

**УДК 613.168+591.3:599.323.45**

## **ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПРОЦЕССА У КРЫС В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ**

*Королев В.А.<sup>1</sup>, Захарова М.В.<sup>2</sup>, Ярмолюк Н.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, Украина,  
Симферополь*

<sup>2</sup>*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Украина, Симферополь,  
e-mail: nat\_yarm@mail.ru*

Длительное электромагнитное экранирование приводит к нарушениям эмбрионального развития крыс. Экранирование беременных крыс периода ранней половозрелости приводит к гибели эмбрионов на ранних стадиях развития. При электромагнитном экранировании беременных самок периода репродуктивного расцвета беременность реализуется до стадии органогенеза и плодного периода, но сопровождается невынашиванием.

**Ключевые слова:** электромагнитное экранирование, эмбриональное развитие.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Экологическая значимость гелиогеофизических факторов в различные периоды развития организма от его зачатия до момента рождения до недавнего времени практически не рассматривались. Считалось, что эмбриональное развитие организма надежно защищено от факторов внешней среды [1].

Только в последние 10-15 лет, в рамках идеи воздействия сверхмалых доз, стали появляться работы, связанные с изучением влияния электромагнитных, акустических и других агентов внешней среды на внутриутробное развитие [2 – 6]. Тем не менее, вопрос о возможности такого воздействия и механизмах развивающихся изменений остается открытым.

Показано, что воздействие электромагнитных полей различных параметров оказывает выраженное влияние на репродуктивные процессы у позвоночных и беспозвоночных животных [7 – 9], однако, эффекты электромагнитного экранирования (ЭМЭ) рассмотрены недостаточно. В связи с этим, целью исследования явилось изучение влияния ЭМЭ на течение беременности у крыс различного возраста.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Работа выполнена на крысах линии Вистар различной степени половозрелости. Первую группу животных периода ранней половозрелости составили самки в возрасте трех месяцев. В этом возрасте у крыс формируется ритм половой

цикличности, устанавливается соотношение фаз эстрального цикла, быстро нарастает масса тела и особи допускаются к спариванию. Вторую группу составили самки периода расцвета репродуктивной функции оптимального для вынашивания потомства (возраст пять месяцев, масса 180-190 гр). Основные репродуктивные показатели – ритм половой цикличности, соотношение фаз эстральных циклов и характер поведения в эструсе стабилизированы. Имеются указания [10], что 5-6 месячные крысы дают максимальный приплод с высоким процентом выживаемости. Самок спаривали с интактными племенными самцами возрастом 6 месяцев. Отсчет сроков беременности вели с момента обнаружения спермиев в вагинальных мазках, сделанных утром [11]. Внешние признаки беременности определялись с конца второй недели. У самок увеличивалась окружность живота, наблюдался усиленный рельеф сосков и поведенческие особенности. Особей каждой возрастной группы делили на две подгруппы: контрольную и экспериментальную. Беременные животные контрольной группы находились в обычных условиях вивария. Крыс экспериментальной группы по 17 часов в сутки содержали в экранирующей камере, конструкция которой описана ранее [12]. Животные обеих групп находились в одинаковых температурных условиях и освещенности и получали одинаковый пищевой рацион. Крыс выводили из эксперимента декапитацией. Вскрывали брюшную полость и визуально оценивали состояние половой системы. Кроме того, проводили микроскопическое исследование яичников и матки с использованием стандартных методов окраски препаратов.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

У контрольных животных в возрасте трех месяцев, после спаривания самки принесли приплод из расчета 4-5 крысят от одной матери.

У крыс, находящихся в условиях ЭМЭ, признаков беременности не выявлялось. По истечению сроков беременности на 21-22-й день помет у экранированных животных отсутствовал.

Всех экспериментальных крыс переводили в режим реабилитации до достижения возраста пяти месяцев.

У животных возрастом пять месяцев, находившихся в условиях ЭМЭ, признаки беременности в конце второй недели после оплодотворения выражены нечетко. По истечению срока беременности приплод отсутствовал и крысы выведены из эксперимента.

При макроскопическом исследовании на поверхности яичников обнаружены 3-4 крупных желтых тела. Рога матки асимметричны, со следами четкообразных утолщений или остатками плодных вздутий с участками цианоза (рис. 1).

На гистологических препаратах в корковом слое яичников выявлены фолликулы на всех стадиях развития – от примордиальных до крупных везикулярных. Гистионы многослойных вторичных и третичных фолликулов имели систему гемокапилляров, обеспечивающих региональную гемодинамику и кровоснабжение внутренней теки, сформированной в крупных фолликулах. Присутствовали атретические фолликулы на разных стадиях развития (рис. 2).



Рис. 1. Рога матки с несостоявшейся беременностью у крысы, находившейся в условиях ЭМЭ. Левый рог деформирован, отечен, цианозичен.

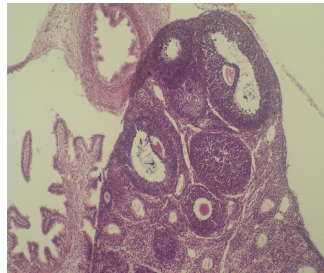


Рис.2. Нормальные и атретические фолликулы яичников крысы в условиях ЭМЭ. Ув.×200. Гематоксилин-эозин.

Характерно наличие многочисленных желтых тел беременности в стадии расцвета и единичные желтые тела в стадии железистого метаморфоза. Соединительнотканнные рубцы в центре желтых тел еще не сформированы (рис. 3).

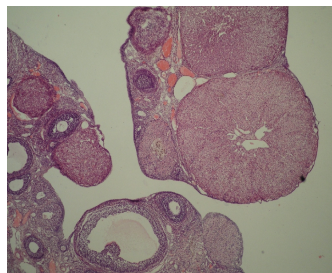


Рис. 3. Желтые тела беременности яичников крысы в условиях ЭМЭ. Ув.×200. Гематоксилин-эозин. Гематоксилин-эозин.

В мозговом слое яичников обнаружено расширение венозных синусов с явлениями полнокровия и стаза эритроцитов.

На гистологических срезах, сделанных через плодные вздутия, просвет матки резко расширен и заполнен эмбриональной структурой в стадии резорбции. Наличие клеток

различной формы и величины с остатками ограниченных полостей указывает на незавершенные процессы органогенеза в развивающихся эмбрионах (рис. 4).

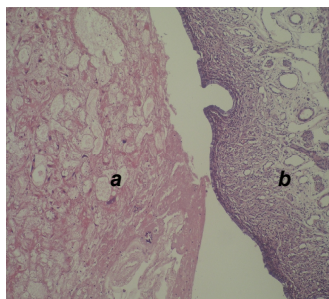


Рис. 4. Резорбция эмбриона в просвете рога матки крысы, находящейся в условиях ЭМЭ. Ув.×200.

а – эмбриональная ткань, б-эндометрий.

Местами обнаруживаются фрагменты амниотической оболочки (рис.5).

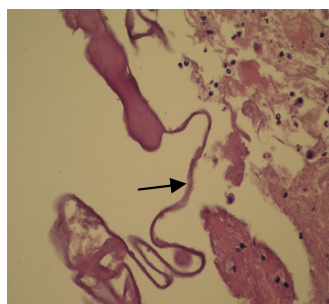


Рис. 5. Фрагменты амниотической оболочки эмбриона крысы в состоянии резорбции (указано стрелкой) справа – нарушенная эмбриональная ткань. Ув.×300. Гематоксилин-эозин.

Эндометрий покрыт однослойным кубическим эпителием, железы трубчатые, слегка ветвящиеся, частично заполнены секретом. Воспалительных явлений в эндометрии не обнаружено.

Таким образом, длительное ЭМЭ беременных крыс приводит к эмбриопатии с явлениями невынашивания плодов. Как свидетельствует мониторинг, экранирование крыс в период ранней половозрелости приводит к гибели зародышей (эмбрионов) на ранних стадиях развития с отсутствием видимых признаков беременности. У полностью сформировавшихся самок в стадии репродуктивного расцвета при ЭМЭ беременность реализуется до стадии органогенеза и плодного периода, но сопровождается невынашиванием. Гибель потомства происходит на фоне сохранности морфофункциональных структур яичников обеспечивающих течение беременности и внутриутробное развитие у крыс, что указывает на избирательность повреждающих эффектов ЭМЭ для эмбриогенеза.

Полученные данные о влиянии ЭМЭ на репродуктивные процессы согласуются с имеющимися литературными данными. В экспериментах на млекопитающих (крысы, кролики), птицах (куры), амфибиях (тритоны) показано, что ЭМЭ вызывает тератогенные эффекты, прерывание беременности, замедление процессов роста и развития эмбрионов. Выраженность отмеченных эффектов зависит от степени экранирования. Так, пятидневное пребывание личинок Japanese newt (Японский тритон) в экранирующей камере, ослабляющей статическое магнитное поле в 10.000 раз (до 5 пТл) увеличивало число соматических дефектов [13]. Обнаруживались дефекты развития кишечной трубки, спинного мозга, множественные глаза. Ослабление постоянного поля в 600 раз увеличивало смертность кроликов, приводило к нарушению их развития, уменьшению двигательной активности, изменениям в структуре печени и эндокринного аппарата как у потомства, так и у матери [14]. Десятикратное уменьшение магнитного поля Земли на пятые и шестнадцатые сутки эмбриогенеза кур приводит к тому, что импринтирование после вылупления происходило в 2 раза медленнее, наблюдалось ингибирование митотической активности вентрикулярных клеток, участвующих в процессе дифференцировки и морфогенеза головного мозга, что вело к нарушению формирования нервных центров конечного мозга, лежащих в медиальной части вентрального гиперстриатума и имеющих непосредственное отношение к осуществлению импринтинга [2]. Также при воздействии экранирования на куриные эмбрионы, у 25-60% цыплят (которые вылуплялись в нормальные сроки) наблюдался парез крыльев и ног [15]. В условиях экранирования происходит замедление развития насекомых (термиты) [16]. В гипомангнитном поле с индукцией 5000 нТл на 2 и 16-е сутки эмбриогенеза кур наблюдается огрубление отростков фиброзных астроцитов и увеличение числа ядрышек; клеточное набухание в нейронах, глиальных и нервных клетках, что говорит о нарушении гомеостаза клеток [2].

Таким образом, ослабление постоянного магнитного поля нарушает эмбриональное развитие крыс. Однако, следует обратить внимание на то, что в литературе отсутствуют данные об эффектах ослабления естественных переменных магнитных полей (ПеМП) различных частотных диапазонов. В условиях проведенных опытов имело место не только ослабление постоянной составляющей в 8 раз, но ослабление ПеМП в широком диапазоне периодов. Дальнейшие исследования позволят выявить роль каждого из них в наблюдаемых изменениях.

## **ВЫВОД**

1. Длительное электромагнитное экранирование приводит к нарушениям эмбрионального развития крыс.
2. Экранирование беременных крыс периода ранней половозрелости приводит к гибели эмбрионов на ранних стадиях развития.
3. При электромагнитном экранировании беременных самок периода репродуктивного расцвета беременность реализуется до стадии органогенеза и плодного периода, но сопровождается невынашиванием.

## Список литературы

1. Бурлакова Е.Б. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов / Е.Б. Бурлакова, А.А. Конрадов, Е.Л. Мальцева // Химическая физика. – 2003. – Т. 22. – № 2. – С. 21–40.
2. Григорьев Ю.Г. Реакция организма в ослабленном геомагнитном поле (эффект магнитной депривации) / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1995. – Т. 35. – вып. 1. – С. 3–18.
3. Моисеева Н.И. Космофизические флуктуации и развитие человеческого эмбриона / Моисеева Н.И. // Биофизика. – 1992. – Т. 37. – вып. 4. – С. 700–704.
4. Модуляция энергетического обмена лимфоцитов ребенка естественными физическими факторами / С.В. Петричук, А.А. Гайтинова, В.М. Шищенко [и др.] // Биофизика. – 1992. – Т. 37. – вып. 4. – С. 720–727.
5. Трофимов А.В. Анализ нарушений нейропсихологических функций человека в зависимости от гелиогеофизической обстановки пренатального развития / А.В. Трофимов, Р.А. Теркулов, Т.И. Золотова // Вестник МИКА. – 1998. – вып.5. – С. 45–50.
6. Слабые геофизические поля в раннем онтогенезе как фактор риска заболевания человека : Тез. II междунар. Конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», (Санкт-Петербург, 3 – 7 июля 2000 г.) – 264 с.
7. Удинцев Н.А. Влияние магнитных полей на семенники / Удинцев Н.А., Хлынин С.М. – Томск, 1980. – 116 с.
8. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире / [Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М. и др.]. – К.: Наукова думка, 1992. – 187с.
9. Королев В.А. Влияние катонина АВ на генеративную функцию и хромосомный аппарат клеток костного мозга белых крыс / В.А. Королев, И.П. Фомочкин // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1983. – №3 – С. 62–65
10. Ravera Silvia. First cell Cycles of sea Urchin paracentrotus lividus are grammatically Impaired by Exposure to Extremely low-frequency electromagnetic field / Silvia Ravera, Carla Falugi [et. al.] // Biology of Reproduction. – 2006 (75). – P. 948–953
11. Бакулина Э. Д. Объекты биологии развития / Э. Д. Бакулина, В. С. Баранов – М.: Наука, 1975. – 579 с.
12. Влияние электромагнитного экранирования различной продолжительности на регенерацию планарий *Dugesia tigrina* / Н.А. Демцун, М.М. Махонина, Н.А. Темурьянц [и др.] // Физика живого. – 2008. – Т.16. – №1. – С. 68–73.
13. Asahima M. Magnetic shielding induces early developmental abnormalities in the newt, *Cynops pyrrhogaster* / Asahima M., Shimada K., Pfeiffer C. // Bioelectromagnetics. – 1991. – V. 12. – P. 215–224.
14. Копанев В.И. О биологическом действии на организм гипогеомагнитной среды / Копанев В.И., Ефименко Г.Д., Шакула А.В. // Изв. АН Сер. Биол. – 1979. – №3. – С. 342–345.
15. Казначеев В.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. / Казначеев В.П., Михайлова Л.П. – Новосибирск.: Наука. – 1985. – 181с.
16. Becker G. Zusammenhänge zwischen der Frasaktivität von Termiten und solaren Einflüssen / G. Becker, W. Gerish // Zeitschrift für angewandte. – 1973. – V.173. – № 4. – P. 365–386. [цит по Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.]

**Королев В.А. Особливості репродуктивного процесу у щурів в умовах електромагнітного екранування / В.А. Королев, М.В. Захарова, Н.С. Ярмолук // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Біологія, хімія. - 2009. - Т. 22 (61). – № 3. – С. 68-74.**

Тривале електромагнітне екранування приводить до порушень ембріонального розвитку щурів. Екранування вагітних щурів періоду ранньої статевої зрілості приводить до загибелі ембріонів на ранніх стадіях розвитку. При електромагнітному екрануванні вагітних самок періоду репродуктивного розквіту вагітність реалізується до стадії органогенезу і плодового періоду, але супроводжується невиношуванням.

**Ключові слова:** електромагнітне екранування, ембріональний розвиток.

**Korolyov V.A. Features of reproductivnogo process for rats in the conditions of electromagnetic screening / V.A. Korolyov, M.V. Zakharova, N.S. Yarmolyuk // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. Series: Biology, chemistry. - 2009. - Vol. 22 (61). – № 3. – P. 68-74.**

The protracted electromagnetic screening results in abnormalities of embryonic development of rats. Screening of pregnant rats during the period of early puberty results in death of embryos on the early stages of development. At the electromagnetic screening of pregnant females of period of genesial bloom pregnancy will be realized to the stage of organogenesis and fruit period, but miscarriage is accompanied.

**Keywords:** electromagnetic screening, embryonic development.

*Поступила в редакцию 19.10.2009 г.*