

УДК 591.11.1:577.35.537

Московчук О.Б., Чуюн Е.Н., Насилевич В.А.

ИЗМЕНЕНИЕ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ КВЧ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время твёрдо установлено, что электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ) обладает высокой физиологической активностью [1,2,3]. Показано, что под влиянием этого фактора изменяется функциональное состояние многих физиологических систем. Наиболее чувствительной к изменению ЭМИ является нервная система. Так, под влиянием ЭМИ КВЧ изменяется условнорефлекторная деятельность крыс [4], поведенческие реакции [5], психофизиологические процессы [6] и т.д. Однако ритмическая составляющая функционирования различных систем, и в частности, нервной системы не изучены. Между тем, известно, что временная организация различных физиологических процессов адекватно характеризует состояние организма в целом.

В связи с этим задачей настоящей работы явилось исследование способности ЭМИ КВЧ изменять инфрадианную ритмику показателей поведения интактных крыс, а также животных с экспериментально вызванной стресс-реакцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на 40 беспородных белых крысах самцах массой 200-300 г. Для эксперимента отбирали животных одинакового возраста и пола, характеризующихся средней двигательной активностью (СДА) в тесте открытого поля (ОП). Подобный отбор позволил сформировать однородные группы животных с одинаковыми конституциональными особенностями, одинаково реагирующих на действие различных факторов. К первой группе относились животные, содержащиеся в обычных условиях вивария (биологический контроль). Вторую группу составляли животные, содержащиеся в условиях гипокинезии (ГК). Животные третьей группы подвергались действию ЭМИ КВЧ. Четвертую группу составили животные, находившиеся в условиях ГК и подвергавшиеся воздействию ЭМИ КВЧ.

Воздействие КВЧ-излучения осуществлялось ежедневно по 30 минут на затылочную область в течение 45 суток эксперимента, с помощью генератора «РАМЕД. Эксперт-01» с длиной волны 7,1 мм, плотностью потока мощности 0,1 мВт/см².

Гипокинезия моделировалась помещением крыс в специальные кассеты из оргстекла, в которых крысы находились 23 часа в сутки. В течение одного часа, осуществлялись кормление и уход, а также исследовалась двигательная активность

животных в тесте «открытого поля». В условиях ГК животные находились в течение 45 суток. Метод ОП позволяет быстро и адекватно выявлять динамику функциональных изменений ЦНС, оценивать реакцию животных на новую обстановку и получить другую важную информацию о поведении животных [7]. Кроме того установлено, что при многократном повторном тестировании крыс в ОП адаптация к условиям эксперимента не сводится к полному угасанию исследовательской активности животных, как считалось ранее. Поведение крыс носит ритмический характер и может быть описано набором инфрадианных колебаний [8]. В этом тесте нами оценивалась горизонтальная (ГДА) и вертикальная двигательная активность (ВДА). Опыты проводили в одно и то же время суток.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью спектрального и косинор-анализов на ПЭВМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что инфрадианная ритмика поведения крыс а ОП существенно меняется при воздействии ЭМИ КВЧ как у интактных, так и у гипокинезированных животных.

У интактных животных выявлена инфрадианная ритмика ГДА и ВДА с периодами ≈ 21 ; ≈ 14 ; ≈ 9 ; ≈ 7 ; $\approx 5,5$; $\approx 3,5$ суток. Амплитудно – фазовые параметры исследуемых показателей двигательной активности отличаются друг от друга. Наиболее высокие значения амплитуд зафиксированы для ГДА. Их значения в 2–9 раз превышают соответствующие значения амплитуд для ВДА во всех выделенных периодах (рис. 1 и 2). Однако инфрадианная периодичность исследованных поведенческих реакций отличается не только амплитудой выделенных ритмов, но и определенными фазовыми соотношениями. Если в периодах продолжительностью $\approx 5,5$ и ≈ 14 суток разница фаз ритмов невелика, то в периодах $\approx 3,5$; 9; ≈ 25 суток обнаружены значительные отличия фаз этих показателей.

Инфрадианная периодика, включающая ритмы такой же или близкой продолжительности, обнаружена в различных биологических процессах. Например, в активности сердечно-сосудистой системы [9], системы крови и липидном обмене [10], показателей поведения крыс [8]. Важно подчеркнуть, что такие же периоды в инфрадианном диапазоне обнаруживаются в вариациях геофизических параметров [11]. Такое совпадение может служить дополнительным подтверждением мнения о том, что переменные магнитные поля (ПеМП) естественного происхождения могут использоваться организмами как датчики времени в широком диапазоне периодов.

Анализ 45 дневных наблюдений показывает, что самые выраженные изменения инфрадианной ритмики показателей двигательной активности обнаруживаются у гипокинезированных животных. Так, амплитуда всех выделенных ритмов для ГДА и ВДА резко возросла. Наряду с увеличением амплитуды ритмов ГДА и ВДА во всех рассматриваемых периодах, имеет место смещение фаз ритмов. Это явление также обнаружено во всех исследуемых периодах. Наибольший сдвиг фаз ритмов ГДА и ВДА отмечен в $\approx 5,5$ дневном периоде, он достигает 190° и 200° соответственно.

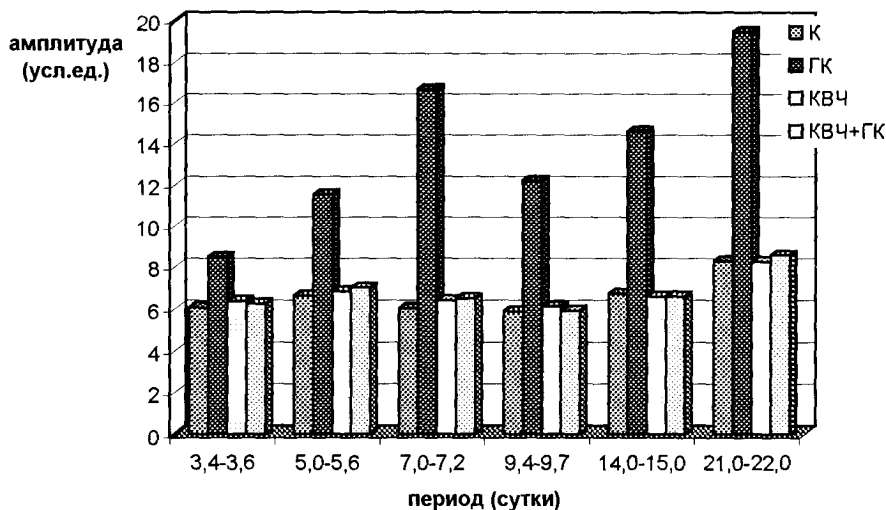


Рис. 1. Спектр мощности показателей ГДА крыс в тесте «открытого поля» при различных воздействиях.

Таким образом, ГК приводит к изменению спектра мощности исследованных показателей, а также к фазовому сдвигу (рис. 1 и 2). Эти данные находятся в полном соответствии с результатами других авторов, обнаруживших уменьшение амплитуды, неустойчивость конфигурации, рассогласование суточных ритмов температуры тела, кардиораспираторной системы [12], а также содержания в сыворотке крови гистамина, серотонина и экскреции гистамина с мочой [13] при ограничении подвижности животных.

Кроме того, у животных с ограниченной подвижностью обнаружено смещение фаз эстрального цикла [18] и изменение временной организации диуреза и экскреции катехоламинов с мочой [14]. Данные о нарушениях амплитудно-фазовых соответствий колебательных процессов свидетельствуют о развитии десинхроноза, который является проявлением развивающейся при ограничении подвижности стресс-реакции [14].

Ежедневное воздействие ЭМИ КВЧ на интактных животных изменяет инфрадианную ритмику показателей ГДА и ВДА, что проявляется в амплитудных отклонениях и фазовых сдвигах исследуемых ритмов. При сравнении ритмов ГДА и ВДА зарегистрированы разноплановые изменения их амплитуд и фаз, вызванные действием ЭМИ КВЧ. Так, при анализе ритмики ГДА и ВДВ обнаружено некоторое возрастание амплитуды ритмов. Изменение ритмики двигательной активности проявляется также в сдвигах фаз ритмов ГДА на 120° - 130° в периодах ≈ 9 и $\approx 5,5$ суток и сдвигах фаз на 100° - 180° в периодах $\approx 3,5$ и $\approx 5,5$ суток для ритмов ВДА.

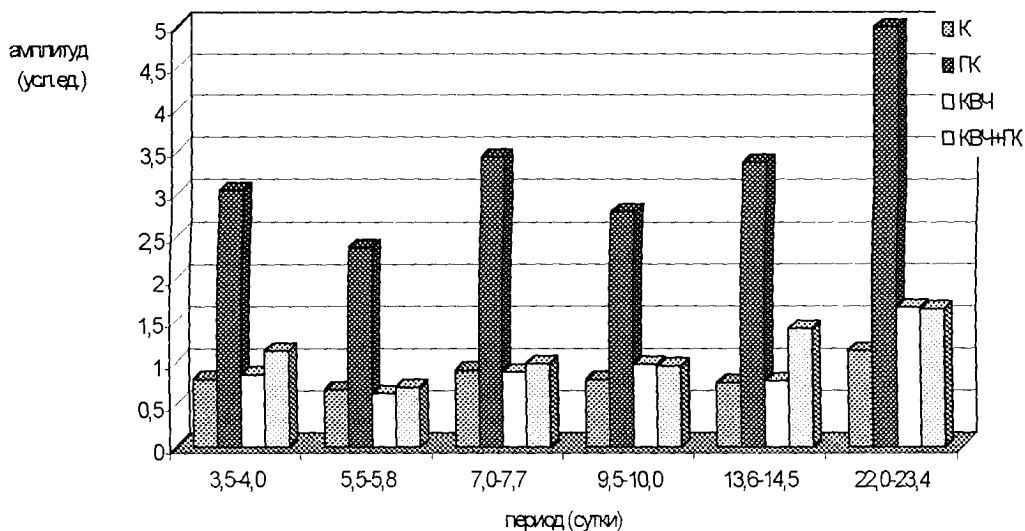


Рис. 2. Спектры мощности показателей ВДА крыс в тесте «открытого поля» при различных воздействиях.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что воздействие ЭМИ КВЧ приводит к изменению временной организации двигательной активности крыс в ОП, что выражается в развитии выраженного десинхроноза. Такие же изменения вызывают и слабые ПемП сверхнизких частот (СНЧ) [15]. Развитие десинхроноза при действии ПемП СНЧ описано и для других показателей функционального состояния организма [14, 15], а также при геомагнитных возмущениях [16]. Однако десинхронизация инфрадианной ритмики при действии ЭМИ КВЧ отличается от десинхроноза обусловленного ГК меньшими амплитудно-фазовыми сдвигами. Таким образом, выраженность десинхроноза при различных состояниях различна. Но в любом случае его развитие обеспечивает оптимальную адаптацию организма к изменяющимся условиям существования, т.е. развитие десинхроноза является ранним признаком адаптационных реакций.

Анализ результатов исследования действия ЭМИ КВЧ на гипокинезированных крыс также позволили выявить существенные особенности инфрадианной ритмики поведения крыс в ОП по сравнению с таковыми у гипокинезированных крыс, не подвергавшихся действию ЭМИ КВЧ. Спектры мощности показателей ГДА и ВДА обнаруживают различия со спектрами мощности у животных, подвергнутых гипокинезии. Эти различия заключаются в снижении амплитуд ритмов ГДА, ВДА во всех наблюдаемых периодах. Наблюдается нормализация амплитуд выделенных периодов.

При обработки данных косинор-анализа также обнаружены фазовые различия показателей у животных сравниваемых групп. Наблюдается нормализация фазовых взаимоотношений, в результате чего рассогласование ритмов ГДА и ВДА становится менее выраженным, чем у гипокинезированных крыс, не подвергавшихся действию ЭМИ КВЧ. Однако восстановление до исходного уровня

не происходит. Эти результаты согласуются с данными полученными для ПеМП СНЧ [14, 15]. Таким образом, при десинхронозе, вызванном гипокинезией, ежедневное воздействие ЭМИ КВЧ оказывает стабилизирующее действие, что приводит к нормализации инфрадианной ритмики показателей двигательной активности крыс. Следовательно, одним из механизмов обнаруженного ранее антистрессорного действия ЭМИ КВЧ [17] является его способность нормализовать временную организацию физиологических систем.

ВЫВОДЫ

1. Воздействие ЭМИ КВЧ на интактных и гипокинезированных животных модифицирует временную организацию показателей поведения крыс в «открытом поле».
2. Перестройка инфрадианной ритмики показателей двигательной активности выражается в изменение амплитудно-фазовых соответствий исследуемых показателей. Наиболее выраженное изменение показателей регистрируется при гипокинезии.
3. При воздействии ЭМИ КВЧ на крыс с ограниченной подвижностью наблюдается нормализация инфрадианной ритмики поведения крыс в «открытом поле». В этом проявляется один из механизмов антистрессорного действия миллиметровых волн.

Список литературы

1. Севостьянова Л.А. Биологическое действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные и злокачественные новообразования//Эффекты нетеплового воздействия миллиметровых излучений на биологические объекты. – М.: ИРЭ АН СССР, 1983. – С. 48-62.
2. Голант М.Б. Роль миллиметровых волн в процессах жизнедеятельности //Междунар.симпоз. Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине: Сб. докл.– М.:ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 545-547.
3. Лебедева Н.Н. Реакции центральной нервной системы на периферическое воздействие низкоинтенсивного КВЧ-излучения//Междунар.симпоз. Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине: Сб. докл.– М.:ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 327-333.
4. Хромова С.В. Модификация миллиметровыми излучениями поведенческих реакций крыс. Автореф. дис. ... кан.биол.наук.– М.: Ин-т ВЦД и НФ РАН, 1990. – 22 с.
5. Арзуманов Ю.Л., Колотыгина Р.Ф., Абакумова А.А. и др. Перспективность использования мм-волн в клинике алкоголизма.– Сб.докладов. 11 Российский симпозиум с междунар.участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии», М., 21-24 апреля 1997. – С. 61-62.
6. Сулимова О.П. Электро-и психофизиологические реакции человека на периферическое воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот. – Автореф. дис. ... канд.биол.наук. Симферополь: СГУ, 1992. – 19 с.
7. Буслевич С.Ю., Котеленец А.И., Фридлянд Р.М. Интегральный метод оценки поведения белых крыс в «открытом поле»//Журн. Высш. нервн. деят., 1989. т.39. №1.– С. 168.
8. Темуриянц Н.А., Шехоткин А.В. Хронобиологический анализ поведения интактных и эпифизэктомированных крыс в тесте открытого поля// Журн. Высш. нервн. деят., 1999. т.49. №5.– С. 839-846.

9. Шабатура Н.Н. Механизм происхождения инфраничных биологических ритмов//Успехи физиол.наук.– 1989.– 20, №3.– С.83-103.
10. Алерс И., Алерсова Е., Шмайда В. и др. многосуточные метаболические ритмы у крыс//Биологические исследования в космической биологии и медицине.– М.:Наука, 1989. – С.178-183.
11. Бобова В.П. Спектры колебаний АЕ-индекса и глобальные осцилляции Солнца: диапазон периодов 200-420 минут//Магнитосфер.исслед.– 1989. – №10.– С.86-95.
12. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия.– М.: Медицина.– 1980.– 307 с.
13. Вайсфельд И.Л., Ильичева Р.Ф. Суточный ритм обмена биогенных аминов у человека при экстремальных воздействиях//Труды IX чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э.Циолковского, Калуга, 16-19 сентября 1974.– М., 1976. – С.21-33.
14. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений: Автореф. дис. ... докт.биол.наук. – М., 1989. – 44 с.
15. Щехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфраничную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс Автореф. дис. ... канд.биол.наук.– Симферополь, 1995.– 25 с.
16. Чибисов С.М., Бреус Т.К., Левишин А.Е., Дрогова Г.М. Биологические эффекты планитарной магнитной бури//Биофизики.– 1995.– 40. – С. 959-968.
17. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис. ... канд.биол.наук, 1992.– 25 с.
18. Konstantinov N. Cheresharov L. Toshkova S., et al Experimental studies on the oestrus cycle in rats under the conditions of immobilization and locomotor activity//Agnessologie.– 1975. – 16. – P. 55.

Статья поступила в редакцию 15.01.2001