

УДК 582.594.2:281

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ НА РЕГЕНЕРИРУЮЩИХ ПЛАНАРИЙ *DUGESIA TIGRINA*

Демцун Н.А., Туманянц К.Н., Темуриянц Н.А.

Исследовано влияние электромагнитного излучения частотой 42,3 ГГц, плотностью потока мощности 0,1 мВт/см² на регенерацию планарий. Обнаружено, что ЭМИ КВЧ стимулирует регенерацию планарий и изменяет многодневную ритмику ее параметров.

Ключевые слова: ЭМИ КВЧ, *Dugesia tigrina*, регенерация.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем экологической биофизики является изучение биологического действия низкоинтенсивных электромагнитных излучений (ЭМИ) различных диапазонов. Феноменология влияний этих факторов на организм человека и позвоночных животных достаточно хорошо изучена [1 – 3], однако механизмы их действия изучены недостаточно. Для решения этих вопросов перспективно использование в экспериментах простейших биологических систем, и в частности беспозвоночных. В последние годы реализован именно такой подход. В качестве объектов исследования используются моллюски [4, 5], плоские черви – планарии. Влияние слабых переменных и постоянных магнитных полей на планарии исследовано достаточно подробно [6 – 11]. В этих исследованиях подтверждены некоторые предположения о механизмах биологического действия переменных магнитных полей, в частности идеи о параметрическом магнитном резонансе, действии комбинированных магнитных полей и т.д. Иначе обстоит дело с электромагнитными излучениями (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ).

Между тем исследования зависимости изменений свойств этой системы от параметров ЭМИ КВЧ диапазона, роли водной среды в магнитоцепции позволит значительно расширить представления о биологической активности ЭМИ КВЧ, а также сформулировать положения, необходимые для обсуждения механизмов действия этого раздражителя.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение слабых ЭМИ КВЧ на регенерацию планарий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использована лабораторная бесполовая раса планарий *Dugesia tigrina*, культура которая в настоящее время успешно культивируется в Таврическом национальном университете им. В.И. Вернадского. Условия культивирования

сходны с таковыми в Институте биофизики клетки РАН. Кормление планарий осуществляется один раз в неделю личинками двукрылых (мотылем) и прекращается за семь дней до начала воздействия ЭМИ. Для эксперимента отбирали животных, длина которых составила $\approx 10 \pm 1$ мм.

Регенерация вызывалась ампутацией 1/5 части головного конца тела планарий, содержащей головной ганглий, непосредственно под «ушами». Декапитация проводилась под бинокулярным микроскопом глазным скальпелем в нестерильных условиях.

Декапитированные планарии делились на две группы по 30 особей каждая и помещались в стеклянные стаканы, содержащие по 50 мл воды.

Животные первой группы служили биологическим контролем, то есть регенерация у них протекала без каких-либо дополнительных воздействий.

Животных второй группы ежедневно в течение 30 мин. (с 10 до 10³⁰ час.) подвергались действию ЭМИ КВЧ, а остальное время суток они находились в условиях, одинаковых с контрольной группой животных.

Эксперименты проведены в июне 2008г. Для изучения воспроизводимости результатов исследование регенерации интактных планарий проведено также осенью 2008г.

В качестве источника ЭМИ КВЧ использован генератор Луч КВЧ – 071, изготовленный Центром радиофизических методов диагностики и терапии «Рамед» в Институте технической механики НАНУ (г. Днепропетровск). Частота излучения – 42,3 ГГц, плотность потока мощности 0,1 мВт/см².

Во время воздействия ЭМИ КВЧ животные находились в тефлоновых кюветах, излучатель фиксировался под ее дном. Контрольные животные находились во время воздействия ЭМИ КВЧ на планарий экспериментальной группы в таких же кюветах. Для животных обеих групп в течение всего эксперимента поддерживался одинаковый режим освещенности, температуры.

Ежедневно в течение одного часа после воздействия ЭМИ КВЧ проводили контроль регенерационных процессов, измерение температуры воды и т.д.

Для оценки динамики роста регенерационной почки (бластемы) применяли метод прижизненной морфометрии, использующий компьютерные технологии анализа изображений.

Подробное описание установки для прижизненной морфометрии, используемой в настоящем исследовании, представлено в наших предыдущих работах [12]. Фиксация изображений осуществлялась у животных всех групп ежедневно в течение 11 дней после перерезки в одно и то же время суток.

В качестве количественного показателя роста планарий нами использован индекс регенерации $R=S_1/S_2$, где S_1 - площадь бластемы, S_2 - площадь всего тела регенерата в данный момент времени [13]. Кроме того, подсчитывали скорость регенерации, т.е. изменение индекса регенерации за сутки (усл.ед./сутки).

Обработка изображений регенерирующих планарий проводилась слепым методом.

Обработку экспериментальных данных проводили с помощью непараметрических методов: вычислением медианы (М), интерквартильного интервала между 25^м и 75^м процентилями, включающим 50% значений признака в

осенних значений. Летом значения скорости индекса регенерации изменяются в пределах 0,002 – 0,018 усл. ед./сутки, осенью от 0,008 до 0,01 усл. ед./сутки. В динамике как индекса регенерации (рис. 1), так скорости его изменения (рис. 2) отчетливо проявляется ритмическая составляющая: односуточная остановка роста бластема сменялась двухсуточным возрастанием этого показателя в 1,5 – 2 раза.

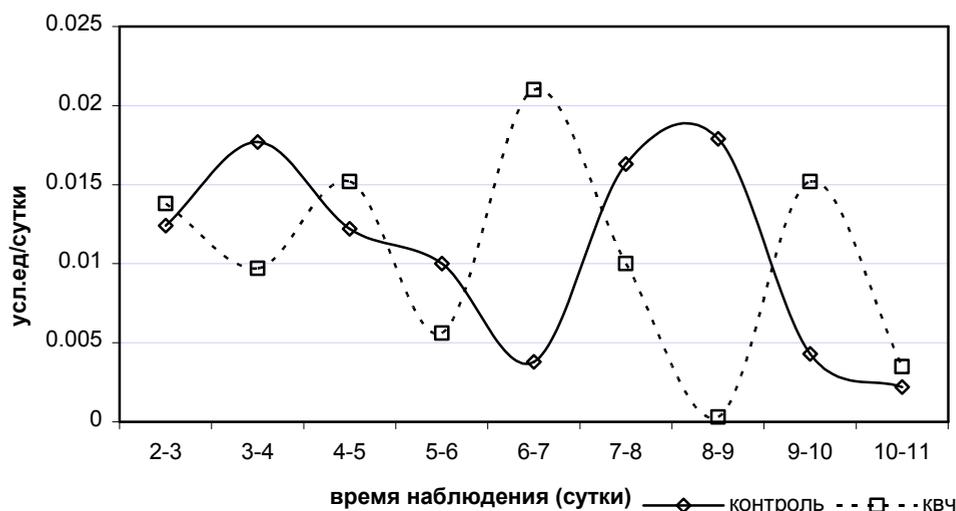


Рис. 2. Скорость индекса регенерации планарий в контрольной группе и у животных, подвергнувшихся воздействию ЭМИ КВЧ.

Таким образом, интенсивность регенераторных процессов у планарий в различные сезоны года неодинакова: она выше летом, чем осенью. Полученные данные согласуются с результатами наших предыдущих исследований [16], согласно которым уровень регенерации интактных планарий выше летом, чем зимой. Таким образом, в интенсивности регенераторных процессов планарий отчетливо прослеживается сезонная ритмика, которая имеет важное значение в структуре временной организации биологических систем [17, 18].

Регенерация планарий в условиях действия низкоинтенсивных ЭМИ КВЧ изменялась: на вторые сутки эксперимента индекс регенерации возрастал на 32% относительно данных контрольной группы. В дальнейшем наблюдалось снижение разницы между показателями контрольной и экспериментальной групп и на четвертые сутки ИР достигал данных контрольной группы. В последующие пятые и седьмые сутки эксперимента он превышал данные контрольной группы на 5%, 20% соответственно, с 9 суток он не отличался относительно контрольного уровня (рис. 1). Скорость индекса регенерации в этом эксперименте также менялась. Его значение в различные дни эксперимента колебалось от 0,0003 до 0,02 усл. ед./сутки, т.е. в значительно больших пределах, чем в контрольной группе животных. При ярко выраженной ритмической составляющей в динамике этого показателя сроки максимальных его значений в контрольной группе соответствовали минимальным

значениям экспериментальной группы, т.е. основным изменением в динамике скорости индекса регенерации вследствие воздействия ЭМИ КВЧ была инверсия его ритма (рис. 2).

Таким образом, низкоинтенсивные ЭМИ КВЧ, создаваемое генератором Луч КВЧ – 0,71, стимулирует регенераторные процессы у планарий, а также модифицирует ритмику показателей, характеризующих этот процесс. Полученные нами данные согласуются с результатами исследования В.В. Новикова и др. [9 – 11] которые описали стимулирующий эффект миллиметрового излучения частотой 36 ГГц плотностью потока мощности 100 мкВт /см² на регенерацию планарий при его воздействии до и после отсечения головы животных. Этот эффект при предшествующей перерезке 10 минутной обработке мм-волнами достигал 30%. При последующей за отсечением головы действием ЭМИ КВЧ отмечена стимуляция регенерации только на 5%.

Известно, что ЭМИ этого диапазона успешно используются в терапевтической практике благодаря своему противовоспалительному, анальгетическому, иммуностимулирующему и т.д. действиям [19, 21, 22]. Кроме того, ЭМИ КВЧ используются для лечения ран [4], язв желудка [23] и т.д. По-видимому, в основе этого действия ЭМИ КВЧ лежит его способность стимулировать регенераторные процессы, обнаруженная в нашем исследовании.

Важным результатом проведенных исследований является выявление изменений многодневной ритмики регенерационных процессов под влиянием ЭМИ КВЧ. Такое явление было описано ранее [24] при исследовании влияния низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на многочисленные показатели функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов интактных и гипокинезированных крыс. Дальнейшие исследования позволяют выяснить механизмы изменений временной организации, индуцируемые ЭМИ КВЧ у беспозвоночных.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность регенерации интактных планарий зависит от сезона года. Летом параметры регенерации (индекс регенерации, его скорость) выше, чем осенью.
2. Электромагнитное излучение частотой 42,3 ГГц плотностью потока мощности 0,1 мВт/ см² стимулирует регенерацию планарий.
3. Электромагнитное излучение крайневисокой частоты изменяет многодневную ритмику параметров регенерации планарий.

Список литературы

1. Владимирский Б.М. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу / Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц. – М.: МНЭПУ, 2000. – 374с.
2. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа / Пресман А.С. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
3. Чуян Е.Н. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ / Е.Н. Чуян, Н.А. Темурьянц, О.Б. Московчук, Н.В. Чирский, Н.П. Верко, Е.Н. Туманянц, В.П. Пономарева. – Симферополь: ЧП «Эльиньо». - 2003. – 448 с.
4. Light-dependent and -independent behavioural effects of extremely low frequency (ELF) magnetic fields in a land snail are consistent with a parametric resonance mechanism (PRM) / F. S. Prato, M. Kavaliers, A. P. Cullen, A. W. Thomas // Bioelectromagnetics. – 1997. – Vol. 18 – P.284-291.

5. Prato F. S. Extremely low frequency magnetic fields can either increase or decrease analgesia in the land snail depending on field and light conditions / F. S. Prato, M. Kavaliers, A. W. Thomas // *Bioelectromagnetics*. – 2000. – Vol. 21 – P. 287-301.
6. Леднев В.В. Магнитный параметрический резонанс в биосистемах: экспериментальная проверка предсказаний теории с использованием регенерирующих планарий *Dugesia tigrina* в качестве тест – системы / В.В. Леднев, Л.К. Сребницкая, Е.Н. Ильясова, З.Е. Рождественская и др. // *Биофизика*. – 1996. – Т.41, вып. 4. – с. 815-825
7. Jenrow K.A. Weak Extremely Low Frequency Magnetic Field – Induced Regeneration Anomalies in the Planarian *Dugesia tigrina* / K.A. Jenrow, C.H. Smith, A.R. Liboff // *Bioelectromagnetics*. – 1996. – V. 17. P. 467-474.
8. Jenrow K.A. Weak Extremely Low Frequency Magnetic Fields and Regeneration in the Planarian *Dugesia tigrina* / K.A. Jenrow, C.H. Smith, A.R. Liboff // *Bioelectromagnetics*. – 1995. – V. 16. P. 106-112.
9. Novikov V.V. Effect of Weak Static and Low – Frequency Alternating Magnetic Fields on the Fission and Regeneration in the Planarian *Dugesia tigrina* / V.V. Novikov, I.M. Sheiman, E.E. Fesenko // *Bioelectromagnetics*. – 2008. – Vol. 29. – P. 387- 393
10. Новиков В.В. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на интенсивность бесполого размножения планарий *Dugesia tigrina* / В.В. Новиков, И.М. Шейман, Е.Е. Фесенко // *Биофизика*. – 2002. – Т.47, вып. 1. – с. 125-129
11. Влияние слабых и сверхслабых комбинированных постоянного и низкочастотного переменного магнитных полей и миллиметровых волн низкой интенсивности на регенерацию планарий *Dugesia tigrina* / В.В. Новиков, И.М. Шейман, А.В. Клубин, Е.Е. Фесенко // *Биофизика*. – 2007. – Т.52, вып. 2. – с. 372-375.
12. Вишневецкий В.Г. Установка для прижизненной морфометрии регенерации планарий / В.Г. Вишневецкий, М.М. Махонина, Н.А. Демцун, Н.А. Темуриянц // *Ученые записки ТНУ*. – 2007. – Т. 20 (59), №4. – С. 18 -21.
13. Тирас Х.П. Критерии и стадии регенерации в планариях / Х.П. Тирас, В.И. Хачко // *Онтогенез*. – 1990. – Т. 15. № 1. – С. 42 – 48.
14. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica./ О.Ю. Реброва – М.: МедиаСфера, 2006. – 312 с.
15. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич // *Модмон*, 2000. – 319 с.
16. Темуриянц Н.А. Особенности регенерации планарий *Dugesia tigrina* при электромагнитном экранировании в различные сезоны года / Н.А. Темуриянц, Н.А. Демцун, В.С. Мартынюк // *Физика живого*. – 2008. – Т. 16. № 2. – С. 85 – 91.
17. Голиков А.П. Сезонные ритмы в физиологии и патологии / А.П. Голиков – М. Медицина, 1973. – 156 с.
18. Ашофф Ю. Биологические ритмы / Ю. Ашофф – М.: Мир, 1984. – Т.1 – 412 с., Т. 2 – 260 с.
19. Rojavin M.A. Medical application of millimetre waves / M.A. Rojavin and M.C. Ziskin // *J. Med* 1998. – V. 91. – P. 57-66
20. Бецкий О.В. Применение низкоинтенсивных миллиметровых волн в биологии и медицине / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева // *Миллиметровые волны в медицине и биологии*. – 2007. – № 1. – С.32-59
21. Korpan N. Clinical effects of continuous microwave for postoperative septic wound treatment a double – blind controlled trial / N. Korpan, T. Saradeth / *Am. J. Surg* 1995, V. 170. – P. 271-276
22. Gapeyev A.B. Anti- inflammatory effects of low-intensity extremely high-frequency electromagnetic radiation: frequency and power dependence / A.B. Gapeyev, E.N. Mikhailik, N.K.Chemeris // *Bioelectromagnetics*. – 2008. – Vol. 29. – P. 197-206
23. Передерий В. Принципы медикаментозного и немедикаментозного лечения язвенной болезни / В.Передерий, Н. Бичкова, и др. // *Врачебное дело* 1993; Т. 5, №3, с. 58-61
24. Chuyan E.N., Temuryants N.A., Brusil I.A. Modification of Infradian Rhythmicity of Neutrophil Functional Activity by Low-Intensity Extreme High Frequency Electromagnetic Radiation // *Biophysics*. – 2004. – Vol. 49, № 1. – P. S72-S78.

*Демцун Н.О., Туманянц К.М., Темур'янц Н.А. Вплив низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ на регенеруючих планарій *Dugesia tigrina* // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т.22 (61). – № 2. – С. 33-39.*

Досліджено вплив електромагнітного випромінювання частотою 42,3 ГГц, щільністю потоку потужності 0,1 мВт/см², на регенерацію планарій. Виявлено, що ЕМВ НВЧ стимулює регенерацію планарій і змінює багатоденну ритміку її параметрів.

Ключові слова: ЕМВ НВЧ, *Dugesia tigrina*, регенерація

*Demtsun N.A., Tumanyants K.N., Temuryants N.A. Effects of low intensity UHF EMF on regeneration of planaria *Dugesia tigrina* // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2009. – V.22 (61). – № 2. – P. 33-39.*

We studied the effects of 42.3 GHz, 0.1mW/cm² electromogagnetic field on regeneration of planaria. We found that UHF EMF stimulates planaria regeneration and alters the multi-day rhythmicity of its parameters.

Keywords: UHF EMF, *Dugesia tigrina*, regeneration.

Поступила в редакцію 18.05.2009 з.