала больше ошибок во время обучения, но в тесте вела себя так же, как группа, у которой формировалась лишь одна категория «бусинки». Затем оценивали, смогут ли цыплята объединить в одну категорию объекты (бусинки) разного размера. Для этого во время обучения им предъявляли пол с маленькими бусинками, а в тесте предъявляли пол с бусинками большого размера. Оказалось, что цыплята не переносят категорию с маленьких бусинок на большие. В обратной ситуации, когда цыплятам предъявляли большие бусинки при обучении, а в тесте предлагали маленькие, последние бусинки они не клюют.

На следующем этапе исследовали роль цвета объектов в формирование новой категории. Оказалось, если цыплятам в тесте предъявить пол с добавлением одного нового цвета бусинок — жёлтого, — то большая часть ошибок связана именно с клеванием «нового типа бусинок». Затем задачу усложнили и оценивали, смогут ли цыплята перенести категорию «бусинок» на основе набора цветов № 1 (голубой, розовый, зелёный, жёлтый, чёрный серебристый) на категорию «бусинок» набора цветов № 2 (салатовый, бежевый, синий, красный, золотистый, белый) и наоборот с набора цветов № 2 на № 1. Оказалось, что цыплята формируют категории «бусинок» в двух вариантах задач, и после обучения не клюют бусинки нового цвета. Из этого следует, что цыплята способны сформировать категорию «бусинок» и «корма» и обобщать внутри категории.

Таким образом, в данной экспериментальной модели удалось доказать формирование категорий у цыплят при быстром обучении. Дальнейшее применение модели позволит исследовать нейробиологические механизмы, лежащие в основе категоризационного обучения.

Ключевые слова: зрительная категоризация; кратковременное обучение; поведенческая модель; *Gallus gallus domesticus*.

Как цитировать:

Диффинэ Е.А., Тиунова А.А., Анохин К.В. Разработка модели для исследования зрительного категоризационного обучения у цыплят (*Gallus gallus domesticus*) // Гены и клетки. 2023. Т. 18, № 4. С. 702–705. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623417>

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 26.11.2023

Опубликована online: 20.01.2024

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Некоммерческого фонда содействия развитию науки и образования «Интеллект», а также при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект» МГУ им. М.В. Ломоносова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Edelman G.M. Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection. New York : BasicBooks, 1978. P. 23–43. doi: 10.1126/science.240.4860.1802
2. Herrnstein R.J. Levels of categorization. In Signal and sense. Local and global order in perceptual maps. New York : John Wiley and Sons Inc., 1990. P. 365–413.
3. Huber L., Aust U. Mechanisms of perceptual categorization in birds. In: ten Cate C., Healy S., editors. Avian cognition. Cambridge University Press., 2017. P. 208–228. doi: 10.1017/9781316135976.012
4. Medin D.L. Concepts and conceptual structure // American Psychologist. 1989. Vol. 44, N 12. P. 1469–1481. doi: 10.1037/0003-066x.44.12.1469
5. Tiunova A.A., Anokhin K.V., Rose S.P. Two critical periods of protein and glycoprotein synthesis in memory consolidation for visual categorization learning in chicks // Learning & Memory. 1998. Vol. 4, N 5. P. 401–410. doi: 10.1101/lm.4.5.401

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

* Е.А. Диффинэ; адрес: Российская Федерация, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 12; e-mail: diffinenok@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623417>

Development of a model to study visual categorization learning in chickens (*Gallus gallus domesticus*)

E.A. Diffine¹*, A.A. Tiunova², K.V. Anokhin^{1, 2}¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation;² Institute of Normal Physiology named after P.K. Anokhin, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Categorization is a cognitive process that enables individuals to recognize similar yet distinct stimuli as equivalent [1–3]. To categorize an object, agents must identify key features of the new object by applying what they have learned from previous interactions with objects in that category [4]. Thus, categorization eliminates the need for the agent to repeatedly investigate each new object, thereby significantly expanding its adaptive capabilities. However, the nervous mechanisms that regulate this process are still not well understood. The primary aim of the present study is to establish an experimental behavioral model that will facilitate the investigation of the neurobiological mechanisms underlying visual categorization learning.

Chickens (*Gallus gallus domesticus*) were selected as a visual learning model. The study of categorization used the chickens' innate tendency to peck at new small objects and remember their characteristics. For this purpose, a chick was placed in a cage that resembled a house cage with beads affixed to the floor. The "bead floor" consisted of more than 100 beads of different colors and food scattered throughout [5]. In the developed model, pecking solely on the beads was deemed inaccurate as opposed to pecking on the food. For training purposes, the chick was given 80 peckings and evaluated based on how many nibbles it used to create categories for "beads" vs. "food". If the chick did not make at least 5 cues or was unable to make 80 cues within 10 minutes during the training session, it was excluded from the study.

First, the study investigated the effect of simultaneously presenting two new categories of "food" and "beads" on chicks' behavior. The group that formed both "beads" and "new food" categories made more errors during the learning period, but performed as well as the group that only formed the "bead" category during the subsequent test. The study analyzed whether chicks could categorize objects (beads) of different sizes into a unified group. The chicks were trained with a floor of small beads and later tested with a different floor of larger beads. Results revealed that the chicks did not transfer their categorization ability from small to large beads. In the opposite scenario, where the chicks were presented with large beads during their training, and then offered small beads during the test, they refrained from pecking the smaller ones.

In the next stage, we examined how the object's color affected the development of a novel category. The results showed that when the chicks were presented with the floor containing an additional color of beads, specifically yellow, they made the majority of errors while pecking the "new type of beads". Then, the study evaluated whether the chicks could transition the classification of "beads" between color set № 1 (blue, pink, green, yellow, and black silver) and color set № 2 (light green, beige, blue, red, gold, and white), and vice versa. The findings indicate that the chickens do form the categories of "beads" in both versions of the task, and after training, do not peck at beads of the new color. Chickens are capable of categorizing "beads" and "food", and can generalize within these categories.

Thus, this experimental study established the formation of categories in chickens during fast learning. Future application of the model will enable the investigation of the underlying neurobiological mechanisms in categorization learning.

Keywords: visual categorization; short-term learning; behavioral model; *Gallus gallus domesticus*.

To cite this article:

Diffine EA, Tiunova AA, Anokhin KV. Development of a model to study visual categorization learning in chickens (*Gallus gallus domesticus*). *Genes & Cells*. 2023;18(4):702–705. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623417>

ADDITIONAL INFORMATION

Funding sources. The research was funded by a grant from the Non-commercial Foundation for the Advancement of Science and Education "Intellect", with the support of the Lomonosov Moscow State University Interdisciplinary Scientific and Educational School "Brain, Cognitive Systems, Artificial Intelligence".

Received: 15.05.2023

Accepted: 26.11.2023

Published online: 20.01.2024

REFERENCES

1. Edelman GM. *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*. New York: BasicBooks; 1978:23–43. doi: 10.1126/science.240.4860.1802
2. Herrnstein RJ. *Levels of categorization. In Signal and sense. Local and global order in perceptual maps*. New York: John Wiley and Sons Inc.; 1990:365–413.
3. Huber L, Aust U. Mechanisms of perceptual categorization in birds. In: ten Cate C, Healy S, editors. *Avian cognition*. Cambridge University Press.; 2017:208–228. doi: 10.1017/9781316135976.012
4. Medin DL. Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*. 1989;44(12):1469–1481. doi: 10.1037/0003-066x.44.12.1469
5. Tiunova AA, Anokhin KV, Rose SP. Two critical periods of protein and glycoprotein synthesis in memory consolidation for visual categorization learning in chicks. *Learning & Memory*. 1998;4(5):401–410. doi: 10.1101/lm.4.5.401

AUTHORS' CONTACT INFO

* E.A. Diffine; address: 1-12 Leninskiye Gory street, 119234 Moscow, Russian Federation; e-mail: diffinenok@gmail.com