

УДК 591.044 : 615.849.11

ЭКЗОГЕННЫЙ МЕЛАТОНИН ВЛИЯЕТ НА ПОЛОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ КРЫС – САМЦОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ

*Темурьянц Н.А., Туманянц К.Н., Ярмолюк Н.С., Хусаинов Д.Р., Черетаев И.В.,
Чайка А.В.*

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия
E-mail: timur328@gmail.com*

Электромагнитное экранирование угнетает половое поведение крыс – самцов. Снижение половой активности крыс сопровождается уменьшением выраженности ритмической составляющей в десятисуточной динамике полового поведения. Ежедневное введение животным мелатонина в дозе 5 мг/кг приводит к фазным изменениям полового поведения: его возрастание на 1 сутки сменяется значительным угнетением, наиболее выраженном на 8-10 сутки эксперимента. Делается вывод о том, что при электромагнитном экранировании имеют место фазные изменения секреции мелатонина.

Ключевые слова: мелатонин, половое поведение, электромагнитное экранирование, самцы крыс.

ВВЕДЕНИЕ

Многолетние исследования лаборатории электромагнитобиологии Таврического национального университета имени В.И. Вернадского показали, что электромагнитное экранирование (ЭМЭ) вызывает выраженные изменения функционального состояния беспозвоночных и позвоночных животных [1].

В этих условиях обнаружены выраженные изменения регенерации планарий *Dugesia tigrina* [2], ноцицепции моллюсков *Helix albescens* [3]. У позвоночных – крыс и мышей - зарегистрированы значительные перестройки поведенческих реакций. Так, при одновременном умеренном снижении постоянной и переменной компонент геомагнитного поля зарегистрировано возрастание межвидовой агрессивности [4], изменения поведения в тесте Порсолта [5]. Развивая представления о влиянии ЭМЭ на поведенческие реакции мы поставили перед собой задачу изучить изменения полового поведения крыс в этих условиях.

Известно, что поведение животных является удобным объектом для изучения механизмов действия экологических факторов. Согласно современным представлениям в механизмах действия электромагнитных факторов важное значение имеет мелатонин (МТ), принимающий участие и в регуляции полового поведения [6-11]. В связи с этим нами предпринято изучение его роли в экранобусловленных изменениях полового поведения крыс – самцов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на 60 белых беспородных крысах – самцах массой 190 ± 10 г. с соблюдением принципов биоэтики в соответствии с международными принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или других научных целей (Directive 2010/63/EU, Страсбург, 2010) [12].

В первой серии экспериментов самцов крыс делили на две группы. Крыс каждой группы помещали в ящики размером 790x450x390 мм из светонепроницаемого пластика, крышки и стенки которых имели вентиляционные отверстия. Обеспечивался свободный доступ животных к стандартному для грызунов корму и воде. Контейнеры с животными экспериментальной группы (10 самцов) помещались в экранирующую камеру ежедневно с 15.00 до 10.00 ч. следующего дня, т.е. они находились в условиях ЭМЭ 19 часов в сутки в течение 10 дней.

Ящики с животными контрольной группы ($n=10$) находились за пределами камеры в той же комнате. Для животных обеих групп соблюдался одинаковый режим температуры ($23 \pm 1^\circ\text{C}$), влажности, освещенности, шума. Освещенность внутри и вне камеры, а также внутри ящиков измерялась с помощью люксметра ТКЛ-ПКМ (модель 63). Внутри ящиков освещенность колебалась от 0,1 до 0,2 лк, внутри экранирующей камеры и в лаборатории, в которой содержались крысы контрольной группы, освещенность была такого же уровня, а в лаборатории, в которой проводили тестирование и уборку клеток, колебалась от 480 до 500 лк. Таким образом, животные находились в условиях темнота / свет 19 и 5 ч соответственно.

Для изучения роли МТ в изменении полового поведения использовали способ его введения экспериментальным животным, который успешно используется для коррекции состояний, сопровождающихся снижением секреции нейрогормона [13-16]. В этой серии каждую группу (контрольную ($n=20$) и экспериментальную ($n=20$)) делили на 2 подгруппы. Крысам I подгруппы ($n=10$) ежедневно в течение 10 дней внутрибрюшинно вводили 0,2 мл физиологического раствора (Юрия – фарм, Украина), животным 2-ой подгруппы ($n=10$) раствор (МТ) в дозе 5 мкг/кг в 0,2 мл физ. раствора.

Ежедневно с 10 до 15 час животных обеих групп извлекали из ящиков для тестирования и уборки. Оценивалась их половое поведение, для чего использовались клетки с тремя отсеками, разделенными решетчатыми перегородками, позволяющими крысам, помещенным в них, осуществлять только визуальный контакт. В течение пяти минут регистрировали число подходов самца, помещенного в средний отсек, к отсеку, в котором сидела самка, а также время (с) его пребывания около перегородки. Кроме того, регистрировали время, проведенное самцом около перегородки с отсеком, в котором находился самец, а также около перегородки с пустым отсеком. Во всех экспериментах пользовалась одна самка, что исключало влияние на половое поведение самцов фазы экстрального цикла самки.

Экранирующая камера изготовлена из двухслойного железа «Динамо». Ее устройство и экранирующие свойства описаны ранее [1, 17].

Все исследования были проведены с соблюдением принципов двойного слепого эксперимента.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета специализированных программ «MedStad». Оценку достоверности зарегистрированных изменений проводили с помощью критерия Манна – Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что интактные крысы самцы активно реагируют на самку: они достаточно большое время пребывают у перегородки с отсеком, в котором сидела самка. В отдельные дни эксперимента этот показатель достигал значений 40-50 сек. В десятисуточной динамике времени пребывания самца у перегородки отчетливо проявляется ритмическая составляющая с высокой амплитудой.

Уже односуточное пребывание крыс в экранирующей камере приводит к значительному снижению времени пребывания самца у перегородки с отсеком, в котором сидела самка, а также числа подходов к ней. Наиболее выражено снижение этих показателей на 1-2 сутки эксперимента, когда время пребывания самца у перегородки с самкой снизилось до 41,6 и 33,4 % относительно данных контрольной группы животных. В дальнейшие сроки эксперимента (3-8 сутки) регистрируется менее выраженное уменьшение этих показателей - на 30-40 % относительно данных контрольной группы животных. Однако на 9-10 сутки отмечено усиление эффекта экранирования (рис. 1).

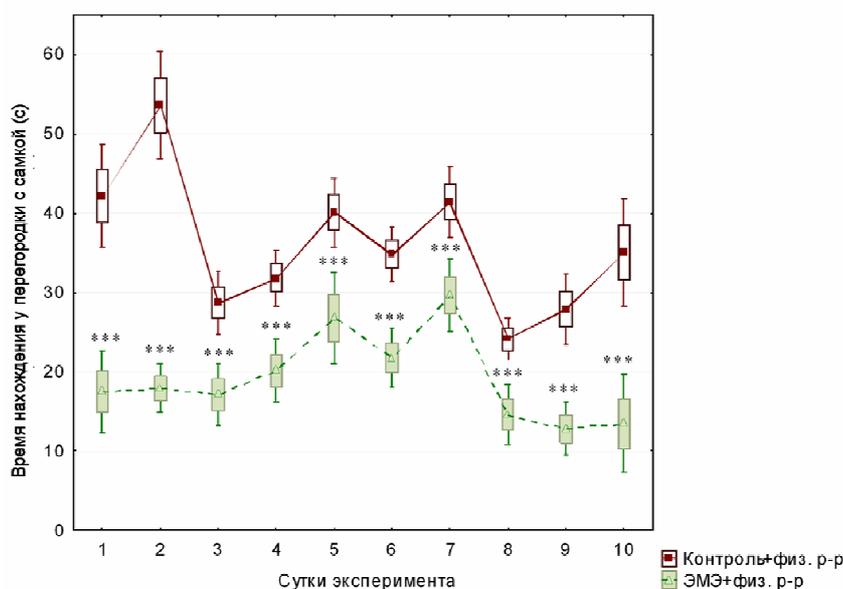


Рис. 1. Динамика полового поведения интактных крыс-самцов, а также животных, подвергнувшихся электромагнитному экранированию.

Примечание: звёздочками отмечены достоверные отличия при $***p < 0,001$ относительно контроля.

Таким образом, пребывание самцов – крыс в условиях экранирующей камеры приводит к выраженному угнетению полового поведения. Этот вывод подтверждается и анализом данных контрольных экспериментов, в которых регистрировалась реакция самцов на «пустой» отсек. В этом эксперименте изменений исследованных показателей не обнаружено. В то же время при проведении контрольных экспериментов по схеме самец – самец выявлено возрастание числа подходов и времени пребывания животных у перегородки. Такое явление объясняется тем, что в этой схеме проявляется не половое, а внутривидовое агрессивное поведение [17], которое всегда возрастает в условиях ослабленного геомагнитного поля [18, 19].

Обращает на себя внимание и изменение динамики этих показателей – ритмическая составляющая выражена гораздо меньше, кривая сглаживается. Это может свидетельствовать о развитии в условиях экранирования нарушений временной организации репродуктивной системы в целом, в структуре которой половое поведение занимает важное место. Развитие десинхроноза при экранировании описано многими авторами [1, 20, 21].

Таким образом, результаты проведенного исследования следует расценить как изменения функционального состояния репродуктивной системы в условиях экранирования.

Этот вывод косвенно подтверждается и многочисленными данными о влиянии факторов электромагнитной природы на процессы роста и развития [22,23].

Ежедневное введение экспериментальным животным МТ в дозе 5 мг/кг изменяло динамику показателей полового поведения (рис. 2). Уже на первые сутки наблюдений отмечена тенденция к возрастанию показателей половой активности самцов, а на 2 сутки она возросла до 185 % относительно данных крыс, находящихся в условиях ЭМЭ без введения МТ. С 3 по 7 сутки эксперимента отмечено снижение времени пребывания самцов у перегородки с отсеком, в котором находилась самка на 30-55 %, а на 8 сутки зарегистрировано еще более значительное его снижение до 17,1 % относительно сравниваемых групп с тенденцией к дальнейшему возрастанию этого показателя. Необходимо подчеркнуть, что снижение этого показателя относительно на 3-7 суток относительно 3 суток эксперимента статистически значимо ($p < 0,01$). Таким образом, введение животным МТ, находившимся в условиях ЭМЭ, вызывает фазные изменения полового поведения: 1-2 сутки характеризуются возрастанием половой активности, на 3-7 сутки эксперимента регистрируется ее снижение с последующим усилением угнетающего эффекта ЭМЭ на 8-10 сутки опыта.

Полученные данные об изменении полового поведения у крыс при введении МТ соответствуют данным о физиологии этого нейrogормона. Известно, что МТ вовлечен в регуляцию разнообразных физиологических процессов. Мелатониновые рецепторы МТ1 и МТ2 широко распространены, они обнаружены в том числе во всех структурах гипоталама-гипофизарно-гонадной оси. Этот гормон участвует в регуляции секреции гонадотропин-релизинг фактора (ГТРФ). При повышенной секреции мелатонина секреция этого фактора тормозится, что влечет за собой снижение активности всех составных частей гипоталама-гипофизарно-гонадной

оси, уменьшение секреции половых гормонов и как следствие угнетения полового поведения. Следовательно, изменения полового поведения, обнаруженного в настоящем исследовании, может быть связано с влиянием МТ на секрецию половых гормонов [24].

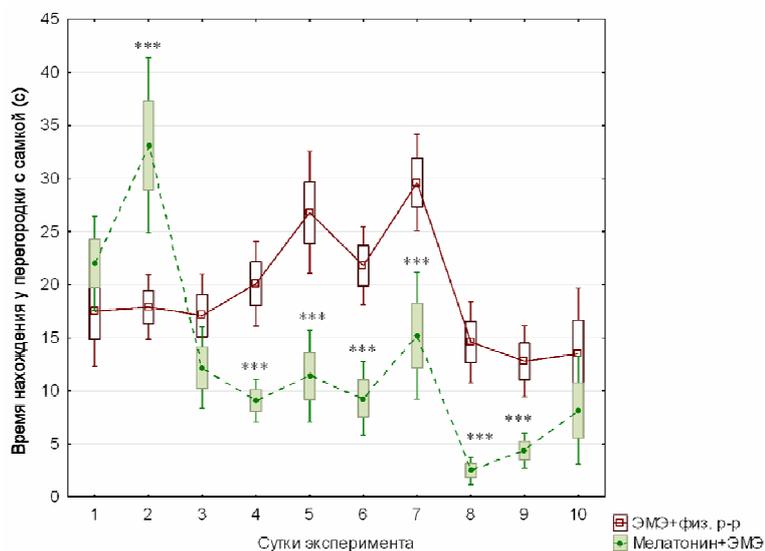


Рис. 2. Динамика полового поведения крыс-самцов, подвергшихся электромагнитному экранированию (ЭМЭ), при введении физ. раствора и мелатонина.

Примечание: звёздочками отмечены достоверные отличия при $***p < 0,001$ относительно ЭМЭ.

Полученные данные соответствуют мелатониновой теории действия электромагнитных факторов. При начальном угнетении секреции МТ при электромагнитном экранировании его тормозное влияния на выработку ГТРФ снижается, что и проявляется в активации полового поведения на 2 сутки эксперимента.

При дальнейшем действии электромагнитного фактора секреция МТ усиливается, что вызывает снижение синтеза ГТРФ, угнетение полового поведения, что прогрессирует по мере увеличения продолжительности воздействия и по-видимому, возрастанием секреции МТ.

Таким образом результаты проведенного исследования свидетельствуют о важной роли МТ в механизмах изменения полового поведения при электромагнитном экранировании.

Дальнейшее исследования позволят выявить участие и других нейрохимических систем в изменении поведения животных в условиях электромагнитного экранирования. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-44-01617 (проект «Механизмы изменения поведения крыс в условиях умеренного электромагнитного экранирования»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При десятисуточном электромагнитном экранировании наблюдается угнетение полового поведения крыс – самцов, о чем свидетельствует снижение времени, проведенного самцами у перегородки с отсеком, в котором находилась самка и числа подходов к перегородке. Снижение половой активности крыс самцов в условиях ЭМЭ сопровождается уменьшением выраженности ритмической составляющей в десятисуточный динамике полового поведения.
2. Введение крысам - самцам, находящихся в условиях ЭМЭ, экзогенного МТ приводит к фазным изменениям полового поведения. На 1 сутки воздействия половое поведение стимулируется, о чем свидетельствует возрастание времени, проведенного животными у перегородки и числа подходов к ней. В последующие сроки 2-7 сутки наблюдается угнетение полового поведения, более значительно выраженное на 8-10 сутки эксперимента.

Список литературы

1. Эффекты слабых электромагнитных воздействий у беспозвоночных животных (регенерация планарий, ноцицепция моллюсков) : монография / Н.А. Темурьянц, Е.Н. Чуян, А.С. Костюк [и др.] – Симферополь: ДИАИПИ, 2012. – 303 с.
2. Темурьянц Н.А. Сезонные различия регенерации планарий в условиях многодневного электромагнитного экранирования / Н.А. Темурьянц, Н.А. Демцун // Биофизика. – 2010. – Т. 55, №4. – С. 710 – 714.
3. Костюк А.С. Ноцицепция моллюсков *Helix albescens* в экране (электромагнитное экранирование) : монография / А.С. Костюк, Н.А. Темурьянц – Saarbrucken (Germany) : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 181 с.
4. Участие опиоидной системы в изменении агрессивного поведения крыс в условиях длительного электромагнитного экранирования / Н.А. Темурьянц, К.Н. Туманянц, А.С. Костюк и др. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), №3. – С. 160-168.
5. Влияние длительного электромагнитного экранирования на поведенческие реакции крыс / А.С. Костюк, Н.С. Ярмолук, К.Н. Туманянц, А.В. Лебедев // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65), №2. – С.75-81.
6. Semm P. Effects of Earth-strength magnetic field on electrical activity of pineal cells / P. Semm, T. Schneider, L. Vollrath // Nature. - 1980. – Vol. 288. - P. 607-608.
7. Bardasora J. L. Ultrastructure of pineal cells of the homing pigeon *Columba Bivia* magnetic fields (first trials) / J.L. Bardasora, A.J. Meyer, L. Picazo // Journal Hirnforsh. - 1985. – Vol. 26. - P. 471.
8. Cremer-Bartels G. Influence of low magnetic-field-strength variations of the retina and pineal gland of quails and humans / G. Cremer-Bartels, K. Krause, H. J. Kuchle // Graefe's Arch. Exp. Ophthalmol. - 1983. - Vol. 220. - P. 248.
9. Chronic exposure to 60-Hz electric fields: effects on pineal function in the rat / B.W. Wilson, L.E. Anderson, D.I. Hilton, R.D. Phillips // Bioelectromagnetics. – 1981. – Vol. 2(4). –P. 371–380.
10. Reduction of the nocturnal rise in pineal melatonin levels in rats exposed to 60-Hz electric fields in utero and for 23 days after birth / R.J. Reiter, L.E. Anderson, R.L. Buschbom, B.W. Wilson // Life Sci. – 1988. - Vol. 42(22). – P. 2203–2206.
11. Urinary 6-sulphatoxymelatonin excretion is increased in rats after 24 hours of exposure to vertical 50 Hz, 100 microT magnetic field. / J. Bakos, N. Nagy, G. Thuróczy, L.D. Szabó // Bioelectromagnetics. – 1997. - Vol. 18(2). – P. 190-192.
12. Европейская Конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.), гл. III, ст. 6.

13. Melatonin in antinociception: its therapeutic applications / V. Srinivasan, E.C. Lauterbach, K.Y. Ho [et. al.] // *Curr Neuropharmacol.* - 2012. - Vol. 10 (2). - P. 167—178.
14. Samuels C.H. Jet lag and travel fatigue: a comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams / C.H. Samuels // *Clin. J. Sport Med.* - 2012. - Vol. 22 (3). - P. 268.
15. Анисимов В.Н. Эпифиз, мелатонин, старение / В.Н. Анисимов // *Хронобиология и хрономедицина. Руководство.* М.: ООО Медицинское информационное агенство. - 2012. - С. 284-333.
16. Эффективность мелаксена как адаптогена для профилактики и лечения метеочувствительности больных артериальной гипертензией и ишемической болезни сердца / Р.М. Заславская, Э.А. Щербань, М.М. Тейблум, С.И. Логвиненко // *Хронобиология и хрономедицина. Руководство.* М.: ООО Медицинское информационное агенство. - 2012. - С. 379-387.
17. Кудрявцева Н.Н. Применение теста «перегородка» в поведенческих и фармакологических экспериментах / Н.Н. Кудрявцева // *Российский физиологический журнал.* - 2002. - N 1. - С.90-105.
18. Девицин Д.В. Динамика физиологических характеристик и эмоционально-поведенческой реактивности животных в преформированной геомагнитной среде / Д.В. Девицин, Н.А. Пальчикова, А.В. Трофимов [и др.] // *Бюллетень СО РАМН.* - 2005. - № 3. - С. 71–77.
19. Влияние моделируемых гипомагнитных условий дальнего космического полета на ритмическую организацию поведенческой активности крыс / Т. А. Замошина, Н. А. Кривова, М.Ю. Ходанович и др. // *Авиакосмическая и экологическая медицина* – 2012. – № 1. – С. 17–23.
20. Бородин Ю.И. Реакция циркадианных ритмов лимфоидной системы на глубокое экранирование от геомагнитного поля Земли / Ю.И. Бородин, А.Ю. Летагин // *Бюллетень экологической биологии и медицины.* - 1990. - № 2. - С. 191–193.
21. Wever R.A. Human circadian rhythms under the influence of weak electric fields and the different aspects of these studies / R.A. Wever // *Int. J. Biometeorol.* - 1973. - Vol. 17 (3). - P. 227-232.
22. Levin M. Bioelectromagnetics in Morphogenesis / M. Levin // *Bioelectromagnetics.* - 2003. - Vol. 24. - P. 295-315.
23. Heynick L. N. Radiofrequency Fields and Teratogenesis / L.N. Heynick and J.H. Merritt // *Bioelectromagnetics Supplement.* - 2003. - Vol. 6. - P. S174-S186.
24. Reiter R.J. Mechanisms of control of reproductive physiology by the pineal gland and its hormones / R.J. Reiter // *Adv. Pineal Res.* - 1987. - Vol. 2. - P. 109-125.

EXOGENOUS MELATONIN EFFECT ON SEX BEHAVIOR OF MALE RATS UNDER ELECTROMAGNETIC SHIELDING

Temuryants N.A., Tumanyants K.N., Yarmolyuk N.S., Khusainov D.R., Cheretaev I.V., Chajka A.V.

*Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: timur328@gmail.com*

To study the role of the melatonin in the mechanisms of sex behavior of male rats under electromagnetic shielding (EMS) each group (control and experimental) were divided into 2 subgroups. Rats subgroup I (n=10) daily for 10 days were administrated with 0.2 ml of saline (i.p.), animals second subgroup (n=10) – melatonin at a dose of 5 mg / kg dissolved in saline. Sex behavior was assessed in the test "response to female." To do this, for 5 minutes each male rat was determined by contact with the intact female through the lattice barrier.

The results showed that during the 10-days EMS observed the inhibition of sex behavior of male rats, as evidenced by the reduction of time spent by males in partitions with a compartment, in which there was a female. Decrease in sex activity of male under

EMS accompanied by a decrease in the severity of rhythmic components in 10-days dynamics of sexual behavior.

Exogenous melatonin leads to phase changes in sex behavior of male rats under EMS. Exogenous melatonin has a stimulating effect on the sex behavior of male rats, as evidenced by the increase in the time spent by the animals at the lattice barrier. For 2-7 days observed the inhibition of sex behavior more significantly expressed at 8-10 days of experiment.

Thus the results of the study indicate the important role of melatonin in the mechanisms of sex behavior in male rats under EMS.

Keywords: melatonin, sex behavior, electromagnetic shielding, male rats.

References

1. Temuryants N.A., Chuyan E.N., Kostyuk A.S., Tumanlyants K.N., Demtsun N.A., Yarmolyuk N.S., Effects of weak electromagnetic factors on the invertebrates (regeneration of planaria, nociception of snails), Monograph, (Simferopol, 2012).
2. Temuryants N.A., Seasonal differences in the conditions of planarian regeneration electromagnetic shielding multi-day, *Biophysics*, 55(4), 710, (2010).
3. Kostyuk AS Nociception shellfish *Helix albescens* in the screen (electromagnetic shielding), Monograph, (Saarbrücken (Germany): LAP Lambert Academic Publishing, 2012).
4. Temuryants N.A., Kostyuk A.S., Tumanlyants K.N., The effect of melatonin and variable magnetic field of extremely low frequency to development of shielding-induced changes of nociception in snails, *Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*, 27(66), 3, 151, (2014).
5. Influence of long electromagnetic shielding on the behavioral responses of rats / A.S. Kostyuk, N.S. Yarmolyuk, K.N. Tumanlyants, A.V. Lebedev // Scientific notes of Taurida National University. VI Vernadsky. Series «Biology, chemistry», 26 (65), 2, 75, (2013).
6. Semm P., Schneider T., Vollrath L., Effects of Earth-strength magnetic field on electrical activity of pineal cells, *Nature*, 288, 607 (1980).
7. Bardasora J.L., Meyer A.J., Picazo L., Ultrastructure of pineal cells of the homing pigeon *Columbia Bivia* magnetic fields (first trials), *Journal Hirnforsch*, 26, 471 (1985).
8. Cremer-Bartels G., Krause K., Kuchle H.J., Influence of low magnetic-field-strength variations of the retina and pineal gland of quails and humans, *Graefe's Arch. Exp. Ophthalmol*, 220, 248 (1983).
9. Wilson B.W., Anderson L.E., Hilton D.I., Phillips R.D., Chronic exposure to 60-Hz electric fields: effects on pineal function in the rat, *Bioelectromagnetics*, 2 (4), 371 (1981).
10. Reiter R.J., Anderson L.E., Buschbom R.L., Wilson B.W., Reduction of the nocturnal rise in pineal melatonin levels in rats exposed to 60-Hz electric fields in utero and for 23 days after birth, *Life Sci*, 42 (22), 2203 (1988).
11. Bakos J., Nagy N., Thuróczy G., Szabó L.D., Urinary 6-sulphatoxymelatonin excretion is increased in rats after 24 hours of exposure to vertical 50 Hz, 100 microT magnetic field, *Bioelectromagnetics*, 18 (2), 190 (1997).
12. The European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes, Strasbourg, March 18, 3(6), (1986).
13. Srinivasan V., Lauterbach E.C., Ho K.Y., Acuña-Castroviejo D., Zakaria R., Brzezinski A., Melatonin in antinociception: its therapeutic applications, *Curr Neuropharmacol*, 10 (2), 167 (2012).
14. Samuels C.H., Jet lag and travel fatigue: a comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams, *Clin. J. Sport Med*, 22 (3), 268 (2012).
15. Anisimov V.N., pineal melatonin, aging, Chronobiology and chronomedicine. Guide. M.: Ltd. *Medical News Agency*, 284 (2012).
16. Zaslavsky R.M., Scherban E.A., Teyblyum M.M., Logvynenko S.I. Effectiveness melaxen as an adaptogen for the prevention and treatment of patients with arterial meteosensitivity gipertentsiy and coronary heart disease, 379 (2012).

17. Kudryavtseva N.N., Application test "partition" in the behavioral and pharmacological experiments, *Russian physiological magazine*, 1, 90, (2002).
18. Devitsin D.V., Palchikova N.A., Trofimov A.V., Selyatitskaya V.G., Treasurers V.P., Dynamics of physiological characteristics and emotional-behavioral reactivity of animals in preformed geomagnetic environment, *Bulletin SB RAMS*, 3, 71, (2005).
19. Zamoschina N.A., Krivova M., Khodanovich Yu., Truhanov K.A., Tukhvatulin R.T., Zaeva O.B., Zelenskaya A.E., Gul E.V., Effect of simulated conditions hypomagnetic deep space missions on the rhythmic organization of behavioral activity of rats, *Aerospace and environmental medicine*, 1, 17, (2012).
20. Borodin Y., The reaction of the lymphoid system of circadian rhythms on a deep screening of the Earth's geomagnetic field, *Bulletin of Environmental Biology and Medicine*, 2, 191, (1990).
21. Wever R.A., Human circadian rhythms under the influence of weak electric fields and the different aspects of these studies, *Int. J. Biometeorol*, 17 (3), 227, (1973).
22. Levin M., Bioelectromagnetics in Morphogenesis, *Bioelectromagnetics*, 24, 295, (2003).
23. Heynick L.N. Merritt J.H., Radiofrequency Fields and Teratogenesis, *Bioelectromagnetics*, Supplement, 6, S174, (2003).
24. Reiter R.J. Mechanisms of control of reproductive physiology by the pineal gland and its hormones. *Adv. Pineal Res*, 2, 109, (1987).

Поступила в редакцию 14.11.2014 г.