

УДК 57.016:612.821.014.44:591.5

DOI 10.20538/1682-0363-2016-3-16-23

Для цитирования: Гостюхина А.А., Замощина Т.А., Светлик М.В. и др. Поведенческая активность крыс в «открытом поле» после световой или темновой деприваций и физического переутомления. *Бюллетень сибирской медицины*. 2016; 15(3): 16–23

Поведенческая активность крыс в «открытом поле» после световой или темновой деприваций и физического переутомления

Гостюхина А.А.¹, Замощина Т.А.^{2,3}, Светлик М.В.^{2,3}, Жукова О.Б.¹, Зайцев К.В.¹, Абдулкина Н.Г.¹

¹ Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл., Россия
636035, Томская обл., г. Северск, ул. Мира 4

² Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия
634050, г. Томск, Московский тракт, 2

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ), г. Томск, Россия
634050, г. Томск, ул. Ленина, 36

РЕЗЮМЕ

Цель. Как известно, разные стрессорирующие нагрузки и их сочетание ведут к неодинаковой направленности и выраженности психоэмоциональной нестабильности. В связи с этим одним из актуальных вопросов становится регуляция и коррекция психоэмоциональных состояний человека в сложных условиях деятельности, например спортсменов в период тренировок и соревнований. Для разработки адекватных стресс-корректирующих программ необходимо их экспериментальное обоснование. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение поведенческой активности крыс в «открытом поле» после световой или темновой деприваций и физического переутомления.

Материал и методы. Экспериментальное исследование выполнено на 40 половозрелых крысах-самцах породы Wistar. Для индукции экспериментального десинхрониза животные опытных групп в течение 10 сут содержались на искусственном ярком освещении (150 лк) либо полном затемнении (2–3 лк). Моделью физического переутомления выбрана методика принудительного плавания крыс до полного утомления в собственной модификации. Через 24 ч после плавательного теста у всех групп животных оценивали поведенческую активность в «открытом поле» в условиях естественного освещения.

Результаты. Установлено, что в контрольной группе в условиях естественного освещения через 1 сут после 5 сут ежедневной физической нагрузки происходило угнетение активно-поисковой составляющей поведения в «открытом поле», что выражалось в уменьшении количества пересеченных квадратов и вертикальных стоек в сравнении с интактными животными, не получавшими нагрузок. В группах животных, содержащихся до предъявления плавательного теста в условиях круглосуточной темновой или световой деприваций, наблюдалось увеличение пассивно-оборонительной компоненты поведения в «открытом поле», что выражалось в увеличении актов груминга и дефекаций.

Выводы. Следовательно, после 5 сут ежедневной физической нагрузки у крыс наблюдалось угнетение активно-поисковой составляющей поведения в «открытом поле». В течение 10 сут световой или темновой деприваций и последующего предъявления плавательного теста наблюдалось увеличение пассивно-оборонительной компоненты поведения животных в «открытом поле».

Ключевые слова: крысы, световая и темновая депривации, плавательный тест, поведение в «открытом поле».

✉ Гостюхина Алена Анатольевна, e-mail: exper@med.tomsk.ru

Введение

В настоящее время одной из специфических особенностей спорта высших достижений является проведение тренировочной и соревновательной деятельности в сложных экологических условиях окружающей среды (жаркий, холодный и горный климат). Кроме того, тренировочно-соревновательный режим высококвалифицированных спортсменов нередко требует постоянных и быстрых перемещений в различные часовые пояса. Вследствие трансмеридианных перемещений неизменно развивается десинхроноз – нарушение заложенных эволюцией циркадианных биоритмов физиологических функций [1, 2].

Десинхроноз и физическая нагрузка до состояния утомления являются мощными стрессорными факторами для организма, которые неизменно сопровождаются психоэмоциональной нестабильностью, нарушающей тренировочный и соревновательный процесс [3]. Известно, что разные стрессорные нагрузки и их сочетание ведут к неодинаковой направленности и выраженности психоэмоциональной нестабильности [4, 5]. Сочетание климатических и физических нагрузок также приводят к нарушению функций ЦНС как у спортсменов, так и нетренированных волонтеров [6, 7, 8, 9]. В связи с этим одним из актуальных вопросов становится регуляция и коррекция психоэмоциональных состояний спортсменов в период тренировок и соревнований [5, 6].

Для разработки адекватных стресс-корректирующих программ как для спортсменов, так и обычных людей в сложных условиях деятельности необходимо их экспериментальное обоснование. Однако на сегодняшний день отсутствуют экспериментальные исследования, посвященные изучению психоэмоционального статуса в условиях сочетанных стрессорных нагрузок. Целью настоящего исследования явилось изучение поведенческой активности крыс в «открытом поле» после световой или темновой деприваций и физического переутомления.

Материал и методы

Экспериментальное исследование выполнено в весеннее время года (март 2012 г.) на 40 половозрелых крысах-самцах породы Wistar массой 280–300 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария по 5–6 особей в клетках при естественном световом режиме и на обычном рационе со свободным доступом к воде и пище. Круглогодично в помещении вивария поддержи-

валась 50–65% относительная влажность и температура воздуха 20–25 °С.

Все процедуры с животными выполнялись в соответствии с международными правилами и нормами обращения с лабораторными животными, не противоречащими Женевской конвенции 1985 г. о «Международных принципах биомедицинских исследований с использованием животных» [10].

Животные были разделены на четыре группы по 10 особей:

– крысы, находившиеся в естественных условиях освещения и не подвергавшиеся никаким воздействиям, – интактная группа (0);

– крысы, находившиеся в естественных условиях освещения и подвергавшиеся физической нагрузке, – контрольная группа (1);

– крысы, подвергавшиеся физической нагрузке после формирования у них экспериментального десинхроноза в виде круглосуточного освещения, – опытная группа (2);

– крысы, подвергавшиеся физической нагрузке после формирования у них экспериментального десинхроноза в виде круглосуточной темноты, – опытная группа (3).

Для индукции экспериментального десинхроноза животные опытных групп в течение 10 сут круглосуточно находились при искусственном ярком освещении 150 лк либо полном затемнении 2–3 лк [11]. Моделью физической нагрузки выбрана методика принудительного плавания крыс до полного утомления [12] в собственной модификации (температура воды 26–28 °С; дополнительный груз 10% от веса тела). Критерием полного утомления служили три безуспешные попытки всплыть на поверхность либо отказ от таких попыток с опусканием на дно. О работоспособности судили по продолжительности плавания в секундах. Плавательный тест проводился на всех группах животных параллельно в одно и то же время суток (с 10.00 до 11.00 ч) в течение 5 сут подряд сразу после помещения животных из депривированных условий в условия естественного освещения. После завершения плавательного теста через 24 ч у всех четырех групп животных оценивали поведенческую активность в установке «открытое поле» в условиях естественного освещения [13].

Тест заключался в количественном измерении компонентов поведения животного, помещенного в новое открытое пространство (арену), выбраться из которого ему мешает огораживающая арену стенка. Не менее чем за 1 ч до тестирования исключалась перегруппировка животных, кормление,

взятие в руки и другие активные манипуляции. Эксперимент проходил в полной тишине без посторонних звуков. «Открытое поле» представляло собой хорошо освещенную круглую арену диаметром 1,2 м и высотой 45 см, пол которой размечен радиальными и круговыми линиями. Крысу выпускали в центральный сектор поля и в течение 3 мин регистрировали горизонтальную и вертикальную активность, груминг, количество заглядываний в отверстия, уровень дефекации.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась на основе пакета программ StatSoft Statistica v8.0. При обработке результатов проверяли группы на нормальность распределения исследуемого признака. Исследуемые признаки не подчинялись нормальному распределению, поэтому для дальнейшего расчета использовали непараметрические критерии: медиана (Me) и квартили ($Q_1 - 25\%$; $Q_3 - 75\%$). Достоверность различий между группами определяли с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни, используемого для двух независимых выборок. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$ [14].

Результаты и их обсуждение

Тест «открытое поле» является одним из ведущих инструментов оценки индивидуально-типологических особенностей поведения мелких экспериментальных животных – крыс или мышей [15]. Природно-экологические особенности существования этих млекопитающих таковы, что при помещении их в установку «открытое поле» они испытывают определенный стресс, который отражается в их поведении [13, 16]. Выявленные особенности поведения устойчивых и неустойчивых к эмоциональному стрессу животных позволяют вывести коэффициент индивидуальной прогностической устойчивости к стрессу [17].

Интерпретация различными авторами одних и тех же поведенческих реакций грызунов в «открытом поле» не всегда совпадает, что зависит от задач конкретного эксперимента, его организации, способа предъявления теста животным. По классическим представлениям [18], двигательная активность (горизонтальная, вертикальная) и норковый рефлекс в совокупности определяют состояние активно-поисковой компоненты поведения, а уровень дефекаций и груминг – пассивно-оборонительной. Такой точки зрения придерживаются и другие авторы, которые считают, что регистрируемая двигательная активность животного (горизонтальная, вертикальная) и норковый рефлекс отражают ориентировочно-исследовательскую ак-

тивность [13, 16]. Согласно представлениям других авторов, именно через локомоторную активность проявляется фактор эмоциональности, в то время как норковые реакции, вертикальные стойки и груминг могут рассматриваться как неспецифическое проявление ориентировочно-исследовательской активности [19].

Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу коррелирует с количественными показателями ориентировочно-исследовательского поведения, причем по количественным соотношениям вертикальной и горизонтальной составляющих двигательной активности можно прогнозировать устойчивость к эмоциональному стрессу у крыс. Повышенную эмоциональную реактивность связывают с низкой двигательной активностью и повышенной дефекацией [13].

Снижение показателя двигательной активности указывает на уменьшение стрессированности животных и, вероятно, уменьшение общего беспокойного состояния – страха. Однако, по мнению многих авторов [16, 20], угнетение двигательной активности есть проявление защитного торможения, которое возникает у животных в ответ на развивающийся стресс.

Из литературных источников известно, что частое и короткое по времени «умывание» является тревожным грумингом, а высокий уровень дефекации дополнительно указывает на тревожность животного, его беспокойство и страх [14]. По мнению Маркея [16], уровень дефекаций напрямую отображает соотношение процессов возбуждения и торможения в вегетативной нервной системе.

В наших экспериментах установлено, что в контрольной группе, находившейся на естественном освещении, после плавательного теста до полного утомления изменялся только один показатель – горизонтальный компонент – в сравнении с интактной группой, не получавшей никаких нагрузок (рис.). Это изменение выражалось в уменьшении количества пересеченных горизонтальных линий или квадратов в 1,5–2 раза ($p = 0,01$). Согласно П.В. Симонову [18], полученные нами результаты свидетельствуют об угнетении активно-поисковой составляющей поведения у контрольных животных, что может быть связано с обычным утомлением.

Опытные группы получали физическую нагрузку после темновой или световой деприваций, с помощью которых моделировали десинхронизацию [21]. После темновой депривации и плавательного теста с нагрузкой до полного утомления у животных увеличивался в 2 раза ($p = 0,01$)

только груминг, что указывает на торможение любых форм поведения вследствие нарастания тревоги и состояния неопределенности [18]. После световой депривации и аналогичной нагрузки у крыс изменялось уже два показателя: увеличилось количество дефекаций ($p = 0,0005$) и груминг ($p = 0,025$), что в совокупности свидетельствует о превалировании тормозных форм поведения в связи с высокой эмоциональной составляющей (см. рис.).

Таким образом, если физическая нагрузка до полного утомления (контрольная группа) вызвала угнетение только активно-поискового поведения, то световые десинхронозы в комбинации с физической нагрузкой (опытные группы) уже активировали тормозные процессы, причем после световой депривации это торможение определялось формированием выраженных отрицательных эмоций у животных (страх, тревога, напряжение).

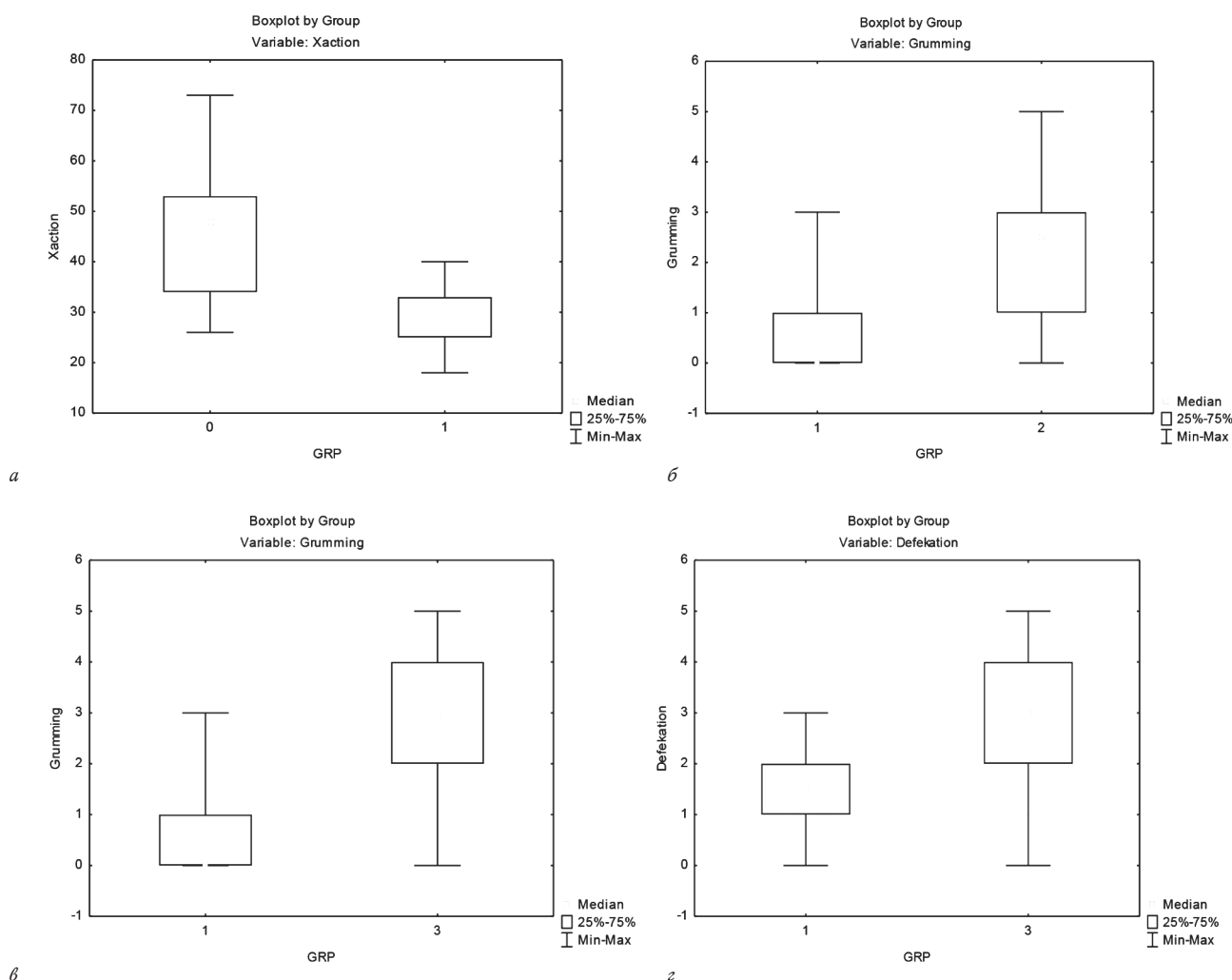


Рисунок. Поведенческая активность крыс в «открытом поле» в весенний период после плавательного теста с нагрузкой до полного утомления и световой или темновой депривации: а – горизонтальный компонент в группах 0 и 1; б – груминг в группах 1 и 2; в – груминг в группах 1 и 3; з – дефекации в группах 1 и 3

Как показали наши предыдущие эксперименты, именно весной сочетанное воздействие полной световой депривации и последующей физической нагрузки на протяжении 5 сут в виде принудительного плавания до полного утомления существенно изменяли уровень кортикостерона в крови животных [21]. Это изменение выража-

лось в значительном понижении его содержания ($p < 0,05$). В то же время темновая депривация и физическая нагрузка не влияли на этот показатель. Очевидно, весной к концу 5-х сут предъявления физической нагрузки после десинхроноза мы наблюдали у животных стадию истощения [3], что сопровождалось снижением содержания

кортикостерона в плазме. По мнению многих исследователей, низкий уровень гормона в крови чаще ассоциируется с пассивно-оборонительным типом поведения, а высокий – с активно-поисковым [22, 23]. Таким образом, нарастание психоэмоциональной нестабильности от контрольной группы (с плавательным тестом) к опытным группам (с десинхронозами и плавательным тестом), возможно, связано как с разной степенью выраженности стресса, так и с нахождением животных в разных фазах стресса (тревоги, резистентности, истощения). Данную модель можно использовать для разработки и апробации в эксперименте стресс-корректирующих программ с учетом психоэмоциональной направленности корректирующего воздействия.

Установлено, что в условиях естественного освещения через 1 сут после 5 сут ежедневной физической нагрузки у животных наблюдалось угнетение активно-поисковой составляющей поведения в «открытом поле». В течение 10 сут круглосуточного освещения или круглосуточного затемнения и предъявления плавательного теста в тех же естественных условиях освещения отмечено увеличение пассивно-оборонительной компоненты поведения животных в «открытом поле».

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

- Матюхин В.А., Путилов А.А., Ежов С.Н. *Рекомендации по прогнозированию и профилактике десинхронозов (хронофизиологические аспекты географических перемещений)*. Новосибирск: СО АМН СССР, 1984.
- Зарипов А.А., Янович К.В., Потапов Р.В., Корнилова А.А. Современные представления о десинхронозе // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3.
- Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. *Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам*. М.: Медицина, 1988. 320 с.
- Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. *Биоритмы, спорт, здоровье*. М.: Физкультура и спорт, 1989. 208 с.
- Ильин Е.П. *Психофизиология состояний человека*. СПб.: Питер, 2005. 412 с.
- Солопов И.Н., Камчатников А.Г., Сентябрьев Н.Н., Горбанева Е.П. Оптимизация психофункционального состояния спортсменов при предельных физических нагрузках в жарком климате с помощью дополнительного мертвого пространства // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 8. С. 900–904.
- Платонов В.Н. *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения*. Киев: Олимпийская литература, 2004. 408 с.
- Gallway A. Cardiovascular and metabolic responses to heat stress // *J. Physiol. Proc.* 1999. № 521. P. 108–120.
- Ежов С.Н. *Хронофизиология географических перемещений*. Владивосток: ДВГАЭУ, 2003.
- РФ ГОСТ Р-53434-2009. *Принципы надлежащей лабораторной практики*. Москва: Стандартинформ, 2010. 16 с.
- Замощина Т.А. Лития оксибутират и ритмическая структура активно-поискового поведения и температуры тела крыс в условиях постоянного освещения // *Экспер. и клин. фармакол.* 2000. Т. 63, № 2. С. 12–15.
- Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л., Цейликман В.Э. *Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма*. Челябинск: ЧПУ, 2000. 112 с.
- Буреш Я. *Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения*. М.: Высшая школа, 1991. 399 с.
- Медик В.А. *Статистика в медицине и биологии*. М., 2000. 69 с.
- Мельников А.В., Куликов М.А., Новикова М.Р. и др. Выбор поведенческих тестов для оценки типологических особенностей поведения крыс // *Журнал высш. нервн. деятельности*. 2004. Т. 54, № 5. С. 712–717.
- Маркель А.А. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // *Журн. высш. нервн. деятельности*. 1981. Т. 31, № 2. С. 301–307.
- Томова Т.А., Замощина Т.А., Просекина Е.Ю., Светлик М.В. Влияние карбахолина и глицилпролина (GLY-PRO) на секреторную функцию желудка в зависимости от реактивности ЦНС у крыс // *Экспер. и клин. фармакол.* 2015. Т. 78, № 3. С. 13–16.
- Симонов П.В. *Мотивированный мозг*. М.: Наука, 1987. 105 с.
- Пошивалов В.П. *Этологический атлас для фармакологических исследований на лабораторных грызунах*. М., 1978. 43 с.
- Калуев А.В. *Груминг и стресс*. М.: Авикс, 2002. 161 с.
- Гостюхина А.А., Зайцев К.В., Замощина Т.А., Жукова О.Б., Светлик М.В., Абдулкина Н.Г. *Сезонные особенности содержания кортикостерона в сыворотке крови крыс после физического переутомления в условиях десинхроноза* // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова*. 2016. Т. 102, № 1. С. 50–55.
- Кузина О.В., Цейликман О.Б., Лапшин М.С., Козочкин Д.А., Комелькова М.В., Цейликман В.Э. Соотношение между уровнем поведенческой активности, концентрацией циркулирующего кортикостерона у крыс с различной устойчивостью к гипоксии // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура»* 2014. Т.14, № 4. С. 54–58.
- Умрюхин П.Е., Григорчук О.С. Кортикостерон крови и ликвора у крыс с различным поведением в открытом поле при стрессорной нагрузке // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. Т. 11, № 3. С. 372–374.

Поступила в редакцию 01.04.2016 г.

Утверждена к печати 15.05.2016 г.

Гостюхина Алена Анатольевна (✉) – науч. сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Сибирского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства (г. Томск)

Замощина Татьяна Алексеевна – д-р биол. наук, профессор кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии СибГМУ (г. Томск), профессор кафедры физиологии человека и животных НИ ТГУ (г. Томск).

Зайцев Константин Васильевич – канд. мед. наук, руководитель экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Сибирского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл.

Жукова Оксана Борисовна – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории биомедицинских технологий Сибирского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл.

Светлик Михаил Васильевич – канд. биол. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики СибГМУ, доцент кафедры физиологии человека и животных НИ ТГУ (г. Томск).

Абдулкина Наталья Геннадьевна – д-р мед. наук, зам. генерального директора по научно-клинической работе Сибирского федерального научно-клинического центра Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл.

✉ Гостюхина Алена Анатольевна, e-mail: exper@med.tomsk.ru

УДК 57.016:612.821.014.44:591.5

DOI 10.20538/1682-0363-2016-3-16-23

For citation: Gostyukhina A.A., Zamoshchina T.A., Svetlik M.V. et al. Behavioral activity of rats in the «open field» after the light and dark deprivation and physical exhaustion. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2016; 15(3): 16–23

Behavioral activity of rats in the «open field» after the light and dark deprivation and physical exhaustion

Gostyukhina A.A.¹, Zamoshchina T.A.^{2,3}, Svetlik M.V.^{2,3}, Zhukova O.B.¹, Zaitsev K.V.¹, Abdulkina N.G.¹

¹ *Siberian Federal Science-Clinical Center of Federal Medicobiological Agency, Tomsk Region, Seversk, Russian Federation*

4 Mira Str., Seversk, Tomsk Region, 636035

² *Siberian State Medical University (SSMU), Tomsk, Russian Federation*

2 Moscow Trakt, Tomsk, 634050

³ *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation*

36 Lenina Av., Tomsk, 634050

ABSTRACT

Aim. As is known, various stressful loads and their combination lead to unequal direction and degree of psychological and emotional instability. In this regard, one of the pressing issues becomes regulation and correction of psycho-emotional conditions of the person in the complicated conditions of activity, such as athletes during training and competition. To develop appropriate stress-corrective programs should their experimental validation. Therefore, the aim of this study was to investigate the behavioral activity of rats in the “open field” after dark or light deprivation and physical fatigue.

Materials and methods. The experimental study was performed on the 40 adult male rats “Wistar”. The experimental groups for 10 days were kept in an artificial bright light (150 lx) or darkness (2–3 lx) for the induction of desynchronoses. Method of forced swimming until complete exhaustion was chosen for the model of physical fatigue. The animals in all groups evaluated behavioral activity in the “open field” in daylight conditions after 24 h after swim test.

Results. It was established that in the control group in the terms of natural lighting day after 5 days of daily physical activity occurred depression of the active-search behavior in the “open field”. It was expressed in reducing the number of crossed squares and vertical struts in comparison to intact animals receiving no load. In the groups of animals, which kept in a dark or light deprivation until the presentation of the swim test there was an increase in passive-defensive behavior in the “open field”, which was reflected in an increase in acts of grooming and defecation.

Key words: rats, deprivation of light or dark, a swimming test, the behavior in the “open field”.

References

1. Matyukhin V.A., Putilov A.A., Ezhov S.N. *Rekome-datsii po prognozirovaniyu i profilaktike desinkbronozov (kbronofiziologicheskie aspekty geograficheskikh peremesbcheniy* [Recommendations for the prediction and prevention desynchronoses (chronobiological aspects of geographical displacement)]. Novosibirsk, SO AMN SSSR Publ., 1984 (in Russian).
2. Zaripov A.A., Yanovich K.V., Potapov R.V., Kornilova A.A. *Sovremennye predstavleniya o desinkbronozе* [Modern ideas about desynchronosis]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern Problems of Science and Education*, 2015, no. 3 (in Russian).
3. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stress-ornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to the stress situations and physical activity]. Moscow, Meditsina Publ., 1988. 320 p. (in Russian).
4. Agadzhanyan N.A., Shabatura N.N. *Bioritmy, sport, zdorov'e* [Biorhythms, sports, health]. Moscow, Fizkul'tura i sport Publ., 1989. 208 p. (in Russian)
5. Il'in, E.P. *Psikhofiziologiya sostoyaniy cheloveka* [Psychophysiology human conditions]. St. Petersburg, Piter Publ., 2005, 412 p. (in Russian).
6. Solopov I.N., Kamchatnikov A.G., Sentyabrev N.N., Gorbaneva E.P. *Optimizatsiya psikhofunktional'nogo sostoyaniya sportsmenov pri predel'nykh fizicheskikh nagruz-kakh v zharom klimata s pomoshch'yu dopolnitel'nogo mertvogo prostranstva* [Optimization psihofunktional-nogo status of athletes during extreme physical exertion in hot climates with an additional dead space]. *Funda-mental'nye issledovaniya – Basic Research*, 2013, no. 8, pp. 900–904 (in Russian).
7. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Obsbchaya teoriya i ee prakticheskie prilozheniya*. Kiev, Olimpiyskaya literatura Publ., 2004, 408 p. (in Russian).
8. Galloway A. Cardiovascular and metabolic response to heat-stress // *J. Physiol. Proc.* 1999. № 521. P. 108–120.
9. Ezhov S.N. *Kbronofiziologiya geograficheskikh peremesbcheniy* [Hronofiziologiya geographical displacement]. Vladivostok, DVGAEU Publ., 2003 (in Russian).
10. State Standard R-53434-2009. *Printsipy nadlezbashchey laboratornoy praktiki* [The principles of good laboratory practice]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 16 p. (in Russian).
11. Zamoshchina T.A. Litiya oksibutirat i ritmicheskaya struktura aktivno-poiskovogo povedeniya i temperatury tela krysa v usloviyakh postoyannogo osveshcheniya [Ef-fect of lithium hydroxybutyrate on the circadian struc-ture of the active-search behavior and body temperature in rats under constant illumination conditions]. *Eksper-imental'naya i klinicheskaya farmakologiya – Experi-mental and Clinical Pharmacology*, 2000, vol. 63, no. 2, pp. 12–15 (in Russian).
12. Volchegorskiy I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L., Tseylikman V.E. *Eksperimental'noe modelirovanie i labora-tornaya otsenka adaptivnykh reaksii organizma* [Expe-rimental modeling and laboratory evaluation of adaptive reactions]. Chelyabinsk, 2000. 112 p. (in Russian).
13. Buresh Ya. *Metodiki i osnovnye eksperimenty po izucheniyu mozga i povedeniya* [Methods and basic ex-periments on the study of brain and behavior]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1991. 399 p. (in Russian).
14. Medik V.A. *Statistika v meditsine i biologii* [Statistics in medicine and biology]. Moscow, 2000, 69 p. (in Rus-sian).
15. Mel'nikov A.V., Kulikov M.A., Novikova M.R. i dr. Vybor povedencheskikh testov dlya otsenki tipologicheskikh oso-bennostey povedeniya krysa [Selection of behavioral tests to assess the typological features of behavior of rats]. *Zburnal vyssh. nervn. deyatel'nosti – Journal of Higher Nervous Activity*, 2004, vol. 54, no. 5, pp. 712–717 (in Russian).
16. Markel' A.L. *K otsenke osnovnykh kharakteristik pove-deniya krysa v teste otkrytogo polya* [By the estimation of the main characteristics of the behavior of rats in the open field test]. *Zburnal vyssh. nervn. deyatel'nosti – Journal of Higher Nervous Activity*, 1981, vol. 31, no. 2, pp. 301–307 (in Russian).
17. Tomova T.A., Zamoshchina T.A., Prosekina E.Yu., Svet-lik M.V. *Vliyanie karbakholina i glitsilprolina (GLY-PRO) na sekretornuyu funktsiyu zheludka v zavisimosti ot reaktivnosti TsNS u krysa* [Effect of carbachol and glycyl proline (GLY-PRO) on the secretory function of the stomach, depending on the reactivity of the central nervous system in rats]. *Eksper. i klin. farmakol. – Ex-per. and a Wedge. Pharmacol.*, 2015, vol. 78, no. 3, pp. 13–16 (in Russian).
18. Simonov P.V. *Motivirovannyi mozg* [Motivated brain]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 105 p. (in Russian).
19. Poshivalov V.P. *Etologicheskii atlas dlya farmakolo-gicheskikh issledovaniy na laboratornykh gryzunakh*

- [Ethological atlas for pharmacological studies in laboratory rodents]. Moscow, 1978. 43 p. (in Russian).
20. Kaluev A.V. *Grooming i stress* [Grooming and stress]. Moscow, Aviks Publ., 2002. 161 p. (in Russian).
 21. Gostyukhina A.A., Zaytsev K.V., Zamoshchina T.A., Zhukova O.B., Svetlik M.V., Abdulkina N.G. *Sezonnye osobennosti sodержaniya kortikosterona v syvortke krovi krysa posle fizicheskogo pereutomeniya v usloviyakh desinkhronoza* [Seasonal particular content of corticosterone in the serum of rats after fatigue under physical desynchronization]. *Ros. fiziol. zburn. im. I.M. Sechenova – Ros. Fiziol. Zh. them. I.M. Sechenov*, 2016, vol. 102, no. 1, pp. 50–55 (in Russian).
 22. Kuzina O.V., Tseylikman O.B., Lapshin M.S., Kozochkin D.A., Komel'kova, Tseylikman V.E. *Sootnoshenie mezhd urovnem povedencheskoy aktivnosti, kontsen-*
tratsiey tsirkuliruyushchego kortikosterona u krysa s razlichnoy ustoychivost'yu k gipoksii [Ratio of behavioral activity, a circulating concentration of corticosterone in rats with different resistance to hypoxia]. *Vestnik YuUr-GU. Seriya «Obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kul'tura» – Bulletin of South Ural State University. “Education, Health Care, Physical Culture” Series*, 2014, vol. 14, no. 4, pp. 54–58 (in Russian)..
 23. Umryukhin P.E., Grigorchuk O.S. *Kortikosteron krovi i likvora u krysa s razlichnym povedeniem v otkrytom pole pri stressornoy nagruzke* [Corticosterone blood and cerebrospinal fluid of rats with different behavior in the open field with a load of stress]. *Mezhdunarodnyy zburnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy – International Journal of Applied and Basic Research*, 2015, vol. 11, no. 3. pp. 372–374 (in Russian).

Gostyukhina Alena A. (✉), researcher of Experimental Laboratory of Biomedical Technologies Siberian Federal Science-Clinical Center, Seversk, Tomsk Region, Russian Federation.

Zamoshchina Tat'yana A., DBS, professor of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology of Siberian State Medical University, Department of Human and Animal Physiology of National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation.

Zaitsev Konstantin V., PhD in Medical Science, Head of Experimental Laboratory Biomedical Technologies Siberian Federal Science-Clinical Center, Seversk, Tomsk Region, Russian Federation.

Zhukova Oksana B., MD, leading researcher of Experimental Laboratory of Biomedical Technologies Siberian Federal Science-Clinical Center, Seversk, Tomsk Region, Russian Federation.

Svetlik Mikhail V., PhD in Biological Science, associate professor of the Department of Medical and Biological Cybernetics of Siberian State Medical University, Department of Human and Animal Physiology of National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation.

Abdulkina Natal'ya G., MD, deputy general director for research and clinical work of Siberian Federal Science-Clinical Center, Seversk, Tomsk region, Russian Federation.

✉ Gostyukhina Alena A., e-mail: exper@med.tomsk.ru