

Список литературы. 1. Турченко, А. Н. Этиология, профилактика и терапия акушерско-гинекологической патологии у коров на фермах промышленного типа / А. Н. Турченко, И. С. Коба // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвящ. 100-летию со дня рождения профессора В.А. Акатова. – Воронеж, 2009. – С. 369–372. 2. Михалёв, В. И. Принципы рациональной фармакотерапии послеродовых заболеваний у коров / В. И. Михалёв // Современные проблемы ветеринарного акушерства и биотехнологии воспроизведения животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Г.А. Черемисинова и 50-летию создания Воронежской школы ветеринарных акушеров. – Воронеж, 2012. – С. 328–332. 3. Антибиотикорезистентность штаммов *Campylobacter jejuni*, выделенных из пищевых продуктов / Н. Р. Ефимочкина [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 1. – С. 17–27. 4. Забровская, А. В. Чувствительность к антимикробным препаратам микроорганизмов, выделенных от сельскохозяйственных животных и из продукции животноводства / А. В. Забровская // Farm Animals. – 2013. – № 1. – С. 78–83. 5. Репин, И. В. Роль иммуностропной терапии в лечении хронических урогенитальных инфекций у женщин. Опыт клинического применения препаратов интерферона / И. В. Репин, С. А. Хлынов, Е. В. Черняева // Эффективная фармакотерапия в акушерстве и гинекологии. – 2010. – № 4. – С. 32–40. 6. Хаитов, Р. М. Иммунология. Норма и патология : учебник / Р.М. Хаитов, Г.А. Игнатьева, И.Г. Сидорович. – 3-е изд. – М. : Медицина, 2010. – 752 с. 7. Скориков, В. Н. Применение бычьих рекомбинантных α - γ -интерферонов и простагландина $F_{2\alpha}$ для профилактики острого послеродового эндометрита у коров / В. Н. Скориков // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2 (7). – С. 51–55. doi: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.51. 8. Скориков, В. Н. Применение бычьих рекомбинантных α - γ -интерферонов для профилактики острого послеродового эндометрита у коров / В. Н. Скориков, В. И. Михалёв // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 1(6). – С. 69–72. doi: 10.17238/issn2541-8203.2019.1.69. 9. Методические рекомендации по применению биохимических методов исследования крови животных / под ред. М. И. Рецкого [и др.]. – Воронеж, 2005. – 38 с. 10. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / под ред. А. Г. Шахова [и др.]. – Воронеж, 2005. – 116 с.

References. 1. Turchenko, A.N. Etiologiya, profilaktika i terapiya akushersko-ginekologicheskoy patologii u korov na fermakh promyshlennogo tipa / A.N. Turchenko, I.S. Koba // Sovremennyye 108d r108em veterinarnogo obespecheniya reproduktivnogo zdorov'ya zhivotnykh. Mater. Mezhdunarod. Nauchno-praktich. Konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya 108d r108em108r V.Ayu Akatova. – Voronezh, 2009. – P. 369-372. 2. Mikhalev, V.I. Printsipy ratsional'noy farmakoterapii poslerodovykh zabolevaniy u korov / V.I. Mikhalev, // Sovremennyye 108d r108em veterinarnogo akushervstva i biotekhnologii vosproizvedeniya zhivotnykh. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya G.A. Cheremisinova i 50-letiyu sozdaniya Voronezhskoy shkoly veterinarnykh akusherov. – Voronezh, 2012. – P. 328 – 332. 3. Efimochkina, N.R. Antibiotikorezistentnost' shtamov Campylobacter jejuni, vydelennykh iz pishchevykh produktov / N.R. Efimochkina, Yu.V. Korotkevich, V.V. Stetsenko 108d r. // Voprosy pitaniya. – 2017. – V. 86. – № 1. – P. 17-27. 4. Zabrovskaya, A.V. Chuvstvitel'nost' k antimikrobnym preparatam mikroorganizmov, vydelennykh ot sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh 108d r produktsii zhivotnovodstva / A.V. Zabrovskaya // Farm Animals. – 2013. – № 1. – P. 78-83. 5. Repin, I.V. Rol' immunotropnoy terapii v lechenii khronicheskikh urogenital'nykh infektsiy u zhenshchin. Opyt klinicheskogo primeneniya preparatov interferona / I.V. Repin, S.A. Khlynov, E.V. Chernyaeva // Effektivnaya farmakoterapiya v akusherstve i ginekologii. – 2010. – № 4. – P. 32-40. 6. Khaitov, R.M. Immunologiya. Norma i patologiya. Uchebnik. – 3-e izd. / R.M. Khaitov, G.A. Ignatyeva, I.G. Sidorovich. – M.: Meditsina, 2010. – 752 p. 7. Skorikov, V.N. Combined use of recombinant bovine interferons α , γ and prostaglandins $F_{2\alpha}$ for the prevention of acute postpartum endometritis in cows / V.N. Skorikov // Bulletin of Veterinary Pharmacology. – 2019. – № 2 (7). – P. 51-55. (doi: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.51) 8. Skorikov, V.N. The application of recombinant bovine interferons α , γ for the prevention of acute postpartum endometritis in cows / V.N. Skorikov, V.I. Mikhalev // Bulletin of Veterinary Pharmacology. – 2019. № 1(6). – P. 69-72. (doi: 10.17238/issn2541-8203.2019.1.69). 9. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu biokhimicheskikh metodov issledovaniya krovi zhivotnykh / Pod red. M.I. Ret'skogo, A.G. Shakhova, V.I. Shushlebina 108d r., Voronezh, 2005. – 38 p. 10. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke i korrektsii immunnogo statusa zhivotnykh / Pod red. A.G. Shakhova, Yu.N. Mas'yanova, M.I. Ret'skogo 108d r., Voronezh. – 2005. – 116 p.

Поступила в редакцию 05.08.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-108-114
УДК 535.343.32:577.322.5

АНАЛИЗ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ВИДЕОТРЕКИНГА

* **Сулин В.Ю. ORCID iD 0000-0001-9668-6702, * **Мартынова А.В. ORCID iD 0000-0002-7460-5024,
* **Вели В.А. ORCID iD 0000-0002-9494-1148, * Волкова В.В. ORCID iD 0000- 0001-5479-7172,
* Востроилова Г.А. ORCID iD 0000-0002-2960-038X, *Паршин П.А. ORCID iD 0000-0002-8790-0540,
* **Вашанов Г.А. ORCID iD 0000-0001-9201-2057

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

С использованием оригинальной компьютерной программы (Delphi, ОС Windows) и web-камеры Genius проведены видеорегистрация и количественный анализ горизонтальной двигательной активности 12 нелинейных крыс в тесте «открытое поле» (open field test). По результатам статистического анализа горизонтальной двигательной активности крыс в тесте «открытое поле» выделены три группы обследованных животных: низко-, средне- и высокоактивные. Для оценки влияния индивидуально-типологических особенностей животных на их поведение проведен однофакторный дисперсионный анализ ANOVA (analysis of variance). **Ключевые слова:** открытое поле, ориентировочно-исследовательское поведение, видеотрекинг, лабораторные животные.

ANALYSIS OF HORIZONTAL MOTOR ACTIVITY OF RATS IN THE TEST "OPEN FIELD" USING THE VIDEO TRACKING TECHNIQUE

* **Sulin V.Yu., * **Martynova A.V., *Veli Aymen Ayad, *Volkova V.V., *Vostroilova G.A.,
*Parshin P.A., **Vashanov G.A.

*FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

**FSBEI HE "Voronezh State University", Voronezh, Russian Federation

Using an original computer program (Delphi, Windows OS) and a Genius web camera, video recording and quantitative analysis of horizontal motor activity of 12 nonlinear rats in the test "open field" were carried out. According to the results of the statistical analysis of the horizontal motor activity of rats in the "open field" test, three groups of the examined animals were identified: of low-, medium- and high-activity. To assess the influence of individual-typological characteristics of animals on their behavior, a one-way analysis of variance (ANOVA) was carried out. **Keywords:** open field, orientation- exploratory behavior, video tracking, laboratory animals.

Введение. Тест открытого поля (ОП, open field test) был разработан американским исследователем Холлом в 1934 году. В отечественной физиологии методика ОП была впервые применена в работах сотрудников лаборатории генетики высшей нервной деятельности института физиологии им. И.П. Павлова.

Тест ОП находит широкое применение в исследованиях, направленных на изучение эмоциональной активности и особенностей высшей нервной деятельности грызунов, в частности крыс и мышей [2, 6]. Ориентировочно-исследовательское поведение играет важную роль при анализе адаптивного поведения животных [1, 3, 5].

Исследование поведения животных в тестах ОП и разнообразных лабиринтов используют при *in vivo* скрининге фармакологических веществ, которые могут обладать нейрорепрессивной, антидепрессантной и транквилизирующей (анксиолитической) активностью [7, 9].

Возможности классического теста «открытое поле» существенно расширяются благодаря использованию компьютерных технологий. В настоящее время создан ряд коммерческих и свободно распространяемых программных продуктов для видеофиксации лабораторных животных в тестах «открытое поле», разнообразных лабиринтах (EthoVision, EasyTrack, Any-maze, RealTimer, Locotrack и др), которые обеспечивают автоматическую количественную регистрацию разнообразных форм поведения животных, их последующий анализ и визуализацию [4, 10].

Однако готовые программные продукты для видеофиксации и анализа поведения лабораторных животных не всегда подходят для решения конкретных аналитических задач в фармакологических и научных исследованиях, особенно при разработке и внедрении новых методик.

По этой причине цель данной работы заключалась в создании новой оригинальной программы для видеорегистрации и анализа поведения мелких лабораторных животных в тесте «открытое поле».

Материалы и методы исследований. Исследование проведено на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры физиологии человека и животных медико-биологического факультета ФГБОУ «Воронежский государственный университет» и лаборатории экспериментальной фармакологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии».

Исследование проведено в соответствии с этическими нормами, регламентирующими эксперименты на животных (Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях: EST № 123 от 18 марта 1986 г., Страсбург; «Правила надлежащей лабораторной практики», утвержденные приказом Министерства здравоохранения РФ № 199н от 01.04.2016).

В качестве объекта исследования использовали 12 нелинейных белых крыс-самок массой 200-250 г 4-5-месячного возраста.

Регистрацию поведения крысы осуществляли в камере «открытое поле», имеющей диаметр 900 мм с высотой стенки 500 мм, пол камеры разделен на 3 дорожки и 28 секторов. В качестве объектов исследования в камере были расположены 7 отверстий диаметром 1,5 см и 3 деревянных столби-

ка высотой 20 см (рисунок 1). Исследования проводили во второй половине дня с 15 до 18 часов в комнате с искусственным освещением. Каждое животное тестировали однократно в течение 5 минут. Стартовой площадкой был один из наружных секторов (рисунок 1).

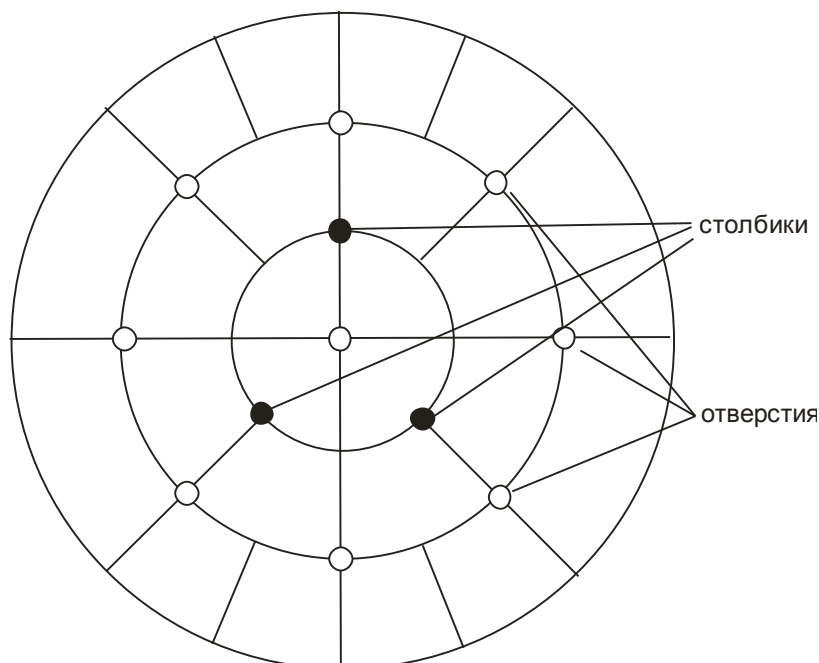


Рисунок 1 – Схема экспериментальной камеры «открытое поле»

С помощью разработанной авторской программы (язык программирования Delphi, ОС Windows) и web-камеры Genius модели iSlim321R с разрешением 800x600 проводили видеорегистрацию и запись в видеофайл *.mpeg поведения крысы в тесте открытое поле. В процессе воспроизведения записанного видеофайла анализировали ориентировочно-исследовательскую активность крыс: определяли пройденный путь (в метрах) и количество посещений внутренних и наружных квадратов (горизонтальные периферическую и центральную двигательные активности), количество стоек на задних лапках в центральных и периферических секторах (вертикальные периферическую и центральную двигательные активности), количество подходов и обнюхиваний к центральным столбикам и отверстиям (исследовательскую активность). Статистический анализ указанных форм поведения осуществляли за каждые одноминутные интервалы регистрации. Программа позволяла осуществлять графическое построение траектории (видеотреки) горизонтальной и вертикальной двигательной активности животного, оцифровывать эти траектории и записывать их в графический и текстовый файлы.

Для оценки влияния индивидуально-типологических особенностей животных на их поведение в тесте ОП проводили однофакторный дисперсионный анализ ANOVA (analysis of variance). Для статистической обработки количественных параметров, отражающих межгрупповые различия поведения крыс в тесте ОП, использовали непараметрический многовыборочный H-критерий Краскела-Уоллиса [8]:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum (\sum R_i^2 / n) - 3(N+1),$$

где

N - сумма вариантов по всем выборкам,

$\sum R_i^2 / n$ – отношение квадратов сумм рангов каждой выборки к ее объему.

Статистически достоверными считали различия с $p < 0,05$.

В данной работе представлен анализ горизонтальной двигательной активности обследованных крыс.

Результаты исследований. В результате анализа видеоизображений получены траектории (видеотреки) ориентировочно-исследовательского поведения 12 крыс (рисунок 2).

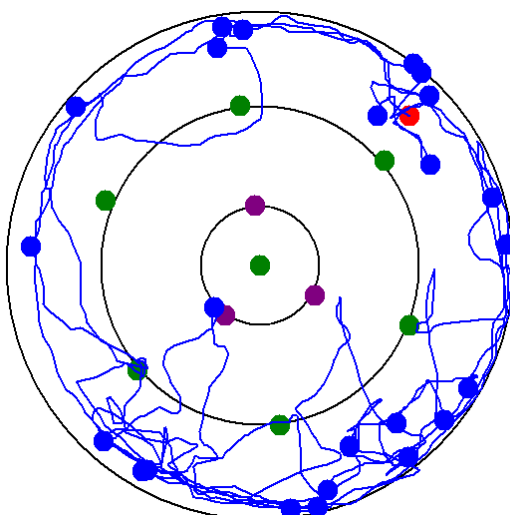


Рисунок 2 – Пример видеотрека ориентировочно-исследовательского поведения крысы

Была количественно определена горизонтальная двигательная активность крыс в тесте ОП (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры горизонтальной двигательной активности крыс в тесте «открытое поле»

№ крысы	Длина траектории движения крыс (м)					
	1 минута	2 минута	3 минута	4 минута	5 минута	за 5 мин.
1	4,95	3,82	2,87	2,25	2,03	15,92
2	6,30	4,26	4,04	5,20	3,99	23,79
3	4,62	2,28	1,52	2,11	3,04	13,57
4	6,55	5,75	5,14	5,37	6,08	28,89
5	6,49	2,16	3,62	2,86	3,42	18,55
6	8,30	5,66	3,63	1,79	9,06	28,44
7	3,09	1,19	3,14	1,07	5,07	13,56
8	4,57	5,60	6,30	6,37	4,08	26,92
9	6,03	5,15	4,45	5,77	5,01	26,41
10	5,48	4,30	5,09	2,71	3,32	20,90
11	5,31	3,22	4,67	5,03	2,82	21,05
12	7,66	3,20	3,11	3,32	2,54	19,83

По результатам статистического анализа горизонтальной двигательной активности крыс выделены три группы животных, которые условно обозначены как слабо-, средне- и высокоактивные (таблица 2).

Таблица 2 – Групповые особенности горизонтальной двигательной активности крыс в тесте «открытое поле»

№ группы	Кол-во крыс	Средняя горизонтальная двигательная активность (м/5 мин.)
1 группа	3	12,83±0,172
2 группа	5	20,12±0,202
3 группа	4	26,50±0,532

В первой группе (3 крысы) средняя траектория двигательной активности крыс за 5 минут наблюдения составила не более 13 м, в группе средне активных животных (5 крыс) путь пробежек составлял в среднем около 20 м, высокоактивные крысы (4 особи) за 5 минут преодолевали расстояние в 26 м.

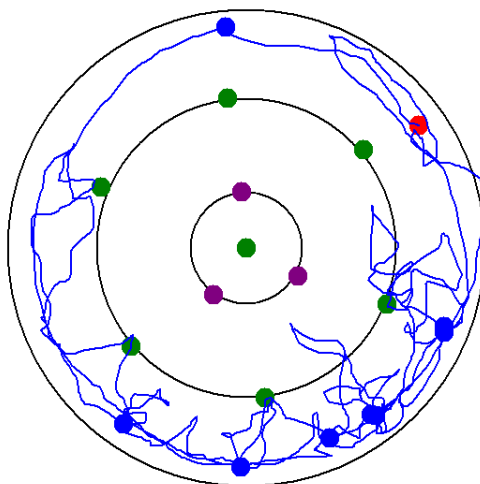
По результатам однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) выделенные групповые различия в горизонтальной двигательной активности крыс в тесте ОП достоверны ($p < 0,001$, рассчитанный F-критерий Фишера (2,9)=39,68) и в 90% случаев могли быть обусловлены индивидуально-типологическими особенностями поведения животных в новой для них экспериментальной обстановке (таблица 3).

Таблица 3 – Параметры дисперсионного анализа группового поведения крыс в тесте «открытое поле»

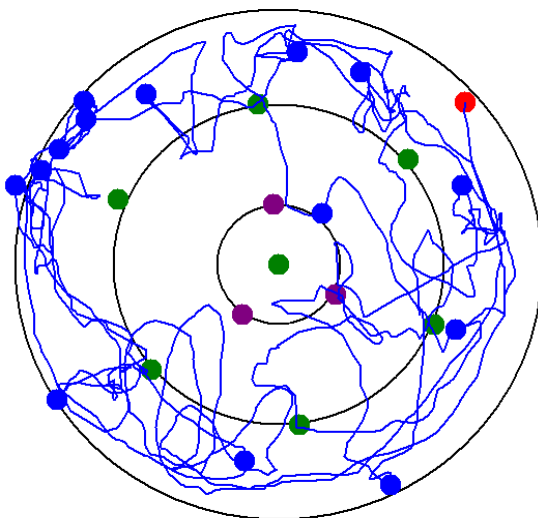
	Число степеней свободы	Сумма квадратов (дисперсия)	Средний квадрат (варианса)	Доля влияния
Межгрупповое варьирование	2	370,89	185,446	0,898
Внутригрупповое варьирование	9	42,06	4,673	0,102
Общее варьирование	11	412,95		
Критерий Фишера	39,68			

Достоверность групповых различий горизонтальной двигательной активности обследованных крыс в тесте ОП подтверждена непараметрическим многовыборочным H-критерием Краскела-Уоллиса ($p < 0,001$, $N = 18,55$).

Анализ видеотреков показал, что животные первой группы в основном совершали периферические побежки, опасались выходить в центральные сектора, предпочитая отсиживаться в определенных участках ОП. Низкий уровень ориентировочно-исследовательского поведения обследованных крыс подтверждается незначительной центральной двигательной активностью, связанной с исследованием незнакомых объектов (рисунок 3).

**Рисунок 3 – Пример траектории ориентировочно-исследовательского поведения крысы 1-й группы**

У крыс второй группы двигательная активность была более интенсивной, включала в себя кратковременные выходы в центральные сектора, исследование столбиков и норковый рефлекс. Однако в поведении этих животных также выявлено предпочтение к определенным секторам поля (рисунок 4).

**Рисунок 4 – Пример траектории ориентировочно-исследовательского поведения крысы 2-й группы**

Активные животные третьей группы постоянно находились в движении, обследуя периферические и центральные сектора, а также практически все дополнительные объекты в виде лунок и столбиков (рисунок 5).

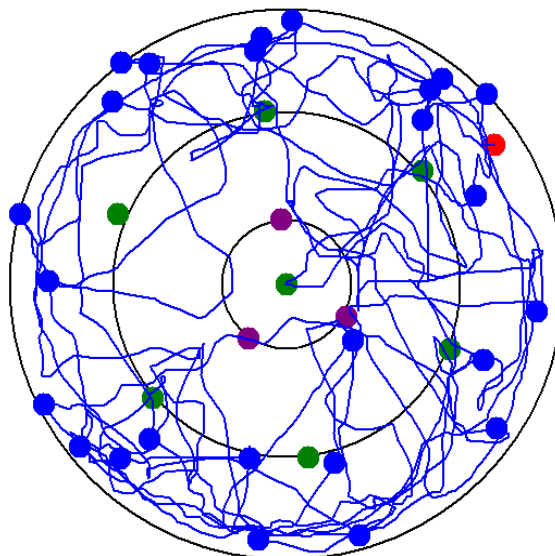


Рисунок 5 – Пример траектории ориентировочно-исследовательского поведения крысы 3-й группы

Заключение. Таким образом, по результатам наших исследований в новой незнакомой обстановке крысы демонстрируют активную ориентировочно-исследовательскую реакцию в течение первых двух минут тестирования, а затем горизонтальная двигательная активность животных снижается в два и более раз. Смену ориентировочно-исследовательского поведения крыс в тесте ОП можно рассматривать как один из механизмов саморегуляции эмоционального состояния животного.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. По количественным характеристикам горизонтальной двигательной активности обследованных крыс в тесте «открытое поле» выделены три группы животных с низкой, средней и высокой двигательной активностью. На основании анализа научной литературы можно предположить, что выделенные типологические особенности поведения крыс в тесте «открытое поле» отражают различия в физиолого-биохимических адаптационных реакциях животных в условиях стресса, вызванного незнакомой средой.

2. С использованием методики видеотрекинга оценена траектория движения крыс. Полученные оцифрованные видеотреки крыс можно использовать для создания базы поведенческих фенотипов лабораторных животных.

Conclusion. Thus, according to the results of our studies, in a new unfamiliar environment, rats demonstrate an active orientation-exploratory reaction during the first two minutes of testing, and then the horizontal motor activity of the animals decreases by two or more times. The change of the orientation-exploratory behavior of rats in the OP test can be considered as one of the mechanisms of self-regulation of the emotional state of the animal.

Based on the results of the study, the following conclusions can be drawn:

1. According to the quantitative characteristics of the horizontal motor activity of the examined rats, three groups of animals of low, medium and high motor activity were identified in the open field test. Based on the analysis of scientific literature, it can be assumed that the defined typological features of the behavior of rats in the "open field" test reflect differences in the physiological and biochemical adaptive reactions of animals under stress caused by an unfamiliar environment.

2. Using the video tracking technique, the trajectory of the rats' movement was estimated. The resulting digitized video tracks of rats can be used to create a database of behavioral phenotypes of laboratory animals.

Список литературы. 1. Гернштейн, Л.М., Камышева, А.С., & Чеботарева, Т.Л. (1941). Морфохимическая характеристика мозга крыс линии Вистар, различающихся по локомоторной активности в открытом поле. *Журнал Высшей Нервной Деятельности*, 41(2), 300-305. 2. Горенко, А.Н. (1990). Использование теста «открытого поля» для оценки памяти и эмоционального статуса у крыс в посттренинговом периоде. *Эксперим. и клин. патфизиол. экстремал. и терминал. состояний* (с. 36-38). Новокузнецк. 3. Дубровина, Н.И. & Томиленко, Р.А. (2006). Особенности угашения условной реакции пассивного избегания мышей с разным уровнем тревожности. *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова*, 92(9), 1092–1099. 4. Ковалёв, Г.И., Васильева Е.В.

& Салимов, Р.М. (2019). Сравнение поведения мышей в тестах открытого поля, закрытого и приподнятого крестообразных лабиринтов с помощью факторного анализа. *Журнал Высшей Нервной Деятельности*, 69(1), 123–130. 5. Куликов, В.П. (1990). Индивидуальные особенности спонтанной локомоторной активности и адаптивное поведение крыс. *Журнал Высшей Нервной Деятельности*, 40(1), 85–92. 6. Полтырева, Т.Е. & Петров, Е.С. (1993). Влияние предшествующего опыта реагирования на сигнал опасности у крыс на поведение в ОП. *Журнал Высшей Нервной Деятельности*, 33(4), 679–683. 7. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств (часть первая) (2012). М.: Гриф и К. 8. Унгуряну, Т.Н. & Гржибовский А.М. (2014). Сравнение трех и более независимых групп с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса в программе STATA. *Экология человека*, 6, 55–58. 9. Cabib, S. & Puglisi-Allegra, S. (1991). Genotype-dependent effects of chronic stress on apomorphine-induced alterations of striatal and mesolimbic dopamine metabolism. *Brain Res.*, 542(1), 91–96. 10. Draï, D. & Golani, I. (2001). SEE: a tool for the visualization and analysis of rodent exploratory behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25, 409–426.

References. 1. Gernshtejn, L.M., Kamysheva, A.S., & Chebotareva, T.L. (1941). Morfologicheskaya karakteristika mozga krys linii Vistar, razlichayushchihya po lokomotornoj aktivnosti v otkrytom pole. *Zhurnal Vysshej Nervnoj Deyatel'nosti*, 41(2), 300–305. 2. Gorenko, A.N. (1990). Ispol'zovanie testa "otkrytogo polya" dlya ocenki pamyati i emocional'nogo statusa u krys v postreanimacionnom periode. *Eksperim. i klin. patfiziol. ekstremal. i terminal. sostoyanij* (ss. 36–38). Novokuzneck. 3. Dubrovina, N.I. & Tomilenko, R.A. (2006). Osobennosti ugasheniya uslovnoj reakcii passivnogo izbeganiya myshej s raznym urovnem trevozhnosti. *Ros. fiziol. zhurn. im. I.M. Sechenova*, 92(9), 1092–1099. 4. Kovalyov, G.I., Vasil'eva E.V. & Salimov, R.M. (2019). Sravnenie povedeniya myshej v testah otkrytogo polya, zakrytogo i pri-podnyatogo krestobraznyh labirintov s pomoshch'yu faktornogo analiza. *Zhurnal Vysshej Nervnoj Deyatel'nosti*, 69(1), 123–130. 5. Kulikov, V.P. (1990). Individual'nye osobennosti spontanno-j lokomotornoj aktivnosti i adaptivnoe povedenie krys. *Zhurnal Vysshej Nervnoj Deyatel'nosti*, 40(1), 85–92. 6. Poltyreva, T.E. & Petrov, E.S. (1993). Vliyanie predshestvuyushchego opyta reagirovaniya na signal opasnosti u krys na povedenie v OP. *Zhurnal Vysshej Nervnoj Deyatel'nosti*, 33(4), 679–683. 7. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovanij lekarstvennykh sredstv (chast' pervaya) (2012). М.: Гриф и К. 8. Unguryanu, T.N. & Grzhibovskij A.M. (2014). Sravnenie trekh i bolee nezavisimyh grupp s ispol'zovaniem neparametriceskogo kriteriya Kraskela-Uollisa v programme STATA. *Ekologiya cheloveka*, 6, 55–58. 9. Cabib, S. & Puglisi-Allegra, S. (1991). Genotype- dependent effects of chronic stress on apomorphine-induced alterations of striatal and mesolimbic dopamine metabolism. *Brain Res.*, 542(1), 91–96. 10. Draï, D. & Golani, I. (2001). SEE: a tool for the visualization and analysis of rodent exploratory behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25, 409–426.

Поступила в редакцию 05.08.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-114-117

УДК 619:577.1:617.747:636.2

БИОХИМИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Холод В.М. ORCID iD 0000-0002-3241-805X, Баран В.П. ORCID iD 0000-0002-3186-3787,

Бизунов А.В. ORCID iD 0000-0001-6775-3347

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Исследован биохимический состав стекловидного тела взрослых здоровых особей крупного рогатого скота. Определено содержание ряда важнейших метаболитов (глюкоза, лактат, мочевины), ферментный спектр (АСТ, АЛТ, щелочная фосфатаза, γ-глутамилтрансфераза, амилаза) и минеральный состав (железо, магний, фосфор, кальций, цинк). Проведена их сравнительная количественная характеристика с сывороткой крови. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, глазное яблоко, стекловидное тело, биохимический состав.

BIOCHEMICAL HOMEOSTASIS OF THE VITREOUS BODY IN CATTLE

Kholod V.M., Baran V.P., Bizunov A.V.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The biochemical composition of the vitreous body of healthy adult cattle was studied. The content of a number of important metabolites (glucose, lactate, urea), the enzyme spectrum (AST, ALT, alkaline phosphatase, γ-glutamyltransferase, amylase) and mineral composition (iron, magnesium, phosphorus, calcium, zinc) were determined. Their comparative quantitative characteristics against blood serum was carried out. **Keywords:** cattle, eyeball, vitreous body, biochemical composition.

Введение. В настоящее время клинко-биохимические исследования являются необходимым этапом оценки состояния организма как у человека, так и у животных. Наиболее часто для таких исследований используется сыворотка крови, состав которой, в определенной степени отражает процессы, происходящие в органах и тканях. Референтные значения, позволяющие провести анализ