

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ КРАЙНЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА АКТИВНОСТЬ ОПИОИДНОЙ СИСТЕМЫ МОЛЛЮСКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ

© 2015 г. Н.А. Темурьянц, А.С. Костюк

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь,  
Республика Крым, Россия

Выявлены однотипные фазовые изменения ноцицепции моллюсков, обусловленные воздействием длительного электромагнитного экранирования и переменного магнитного поля частотой 8 Гц, индукцией 50 нТл. При электромагнитном экранировании ярко выражена первая фаза гипералгезии, при действии переменного магнитного поля – вторая, антиноцицептивная фаза. При нормализации ноцицепции (третья фаза) различия не обнаружены. У животных, находящихся в экранирующем пространстве, при воздействии переменного магнитного поля значительно снижается выраженность гипералгетической фазы, тогда как антиноцицептивная фаза практически не изменяется. Более выражена модификация экраноиндуцированных изменений ноцицепции переменным магнитным полем у животных, у которых блокировали опиоидные рецепторы налоксоном: в этом случае не только нивелируется гипералгетический эффект экранирования, но и усиливается антиноцицептивный. Полученные данные подтверждают важную роль опиоидной системы в механизмах действия электромагнитных факторов. Делается вывод о том, что в экранообусловленных изменениях ноцицепции важную роль играет ослабление переменного магнитного поля крайне низкочастотного диапазона.

*Ключевые слова:* электромагнитное экранирование, переменное магнитное поле крайне низкой частоты, опиоидная система, ноцицепция, моллюски.

### Литература

- Белова Н.А., Ермаков А.М., Знобищева А.В., Сребницкая Л.К., Леднев В.В. Влияние крайне слабых переменных магнитных полей на регенерацию планарий и гравитационную реакцию растений // Биофизика. 2010. Т. 55, вып. 4. С. 704–709.
- Богатина Н.И., Шейкина Н.В. Влияние низкочастотного магнитного поля на гравитропическую реакцию растений при отсутствии постоянной составляющей магнитного поля // X Международная Крымская конференция «Космос и биосфера», Коктебель, Украина, сентябрь 23–28, 2013 г. Симферополь, 2013. С. 19–21.
- Богатина Н.И., Шейкина Н.В., Мартынюк В.С., Темурьянц Н.А., Павлюков Д.В. Метод получения крайне слабых постоянного магнитного и электрического полей и хорошо воспроизводимого комбинированного магнитного поля для биологических исследований // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. 2010. Т. 23, № 2. С. 54–65.
- Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь: Краткий очерк по геомагнитобиологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 176 с.
- Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123). Заключена в г. Страсбург 18 марта 1986 г. Гл. III, ст. 6. Режим доступа: [base.garant.ru/4090914](http://base.garant.ru/4090914)

- Копанев В.И., Ефименко Г.Д., Шакула А.В. О биологическом действии на организм гипогеомагнитной среды // Изв. АН СССР. 1979. № 3. С. 342–353.
- Костюк А.С., Темуриянц Н.А. Ноцицепция моллюсков *Helix albescens* в экране (электромагнитное экранирование). Saarbrucken (Germany): Lambert Acad. Publ., 2012. 181 с.
- Леднев В.В. Биоэффекты слабых комбинированных, постоянных и переменных магнитных полей // Биофизика. 1996. Т. 41, № 1. С. 224–232.
- Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е., Тирас Х.Г. Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений // Геофизические процессы и биосфера. 2003. Т. 2, № 1. С. 3–11.
- Макеев В.Б., Темуриянц Н.А. Исследование частотной зависимости биологической эффективности магнитного поля в диапазоне микропульсаций геомагнитного поля // Проблемы космической биологии. 1982. Т. 43. С. 116–128.
- Мартынюк В.С. К вопросу о синхронизирующем действии сверхнизкочастотных магнитных полей на биологические системы // Биофизика. 1992. Т. 37, № 4. С. 569–573.
- Мартынюк В.С., Мартынюк С.Б. Влияние экологически значимого переменного магнитного поля на метаболические параметры головного мозга животных // Биофизика. 2001. Т. 46, № 5. С. 910–914.
- Мартынюк В.С., Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А. Биологические ритмы и электромагнитные поля среды обитания // Геофизические процессы и биосфера. 2006. Т. 5, № 1. С. 5–23.
- Патент № 48094 Украины МПК51 А 01 К 61/00 / Темуриянц Н.А., Вишневский В.Г., Костюк А.С., Макеев В.Б. № U 200908538. Заявл.: 13.08.2009 г. Опубл.: 10.03.2010 г. Бюл. № 5.
- Темуриянц Н.А. О биологической эффективности слабого ЭМП инфранизкой частоты // Проблемы космической биологии. 1982. Т. 43. С. 128–139.
- Темуриянц Н.А., Костюк А.С. Роль опиоидной системы в модуляции термоноцицептивной чувствительности моллюсков при действии слабых электромагнитных факторов // Нейрофизиология. 2011. Т. 43, № 5. С. 432–441.
- Темуриянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. Киев: Наук. думка, 1992. 187 с.
- Темуриянц Н.А., Демцун Н.А., Костюк А.С., Ярмолюк Н.С. Особенности регенерации планарий *Dugesia tigrina* и ноцицепции моллюсков *Helix albescens* в условиях слабого электромагнитного экранирования // Геофизические процессы и биосфера. 2011а. Т. 10, № 4. С. 66–80.
- Темуриянц Н.А., Евстафьева Е.В., Макеев В.Б. Коррекция липидного обмена у крыс с ограниченной подвижностью переменным магнитным полем инфранизкой частоты // Биофизика. 1985. Т. 30, № 2. С. 113–116.
- Темуриянц Н.А., Костюк А.С., Туманянц К.Н. Участие мелатонина в изменении ноцицепции моллюсков и мышей при длительном электромагнитном экранировании // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2013. Т. 99, № 11. С. 1333–1341.
- Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С., Ярмолюк Н.С., Шехоткин А.В. Влияние слабых электромагнитных факторов на ультрадианную ритмику локомоторной активности планарий *Dugesia tigrina* // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. 2011б. Т. 24 (63), № 2. С. 268–278.
- Темуриянц Н.А., Минко В.А., Нагаева Е.И. Особенности инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов крови крыс с различными индивидуальными особенностями и ее изменение при воздействии переменных магнитных полей сверхнизкой частоты // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1/2. С. 31–38.
- Туманянц К.Н., Темуриянц Н.А., Чуюн Е.Н. Беспозвоночные в микроволнах. Saarbrucken (Germany): Lambert Acad. Publ., 2012. 171 с.
- Achaval M., Penha M.A.P., Swarowsky A., Rigon P., Xavier L.L., Viola G.G., Zancan D.M. The terrestrial *Gastropoda megalobulimus abbreviatus* as a useful model for nociceptive experiments: Effects of morphine and naloxone on thermal avoidance behavior // Brazil. J. Med. and Biol. Res. January 2005. V. 38, N 1. P. 73–80.
- Adey W.R. Frequency and power window in tissue interactions with weak electromagnetic fields // Proc. IEEE. 1980. V. 68, is. 1. P. 119.

- Asashima M., Shimada K., Pfeiffer C.J.* Magnetic shielding induces early developmental abnormalities in the newt, *Cynops pyrrhogaster* // *Bioelectromagnetics*. 1991. V. 12 (4). P. 215–224.
- Cherry N.* Schumann resonances, a plausible biophysical mechanism for the human health effects of solar/geomagnetic activity // *Natural Hazards*. 2002. V. 26. P. 279–331.
- Choleris E., del Seppia C., Thomas A.W., Luschi P., Ghione G., Moran G.R., Prato F.S.* Shielding, but not zeroing of the ambient magnetic field reduces stress-induced analgesia in mice // *Proc. Biol. Sci. The Royal Soc.* 2002. V. 269. P. 193–201.
- del Seppia C., Luschi P., Ghione S., Crosio E., Choleris E., Papi F.* Exposure to a hypogeomagnetic field or to oscillating magnetic fields similarly reduce stress-induced analgesia in C57 male mice // *Life Sci*. 2000. V. 66 (14). P. 1299–1306.
- Jenrow K.A., Smith C.H., Liboff A.R.* Weak extremely low frequency magnetic field – induced regeneration anomalies in the planarian *Dugesia tigrina* // *Bioelectromagnetics*. 1996. V. 17. P. 467–474.
- Mo W.C., Liu Y., He R.Q.* A biological perspective of the hypomagnetic field: From definition towards mechanism // *Prog. Biochem. Biophys.* 2012. V. 39. P. 835–842.
- Polk G., Fitchen F., Schumann W.O.* Resonances of ears ionosphere cavity – extremely low frequency reception at Kingston // *Radio Propagation*. 1962. V. 3, is. 66. P. 313.
- Portelli L.A., Madapatha D.R., Martino C., Hernandez M., Barnes F.S.* Reduction of the background magnetic field inhibits ability of *Drosophila melanogaster* to survive ionizing radiation // *Bioelectromagnetics*. 2012. V. 33, is. 2. P. 706–709.
- Prato F.S., Kavaliers M., Carson J.J.L.* Behavioural evidence that magnetic field effects in the land snail, *Cepaea nemoralis*, might not depend on magnetite or induced electric currents // *Bioelectromagnetic*. 1996. V. 17. P. 123–130.
- Prato F.S., Kavaliers M., Thomas A.W.* Extremely low frequency magnetic fields can either increase or decrease analgesia in the land snail depending on field and light conditions // *Bioelectromagnetics*. 2000. V. 2. P. 287–301.
- Prato F.S., Robertson J.A., Desjardins D., Thomas A.W.* Daily repeated magnetic field shielding induce analgesia in CD1 mice // *Bioelectromagnetics*. 2005. V. 26, is. 2. P. 109–117.
- Prato F.S., Desjardins-Holmes D., Robertson J.A., Keenlside L.D., Thomas A.W.* Introduction of a sinusoidal magnetic field into a hypogeomagnetic environment: effect on nociceptive behavior in CD1 mice // *Ann. meeting of the Bioelectromagnetics Society and the European BioElectromagnetics Association, Davos, Switzerland, June 14–19, 2009. New York, USA, 2009.* P. 12–15.
- Prato F.S., Desjardins-Holmes D., Keenlside L.D., DeMoor J.M., Robertson J.A., Stodilka R.Z., Thomas A.W.* The detection threshold for extremely low frequency magnetic fields may be below 1000 nT-Hz in mice // *Bioelectromagnetics*. 2011. V. 32, is. 7. P. 561–569.
- Schumann W.O.* Über die dämpfung der electromagnetischen Eigenwingungen des Systems Erde-Luft-Ionosphäre // *Naturwissenschaft*. 1982. V. 7. P. 250–254.
- Temuryants N., Kostyuk A., Tumanyants K.* Extra-low frequency electromagnetic field modifies electromagnetic shielding-induced changes in nociception in *Helix albescens* // *BioEM2013, Thessaloniki, Greece, June 10–14, 2013.* P. 48–49.
- Thomas A.W., Kavaliers M., Prato F.S., Ossenkopp K.-P.* Pulsed magnetic field induced «analgesia» in the land snail, *Cepaea nemoralis*, and the effects of  $\mu$ ,  $\delta$  and  $\kappa$  opioid receptor agonists–antagonists // *Peptides*. 1997. V. 18. P. 703–709.
- Vollrath L., Spessert R., Kratzsch T., Keiner M., Hollmann H.* No short-term effects of high-frequency electromagnetic fields on the mammalian pineal gland // *Bioelectromagnetics*. 1997. V. 18. P. 376–387.
- Wever R.A.* Human circadian rhythms under the influence of weak electric fields and the different aspects of these studies // *Intern. J. Biometeorol.* 1973. V. 17, is. 3. P. 227–232.
- 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*. 1981. V. 2 (4). P. 371–380.