

УДК 577.1

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИНДЕКСОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

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

ВВЕДЕНИЕ

В гелиобиологических исследованиях в ряде случаев устанавливаются значимые и высокие корреляции между биологическими показателями и гелиогеофизическими индексами, отражающими вариации «космической погоды» [1]. Обосновано мнение о том, что организмы используют вариации электромагнитного фона среды обитания как датчики времени для синхронизации биологических процессов [2, 3, 4]. Однако, иногда эти связи носят неустойчивый и недостоверный характер, что является причиной существования проблемы невоспроизводимости гелиобиологических экспериментов [5]. Среди исследователей нет единого мнения также о том, какие из гелиогеофизических индексов являются наиболее информативными и надежными в отношении биоэффектов «космической погоды». Так, В.Е. Жвирблис [5] считает, что это Ар-индекс геомагнитной активности и полярность межпланетного поля; Т.К. Бреус [6] полагает основным биологически значимым индексом Кр-индекс геомагнитной активности; Б.М. Владимирский [7] придерживается мнения, что в гелиобиологических исследованиях целесообразно использовать одновременно индексы геомагнитной активности (например, Ар), солнечной активности (например, F10,7) и знак ММП.

В данной работе проводится сопоставление ритмики физиологических процессов у однотипных организмов с вариациями индексов «космической погоды» в периоды с различной гелиогеофизической ситуацией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях использованы белые беспородные крысы. Эксперименты были проведены на кафедре физиологии ТНУ им. В.И. Вернадского в 1990, 1993, 2001 гг. Их длительность составила соответственно 40, 36, 46 сут. Периферическую кровь получали ежедневно в течение 46 суток путем пункции хвостовой вены в одно и то же время суток (с 9⁰⁰ до 10³⁰ часов) до кормления. Цитохимическими методами определяли содержание α -глицерофосфатдегидрогеназы, сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах, нейтрофилах и их отношения [8], нейтрофильных пероксидазы по методике J. Graham [9], неферментных катионных белков [10] и их отношение, кислой фосфатазы по методике Н. Goldberg, J. Barka [9], протеазы по методике Р.Лилли и J. Bartner [9] в модификации А.В. Михайлова [11] и их отношение, липидов по методу Н.Л. Sheehan, G.W. Sforey [12]. Для оценки инфранианной ритмики поведенческих реакций исследуемых животных

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИНДЕКСОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

использовали показатели горизонтальной и вертикальной двигательной активности и дефекации. Всех животных тестировали в «открытом поле» ежедневно в течение 46 суток эксперимента.

Для выявления основных периодических составляющих во временных рядах показателей использовали компьютерную программу косинор-анализа, разработанную в Крымском научном центре МОН Украины. Основа алгоритма описана в работе [13].

Для всех рядов физиологических показателей животных из данной группы находили амплитудные спектры в пределах от 2,2 до 30,0 сут. Затем выделяли максимумы, соответствующие наиболее часто встречающимся периодам. Если период встречался не менее, чем в 20% случаев, его табулировали. В исследовании [14] такой пороговой частотой встречаемости также выбирали 20%. Таким образом, получали набор периодов, характеризующий интегральную ритмику физиологических процессов (ИРФП) животных. Аналогично выявлялись периодические составляющие в интегральной ритмике гелиогеофизических индексов (ИРГИ), отражающих вариации ЭМ фона среды обитания. В качестве показателей вариаций «космической погоды» использовали индексы солнечной (относительное количество солнечных пятен, поток солнечного радиоизлучения с длиной волны 10,7 см), геомагнитной активности (планетарные Kp и Ap индексы, усредненные за сутки с учетом местного времени) – ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic_data/indices/kp_ap, а также данные по наземным измерениям полярности межпланетного магнитного поля – www.izmiran.rssi.ru/magnetism/SSIMF/SSIMF/index.htm. В целом эти индексы охватывают магнитосферный и ионосферный каналы преобразования явлений солнечной активности на ЭМП среды обитания, причем ритмика этих индексов отражает вариации ЭМ фона среды обитания [1].

Сдвиг фаз в одинаковых по длительности колебаниях является информативным параметром связи автоколебательных процессов [15]. Во многих случаях наиболее «сильная» синхронизация осуществляется при синфазности колебаний [16]. С помощью косинор-анализа вычислялись фазы каждого из совпадающих периодов в гелиогеофизических индексах за время эксперимента и ИРФП животных. Подсчитывалось количество периодов, для которых разность фаз по абсолютной величине меньше $\pi/10$ (18 градусов). Выбор данной величины вызван тем, чтобы разброс эллипсов ошибок (не более ± 9 градусов) был как минимум вдвое меньше данной величины. В исследованиях инфрадианной ритмики колебания с подобными разностями фаз с учетом возможных погрешностей обычно считаются синфазными [17, 18].

Таким образом, исследовалась связь количества синфазных колебаний в ИРФП и различных гелиогеофизических индексах с параметрами гелиогеофизической обстановки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В экспериментах 1990 и 1993 гг. преобладают близкие фазы в совпадающих по длительности периодах в ИРФП и индексах геомагнитной активности Ap, Kp, а также знаке ММП. А в эксперименте 2001 г. – близкие фазы имеются,

преимущественно, в совпадающих по длительности периодах в ИРФП и индексах солнечной активности (W , $F_{10,7}$) – см. табл. 1.

Таблица 1. Количество периодов в ИРФП и гелиогеофизических индексах с разностью фаз менее 10% ($\pm\pi/10$).

		Количество периодов с близкими фазами в ИРФП и соответствующими индексами		
		эксперимент 1990 г.	эксперимент 1993 г.	эксперимент 2001 г.
Индексы геомагнитной активности	Ар	3	0	0
	Кр	3	4	0
	Знак ММП	2	2	0
Индексы солнечной активности	W	1	2	3
	$F_{10,7}$	1	0	4
Всего периодов с близкими фазами в ИРФП и индексах геомагнитной активности		8	6	0
Всего периодов с близкими фазами в ИРФП и индексах солнечной активности		2	2	7

Такая закономерность может быть связана с гелиогеофизической обстановкой в течение соответствующих экспериментов (см. табл. 2). В течение эксперимента 1990 г. геомагнитная активность в течение эксперимента остается на очень высоком уровне при высокой солнечной активности. В период эксперимента 1993 г. геомагнитная активность умеренно высокая при низкой солнечной активности. Во время эксперимента 2001 г. геомагнитная активность была минимальной при высокой солнечной активности. Наиболее показательным оказывается отношение величины солнечной активности к геомагнитной, например, индекса $F_{10,7}$ к Ар.

Таблица 2. Среднеарифметические значения гелиогеофизических индексов в течение различных по времени экспериментов.

Гелиогеофизические индексы	Год проведения эксперимента		
	1990 г.	1993 г.	2001 г.
Ар	29,4 \pm 3,89	15,7 \pm 2,50	11,5 \pm 1,63
Кр	3,5 \pm 0,15	2,4 \pm 0,16	2,0 \pm 0,07
Знак ММП	-0,2 \pm 0,11	0,0 \pm 0,14	0,20 \pm 0,11
W	153,9 \pm 6,72	51,8 \pm 3,72	95,7 \pm 3,61
F	198,1 \pm 5,52	99,4 \pm 2,19	159,9 \pm 3,40
Отношение F:Ар	11,1 \pm 1,08	11,8 \pm 1,43	27,2 \pm 4,27

Представленные результаты позволяют высказать следующее предположение. Если «преобладает» геомагнитная активность (отношение $F_{10,7}$:Ар порядка 11-12 в течение экспериментов 1990-1993 гг.), то синхронизация ИРФП осуществляется с

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИНДЕКСОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

индексами геомагнитной активности, с которыми связана ритмика природных ЭМП, обусловленная корпускулярным излучением Солнца. Если же «преобладает» солнечная активность (отношение $F_{10,7}:A_p$ более 27 в течение эксперимента 2001 г.), то синхронизация ИРФП осуществляется с индексами солнечной активности, с которыми связана ритмика природных ЭМП, обусловленная волновым излучением Солнца и его взаимодействием с ионосферой.

На рис. 1 левой шкале соответствует отношение солнечной активности к геомагнитной ($F_{10,7}:A_p$) в течение разных экспериментов; правой шкале – разность между количеством индексов солнечной и геомагнитной активности, синхронизированных с ИРФП различных групп животных в соответствующих экспериментах. Как видно из сходства диаграмм на графике (коэффициент корреляции $r=+0,99$), вероятно наличие связи между «преобладающим» каналом воздействия гелиогеофизической ритмики (магнитосферным или ионосферным) и синхронностью колебаний ИРФП с индексами соответствующего класса.

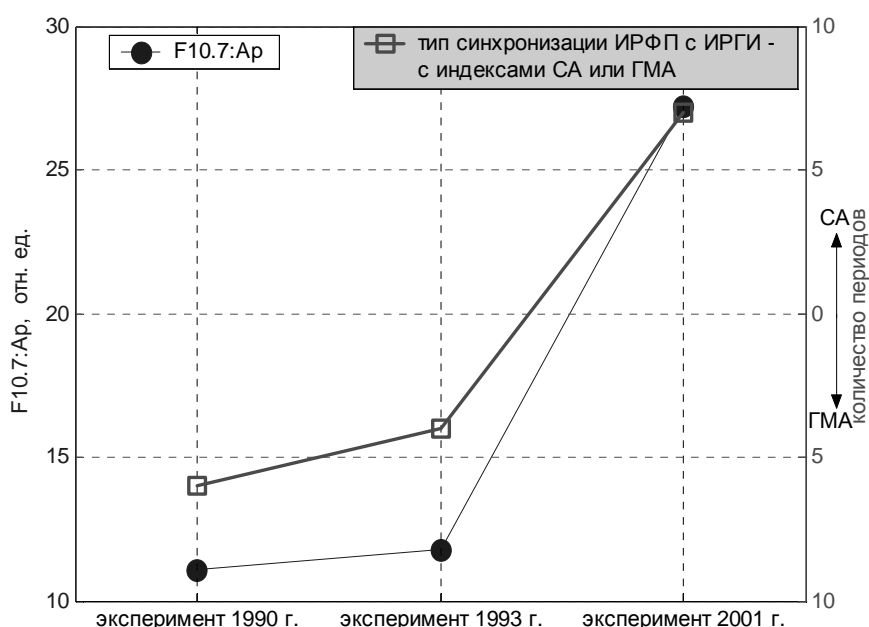


Рис. 1 Отношение солнечной активности к геомагнитной во время различных экспериментов (шкала слева) и преобладание синхронизации ИРФП с индексами солнечной или геомагнитной активности.

По оси ординат слева: среднее отношение значений индекса A_p к $F_{10,7}$ в относительных единицах.

По оси ординат справа: преобладающее количество периодов в индексах СА или ГМА, с которыми ИРФП синхронизируется синфазно; 0 – равное количество периодов, синхронизированных с СА и ГМА.

Таким образом, связь физиологических процессов с гелиогеофизическими вариациями реализуется, преимущественно, через тот канал действия «космической погоды» на среду обитания (ионосферный или магнитосферный), активность которого преобладает во время эксперимента. Это выражается в минимальной

разности фаз между ритмами физиологических процессов и индексов «космической погоды» соответствующего класса – солнечной (W, F10,7) или магнитной активности (Ar, Kp, знак ММП).

Список литературы

1. Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. – Фрязино: Век 2, 2004. – 224 с.
2. Владимирский Б.М. Солнечно-земные связи в биологии и явление «захвата» частоты. // Пробл. космич. биологии. – М.: Наука, 1982. – Т.43. – С. 166-173.
3. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В. Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды. Монография. – М.: изд-во Российского университета дружбы народов; изд-во Полиграф сервис, 2002. – 232 с.
4. Деряпа П.Р., Мошкин Н.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.
5. Жвирблис В.Е. О воспроизводимости гелиобиологических экспериментов. // Проблемы космической биологии. – Т. 65. – Биофизические и клинические аспекты гелиобиологии. Сборник научных трудов. – Ленинград: Наука, 1989. – С. 75-82.
6. Бреус Т.К. Влияние солнечной активности на биологические объекты: Автореф. дисс. ... докт. ф.-м. наук. – М: ИКИ, 2003. – 31 с.
7. Владимирский Б.М. Активные процессы на Солнце и биосфера: Автореф. дисс... д-ра физ.-мат. наук. – Пушкино, 1997. – 28 с.
8. Нарциссов Р.П. Применение n-нитротетразоля фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ в лимфоцитах человека.// Арх. анат. гистол. эмбриол. –1969. – №8. – С.73.
9. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645 с.
10. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1977. – Т.16, № 10. – С.1321 – 1322.
11. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии. // Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Симферополь, 1986. – 25 с.
12. Sheehan H.L., Sforey G.W. An improved method of staining leukocyte granules with sudan black // V.G. Path. Vact. – 1947. – Vol.59, № 2. – P. 336 –339.
13. Емельянов И.П. Структура биологических ритмов человека в процессе адаптации. Статистический анализ и моделирование.– Новосибирск: Наука, 1986. – 184 с.
14. Чиркова Э.Н., Стригун Л.М. Ритмы в гелиобиологических связях. // Планета Земля и ее биосфера под воздействием природных факторов. Стратегия жизни в условиях планетарного экологического кризиса. В 3 тт. Под ед. д.ф.-м.н. проф. Красногорской Н.В. / Т. 1. СПб.: «Гуманистика», 2002. – С. 153-160.
15. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. – М.: Техносфера, 2003. – 496 с.
16. Путилов А.А. Системообразующая функция синхронизации в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1987. – 144 с.
17. Шехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфранидную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т. – Симферополь, 1995. – 25 с.
18. Московчук О.Б. Вплив низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоти на інфрадіанну ритміку фізіологічних процесів: Автореф. дис... канд. біол. наук. – ТНУ. – Симферополь, 2003. – 20 с.

Поступила в редакцию 11.11.2004 г.