

Научная статья /
Original research article

doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-96-100
УДК: 57.017.55:591.513:599.323.45

Душенина О. А.¹, Вергунова А. О.¹, Домнина Т. Н.¹

Влияние пола на оценку пространственного обучения и формирования кратковременной памяти у белых лабораторных крыс линии Wistar

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины

Рекомендации для цитирования:

Душенина О. А. Влияние пола на оценку пространственного обучения и формирования кратковременной памяти у белых лабораторных крыс линии Wistar / О. А. Душенина, А. О. Вергунова, Т. Н. Домнина // Генетика и разведение животных. — 2025. — № 4. — С. 96–100. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-96-100>

For citation:

Dushenina O. The influence of gender on the assessment of spatial learning and short-term memory formation in white laboratory rats of the Wistar line / O. Dushenina, A. Vergunova, T. Domnina. // Genetics and animal breeding. — 2025. — № 4. — P. 96–100. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-96-100>

Поступила в редакцию: 10.06.2025.

Received: 10.06.2025.

© Dushenina O., Vergunova A., Domnina T., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interest.

Введение. В настоящее время, несмотря на стремительное развитие науки и технологического оснащения человечества, возможности и процесс работы мозга описаны не до конца. Мозг представляет собой сложную и высокоорганизованную структуру, которая отвечает за множество функций, таких как восприятие внешнего мира, обработка информации и формирование памяти. Ключевым аспектом когнитивной функции данного органа является память, которая позволяет

Аннотация.

Цель: исследование влияния пола на оценку пространственного обучения и формирования кратковременной памяти у белых лабораторных крыс линии Wistar.

Материалы и методы. Для эксперимента были отобраны 2 группы крыс линии Wistar весом 180–250 грамм. В процессе исследования был использован протокол нейроповеденческого теста «восьмирукавный радиальный лабиринт» для оценки долговременной/рабочей и пространственной памяти. Он состоял из 3 этапов, длительностью 16 (1 этап) и 11 минут (2 и 3 этапы). Полученные данные 2 и 3 этапов были проанализированы, общая оценка памяти была рассчитана при помощи формулы.

Результаты. По итогу эксперимента выявлено, что после 3 этапа тестирования у всех групп крыс средний балл оценки кратковременной памяти возрастал по сравнению со 2 этапом тестирования, а группа самцов показывала лучшие результаты среднего балла оценки кратковременной и пространственной памяти, чем группа самок. Половой признак имеет влияние на процесс формирования кратковременной и пространственной памяти, что может быть связано с лучшим развитием гиппокампа у самцов, а также с более быстрым привыканием к изменившимся условиям внешней среды по сравнению с самками. Несмотря на наличие фазы привыкания, животные из обеих групп показывали признаки стресса, которые менялись в зависимости от полового признака группы. Группа самок отличилась большим количеством исследуемых ходов за один сеанс, при этом совершала большее количество ошибок в отличие от группы самцов. Первая группа (самцы) большую часть времени в процессе второго и третьего этапов находилась в ступоре в центральной части лабиринта, не производя попыток происследовать больше одного ответвления лабиринта.

Ключевые слова: нейроповеденческий тест; радиальный восьмирукавный лабиринт; кратковременная память; крыса; пространственная память; самка; самец; привыкание.

сохранять и воспроизводить информацию о прошлом опыте. Исследование механизмов памяти и их взаимосвязи с различными областями мозга имеет важное значение для понимания как нормальных когнитивных процессов, так и патологии, связанной с нарушениями памяти.

Методами, используемыми для исследования путей формирования памяти, являются различные нейроповеденческие тесты и протоколы, которые предназначены для определения когнитивных воз-

можностей организма, а также выявления каких-либо нарушений в памяти, которые происходят в результате старения организма. Наиболее наглядным и широко используемым из них является радиальный восьмирукавный лабиринт. Данный тест оценивает обучение и долговременную/рабочую память, которые находятся под контролем гиппокампа. Любая информация, которая поступает из внешнего мира к мозгу, изначально обрабатывается и попадает в кратковременную или другими словами рабочую память, которая ограничена по объему и обеспечивает запоминание однократно представленной информации на непродолжительное время. В дальнейшем основная часть знаний, находящаяся в рабочей памяти, забывается полностью, а какая-то часть переходит в долгосрочную, но при условии однократного или двухкратного повторения этой информации.

Животное, попавшее в новые условия, первое время может не в полной мере адекватно оценивать обстановку вокруг себя. Находясь под влиянием стресса, у грызунов может снижаться их инстинкт к исследованию новых мест. При повторе сессии уровень страха и беспокойства обычно снижается. На данных особенностях памяти и инстинктах животных основывается тест с радиальным восьмирукавным лабиринтом. Благодаря своей многоступенчатости данный тест является очень гибким и чувствительным при исследовании грызунов [1].

Целью нашей работы являлась оценка влияния пола на пространственное обучение и формирование кратковременной памяти у белых лабораторных крыс линии Wistar.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины на белых лабораторных крысах линии Wistar возрастом 7 месяцев и весом 180–250 г. Для эксперимента сформировали 2 группы животных по 4 особи в каждой группе. Группы отобрали по половому признаку, в первую группу отобрали самцов, во вторую группу — самок. Животные на всем протяжении исследования находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Исследования на животных проводили в соответствии с соблюдением принципов гуманности [2].

Наблюдение за животными велось в течение 7 дней. На протяжении всего эксперимента они были клинически здоровы, адекватно реагировали на внешние раздражители, рефлекс, зрение, слух, обоняние и вкус были в норме. Движения и поведение крыс были скоординированы и энергичны. Чрезмерной нервозности или депрессии в рамках проведения исследования у животных

не наблюдалось [3, 4].

Для проведения тестирования использовалось специальное устройство «радиальный восьмирукавный лабиринт» и протокол, прописанный под определение исследуемых задач [5, 6]. Данное устройство было изготовлено из прозрачного акрила по методическим указаниям: длина радиальных рукавов 35 см, ширина радиальных рукавов 6 см, диаметр центральной части 20 см, высота стенок 15 см. В начале каждого рукава, для отделения центральной части от периферических, была установлена гильотинная дверца. В конце каждого рукава была оставлена ценная пищевая награда.

Протокол тестирования. Тестирование проводилось 2 раза в день с перерывом в течение 1,5 часа (для оценки оперативной и пространственной памяти) и состояло из нескольких этапов [5].

1 этап — привыкание. Животное помещали в центр лабиринта на 1 минуту с целью ознакомления с новым пространством. Первый этап привыкания направлен как раз на то, чтобы животное ознакомилось с новыми условиями, и на момент проведения тестирования смена обстановки и внешние факторы не играли существенной негативной роли в процессе исследования лабиринта. Но несмотря на такое чуткое построение теста, период привыкания определяется субъективно и может иметь широкий диапазон от 1 до 5 дней, так как нельзя исключать индивидуальных особенностей и физиологических данных животного [7, 8]. Более того, в конце каждого рукава имелась пищевая награда, которая играла роль положительного подкрепления в случае, если животное в полной мере исследовало данную область. Это помогало быстрее настроить грызуна на нужное поведение и более продуктивное исследование всех ответвлений лабиринта, так как поддерживало исследовательский интерес. Данный прием способствовал лучшему ориентированию животного в пределах тестируемой области на последующих 2-х этапах [9]. Далее открывались все восемь гильотинных дверей, в конце каждого ответвления лабиринта была размещена пищевая приманка (ореховый микс). Крысе давалась возможность исследовать рукава в течение 5 минут. Затем все двери вновь закрывались на 30 секунд, а животное оставалось в центре лабиринта. После гильотинные двери повторно одновременно открывались сроком на 5 минут для исследования грызуном и закрывались на 30 секунд (животное оставалось в этот момент в центре поля). Далее вновь все гильотинные двери одновременно открывались, а у крысы была возможность финально исследовать устройство [5, 10].

2 этап — тест. Состоял из трех фаз: тренировки, задержки и тестирования. В процессе тренировки животное 5 минут исследовало 4 ответвления лабиринта, которые выбирались произвольно, в это время оставшиеся ходы были закрыты при помощи дверей. Фаза задержки представляла из себя процесс, когда животное оставалось в центре поля на срок продолжительностью 30 секунд, все гильотинные двери находились в закрытом состоянии. На третьей фазе тестирования животному для исследования лабиринт предоставлялся в полной мере (все двери открыты), предварительно в конце рукавов, которые были заблокированы в 1 фазу, были оставлены пищевые награды (ореховый микс). Животное должно было посещать только те ответвления, которые оно не исследовало в 1 фазу.

3 этап — повторение через 1,5 часа. Оценка пространственной и кратковременной памяти велась по количеству происследованных ходов, при этом однократное посещение рукавов считалось корректным, а повторное — ошибочным [5].

Общая оценка памяти была рассчитана по формуле:

Оценка памяти = ((кол-во корректных входов) - (кол-во некорректных входов)) / ((кол-во корректных входов) + (кол-во некорректных входов))

Статистический анализ полученных результатов был проведен в конце эксперимента и включал методы описательной статистики с использованием пакета анализа программы MS Excel 2010. В пределах каждой выборки определяли среднее арифметическое и ошибку среднего. Достоверность различий оценивали с использованием Т-критерия Стьюдента, различия считали статистически достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований представлены в таблице 1.

На основании проведенного исследования нами были получены следующие результаты: после 2 этапа тестирования 1 группа, в которую были определены самцы, показала средний балл памяти ($0,33 \pm 0,27$), который повысился после 3 этапа до ($0,5 \pm 0,37$) (таблица 1). Данная тенденция ука-

зывает на то, что количество ошибок, совершаемых животными, снизилось, а это свидетельствует о том, что у животных активировались когнитивные функции. То же самое произошло и со 2 группой животных, куда были определены самки. Их средний балл памяти был ($0,12 \pm 0,36$), а после 3 этапа тестирования он повысился до ($0,45 \pm 0,26$) (табл. 1). При этом можно заметить разницу в показателях у первой ($0,5 \pm 0,37$) и второй ($0,45 \pm 0,26$) групп животных после 3 этапа тестирования. Таким образом, можно сделать вывод о том, что у самцов процесс формирования кратковременной памяти и активация когнитивных функций происходила продуктивнее за эти 1,5 часа, в отличие от группы самок.

В целях снижения стрессового фактора для получения более достоверных результатов все животные проходили фазу привыкания. Несмотря на это, при однократном проведении данного тестирования, крысы показывали различные реакции на изменившиеся условия. Животные проявляли признаки стресса, например, нежелание исследовать новые рукава (крыса долго или все время тестирования находилась в центре лабиринта), груминг (в основном самки) и ступор (животное замирало на долгое время в рукаве или центре поля, показывая учащенное дыхание и нежелание исследовать лабиринт в целом). Такое неустойчивое психическое поведение у обеих групп в целом можно связать с индивидуальной особенностью конкретной линии разведения белых лабораторных крыс линии Wistar, учитывая тот факт, что все животные, используемые в исследовании, являлись близкородственными.

Закключение. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что у группы самцов результаты тестирования превосходили результаты группы самок, и половой признак влияет на формирование кратковременной и пространственной памяти. Данный результат может объясняться тем, что у группы самцов область гиппокампа развита лучше, чем у самок, так как именно данная область отвечает за развитие кратковременной и долговременной пространственной памяти и за когнитивные функции в целом. Несмотря на это, самки показывали более активное исследование ходов в целом, большее количество стоек при тестировании и менее долгосрочные периоды ступора, чем самцы, которые исследовали критически малое количество рукавов, спали и впадали в ступор на продолжительное время. При этом нельзя давать таких точных заключений на основании только одного проведенного тестирования. Для большей достоверности результатов следует проводить дополнительные исследования долговременной и кратковременной памяти у животных.

Таблица 1. Результаты оценки пространственной памяти у двух разнополых групп белых лабораторных крыс линии Wistar.

Table 1. Results of the assessment of spatial memory in two groups of white laboratory rats of the Wistar line.

Этапы теста	Группа 1 (самцы)	Группа 2 (самки)
2 этап теста	$0,33 \pm 0,27$	$0,12 \pm 0,36$
3 этап теста	$0,5 \pm 0,37$	$0,45 \pm 0,26$

Литература

1. Вергунова А. О. Возрастные изменения когнитивных функций у белых лабораторных крыс линии Wistar / А. О. Вергунова // SPbVetScience: сборник научных трудов. — Санкт-Петербург: СПбГУВМ, 2024. — С. 34–40. EDN EODLIA.
2. Альбертин С. В. Нейрональная активность прилежащего ядра и гиппокампа у крыс при формировании поискового поведения в радиальном лабиринте / С. В. Альбертин, S. I. Wiener // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2014. — Т. 158. — № 10. — С. 400–405.
3. Абрамова О. В. Нарушение социального взаимодействия и когнитивных функций у крыс после хронического пренатального стресса / О. В. Абрамова и др. // Актуальные проблемы биомедицины — 2020: сборник тезисов XXVI Всероссийской конференции молодых учёных с межд. участием, СПб, 26–27 марта 2020 года. — СПб: Первый Санкт-Петербургский гос. мед. университет им. акад. И. П. Павлова, 2020. — С. 208–210.
4. Трофимова А. А. Влияние минерально-кормовой добавки «Хелавит с» на двигательную активность животных / А. А. Трофимова, О. А. Душенина // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Материалы XII Межд. науч.-практ. конф-ции, Владикавказ, 08–10 декабря 2022 года. — Владикавказ: "Веста", 2022. — С. 267–269.
5. Горина Я. В. Восьмирукавный радиальный лабиринт как инструмент для оценки пространственного обучения и памяти у мышей / Я. В. Горина, О. Л. Лопатина и др. // Сибирское медицинское обозрение. — 2016. — № 5 — С. 46–52.
6. Тарбаева Д. О. Модификация формулы оценки когнитивных функций у крыс при использовании восьмирукавного радиального лабиринта / Д. О. Тарбаева, А. Р. Гапилова // Медицина завтрашнего дня: Материалы XXI межрег. науч.-практ. конф-ции студентов и молодых ученых с межд. участием, Чита, 19–22 апреля 2022 года. — Чита: Читинская гос. мед. академия, 2022. — С. 200–201.
7. Физиология животных / Л. Ю. Карпенко, А. И. Енукашвили, Н. А. Панова [и др.]. — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2024. — 262 с. — ISBN 978-5-00177-930-8.
8. Карпенко Л. Ю. Физиология центральной нервной системы: Методические указания для практических занятий / Л. Ю. Карпенко, Н. А. Панова и др. — СПб: СПбГУВМ, 2022. — 34 с.
9. Ашихмина О. В. Структура поведения крыс при поиске пищи в радиальном лабиринте: специальность 03.00.13: диссертация на соискание ученой степени кандидата биол. наук / Ашихмина Ольга Васильевна. — Ленинград, 1985. — 169 с.
10. Ахмадиев П. А. Пространственное обучение крыс линии DAT-НЕТ в 8-рукавном радиальном лабиринте / П. А. Ахмадиев, А. А. Ласточкин и др. // Лабораторные животные для научных исследований. — 2024. — № 3. — С. 51–58.

Dushenina O.¹, Vergunova A.¹, Domnina T.¹

The influence of gender on the assessment of spatial learning and short-term memory formation in white laboratory rats of the Wistar line

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

Abstract.

Purpose: to study the influence of gender on the assessment of spatial learning and short-term memory formation in white laboratory rats of the Wistar line.

Materials and methods. 2 groups of Wistar rats weighing 180–250 g were selected for the experiment. In the course of the study, the protocol of the neurobehavioral test "eight-octave radial maze" was used to assess long-term/working and spatial memory. It consisted of 3 stages, lasting 16 (1st stage) and 11 minutes (2nd and 3rd stages). The obtained data from stages 2 and 3 were analyzed, and the overall memory score was calculated using the formula.

Results. According to the results of the experiment, it was revealed that after the 3rd stage of testing, the average score of short-term memory increased in all groups of rats, and the group of males showed better results in the average score of short-term and spatial memory than the group of females. The sexual trait has an impact on the formation of short-term and spatial memory, which may be associated with better development of the hippocampus in females, as well as faster habituation to changed environmental conditions, compared with males. Despite the addictive phase, animals from both groups showed signs of stress, which differed depending on the gender of the group. The group of females distinguished themselves by a large number of studied moves in one session, while making more mistakes than the group of males. The first group (males) spent most of the time during the second and third stages in a stupor in the central part of the maze, making no attempts to explore more than 1 branch of the maze.

Key words: neurobehavioral test; radial eight-octave maze; short-term memory; rat; spatial memory; female; male; habituation.

References

1. Vergunova A. O. Age-related changes in cognitive functions in white laboratory rats of the Wistar line / A. O. Vergunova // SPbVetScience: collection of scientific papers. — St. Petersburg: SPbGUVm, 2024. — P. 34–40. EDN EODLIA.
2. Albertin S. V. Neuronal activity of the nucleus accumbens and hippocampus in rats during the formation of search behavior in a radial maze / S. V. Albertin, S. I. Wiener // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2014. — Vol. 158. — № 10. — P. 400–405.
3. Abramova O. V. “Disruption of social interaction and cognitive functions in rats after chronic prenatal stress.” In: Actual Problems of Biomedicine — 2020: Collection of Abstracts of the XXVI All-Russian Conference of Young Scientists with International Participation, SPb, March 26–27, 2020. — St. Petersburg: First St. Petersburg State Med. University named after acad. I. P. Pavlov, 2020. — P. 208–210.
4. Trofimova A. A. “Influence of the mineral feed additive Helavit C on the motor activity of animals.” In: Young Scientists in Solving Actual Problems of Science, Proceedings of the XII Int. Scientific and Practical Conf., Vladikavkaz, December 8–10, 2022. — Vladikavkaz: “Vesta”, 2022. — P. 267–269.
5. Gorina Ya. V. Eight-arm radial maze as a tool for assessing spatial learning and memory in mice. / Ya. V. Gorina, O. L. Lopatina, et al. // Siberian Medical Review. — 2016. — № 5. — P. 46–52.
6. Tarbaeva, D. O. Modification of the formula for assessing cognitive functions in rats using an eight-arm radial maze. / D. O. Tarbaeva, A. R. Gapilova // Medicine of Tomorrow: Proceedings of the XXI Interregional Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists with International Participation, Chita, April 19–22, 2022. Chita: Chita State Medical Academy, 2022. — P. 200–201.
7. Animal physiology / L. Yu. Karpenko, A. I. Enukashvili, N. A. Panova [et al.]. — Ufa: Limited Liability Company “Aeterna”, 2024. — 262 p. — ISBN 978-5-00177-930-8.
8. Karpenko L. Yu. Physiology of the central nervous system: Guidelines for practical classes / L. Yu. Karpenko, N. A. Panova, et al. — St. Petersburg: SPbGUVm, 2022. — 34 p.
9. Ashikhmina O. V. Structure of rat behavior during food search in a radial maze: specialty 03.00.13: dissertation for the degree of candidate of biological sciences / Ashikhmina Olga Vasilievna. — Leningrad, 1985. — 169 p.
10. Akhmadiev P. A. Spatial learning of DAT-HET rats in an 8-arm radial maze / P. A. Akhmadiev, A. A. Lastochkin, et al. // Laboratory animals for scientific research. — 2024. — № 3. — P. 51–58.

Сведения об авторах:

Душенина Ольга Александровна — кандидат биологических наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: olgpanchenkova@yandex.ru.

Вергунова Александра Олеговна — Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: vergunovasasha@yandex.ru.

Домнина Татьяна Николаевна — Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: dalida2008@mail.ru.

Authors:

Dushenina Olga Aleksandrovna — PhD (Biol. Sci.), Associate Professor; St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, St. Petersburg, st. Chernigovskaya, 5; e-mail: olgpanchenkova@yandex.ru.

Vergunova Alexandra Olegovna — St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, St. Petersburg, st. Chernigovskaya, 5; e-mail: vergunovasasha@yandex.ru.

Domnina Tatyana Nikolaevna — St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, St. Petersburg, st. Chernigovskaya, 5; e-mail: dalida2008@mail.ru.