

УДК 613.648.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

© 2014 П.А. Вуйцик

НИИ Медицины труда РАМН, г. Москва

Поступила в редакцию 06.10.2104

В экспериментальном подостром исследовании (1 месяц) изучали на самцах крыс биологическое действие, в том числе действие на репродуктивную функцию, электромагнитного поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) на частоте 1890 МГц при плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля 500 мкВт/см² и 250 мкВт/см². Полученные данные свидетельствуют о возможном негативном влиянии ЭМП РЧ на организм животных. Уровень экспозиции 500 мкВт/см² вызывал угнетение активности центральной нервной системы (ЦНС) (по показателям ориентировочно-исследовательской активности в «открытом поле») и возможное нарушение обмена веществ, а также оказывал гонадотропное действие (уменьшение относительной массы семенников, уменьшение количества сперматозоидов, снижение осмотической стойкости сперматозоидов) в течении подострого эксперимента. При уровне экспозиции в 2 раза меньше (250 мкВт/см²) изменение репродуктивной функции самцов крыс отмечалось как во время облучения, так и в восстановительном периоде.

Ключевые слова: ЭМП РЧ, репродуктивная функция

Воздействие ЭМП РЧ на биологические объекты может оказывать негативное влияние на различные системы организма, в том числе и на репродуктивную [1]. Электромагнитная безопасность населения стала серьезной проблемой, начиная со второй половины XX века, и является таковой в современном мире, так как большая часть населения испытывает воздействие электромагнитных полей (ЭМП) различных частот и режимов генерации, интенсивность которых многократно превосходит фоновые [2]. Основной вклад в увеличение уровней экспозиции ЭМП вносят радиотехнические объекты, в частности, системы телекоммуникаций, как стационарные, так и системы сухопутной подвижной радиосвязи. В связи с этим широкое применение средств связи на рабочих местах придает особую значимость оценке возможного биологического действия ЭМП РЧ. Важно изучение влияния ЭМП от различных источников на репродуктивную систему в связи с тем, что воздействию излучения разнообразных средств связи чаще всего подвергаются именно работники, находящиеся в активном репродуктивном периоде, а также подростки [3, 4].

Начиная с середины 80-х гг. XX века в области экспериментальной биологии и медицины все возрастающее внимание уделяется изучению

реакции живого организма на воздействие природных и искусственных (технических) электромагнитных полей. При общем воздействии ЭМП выраженность реакции со стороны различных систем организма располагается, по мере убывания, в следующем порядке: нервная, эндокринная, органы чувств, сердечно-сосудистая, кровь, пищеварительная, мышечная, выделительная, дыхательная, покровная, костная. При локальном воздействии ЭМП также обнаруживаются функциональные изменения со стороны всех систем организма, что предполагает обязательное участие в реакциях на ЭМП поля регуляторных систем организма (нервной и эндокринной) [5, 6]. В экспериментальных исследованиях при воздействии ЭМП РЧ были выявлены реакции со стороны репродуктивной системы, которые характеризовались угнетением эмбриогенеза, снижением жизнеспособности потомства, формированием мутаций и полным прекращением репродуктивной функции у половозрелых животных [7, 8]. Также имеются данные о возникновении значительных нарушений сперматогенеза у крыс-самцов при длительном воздействии электромагнитного излучения от сотового телефона [9].

Цель работы: изучение биологического действия, включая репродуктивную функцию, ЭМП РЧ в условиях подострого эксперимента.

Вуйцик Петр Александрович, младший научный сотрудник. E-mail: pv1985@mail.ru

Объект исследования: половозрелые самцы лабораторных крыс линии Вистар массой 250-350 г. Условия содержания соответствовали стандартным условиям вивария без ограничений в пище и воде. Было проведено две серии эксперимента. Облучение животных осуществлялось в ближней зоне источника излучения на частоте 1890 МГц, при плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля 500 мкВт/см² и 250 мкВт/см² 5 дней в неделю, по 3 часа в течение месяца. Каждая группа состояла из 12 животных. Контрольные группы по 12 животных подвергались мнимому облучению в том же режиме. Всего в процессе исследований было использовано 120 крыс.

Оценка влияния ЭМП на организм осуществлялась по следующим показателям: динамика массы тела, весовые коэффициенты отдельных органов (семенники, селезенка, надпочечники), ректальная температура тела, состояние ЦНС по двигательной активности (по модифицированной методике «открытое поле» с расчетом показателя энтропии). Для выявления изменений в репродуктивной системе самцов изучались показатели гонадотропного действия: весовые коэффициенты семенников, функциональные показатели: осмотическая стойкость сперматозоидов, количество сперматозоидов в мазке гомогената эпидидимиса. Обследование животных проводили на 5, 10, 20 день облучения и через 2 недели восстановительного периода. Статистическая обработка данных была выполнена с помощью статистического программного пакета STATISTICA 6.0.

При действии ЭМП 500 мкВт/см² после 20-го дня экспозиции были зарегистрированы статистически значимые различия массы тела между контрольной и опытной группами (349,0±3,9 г опыт, 377,3±12,1 г контроль) ($p<0,05$). До 20-го дня различия были статистически не значимы, однако наблюдалась тенденция к снижению динамики набора массы тела опытной группой. На второй неделе эксперимента отмечалось уменьшение коэффициента массы селезенки (0,0021±0,00031 в опыте, в контроле – 0,0026±0,00031, статистическая значимость при $p<0,05$), а также тенденция к снижению массы надпочечников.

У животных в течение всего периода воздействия наблюдалась гипотермия, выражающаяся в снижении ректальной температуры: после двух недель экспозиции она составила 34,86±0,3°C, контроль – 36,54±0,3°C ($p<0,05$); после четырех недель – 36,28±0,19°C, контроль – 37,41±0,09°C ($p<0,05$).

В ходе оценки поведенческих реакций по модифицированной методике «открытое поле» к

10 дню воздействия наблюдалось снижение ориентировочно-исследовательской активности опытной группы крыс по показателям норкового рефлекса (0,27±0,14 – опыт, 1,50±0,31 – контроль), и энтропии (28,09±1,86 – опыт, 42,25±2,97 – контроль, статистическая значимость $p<0,05$). При действии электромагнитного поля 250 мкВт/см² не было выявлено отличий от контроля для всех изученных показателей. Отмечена тенденция к снижению ориентировочно-исследовательской активности опытной группы крыс в «открытом поле».

Изучение влияния ЭМП РЧ на репродуктивную функцию при ППЭ 500 мкВт/см² обнаружило эффекты со стороны репродуктивной системы животных: уменьшение массы семенников на второй неделе (массовый коэффициент 0,0073±0,00165, контроль 0,0086±0,00079, статистическая значимость $p<0,05$), которое сохранялось к четвертой неделе облучения. Снижение жизнеспособности сперматозоидов по показателю осмотической стойкости наблюдалось на протяжении всего срока воздействия, причем к концу воздействия эти изменения были более выражены (2 недели воздействия -3,3±0,27% NaCl, контроль 4,9±0,44, статистическая значимость $p<0,05$; 4 недели воздействия -4,3±0,1% NaCl, контроль – 3,5±0,1%, статистическая значимость $p<0,05$). Также выявлена тенденция к уменьшению количества сперматозоидов в мазке гомогената эпидидимиса в этих группах.

При воздействии ЭМП с ППЭ 250 мкВт/см² после двух недель облучения все изучаемые показатели в опытной группе не отличались от контроля. К четвертой неделе облучения зафиксированы изменения со стороны репродуктивной системы: снижение осмотической стойкости сперматозоидов (3,96±0,07%, контроль 4,17±0,05% NaCl, статистическая значимость $p<0,05$), а также наблюдалась тенденция к уменьшению массы семенников. В восстановительный период в группе животных, подвергавшихся воздействию облучения с ППЭ 250 мкВт/см², не произошло восстановление репродуктивной функции: продолжала снижаться осмотическая стойкость сперматозоидов (3,77±0,07% NaCl, контроль 4,19±0,08% NaCl, статистическая значимость $p<0,05$) и уменьшалось количество сперматозоидов в мазке гомогената эпидидимиса.

Выводы: полученные в эксперименте данные свидетельствуют о возможном негативном влиянии ЭМП частотой 1890 МГц при ППЭ 500 и 250 мкВт/см² на организм животных. Уровень экспозиции 500 мкВт/см² вызывал угнетение активности ЦНС и возможное нарушение обмена веществ, а также оказывал действие на

репродуктивную функцию в течении подострого эксперимента. Уровень экспозиции в два раза меньше (250 мкВт/см^2) продолжал оказывать негативное действие на репродуктивную функцию самцов крыс. На фоне отсутствия изменений интегральных показателей отмечались стойкие изменения функциональных показателей сперматогенеза, сохранявшиеся после восстановительного периода. Для уточнения эффектов и анализа механизма биологического действия ЭМП РЧ планируются дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: Учебник для вузов / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. – М.: Физматлит, 2008. 184 с.
2. Румянцев, Г.И. Анализ патогенетической значимости излучений мобильных телефонов / Г.И. Румянцев, Н.И. Прохоров, Ю.В. Несвижский, М.А. Виноградов // Вестник РАМН. 2004. №6. С. 31-35.
3. Персон, Т. Мобильная связь и здоровье человека / Т. Персон, К. Торневик // Мобильные телекоммуникации. 2004. № 1. С. 25-30.
4. Григорьев, Ю.Г. Электромагнитные поля сотовых телефонов и здоровье детей и подростков (ситуация, требующая принятия неотложных мер) // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. Т. 45. № 4. С. 442-450.
5. Aly, A.A. Effects of 900-MHz radio frequencies on the chemotaxis of human neutrophils in vitro / A.A. Aly, M.I. Cheema, M. Tambawala et al. // IEEE Transact. Biomed. Engineer. 2008. V. 55. № 2 (Part 1). P. 795-797.
6. Aziz, A.I. Effect of electromagnetic field on body weight and blood indices in albino rat and the therapeutic action of Vitamin cor E / A.I. Aziz, H.J. El-Khozondar, M. Shabat et al. / Rom. J. Biophys. 2010. V. 20. № 3. P. 235-244.
7. Сергеев, А.В. Информационная медицинская биофизика (Теория, эксперимент, приложение) / А.В. Сергеев и др. – Тула: Тульский полиграфист, 2002. 428 с.
8. Субботина, Т.И. Воздействие на крыс высокочастотного электромагнитного излучения, модулированного частотами D-ритма головного мозга / Т.И. Субботина, А.А. Хадарцев, М.А. Яшин, А.А. Яшин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2004. Т. 137, № 5. С. 484-485.
9. Верецако, Г.Г. Состояние репродуктивной системы крыс-самцов первого поколения, полученных от облученных родителей и подвергнутых воздействию ЭМИ (897 МГц) в период эмбриогенеза и постнатального развития / Г.Г. Верецако, Н.В. Чуешова, Г.А. Горох, А.Д. Наумов // Радиационная биология. Радиоэкология. 2014. Т. 54. № 2. С. 186.

EXPERIMENTAL STUDYING THE IMPACT OF RADIO-FREQUENCY RANGE ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE FUNCTIONAL STATE OF REPRODUCTIVE SYSTEM

© 2014 P.A. Vuytsik

Scientific Research Institute of Occupational Medicine RAMS, Moscow

In pilot subsharp research (1 month) studied on rats males the biological effect, including action on reproductive function, from electromagnetic field of radio-frequency range (EMF RF) at frequency of 1890 MHz at the energy stream density (ESD) of electromagnetic field 500 мкВт/см^2 и 250 мкВт/см^2 . The obtained data testify to possible negative influence of EMF RF on organism of animals. Level of exposition at 500 мкВт/см^2 caused oppression of activity of central nervous system (CNS) (on indicators of approximate and research activity in "open field") and possible metabolic disorder, and also had gonadotropic effect (reduction of relative mass of testis, reduction of spermatozoa quantity, decrease in osmotic firmness of spermatozoa) during subsharp experiment. At the level of exposition twice smaller (500 мкВт/см^2) change of reproductive function of rats males was noted both during radiation, and in the recovery period.

Key words: *EMF RF, reproductive function*