

Влияние общего охлаждения на поведение крыс в «открытом поле»

UDC 615.832.96:612.821.084

V.V. LOMAKO, A.V. SHILO*

Effect of General Cooling on Rat Behaviour in “Open Field” Test

Изучено влияние общего охлаждения на структуру поведения активных и пассивных крыс разного возраста в тесте “открытое поле”. Общее охлаждение осуществляли с помощью модифицированного метода Р.Порсолта (“вынужденное плавание” (ВП)) в холодной воде (1°C) и методом Бахметьева-Анджуса-Джайя (метод “закрытого сосуда” (ЗС)). Показано, что независимо от вида охлаждения, возраста и психосоматического типа (активные или пассивные) крыс динамика структуры поведения имеет сходную направленность: снижается количество активных форм поведения (горизонтальная и вертикальная двигательная активность) и преобладают пассивные поведенческие акты (движение на месте, сидение, обнюхивание, увеличение периода покоя). При этом у пассивных старых крыс после общего охлаждения в тесте ВП и в ЗС и у активных молодых крыс после общего охлаждения в ЗС происходило как бы замещение всех поведенческих актов (кроме груминга в группах активных крыс) дремотным состоянием. Этологический анализ показал, что пассивные старые крысы оказались наименее, а активные старые – наиболее устойчивыми ко всем применяемым нами способам общего охлаждения. Молодые же крысы более устойчивы только к охлаждению в тесте “вынужденное плавание” в холодной воде.

Ключевые слова: общее охлаждение, крысы, возраст, поведение, открытое поле.

Вивчено вплив загального охолодження на структуру поведінки активних і пасивних щурів різного віку в тесті “відкрите поле”. Загальне охолодження здійснювали за допомогою модифікованого метода Р.Порсолта (“вимушене плавання” (ВП)) в холодній воді (1°C) і методом Бахметьєва-Анджуса-Джайя (метод “закритої судини” (ЗС)). Показано, що незалежно від виду охолодження, віку та психосоматичного типу (активні або пасивні) щурів динаміка структури поведінки має подібну спрямованість – відбувається зменшення представленості активних форм поведінки (горизонтальні та вертикальні рухи) і перевага пасивних актів поведінки (рухи на місці, сидіння, обнюхування, збільшення періоду спокою). При цьому у пасивних старих щурів після загального охолодження в тесті ВП та в ЗС й у активних молодих щурів після загального охолодження в ЗС відбувалося ніби заміщення всіх поведінкових актів (крім грумінгу в групах активних) дремотним станом. Етологічний аналіз показав, що пасивні старі щури виявились найменш, а старі активні – найбільш стійкими до всіх використаних нами способів загального охолодження. Молоді ж щури були більш стійкими тільки до охолодження в тесті “вимушене плавання”.

Ключові слова: загальне охолодження, щури, вік, поведінка, відкрите поле в холодній воді.

The effect of general cooling on behaviour structure of active and passive rats of different age in “open field” test has been studied. General cooling was realised by modified Porsolt method (“forced swimming”, FS) in cold water (1°C) and by Bakhmet’ev-Andjus-Gaja one (“close tank”, CT). Regardless on cooling type, rat age and psychosomatic type (active or passive one), the dynamics of behaviour structure was shown as having a similar direction: decreased number of active behaviour forms (horizontal and vertical locomotor activity) and predomination of passive behaviour ones (motion in place, sitting, sniffing, rest period increase). At the same time in old passive rats after general cooling in FS and CT tests and movement in young active ones after general cooling in CT, a kind of substitution of all behaviour acts (except grooming in active rat groups) with drowsiness occurred. Ethological analysis has shown the old passive and old active rats to be the less and most resistant to all applied general cooling ways, correspondingly. Young rats were more resistant only to cooling in “forced swimming” test in cold water.

Key words: general cooling, rats, age, behaviour, “open field” test.

Холод является одним из основных адаптогенных факторов окружающей среды и триггеров естественных и искусственных гипометаболических состояний, может оказывать на теплорегулирующий организм как позитивные (лечебные уровни гипотермии), так и негативные (переохлаждение, холодная травма) воздействия.

Известно, что возраст, исходное состояние организма находят отражение в поведении. Вероятно, как положительные, так и отрицательные эффекты

Cold is one of the main adaptogenic environmental factors and triggers of natural and artificial hypometabolic states. It may cause both positive (therapeutic hypothermic levels) and negative (overcooling, cold trauma) effects on homoiothermal organism.

The age, initial organism state are known to be reflected in behaviour. Probably, both positive and negative cold effects should be manifested in changing behaviour structure, by means of which the organism responds to the accepted internal and external changes.

Институт проблем криобиологии и криомедицины
НАН Украины, г. Харьков

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

* Автор, которому необходимо направлять корреспонденцию: ул. Переяславская, 23, г. Харьков, Украина 61015; тел.: (+380 057) 373-30-07, факс: (+38057) 373-30-84, электронная почта: cryo@online.kharkov.ua

* To whom correspondence should be addressed: 23, Pereyaslavskaya str., Kharkov, Ukraine 61015; tel.:+380 57 373 3007, fax: +380 57 373 3084, e-mail: cryo@online.kharkov.ua

холодовых воздействий должны проявляться в изменении структуры поведения, посредством которого организм реагирует на воспринимаемые им внутренние и внешние изменения.

Поведение – важнейший способ адаптации к постоянно меняющимся условиям окружающей среды. В соответствии с двумя основными видами адаптаций (генетических и фенотипических) различают два типа поведения: первый включает набор безусловных реакций, обеспечивающих жизнедеятельность организма; второй тип поведения, к которому относятся различные формы индивидуального приспособительного поведения, основанные на обучении, появляется и совершенствуется с усложнением и расширением потребностей организма.

Исследования различных форм индивидуального адаптивного поведения и расшифровка лежащих в их основе механизмов пластичности представляют собой важнейший и широкий круг задач науки о высшей нервной деятельности, существенной частью которой является этология – наука о поведении животных, осуществляющая анализ генетически обусловленных компонентов поведения и занимающаяся проблемами его эволюции.

Цель работы – сравнительное изучение влияния различных видов общего охлаждения (на фоне блокады и без блокады центра терморегуляции) на структуру поведения активных и пассивных крыс разного возраста в этологическом тесте “открытое поле” (ОП).

Материалы и методы

Поведение в различных модификациях теста ОП, впервые предложенного Hall [13], анализируют на основании учета отдельных его характеристик, в частности, горизонтальной и вертикальной двигательной активности, снижение или угасание которой является показателем запоминания животным экспериментальной ситуации; груминга, оцениваемого как элемент и дополнительный индекс ориентировочно-исследовательской мотивации, как эквивалент “комфортного состояния” животного, так как груминг очень чувствителен к уровню тревожности; количества дефекаций и уринаций как показателя эмоционального поведения и др. [1–3].

Эксперименты выполнены в соответствии с “Общими принципами экспериментов на животных”, одобренными II Национальным конгрессом по биоэтике (Киев, 2004 г.).

Эксперименты проведены на молодых (5–6 мес) и старых (17–18 мес) крысах-самцах. Общее охлаждение (ОХ) осуществляли с помощью модифицированного метода Р. Порсолта (“вынужденное плавание” (ВП)) в холодной воде при температуре 1°C [22] и метода Бахметьева-Анджуса-Джайя (метод “закрытого сосуда” (ЗС)) [4]. Ректальная температура, которую регистрировали с помощью

The behaviour is the most important way of adaptation to constantly changing environmental conditions. According to two principal types of adaptations (genetic and phenotypic ones) one distinguishes two behaviour types: the first comprises the pattern of inborn reactions, providing organism viability, the second one, to which one refers different learning-based forms of individual adaptive behaviour, occurs and improves with complicating and widening organism’s needs.

Study of different forms of individual adaptive behaviour and decoding plasticity mechanisms, forming their base, represent the most important and wide range of scientific tasks on higher nervous activity, which significant part is ethology: the science on animal behaviour, analysing genetically stipulated behaviour components and dealing with its evolution problems.

The research was aimed to study the effect of different types of general cooling (at the background of blocking thermoregulative center and without it) on behaviour structure of differently aged active and passive rats in “open field” (OF) ethological test.

Materials and methods

Behaviour in different modifications of OF test, firstly proposed by Hall [13], is analysed, taking into account some characteristics, in particular, horizontal and vertical locomotor activities, which decrease or extinction is the index of remembering by animal of experimental situation; grooming, evaluated as the element and additional index of orientation-investigative motivation, as the equivalent of “comfortable state” of animals, because grooming is very sensitive to the anxiety level; number of defecation and urination, as the index of emotional behaviour *etc.* [1–3].

Experiments were performed according to the “General ethical principles of experiments in animals”, approved by the 2nd National Congress on Bioethics (Kiev, 2004).

Experiments were done in young (5–6 months) and old (17–18 months) male rats. General cooling (GC) was realised using a modified Porsolt method (“forced swimming” (FS) in cold water at 1°C [22] and that of Bakhmet’ev-Andjus-Gaja (“close tank” (CT)). Rectal temperature, recorded using a copper-constant thermocouple and electron voltmeter B7-21A, reduced down to $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

The “open field” represents the 100×100 cm square area, limited along the perimeter by opaque 30 cm walls and uniformly drawn in squares (10×10 cm); 100 lx illumination. Testing started not later than at 10 o’clock in the morning with daily performance (7 days – 4 prior to and 3 after GC) by 2 min. After each testing the area was thoroughly cleaned, because of the capability of animals for easy orientation by smell, likely affecting their investigative behaviour. Results were statistically processed with the paired Student’s test. Animals with high (active) and low (passive) levels of

медь-константановой термопары и электронного вольтметра В7-21А, снижалась до $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

“Открытое поле” представляет собой квадратную площадку 100×100 см, ограниченную непрозрачными 30-сантиметровыми бортиками по периметру и равномерно расчерченную на квадраты (10×10 см), освещенность – 100 Лк. Тестирование начинали не позднее 10 ч утра и проводили ежедневно (7 дней – 4 до и 3 после ОХ) по 2 мин. После каждого тестирования площадку тщательно убрали, так как животные легко ориентируются по запаху и это может отразиться на их исследовательском поведении. Статистическую обработку результатов проводили с помощью парного критерия Стьюдента. В работе исследованы животные с высоким (активные) и низким (пассивные) уровнем спонтанной двигательной активности.

В ОП регистрировали следующие поведенческие элементы: длительность латентного периода (ЛП), который делили на 2 этапа – время (с) до начала движения и время (с) до выхода из центра ОП; горизонтальную двигательную активность (ГДА) – по количеству пересеченных квадратов (центральных и периферических); вертикальную двигательную активность (ВДА) – по количеству стоек на задних лапах (с упором и без); движения на месте; обнюхивание; груминг (количество и длительность); длительность покоя; количество дефекаций и уринаций (КДУ). Следует отметить, что груминг условно делят на два типа: 1 – короткий – груминг “стресса, тревоги”, характеризующийся 1–2-мя быстрыми круговыми движениями лап вокруг носа и небольшой области около него; 2 – длительный – груминг “комфорта”, для которого характерны умывание области глаз, заведение лап за уши и переход на умывание всей головы, лап, боков, туловища, ано-генитальной области, хвоста [2].

Результаты и обсуждение

В контроле крысы с высокой спонтанной активностью (активная группа) характеризовались меньшим ЛП или его отсутствием, большей горизонтальной и вертикальной двигательной активностью и меньшим числом дефекаций по сравнению с животными с низкой спонтанной активностью (пассивная группа). Животных различали по динамике и стратегии адаптации к условиям “открытого поля”. Характер адаптации у крысы к незнакомой, нестандартной обстановке обусловлен комплексом факторов, в частности, индивидуально-типологическими особенностями высшей нервной деятельности. У активных животных ориентировочно-исследовательская мотивация превалирует над эмоцией страха перед незнакомой обстановкой. В результате разделения в пассивной группе оказались крысы с “бедным” репертуаром поведения, у которых фрагменты типа ГДА-обню-

спонтанной локомоторной активности были изучены в исследовании.

В ОП были зарегистрированы следующие поведенческие элементы: длительность латентного периода (ЛП), разделенная на 2 этапа: время (сек) до начала движения и время (сек) до выхода из центра ОП; горизонтальная локомоторная активность (HLA): по количеству пересеченных квадратов (центральных и периферических); вертикальная локомоторная активность (VLA): по количеству вертикальных поз (с/без поддержки); движение на месте; обнюхивание, груминг (количество и длительность); длительность покоя; количество дефекаций и уринаций (NDU). Отметим факт, что груминг условно делится на два типа: 1) короткий, “стресс, тревога” груминг, характеризующийся 1–2 быстрыми круговыми движениями лап вокруг носа и небольшой области около него; 2) длительный, “комфорт” груминг, характеризующийся умыванием области глаз, заведением лап за уши и переходом на умывание всей головы, лап, боков, туловища, ано-генитальной области, хвоста [2].

Results and discussion

В контроле крысы с высокой спонтанной активностью (активная группа) характеризовались меньшим ЛП или его отсутствием, большей горизонтальной и вертикальной локомоторной активностью и меньшим числом дефекаций по сравнению с животными с низкой спонтанной активностью (пассивная группа). Животные различались по динамике и стратегии адаптации к условиям “открытого поля”. Характер адаптации у крысы к незнакомой, нестандартной обстановке обусловлен комплексом факторов, в частности, индивидуально-типологическими особенностями высшей нервной деятельности. У активных животных ориентировочно-исследовательская мотивация превалирует над эмоцией страха перед незнакомой обстановкой. В результате разделения в пассивной группе оказались крысы с “бедным” репертуаром поведения, у которых фрагменты типа ГДА-обню-

спонтанной локомоторной активности были изучены в исследовании.

В ОП были зарегистрированы следующие поведенческие элементы: длительность латентного периода (ЛП), разделенная на 2 этапа: время (сек) до начала движения и время (сек) до выхода из центра ОП; горизонтальная локомоторная активность (HLA): по количеству пересеченных квадратов (центральных и периферических); вертикальная локомоторная активность (VLA): по количеству вертикальных поз (с/без поддержки); движение на месте; обнюхивание, груминг (количество и длительность); длительность покоя; количество дефекаций и уринаций (NDU). Отметим факт, что груминг условно делится на два типа: 1) короткий, “стресс, тревога” груминг, характеризующийся 1–2 быстрыми круговыми движениями лап вокруг носа и небольшой области около него; 2) длительный, “комфорт” груминг, характеризующийся умыванием области глаз, заведением лап за уши и переходом на умывание всей головы, лап, боков, туловища, ано-генитальной области, хвоста [2].

В ОП были зарегистрированы следующие поведенческие элементы: длительность латентного периода (ЛП), который делили на 2 этапа – время (с) до начала движения и время (с) до выхода из центра ОП; горизонтальную двигательную активность (ГДА) – по количеству пересеченных квадратов (центральных и периферических); вертикальную двигательную активность (ВДА) – по количеству стоек на задних лапах (с упором и без); движения на месте; обнюхивание; груминг (количество и длительность); длительность покоя; количество дефекаций и уринаций (КДУ). Следует отметить, что груминг условно делят на два типа: 1 – короткий – груминг “стресса, тревоги”, характеризующийся 1–2-мя быстрыми круговыми движениями лап вокруг носа и небольшой области около него; 2 – длительный – груминг “комфорта”, для которого характерны умывание области глаз, заведение лап за уши и переход на умывание всей головы, лап, боков, туловища, ано-генитальной области, хвоста [2].

хивание, обнухивание-неподвижность носят монотонно-однообразный, инертный характер, вероятность акта ГДА и появления груминга ниже по сравнению с активными группами. В группе с высоким уровнем активности животные использовали полный поведенческий репертуар, наблюдалось превалирование исследовательской активности над локомоторной. Во всех группах отмечалась тенденция к нарастанию таких поведенческих актов, как движение на месте и сидение, увеличение периода покоя.

По мере проведения опытных серий у животных растут вариабельность и приоритетность проявления определенных поведенческих актов и одновременно с этим утрата других.

Так, после охлаждения в тесте “вынужденное плавание” в холодной воде у пассивных старых крыс отсутствовали ЛП, ВДА, груминг, уменьшалось количество движений на месте, увеличивался период покоя, показатели ГДА и КДУ не изменялись. В 1–3-и сутки после ОХ на протяжении всего теста животные пребывали в дремотном состоянии (табл. 1).

В группе активных старых крыс наблюдали снижение ГДА и отсутствие ВДА, через 24 ч после ОХ увеличивался ЛП, изменялась структура груминга, через 3 сут после ОХ груминг отсутствовал, период покоя удлинялся с 40 ± 5 до 115 ± 2 с (табл. 2).

У активных молодых крыс отсутствовал ЛП, наблюдалось большее количество пересеченных квадратов, в том числе и центральных, актов ГДА и ВДА, отсутствие КДУ и периода покоя. После воздействия ОХ удлинялся период покоя, остальные показатели в основном не изменялись (табл. 3).

После ОХ методом “закрытого сосуда” у пассивных старых крыс структура поведения в основном не менялась, в первые сутки увеличивался показатель КДУ, снижалось количество движений на месте, животные находились в дремотном состоянии (табл. 4).

У активных старых крыс снижались ГДА и ВДА, КДУ = 0, увеличивался период покоя с 25 ± 5 до 100 ± 5 с (табл. 5). Для активных молодых крыс характерными были значительное снижение ГДА и ВДА, увеличение периода покоя (5 ± 3 до 95 ± 3 с), появление груминга. Первые 2-е суток после охлаждения сопровождалось дремотным состоянием (табл. 6).

Таким образом, направленность поведенческой активности во всех экспериментальных группах имела сходную тенденцию после ОХ – пассивные поведенческие акты преобладали над активными. Следует отметить, что подобная динамика угасания ориентировочно-исследовательской мотивации характерна для нормального поведения животных в “открытом поле” [1].

increased LP and changed structure of grooming. Three days later GC, there was no grooming, the rest period was prolonged from 40 ± 5 to 115 ± 2 sec (Table 2).

In active young rats the LP was absent, there were observed a higher number of crossed squares, including central ones, HLA and VLA acts, no NDU and rest period. After GC effect the rest period became longer, the rest of indices were mostly unchanged (Table 3).

After GC using the “close tank” test in passive old rats the behaviour structure was mainly unchanged, within the first days the NDU index increased, the number of motions in place reduced, animals were in drowsiness (Table 4).

In active old rats the HLA and VLA reduced, NDU = 0, the rest period augmented (from 25 ± 5 to 100 ± 5 sec) (Table 5). Significant decrease in HLA and VLA, rest period rise (5 ± 3 to 95 ± 3 sec) and grooming appearance were typical for active young rats. The first 2 post-cooling days were accompanied with drowsiness (Table 6).

Thus, the direction of behaviour activity in all the experimental groups had a similar tendency after GC: passive behaviour acts predominated the active ones. Of note is the fact, that a similar dynamics for extinction of orientation-investigative motivation is typical for normal behaviour of animals in “open field” [1].

Mechanisms of behaviour adaptation have still remained unclear and are studied from the anxiety aspect. The anxiety is considered as one of the factors, changing behaviour character and destroying insufficiently resistant behaviour stereotypes of adaptive behaviour, by substituting them for more adequate forms [3].

The certain environmental factors (noise, strong light, unknown environment, novelty *etc.*) do an “anxiogenic” (fear-caused) inhibiting effect on investigative behaviour, but activate CNS excitation and related to it locomotion [10, 23]. Neurophysiological mechanisms of anxiety, based on “anxiogenity” of exciting processes, being under control of cortical and limbic mechanisms and regulated by some central exciting mediators, are well studied [12, 16, 21]. The CNS exciting along with anxiety is a typical manifestation of these processes, which behaviour markers are the strengthening of total locomotor activity, increase in irritability and anxiety, panic and convulsive states at later stages [7]. Some of inhibiting mediators (GAMA, glycine *etc.*) and their antagonists (particularly, benzodiazepines) are capable to suppress excitation, that is of great importance for adaptation [19], because of manifestation in a decrease of anxiety, aggression and locomotor activity normalisation. The authors [11] experimentally confirmed the “GAMA-ergic” hypothesis of mechanisms of anxiotropic effect of some bioactive substances. Introduction of substances, shifting the balance between central processes of excitation and inhibition, contributes to revealing the pronounced behaviour

Таблица 1. Структура поведения старых крыс (17–18 мес) пассивной группы после ОХ
(тест “вынужденное плавание” в холодной воде) (n = 5)

Table 1. Behaviour structure of old rats (17–18 months) of passive group after GC
(“forced swimming” test in cold water) (n = 5).

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	КДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	2±1/4±1	7±3	0	2±1	0/0	4±1/2±1	4±1	6±2	2±1/18±5	0	87±5
2-е сутки 2nd day	1±1/5±2	4±2	0	0	2±1/0	4±2/2±1	4±2	4±1	2±1/25±9	0	85±5
3-и сутки 3rd day	0/0	37±5	0	2±1	2±1/1	2±1/0	4±2	5±2	1±1/20±8	1±1	87±3
4-е сутки 4th day	2±1/8±2	7±3	0	2±1	2±1/0	1±1/1±1	4±1	3±1	1±1/21±7	3±1	87±3
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	0/0	5±3	0	2±1	0/0	2±1/1±1	1±1	0	0	Дремота Drowsiness	110±6
2-е суток после ОХ 2 days after GC	0/0	7±4	0	2±1	0/0	5±1/0	0	2±1	0	Дремота Drowsiness	112±4
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	7±3	0	2±1	0/0	4±1/1±1	0	1±1	0	Дремота Drowsiness	110±7

Примечания здесь и далее: ЛП – латентный период до начала движений/до выхода из центра “открытого поля”; КПК – количество пересеченных квадратов; КПЦК – количество пересеченных центральных квадратов; ГДА – горизонтальная двигательная активность; ВДА – вертикальная двигательная активность (без упора/с упором); КДУ – количество дефекаций/уренаций; ДНМ – движения на месте; обн. – обнюхивание; груминг – количество актов/длительность, с; покой – длительность состояния покоя, с

Notes hereinafter: LP – latent period prior to movement beginning/before leaving the “open field” center; NCS-number of crossed squares; NCCS – number of crossed central squares; HLA – horizontal locomotor activity; VLA – vertical locomotor activity (with/without support); NDU – number of defecation/urination; MIP – movement in place; Snif. – sniffing; Grooming – number of acts/duration, sec; Rest – rest state duration, sec.

Таблица 2. Структура поведения старых крыс (17–18 мес) активной группы после ОХ
(тест “вынужденное плавание” в холодной воде) (n = 5)

Table 2. Behaviour structure of old rats (17–18 months) of active group after GC
(“forced swimming” test in cold water) (n = 5)

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	КДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	1±1/7±2	21±5	10±4	3±1	5±2/2±1	2±1/1±1	2±1	6±2	1±1/7±2	0	10±2
2-е сутки 2nd day	1±1/9±2	33±7	2±1	3±1	1±1/0	3±1/1±1	4±2	5±2	1±1/11±3	2±1	30±2
3-и сутки 3rd day	0/0	70±13	4±1	5±2	3±2/0	2±1/1±1	1±1	6±2	2±1/15±4	1±1	40±5
4-е сутки 4th day	0/0	11±3	0	1±1	1±1/0	1±1/0	3±1	1±1	1±1/13±4	1±1	53±3
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	3±2/13±4	10±2	0	2±1	1±1/0	3±2/0	1±1	2±1	2±1/4±2	1±1	105±5
2-е суток после ОХ 2 days after GC	0/0	9±3	0	1±1	0/0	0/0	1±1	2±1	1±1/9±3	3±1	104±3
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	4±1	0	1±1	0/0	2±1/0	0	1±1	0	1±1	112±4

Таблица 3. Структура поведения молодых крыс (5–6 мес) активной группы после ОХ (тест “вынужденное плавание” в холодной воде) (n = 5)

Table 3. Behaviour structure of young rats (5–6 months) of active group after GC (“forced swimming” test in cold water) (n = 5)

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	ҚДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	0/0	108±10	6±2	8±2	1±1/0	0/0	1±1	4±1	0	0	3±3
2-е сутки 2nd day	0/0	135±12	7±3	6±2	1±1/0	0/0	1±1	0	1±1/7±2	0	2±1
3-и сутки 3rd day	0/0	116±7	1±1	6±3	1±1/1±1	0/0	2±1	1±1	0	1±1	5 ±1
4-е сутки 4th day	0/0	80±5	4±2	6±2	1±1/0	0/0	2±1	2±1	1±1/7±2	2±1	32±4
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	0/1	60±5	5±2	4±1	0/0	0/0	1±1	1±1	1±1/7±3	1±1	33±5
2-е суток после ОХ 2 days after GC	0/0	118±7	7±3	7±2	1±1/0	0/0	4±2	3±1	1±1/2±1	2±1	27±5
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	144±8	10±4	9±3	6±3/0	0/0	1±1	2±1	0	1±1	8±3

Таблица 4. Структура поведения старых крыс (17–18 мес) пассивной группы после ОХ методом “закрытого сосуда” Бахметьева-Анджуса-Джайя (n = 5)

Table 4. Behaviour structure of old rats (17–18 months) of passive group after GC using the Bakhmet'ev-Andjus-Gaja “closed tank” test (n=5)

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	ҚДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	0/0	9±3	0	1±1	0/0	2±1/1±1	2±1	2±1	2±1/28±6	2±1	88±5
2-е сутки 2nd day	0/0	18±4	0	1±1	1±1/0	2±1/0	2±1	2±1	1±1/2±1	3±1	99±2
3-и сутки 3rd day	0/5	7±2	0	1±1	0/0	2±1/1±1	2±1	0	3±2/15±8	3±2	94±2
4-е сутки 4th day	0/0	6±3	0	1±1	0/0	0/0	1±1	1±1	1±1/15±5	3±1	93±5
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	0/0	4±1	0	1±1	1±1/0	5±2/1±1	1±1	1±1	1±1/11±4	2±1 Дремота Drowsiness	102±3
2-е суток после ОХ 2 days after GC	1±1/4±1	6±3	0	1±1	0/0	0/0	1±1	1±12	1±1/12±6	2±1	95±2
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	7±3	0	1±1	0/0	0/1±1	1±1	2±1	2±1/16±6	4±1	95±2

Механизмы поведенческой адаптации остаются невыясненными и исследуются с позиций тревожности. Считают, что тревожность является одним из факторов, изменяющих характер поведения и разрушающих недостаточно устойчивые поведенческие стереотипы адаптивного поведения, замещающая их более адекватными формами [3].

responses in respect of anxiety [12]. The increased locomotor activity, as well as the anxiety at physiological level are stipulated by hyper-activation of central processes of excitation, meanwhile a decreased anxiety (manifesting in strengthened investigative behaviour) is observed under predomination of opposite, inhibitory processes [7, 12].

Таблица 5. Структура поведения старых крыс (17–18 мес) активной группы после ОХ методом “закрытого сосуда” Бахметьева-Анджуса-Джайя (n=5)

Table 5. Behaviour structure of old rats (17–18 months) of active group after GC using the Bakhmet’ev-Andjus-Gaja “closed tank” test (n=5)

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	ҚДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	0/0	67±6	5±2	7±2	8±2/0	1±1/1±1	1±1	4±2	1±1/2±1	1±1	25±5
2-е сутки 2nd day	0/0	81±8	5±2	5±3	7±2/0	0/0	1±1	1±1	2±1/15±4	1±1	20±3
3-и сутки 3rd day	0/0	62±7	0	5±2	4±1/0	0/1±1	4±1	1±1	1±1/3±1	2±1	30±3
4-е сутки 4th day	0/1	5±2	0	1±1	0/0	0/0	1±1	1±1	1±1/11±4	3±1	95±5
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	0/0	30±5	0	3±1	1±1/1±1	0/0	2±1	1±1	2±1/20±5	2±1	90±6
2-е суток после ОХ 2 days after GC	0/0	15±3	0	1±1	1±1/0	0/0	2±1	3±1	1±1/12±4	4±1	95±4
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	20±5	0	3±1	0/0	0/0	2±1	3±1	1±1/7±2	3±1	105±5

Таблица 6. Структура поведения молодых крыс (5–6 мес) активной группы после ОХ методом “закрытого сосуда” Бахметьева-Анджуса-Джайя (n = 5)

Table 6. Behaviour structure of young rats (5–6 months) of active group after GC using the Bakhmet’ev-Andjus-Gaja “closed tank” test (n = 5).

Этапы эксперимента Experimental stages	Элементарные поведенческие акты Elementary behaviour acts										
	ЛП LP	КПК NCS	КПЦК NCCS	ГДА HLA	ВДА VLA	ҚДУ NDU	ДНМ MIP	Обн. Snif.	Груминг Grooming	Сидение Sitting	Покой Rest
Контроль Control 1-е сутки 1st day	0/0	100±2	10±1	9±2	4±1/2±1	0/0	2±1	4±1	0	0	5±3
2-е сутки 2nd day	0/0	74±3	0	5±1	0/0	0/0	5±1	5±1	0	1±1	20±10
3-и сутки 3rd day	0/0	121±5	10±2	5±1	3±1/0	3±1/0	3±1	4±1	0	1±1	15±5
4-е сутки 4th day	0/0	86±4	0	9±2	4±1/0	0/0	4±1	4±1	0	0	5±1
24 ч после ОХ 24 hrs after GC	0/0	18±2	0	9±1	0/0	0/0	3±1	5±2	2±1/13±5	2±1 Дремота Drowsiness	95±3 с
2-е суток после ОХ 2 days after GC	1±1/4±1	36±3	0	2±1	3±1/0	0/0	3±1	1±1	3±1/9±4	2±1 Дремота Drowsiness	90±5
3-е суток после ОХ 3 days after GC	0/0	37±2	0	4±1	2±1/0	0/0	5±1	3±1	2±1/15±3	3±1	78±2

Определенные факторы внешней среды (шум, яркий свет, незнакомая обстановка, новизна и др.) оказывают “анксиогенное” (вызванное страхом) ингибирующее действие на исследовательское поведение, но активируют возбуждение ЦНС и связанную с ним локомоцию [10, 23]. Нейрофизиологические механизмы тревожности, основанные

The question about the contribution of “general” activity into realisation of more “specific” investigative behaviour has still remained disputable, but normally between a locomotor and investigative behaviours there are rather reciprocal, than synergetic relationship, manifested under the effect of various substances [16]. Some anxiolytics are shown as decreasing locomotion

на “анксиогенности” возбуждающих процессов, которые находятся под контролем корковых и лимбических механизмов и регулируются рядом центральных возбуждающих медиаторов, хорошо изучены [12, 16, 21]. Возбуждение ЦНС, наряду с тревожностью, является типичным проявлением этих процессов, поведенческими маркерами чего служат усиление общей двигательной активности, повышение раздражительности и тревожности, а на более поздних стадиях – панические или судорожные состояния [7]. Некоторые тормозные медиаторы (ГАМК, глицин и др.) и их агонисты (в частности бензодиазепины) способны подавлять возбуждение, что имеет большое адаптивное значение [19], так как проявляется в снижении тревожности, агрессивности и нормализации двигательной активности. Авторы [11] экспериментально подтвердили “ГАМК-ергическую” гипотезу механизмов анксиотропного действия целого ряда биоактивных веществ. Введение веществ, сдвигающих равновесие между центральными процессами возбуждения и торможения, способствует выявлению выраженных поведенческих реакций в отношении тревожности [12]. Повышенная двигательная активность, как и тревожность, на физиологическом уровне обусловлена гиперактивацией центральных процессов возбуждения, тогда как снижение тревоги (проявляющееся в усилении исследовательского поведения) наблюдается при преобладании противоположных, тормозных процессов [7, 12].

Вопрос о вкладе “общей” активности в реализацию более “специфического” исследовательского поведения остается спорным, но в норме между двигательной и исследовательской активностью существуют скорее реципрокные, чем синергичные отношения, выявляемые при действии различных веществ [16]. Показано, что некоторые анксиолитики снижают локомоцию и оказывают седативное действие на поведение [6]. В то же время ряд психостимуляторов оказывают анксиогенное влияние на исследовательское поведение [18]. Преимущественно противоположные эффекты препаратов на исследовательское поведение и локомоцию животных позволяют рассматривать тревожность как “разновидность общего возбуждения” [17]. Однако имеются данные, опровергающие такое утверждение [5, 15].

Некоторые авторы оценивают поведение в норковой модификации ОП, отличающейся тем, что на пересечении линий сторон центральных квадратов располагаются отверстия, имитирующие норки [14]. Факторный анализ спонтанного поведения крыс в норковой камере показал, что локомоторная активность (количество пересеченных квадратов) и исследовательское поведение (стойки + норковая активность) – два независимых фактора. В других аналогичных исследованиях стойки были отнесе-

and causing a sedative effect on behaviour [6]. At the same time some psychostimulators do an anxiogenic effect on investigative behaviour [18]. Mostly opposite effects of preparations on investigative behaviour and locomotion of animals allow to consider the anxiety as the “variety of general excitation” [17]. However there are data, denying such a confirmation [5, 15].

Some authors evaluate the behaviour in OF hole modification, differing by the holes, imitating openings, located at the intersection of lines of central square sides [14]. The factor analysis of rat spontaneous behaviour in a hole chamber demonstrated a locomotor activity (number of crossed squares) and investigative behaviour (postures + hole activity) as two independent factors. In other similar researches the postures were referred to a locomotor activity, but in later ones to an independent, third category of behaviour [10]. At the same time it should be taken into account the possibility of unfavourable overlapping of two indices of investigative behaviour: postures and hole activity [14]. Two varieties of postures: with/without support on walls are registered in a hole chamber [20], moreover the latter occurs much more rarely. Such peculiarities of behaviour were also observed in our experiments during testing in non-hole OF modification. The support on a wall is considered as the element of investigative activity [9]. Psychostimulators augment the number of postures, but in unidirection with a change in locomotion, that probably, may indicate rather “locomotor”, than “anxious” charge of this index [8].

Conclusions

When analysing the data obtained we may conclude about the fact, that independently on cooling type, age and psychosomatic type (active, passive) of rats the dynamics of behaviour structure has a similar direction: reduced number of active behaviour forms (HLA, VLA) with predominated passive behaviour acts (movement in place, sitting, sniffing, rest period rise). However in passive old rats after general cooling in the FS and CT tests and in active young ones after general cooling in CT there was observed a drowsiness, which lasted the major period of the testing time. There was occurred a kind of substitution of all behaviour acts (except grooming in groups of active rats) by drowsiness, which, in our opinion, might be referred to passive behaviour forms. The similar state may be associated to an increased activity of inhibiting systems of CNS and first of all GAMA-ergic one, involved in realising sleep-like states and reduction of animals anxiety [12, 16].

Thus, an ethological analysis has demonstrated the old rats with low level of spontaneous locomotor activity (passive) and old ones with a high level of that to be the less and most resistant to the all applied ways of general cooling, correspondingly. Young rats were more resistant only to cooling in “forced swimming” test.

ны к двигательной активности, а в более поздних работах – к самостоятельной, третьей категории поведения [10]. При этом следует иметь в виду возможность нежелательного перекрытия двух показателей исследовательского поведения – стоек и норковой активности [14]. В норковой камере регистрируют две разновидности стоек – с упором на стенки и без [20], причем последние случаются гораздо реже. Такие особенности поведения наблюдались и в наших экспериментах при тестировании в ненорковой модификации ОП. Упор о стенку считается элементом исследовательской активности [9]. Психостимуляторы увеличивают число стоек, но однонаправленно с изменением локомоции, что, вероятно, может указывать скорее на “локомоторную”, чем “тревожную” нагрузку данного показателя [8].

Выводы

Анализируя полученные нами данные, можно сделать вывод, что независимо от вида охлаждения, возраста и психосоматического типа (активные, пассивные) крыс динамика структуры поведения имеет сходную направленность: уменьшается количество активных форм поведения (ГДА, ВДА) и преобладают пассивные поведенческие акты (движения на месте, сидение, обнюхивание, увеличение периода покоя). Однако у пассивных старых крыс после общего охлаждения в тесте ВП и в ЗС и у активных молодых крыс после общего охлаждения в ЗС отмечали дремотное состояние, которое длилось большую часть времени тестирования. Происходило как бы замещение всех поведенческих актов (кроме груминга в группах активных крыс) дремотным состоянием, которое, по нашему мнению, можно отнести к пассивным формам поведения. Подобное состояние может быть связано с повышением активности тормозных систем ЦНС и в первую очередь ГАМК-ергической, вовлеченной в реализацию сноподобных состояний, и уменьшения тревожности животных [12, 16].

Таким образом, этологический анализ показал, что старые крысы с низким уровнем спонтанной двигательной активности (пассивные) оказались наименее, а старые крысы с высоким уровнем спонтанной двигательной активности (активные) наиболее устойчивыми ко всем применяемым нами способам общего охлаждения. Молодые же крысы были более устойчивыми только к охлаждению в тесте “вынужденное плавание”.

Литература

1. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения.– М., 1991.– 399 с.
2. Калыев А.В. Стресс и груминг.– М.: Авикс, 2002.– 146 с.

References

1. Buresh Ya, Bureshova O., Houston D.P. Methods and principal experiments on studying brain and behaviour.– Moscow, 1991.– 399 p.
2. Kaluyev A.V. Stress and grooming.– Moscow: Aviks, 2002.– 146 p.
3. Kaluyev A.V. Stress. Anxiety. Behaviour.– Kiev, 1998.– 98 p.
4. Melnichuk S.D., Melnichuk D.O. Hypobiosis of animals (molecular mechanisms and practical value for agriculture and medicine).– Kiev, 2007.– 220 p.
5. Petrov V.I., Grigoriev I.A., Gorbunov S.G. Research methods of zoosocial behaviour of rats in psychopharmacology // Eksper. klin. farmakologiya.– 1996.– Vol. 59, N4.– P. 65–69.
6. Poshivalov V.P. Pharmaetology.– St-Petersburg; St-Petersburg State University, 1997.– 140 p.
7. Reykovsky Ya. Experimental psychology of emotions.– Moscow: Progress, 1979.– 392 p.
8. Sarkisova K.Yu., Kulikov M.A., Kolomeytseva I.A. Effect of substance P on behaviour indices in the “open field” and “forced swimming” tests in rats with different behaviour type // Bull. Eksp. Biol. Med.– 1996.– Vol. 124, N3.– P. 244–247.
9. Cruzio W.E. Genetic dissection mouse exploratory behaviour // Behav. Brain Res.– 2001.– Vol. 125, N1–2.– P. 127–132.
10. File S.E. Factors controlling measures anxiety and responses to novelty in mouse // Behav. Brain Res.– 2001.– Vol. 125, N1–2.– P. 151–157.
11. Gray J.A., Quintero S., Mellanby J. et al. Some biochemical, behavioural, and electrophysiological tests GABA hypothesis antianxiety drug action // Actions and Interactions GABA and Benzodiazepines / Ed.: N. Bowery.– New York: Raven Press, 1984.– P. 239–262.
12. Haefely W. Allosteric modulations GABA-A receptor channel: a mechanism for interactions with a multitude central nervous system functions / The Challenge Neuropharmacology / Eds.: H. Mohler, M. Da Prada.– Basel: Editiones Roche, 1994.– P. 15–27.
13. Hall C.S. Emotional behaviour in the rat. 1 Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // J. Comp. Physiol.– 1934.– N18.– P. 385.
14. Harro J. Measurement exploratory behavior in rodent // Methods in Neurosciences. Vol. 14. Paradigms for Study Behavior / Ed.: P.M. Conn.– San Diego, New York: Academic Press, 1993.– P. 359–377.
15. Jackson H.C., Nutt D.J. Effects benzodiazepine receptor inverse agonists on locomotor activity and exploration in mice // Eur. J. Pharmacol.– 1992.– Vol. 221, N2–3.– P. 199–203.
16. Kaluff A.V., Nutt D.J. Role GABA in memory and anxiety // Anxiety and Depression.– 1997.– Vol. 4, N3.– P. 100–110.
17. Levitt E. Psychology Anxiety.– London: Staples Press, 1976.– 260 p.
18. McNaughton N. Stress and behavioural inhibition // Stress-From Synapse to Syndrome / Eds.: S.C. Stanford, P. Salmon.– London: Academic Press, 1993.– P. 191–206.
19. Mihic S.L., Sanna E., Whiting P.J., Harris R.A. Pharmacology recombinant GABA-A receptors. GABA-A receptors and anxiety // Advances in Biochemical Psychopharmacology, 48 Series / Eds.: G. Biggio, E. Sanna, M. Serra, E. Costa.– New York: Raven Press, 1995.– P. 17–40.
20. Nadal R.A., Pallares M.A., Ferre N.S. Effects caffeine in social interaction test and on exploration in rats: comparison with ethanol and clorazepate // Behav. Pharmacol.– 1993.– Vol. 4, N5.– P. 501–508.
21. Nutt D.J. GABA-A receptors // Receptor Data for Biological Experiments: a Guide to Drugs Selectivity / Ed.: H.N. Doods.– London: Ellis Horwood, 1991.– P. 225–229.
22. Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A. Psychotropic screening procedures // Methods in Behavioral Pharmacology / Ed.: F. van Haaren.– New York: Elsevier, 1993.– P. 23–51.
23. Salum C., Morato S., Roque-da-Silva A.C. Anxiety-like behavior in rats: a computational model // Neural Networks.– 2000.– Vol. 13, N1.– P. 21–29.

Accepted in 14.04.2009

3. *Калуев А.В.* Стресс. Тревожность. Поведение.– Киев, 1998.– 98 с.
4. *Мельничук С.Д., Мельничук Д.О.* Гіпобіоз тварин (молекулярні механізми та практичне значення для сільського господарства і медицини).– Киев, 2007.– 220 с.
5. *Петров В.И., Григорьев И.А., Горбунов С.Г.* Методика исследования зоосоциального поведения крыс в психофармакологии // Экспер. клин. фармакология.– 1996.– Т. 59, N4.– С. 65–69.
6. *Пошивалов В.П.* Фармакоэтология.– СПб., СПГУ, 1997.– 140 с.
7. *Рейковский Я.* Экспериментальная психология эмоций.– М.: Прогресс, 1979.– 392 с.
8. *Саркисова К.Ю., Куликов М.А., Коломейцева И.А.* Влияние субстанции Р на поведенческие показатели в тестах “открытого поля” и “вынужденного плавания” у крыс с разным типом поведения // Бюл. exper. биол. мед.– 1996.– Т. 124, N3.– С. 244–247.
9. *Cruzio W.E.* Genetic dissection mouse exploratory behaviour // *Behav. Brain Res.*– 2001.– Vol. 125, N1–2.– P. 127–132.
10. *File S.E.* Factors controlling measures anxiety and responses to novelty in mouse // *Behav. Brain Res.*– 2001.– Vol. 125, N1–2.– P. 151–157.
11. *Gray J.A., Quintero S., Mellanby J. et al.* Some biochemical, behavioural, and electrophysiological tests GABA hypothesis antianxiety drug action // *Actions and Interactions GABA and Benzodiazepines* / Ed.: N. Bowery.– New York: Raven Press, 1984.– P. 239–262.
12. *Haefely W.* Allosteric modulations GABA-A receptor channel: a mechanism for interactions with a multitude central nervous system functions / *The Challenge Neuropharmacology* / Eds.: H. Mohler, M. Da Prada.– Basel: Editiones Roche, 1994.– P. 15–27.
13. *Hall C.S.* Emotional behaviour in the rat. 1 Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // *J. Comp. Physiol.*– 1934.– N18.– P. 385.
14. *Harro J.* Measurement exploratory behavior in rodent // *Methods in Neurosciences. Vol. 14. Paradigms for Study Behavior* / Ed.: P.M. Conn.– San Diego, New York: Academic Press, 1993.– P. 359–377.
15. *Jackson H.C., Nutt D.J.* Effects benzodiazepine receptor inverse agonists on locomotor activity and exploration in mice // *Eur. J. Pharmacol.*– 1992.– Vol. 221, N2–3.– P. 199–203.
16. *Kaluff A.V., Nutt D.J.* Role GABA in memory and anxiety // *Anxiety and Depression.*– 1997.– Vol. 4, N3.– P. 100–110.
17. *Levitt E.* *Psychology Anxiety.*– London: Staples Press, 1976.– 260 p.
18. *McNaughton N.* Stress and behavioural inhibition // *Stress-From Synapse to Syndrome* / Eds.: S.C. Stanford, P. Salmon.– London: Academic Press, 1993.– P. 191–206.
19. *Mihic S.L., Sanna E., Whiting P.J., Harris R.A.* Pharmacology recombinant GABA-A receptors. GABA-A receptors and anxiety // *Advances in Biochemical Psychopharmacology, 48 Series* / Eds.: G. Biggio, E. Sanna, M. Serra, E. Costa.– New York: Raven Press, 1995.– P. 17–40.
20. *Nadal R.A., Pallares M.A., Ferre N.S.* Effects caffeine in social interaction test and on exploration in rats: comparison with ethanol and clorazepate // *Behav. Pharmacol.*– 1993.– Vol. 4, N5.– P. 501–508.
21. *Nutt D.J.* GABA-A receptors // *Receptor Data for Biological Experiments: a Guide to Drugs Selectivity* / Ed.: H.N. Doods.– London: Ellis Horwood, 1991.– P. 225–229.
22. *Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A.* Psychotropic screening procedures // *Methods in Behavioral Pharmacology* / Ed.: F. van Haaren.– New York: Elsevier, 1993.– P. 23–51.
23. *Salum C., Morato S., Roque-da-Silva A.C.* Anxiety-like behavior in rats: a computational model // *Neural Networks.*– 2000.– Vol. 13, N1.– P. 21–29.

*Поступила 14.04.2009
Рецензент Л.И. Релина*