

УДК 591.1 : 57.034 + 57.081

© П. Е. Григорьев, В. С. Мартынюк, Н. А. Темуриянц, 2003.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО СВЕРХНИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СИНХРОНИЗАЦИЮ РИТМИКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ФОНОМ

П. Е. Григорьев¹, В. С. Мартынюк², Н. А. Темуриянц³¹ Кафедра биофизики (зав. каф. – д.б.н., проф. В. Ф. Русяев)

Крымского государственного медицинского университета им. С. И. Георгиевского, г. Симферополь.

² Крымский научный центр Национальной академии наук Украины

(председатель – д.г.н., проф., член-корр. НАНУ Н. В. Багров), г. Симферополь.

³ Кафедра физиологии человека и животных и биофизики (зав. каф. – д.б.н., проф. В. Г. Сидякин)

Таврического национального университета им. В. И. Вернадского, г. Симферополь.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ интегральной ритмики физиологических показателей животных со средней двигательной активностью в контроле, под воздействием ПемП СНЧ, после операции эпифизэктомии – в нормальных условиях содержания и под воздействием ПемП СНЧ, а также гелиогеофизических индексов, отражающих вариации естественных электромагнитных полей. При воздействии на здоровых животных такие факторы, как ПемП СНЧ или эпифизэктомия, нарушают синхронизацию физиологических процессов с электромагнитным фоном, что выражается в уменьшении количества совпадающих периодов в организменной ритмике и периодических вариациях естественных ЭМП. При действии же ПемП СНЧ на эпифизэктомизированных животных, восстанавливается синхронизация с естественными ЭМП среды. У здоровых животных воздействие ПемП СНЧ изменяет стратегию подстройки организменной ритмики к гелиогеофизическим вариациям среды – со «сбалансированной» (в норме) на «запаздывающую». При действии ПемП СНЧ на эпифизэктомизированных животных стратегия их подстройки к средовой ритмике лишь незначительно сдвигается в сторону восстановления значения для контрольной группы. Неспособность ПемП СНЧ изменить стратегию подстройки в данном случае, по-видимому, связана с исключительной ролью эпифизы в организации организменной ритмики и ее согласовании с факторами среды.

Ключевые слова: переменное магнитное сверхнизкочастотное поле (ПемП СНЧ), гелиогеофизические индексы, физиологические процессы, ритмика, синхронизация.

INFLUENCE OF A VARIABLE EXTRALOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELD ON SYNCHRONIZATION OF RHYTHMICS OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES WITH AN ELECTROMAGNETIC BACKGROUND

P. E. Grigoriev, V. S. Martynyuk, N. A. Temuryants

SUMMARY

The analysis of rhythmicity of physiological parameters of animals with average motive activity in the control, over influence of VMF ELF, after pinealectomy – in normal conditions and under influence VMF ELF, and also heliogeophysical indexes reflecting variations of natural electromagnetic fields. At influence on healthy animals of such factors as VMF ELF or pinealectomy, breaks the synchronization of physiological processes with an electromagnetic background that is expressed in reduction of quantity of the continuous periods in physiological rhythmicity and periodic variations of the natural EMF. With the action of VMF ELF on pinealectomized animals, synchronization with natural EMF is restored. At healthy animals influence of VMF ELF changes the strategy of fine tuning of the organism rhythmicity to heliogeophysical variations of environment – from "balanced" (in control) to "late". Under the action of VMF ELF on the pinealectomized animals their strategy of fine tuning to the environmental rhythmicity is only insignificantly shifted aside restoration of value for control group. Inability of VMF ELF to change a strategy of fine tuning in this case, apparently, is connected with an exclusive role of a pineal gland in the organization of internal rhythmicity and its coordination with the factors of environment.

Key words: Variable extralow-frequency magnetic field (VMF ELF), heliogeophysical indexes, physiological processes, rhythmicity, synchronisation.

ВПЛИВ ЗМІННОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НАДТІ НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ НА СИНХРОНІЗАЦІЮ РИТМІКИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ФОНОМ

П. Е. Григор'єв, В. С. Мартинюк, Н. А. Темуриянц

РЕЗЮМЕ

Проведено аналіз інтегральної ритміки фізіологічних показників тварин із середньою руховою активністю у контролі, під впливом ЗМП ННЧ, після операції епіфізектомії – у нормальних умовах утримання і під впливом ЗМП ННЧ, а також геліогеофізичних індексів, що відображають варіації при-

родних електромагнітних полів. Вплив на здорових тварин таких факторів, як ЗМП ННЧ або епіфізектомія, порушують синхронізацію фізіологічних процесів з електромагнітним фоном, що відбивається у зменшенні кількості співпадаючих періодів в організменній ритміці і періодичних варіаціях природних ЕМП. При дії ж ЗМП ННЧ на епіфізектомірованих тварин, відновлюється синхронізація з природними ЕМП середовища. У здорових тварин вплив ЗМП ННЧ змінює стратегію підстроювання організменної ритміки до геліогеофізичних варіацій середовища – зі «збалансованої» (у нормі) на «запізнюючу». При дії ЗМП ННЧ на епіфізектомірованих тварин стратегія їхнього підстроювання до середовищної ритміки лише незначно зрушується у бік значення для контрольної групи. Нездатність ЗМП ННЧ змінити стратегію підстроювання у даному випадку, на нашу думку, пов'язано з винятковою роллю епіфізу в організації інтегральної ритміки та її узгодженні з факторами середовища.

Ключові слова: змінне магнітне надто низькочастотне поле (ЗМП ННЧ), геліогеофізичні індекси, фізіологічні процеси, ритміка, синхронізація.

Переменные магнитные поля (ПеМП) сверх-ской частоты (СНЧ) рассматриваются как важнейший геофизический фактор среды [7, 2]. Физич и другие структуры организма чувствительны к ПеМП СНЧ [3,4]. Есть основания полагать, что природные ПеМП СНЧ используются организмами в качестве датчика времени в широком диапазоне периодов, в частности, в области ультра-, инфранидных периодов [11]. Поддержанием этих положений являются данные высокой чувствительности к ПеМП СНЧ эпизода, который выполняет важную роль в организации ритмической структуры организма.

Учитывая данные о том, что ПеМП может вызывать влияние и на эпифизектомированных животных [10], представляет интерес изучить синхронизацию ритмики физиологических процессов у интактных и эпифизектомированных животных, подверженных воздействию ПеМП ННЧ, с гелиогеофизическими переменными.

Цель настоящей работы: выявление характерных согласования физиологической ритмики с вариациями электромагнитного фона, у здоровых и у животных с удаленным эпифизом, - под воздействием ПеМП СНЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы была выполнена на кафедре физиологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского в 1990 году.

Исследовалось влияние ПеМП СНЧ на здоровых животных и эпифизектомированных животных. Из общего числа беспородных крыс-мочков из питомника «Рапполово» (220) были избраны крысы одинакового возраста и веса, со средней активностью и низкой эмоциональностью в тесте «открытого поля», из которых затем были составлены 4 группы: контрольная группа, здоровые животные под воздействием ПеМП СНЧ, две различные группы эпифизектомированных животных – в обычных условиях содержания и под воздействием ПеМП СНЧ. В течение 40-дневного эксперимента, у крыс в одно и то же время измеряли 16 физиологических показателей (вертикальная и горизонтальная двигательная активность, дефекация, масса, температура

тела, Ph и объем мочи, количество лимфоцитов, нейтрофилов и их отношение, моноцитов, эозинофилов, пероксидаза в нейтрофилах, сукцинатдегидрогеназа, α -глицерофосфатдегидрогеназа в лимфоцитах и их отношение).

Крысы содержались в условиях светотемноты 12ч:12ч.

Животных подвергали ежедневно по 3 часа в сутки в утренние часы воздействию ПеМП СНЧ частотой 8 Гц и индукцией 5 мкТл. Выбор данной частоты был обусловлен тем, что частота 8 Гц близка к периодике некоторых процессов головного мозга [1], 8 Гц является фундаментальной частотой ионосферного волновода [12]. Величину индукции (5 мкТл) выбирали с таким расчетом, чтобы она была значительно выше напряженности естественного и искусственного ПеМП на данной частоте, в то же время оставаясь в диапазоне сверхслабых воздействий.

Для исследования структуры ритмов и вариаций физиологических и гелиогеофизических показателей использовали косинор-анализ. Для каждого из показателей индивидуально для каждого животного строили периодограммы (спектры) с помощью косинор-анализа в пределах от 2,2 до 30 сут. с шагом 0,2 сут. Значения максимально выраженных в спектрах периодов заносились в таблицу. После учета всех вычлеченных периодов для животных из данной группы получали гистограмму, которая характеризовала частоту встречаемости каждого из периодов от 2,2 до 30 суток с шагом 0,2 сут., после чего выделяли периоды (максимумы на результирующей гистограмме), вносящие основной вклад в ритмику животных из соответствующей группы. Аналогично были найдены периоды, вносящие основной вклад в периодические вариации естественных ЭМП. Были использованы ряды следующих гелиогеофизических индексов (данные ИЗМИРАН): Ar и Kp индексы геомагнитной активности; относительное количество солнечных пятен (числа Вольфа W) и поток солнечного радиоизлучения на длине волны 10,7 см; знак радиальной компоненты межпланетного магнитного поля. Использовали временные ряды данных о вариациях космической погоды, как за время эксперимента, так и в течение полугодия

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

перед экспериментом плюс время эксперимента, тем самым, учитывая влияние гелиогеофизической ритмики не только во время эксперимента, но и в течение всей жизни животных, адаптирующихся к периодическим вариациям электромагнитного фона.

При анализе данных, полученных с помощью косинор-анализа, подсчитывали:

- случаи точного совпадения физиологических и гелиогеофизических периодов и вероятности их случайного совпадения – для того, чтобы установить, закономерной ли является связь между организменной и гелиогеофизической ритмикой (для каждой группы) - процедура подробно описана в [3,4];

- случаи приблизительного совпадения ритмов (расхождение по длительности менее 5% для периодов от 2,2 до 9 суток и менее 2,5% для периодов от 9 до 30 суток) в физиологических показателях и гелиогеофизических вариациях;

- для каждой пары ближайших периодов из гелиогеофизических вариаций и физиологических показателей крыс устанавливали, короче (к) или длиннее (д) анализируемый период в организме относительно гелиогеофизического, и вычисляли индекс k/d , который показывает соотношение количества более кратковременных периодов к более длительным.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты анализа гелиогеофизических вариаций и интегральной ритмики физиологических процессов для следующих групп животных со средней активностью: контрольной группы, эпифизэктомированных животных, здоровых животных под воздействием ПемП СНЧ, эпифизэктомированных животных под воздействием ПемП СНЧ.

Таблица 1

Сопоставление периодических вариаций гелиогеофизических индексов в течение 7,3 месяцев (6 месяцев перед началом эксперимента и в его период), в срок эксперимента (40 дней) в диапазоне от 2,2 до 30 суток и интегральной ритмики физиологических показателей животных следующих групп: контрольной, эпифизэктомированных животных, здоровых животных под воздействием ПемП СНЧ, эпифизэктомированных животных под воздействием ПемП СНЧ (во всех группах – животные со средней двигательной активностью).

Группа животных	Контроль СДА		Эпифизэкт. СДА		ПемП СНЧ СДА		ПемП СНЧ+ эпифизэкт. СДА	
	7,3 мес	экс-пер.	7,3 мес	экс-пер.	7,3 мес	экс-пер.	7,3 мес	экс-пер.
Вариации космической погоды	19		19		21		23	
1. К-во периодов всего в ритмике физиологических процессов	19		19		21		23	
2. К-во точно совпадающих периодов	4	5	3	2	4	3	4	4
3. Вероятности случайного совпадения периодов в интегральной ритмике с вариациями космической погоды	$3,3 \cdot 10^{-12}$	$5,1 \cdot 10^{-9}$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	$9,2 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-8}$
4. К-во близких периодов	9	7	8	8	7	8	11	6
5. Из близких периодов к-во более коротких у крыс, чем в космич. погоде	6	2	6	8	2	3	8	6
5а. Из близких периодов к-во более длительных у крыс, чем в космич. погоде	4	4	3	1	5	5	4	1
6. Отношение количества более коротких периодов к количеству более длительных (k/d)	8:8=1		14:4=3,5		5:10=0,5		14:5=2,8	

У группы здоровых животных, находящихся под воздействием ПемП СНЧ, количество совпадающих периодов остается прежним при сравнении с ритмикой среды за 7,2 мес., и уменьшается в 1,7 раза при сравнении с гелиогеофизическими вариациями только за время эксперимента. Т.е. ПемП СНЧ вызывает некоторый

десинхроноз в подстройке к гелиогеофизическим вариациям во время воздействия ПемП СНЧ. Как указывается в работе [10], одним из механизмов десинхронного действия ПемП может выступать его угнетающее влияние на функции эпифиза, в чем проявляется так назы-

ая «функциональная эпифизиэктомия» при действии ПеМП СНЧ [13].

При эпифизиэктомии количество совпадающих периодов уменьшается в 1,33 раза при сравнении с ритмикой среды за 7,3 мес. и в 2,5 раза сравнении с вариациями космической погоды за время эксперимента. В работе [4] высказано предположение о том, что эпиэктомия нарушает синхронизацию внутревнутриколебаний с внешними факторами, но внутренняя синхронизация сохраняется благодаря резонансным осцилляторам АРУД-системы, о чувствительности которых к ПеМП СНЧ известно, из работ [5,6].

животных с удаленным эпифизом ПеМП восстанавливает синхронизацию со средой. В контрольной группе количество совпадающих периодов с гелиогеофизическими вариациями за 7,3 мес. не уменьшилось вообще, а с ритмикой среды только во время эксперимента — уменьшилось всего в 1,25 раза.

Необходимо отметить, что для всех групп животных вероятность случайного совпадения длительности периодов из внутренней ритмической вариации космической погоды значительно ниже общепринятой в биологии величины.

Таким образом, ни эпифизиэктомия, ни ПеМП СНЧ не способны полностью снять синхронизацию организменной ритмики с факторами.

Более того, если ПеМП СНЧ действует на интактных животных, синхронизация с текущим состоянием среды (только за время эксперимента) восстанавливается. То же ПеМП СНЧ восстанавливает синхронизацию со средой у животных после действия эпифизиэктомии. Это полностью согласуется с данными А.В. Шехоткина [4] о том, что ритмическая зависимость ПеМП на биологическую ритмику зависит от исходного состояния организма. Если ПеМП действует на животных, у которых имеет место десинхроноз вследствие эпифизиэктомии, наблюдается частичное восстановление временной организации системы. Стратегия согласования (подстройки) организменной ритмики с электромагнитным фоном восстанавливается, в том числе, соотношением периодов меньшей и большей длительности в контрольных животных по сравнению с близкими значениями гелиогеофизических вариаций.

В норме для животных со средней двигательной активностью характерна сбалансированная ритмика ($\kappa/\delta=1$). При действии ПеМП на здоровых животных характер подстройки восстанавливается — наблюдается «запаздывающая» подстройка ($\kappa/\delta=0,5$) — преобладают периоды большей длительности. В норме подобная подстройка характерна для животных с низкой двигательной активностью [4].

При эпифизиэктомии не только уменьшается количество периодов, совпадающих во внутренней ритмике и внешней среде, но и нарушается свойственная в норме стратегия подстройки к вариациям электромагнитного фона. В ритмике эпифизиэктомированных животных количество более кратковременных периодов резко преобладает ($\kappa/\delta=3,5$). При облучении эпифизиэктомированных животных ПеМП СНЧ стратегия подстройки лишь незначительно подвигается к исходному уровню ($\kappa/\delta=2,8$). Это согласуется также с данными исследования [8] о том, что ПеМП СНЧ частично нормализует инфрадианную ритмику физиологических процессов у эпифизиэктомированных животных — восстанавливается ритмическая картина отдельных показателей, однако между различными физиологическими процессами сохраняется десинхроноз, поскольку отсутствует эпифиз, который согласует ритмику различных процессов между собой.

Наши результаты свидетельствуют о том же. ПеМП СНЧ практически полностью восстанавливает синхронизацию ритмики физиологических процессов с естественными ЭМП, однако, не способно скорректировать нарушенную стратегию подстройки. Значит, главная функция эпифиза состоит именно в организации и согласовании физиологических процессов, как между собой, так и относительно вариаций природных ЭМП, являющихся, по-видимому, основным датчиком времени для инфрадианной ритмики физиологических процессов.

ВЫВОДЫ

1. При действии на здоровых животных такие факторы, как ПеМП СНЧ или эпифизиэктомия, нарушают синхронизацию физиологических процессов с электромагнитным фоном, что выражается в уменьшении количества совпадающих периодов в организменной ритмике и периодических вариациях естественных ЭМП.

2. При действии ПеМП СНЧ на эпифизиэктомированных животных, восстанавливается синхронизация с естественными ЭМП среды, что проявляется в восстановлении количества одинаковых периодов в организменной и средовой ритмике.

3. У здоровых животных со средней двигательной активностью действие ПеМП СНЧ изменяет стратегию подстройки организменной ритмики к гелиогеофизическим вариациям среды — со «сбалансированной» (в норме) на «запаздывающую».

4. При действии ПеМП СНЧ на эпифизиэктомированных животных стратегия их подстройки к средовой ритмике лишь незначительно сдвигается в сторону восстановления значения для контрольной группы. Неспособность ПеМП СНЧ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

восстановить исходную стратегию подстройки, по-видимому, связана с исключительной ролью эпифиза в организации организменной ритмики и ее согласовании с факторами среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашофф Ю. Биологические ритмы. М.: Мир.-1984.-Т.1.- 414 с.
2. Владимирский Б.М., Нарманский В.Я. Темуриянц Н.А. Космические ритмы в магнитосфере, ионосфере, атмосфере, среде обитания, био-, ноосферах, в земной коре. - Симферополь, 1994. - 176 с.
3. Григорьев П.Е., Мартынюк В.С. Вариации индексов космической погоды и инфраниантные ритмы физиологических процессов у животных. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «Биология». - 2003. - Т. 16 (55), № 4. - С. 43-49.
4. Григорьев П.Е., Мартынюк В.С., Темуриянц Н.А. Инфраниантная ритмика физиологических показателей крыс с разными конституциональными особенностями и вариации космической погоды. // Таврический медико-биологический вестник. - 2003. - Т. 6, №3. - С. 134-140.
5. Доева А.Н., Хетагурова Ю.А., Шойгу И.А., Калабеков А.Л. // Тезисы I Межд. Конгр. «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». - СПб., 1997. - С. 65-66.
6. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дисс. канд. биол. наук. - Симферополь, 1986. - 25 с.
7. Моисеева Н.И., Сысуйев В.М. Временная среда и биологические ритмы. - Л.: Наука.-1981.- С. 127.
8. Темуриянц Н.А., Шехоткин А.В., Мартынюк В.С. Роль некоторых компонентов диффузной эндокринной системы в реализации магнито-биологических воздействий. // Биофизика. - 2001. - т. 46, вып. 5. - С. 901 - 904.
9. Темуриянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные магнитные сигналы в биологическом мире. - Киев: Наукова думка, 1992. - 188 с.
10. Шехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфраниантную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс: Автореф. дисс. канд. биол. наук. - Симферополь. - 1995. - С. 25.
11. 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.
12. Schumann N.O. Uber die Dämpfung der elektromagnetischen Eigenwingungen des Systems Erde - Luft Ionosphere // Naturwissenschaft. - 1982. - № 7a. - S.250-254.
13. Wilson B.W. Chronic exposure to ELF fields may induce depression // Bioelectromag. - 1988. - 9, № 2. - P. 195-205.

Поступила 28.10.2003.
