

тенциала в системе охраны психического здоровья студентов: Дисс. ... д-ра психолгич. М.; 2012.

13. Шакула А.В., Дыбов М.Д., Никулин Д.И. Исследование особенностей функциональных расстройств адаптации у студентов. *Вестник восстановительной медицины*. 2011; 2: 22–5.
14. Одарушченко О.И. Методика оценки эмоционального благополучия в интересах психогигиены, психопрофилактики и психологической реабилитации: Дисс. ... канд. психолог. наук. М.; 2015.
1. Kulikov L.V. *Mood*: Diss. St. Petersburg; 1997. (in Russian)
2. Odarushchenko O.I. Psychological health and emotional well-being. In: *Science and Education in the Modern World: Collection of Scientific Works on Materials of the International Scientific-practical Conference on 31 May 2013 [Nauka i obrazovanie v sovremennom mire: Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii 31 maya 2013 goda.]*. Moscow: AR-Konsalt; 2013; Pt IV: 118–21. (in Russian)
3. Odarushchenko O.I. Emotions and psychological health of the person. *Rossiyskiy nauchnyy zhurnal*. 2011; 6 (25): 244–50. (in Russian)
4. Zausenko I.V. Psychological well-being of the individual. *Obrazovanie i obshchestvo*. 2012; 2: 63–6. (in Russian)
5. Maslou A. *New frontiers of the human nature [Novye rubezhi chelovecheskoy prirody]*. 2-nd Ed.: Transl. from Engl. Moscow: Meaning: Alpina non-fiction; 2011. (in Russian)
6. Prikozhan A.M. The elaboration of a model of psychological well-being of teenagers and youths. *Psikhologiya i shkola*. 2010; 2: 3–26. (in Russian)
7. Shevelenkova T.D., Fesenko P.P. The conception of psychological well-being of the individual and methods of its study. In: *New Theoretical and Methodological Approaches to Research in Clinical Psychology: A Digest of Articles [Novye teoretiko-metodologicheskie podkhody k issledovaniyu v klinicheskoy psikhologii: Sbornik statey]*. Ed. T.D. Shevelenkova. Moscow: Lev"; 2013: 9–51. (in Russian)
8. Tau L., Diener E. Needs and subjective well-being around the world. *J. Person. Soc. Psychol.* 2011; 101(2): 354–65.
9. Zhovnerchuk I.Yu., Eremitkiy I.V., Zhovnerchuk E.V. *The peculiarities of the mental health of the enlisted personnel on duty [Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh]*. 2014; 1: 93–7. (in Russian)
10. Ponomarenko V.A. Health care as a response to the modern challenge. *Mir psikhologii*. 2009; 2 (58): 182–94. (in Russian)
11. Razumov A.N., Ponomarenko V.A., Piskunov V.A. *Health of a Healthy Person [Zdorov'e zdorovogo cheloveka]*. Moscow: Meditsina; 1996: 416. (in Russian)
12. Syrkin L.D. *Medical and Psychological Basis of Methods for the Estimation and Recovery of Personal Adaptive Capacity in the System of Students' Mental Health Keeping*: Diss. Moscow; 2012. (in Russian)
13. Shakula A.V., Dybov M.D., Nikulin D.I. Study of the characteristics of functional disorders of adaptation of students. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2011; 2: 22–5. (in Russian)
14. Odarushchenko O.I. *Methods of Estimation of Emotional Well-being in the Interests of Mental Health, Psycho-prophylaxis and Psychological Rehabilitation*: Diss. Moscow; 2015. (in Russian)

Поступила 26.06.15

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2015

УДК 612.426:612.171.06].084

Чуян Е. Н., Миронюк И. С., Бирюкова Е. А., Заячникова Т. В., Раваева М. Ю.

Управление дыханием модифицирует связь вариабельности сердечного ритма волонтеров с вариациями гелиогеомагнитных факторов

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», 295007, Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Для корреспонденции: Бирюкова Елена Александровна, biotema@rambler.ru

Изучена модификация связи вариабельности сердечного ритма (ВСР) 20 условно-здоровых волонтеров женского пола в возрасте 18–21 года с вариациями гелиогеомагнитных факторов с помощью управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (УДИПЧ) на протяжении 50 сут наблюдения. Показано, что 50-дневный курс УДИПЧ приводит к изменениям ВСР, которые свидетельствуют об увеличении адаптационного потенциала организма и снижении уровня напряженности регуляторных систем организма испытуемых под влиянием данного фактора. Кроме того, УДИПЧ модифицирует связь ВСР волонтеров с вариациями гелиогеомагнитных факторов путем уменьшения зависимости системы вегетативного управления сердцем волонтеров от флюктуаций гелиогеомагнитной активности. Результаты настоящего исследования имеют практическое значение для современной медицины и реабилитации, поскольку раскрывают возможность применения метода УДИПЧ для коррекции неблагоприятных изменений функционального состояния организма, вызванных флюктуациями гелиогеомагнитной активности. Полученные данные позволяют рекомендовать курсовое применение управляемого дыхания с целью повышения адаптационного потенциала организма человека.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма; управляемое дыхание с индивидуально подобранной частотой; стресс-индекс; числа Вольфа; Ар-индекс.

Для цитирования: Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2015; 14 (6): 35–41.

Chuyan E.N., Mironyuk I.S., Bityukova E.A., Zayachnikova T.V., Ravaeva M.Yu.

THE CONTROL OF RESPIRATION MODIFIES VARIABILITY OF THE CARDIAC RHYTHM IN THE VOLUNTEERS PRESENTING WITH VARIATIONS OF THE HELIOGEOMAGNETIC FACTORS

Federal state autonomous educational institution of higher professional education “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”, Russian Ministry of Education and Science, 295007, Simferopol, Republic of Crimea

The present work was designed to study the modification of the relationship between variability of the cardiac rhythm (VCR) and variations of the geomagnetic factors in 20 healthy female volunteers by means of regulation of their respiration with a frequency chosen on an individual basis during 50 days. It was shown that

such regulation resulted in a change of the cardiac rhythm that was indicative of the enhanced adaptive potential of the organism and the reduction of tension in its regulatory systems in response to a given physical factor. Moreover, the regulation of respiration with the desired frequency modified the relationship between variability of the cardiac rhythms of the volunteers and the variations of the heliomagnetic factors as a result of reduction of the dependence of the vegetative regulation of the cardiac function on fluctuations of the heliomagnetic activity. The results of the present study may have practical implications for modern medicine and rehabilitation because they open up the prospects for the application of the method of the regulation of respiration with a frequency chosen on an individual basis for the correction of adverse changes in the functional state of the organism under the influence of fluctuations of the heliomagnetic activity. The data obtained give reason to recommend the courses of controlled respiration for the enhancement of the adaptive potential of the human organism.

Key words: *variability of the cardiac rhythm, regulation of respiration with a frequency chosen on an individual basis, stress-index, Ap-index.*

For citation: Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya. 2015; 14 (6): 35-41. (in Russ)

For correspondence: Biryukova Elena; bioteva@rambler.ru

Received 15.10.15

Введение

В настоящее время в современной биологии и медицине отмечается повышенное внимание к изучению ритмической организации биологических процессов как в условиях нормы, так и при патологии. Интерес к проблемам хронобиологии обусловлен тем, что биологическая ритмика является неотъемлемым свойством и важнейшей характеристикой функционального состояния живых организмов [1, 2]. Факты, указывающие на значение биологических ритмов для организма человека и животных, накапливались давно, но только в последние годы начато их систематическое изучение. Поэтому хронобиологические исследования являются одним из основных направлений в физиологии адаптационных процессов человека [2–4].

По мнению А. С. Пресмана (1968), в пространственной и временной (синхронизации ритмов) самоорганизации живой природы основополагающую роль играют электромагнитные поля среды обитания как носители управляющих сигналов [5]. В настоящее время доказано, что с гелиогеофизическими параметрами коррелируют различные функциональные показатели организма, цикличность эпидемий и смертности [1, 6, 7], причем биологические эффекты солнечной и геомагнитной активности возрастают прежде всего во время солнечных вспышек (СВ) и магнитных бурь. Накоплены многочисленные данные о высокой реактивности variability сердечного ритма (ВСР) человека к изменению параметров электромагнитного фона Земли вследствие вариаций гелиогеомагнитных факторов [8]. Ранее нами [9] показано значительное снижение ВСР испытуемых, связанное с нарушением вегетативного контроля сердечной деятельности, повышением уровня стресса и снижением адаптационного потенциала организма под влиянием увеличения гелиогеомагнитной активности.

Следует отметить, что среди способов коррекции функционального состояния человека высокую эффективность показал метод управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (УДИПЧ). В наших исследованиях показано [10], что УДИПЧ влияет на состояние кардиореспираторной системы (КРС) и является мощным фактором управления сердечным ритмом.

С учетом вышесказанного особый интерес представляет изучение модификации связи ВСР здорового человека с вариациями гелиогеомагнитных факторов под влиянием УДИПЧ, что и явилось целью нашего исследования.

Материалы и методы

Исследование проведено на 33 условно-здоровых студентах-волонтерах женского пола в возрасте 18–21 года в период с октября по декабрь 2011 г. Все испытуемые дали добровольное согласие на участие в исследовании.

Предварительная запись ВСР с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК) Омега-М (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», Санкт-Петербург) выявила индивидуально-типологические различия между этими испытуемыми, связанные, в частности, со значениями стресс-индекса (Si, или индекс напряженности – ИН [11]): у 26% значение Si не превышало 50 усл. ед., у 60% находилось в пределах 50 – 200 усл. ед., у 14% превышало 200 усл. ед.

Для эксперимента были выбраны волонтеры только со значениями Si от 50 до 200 усл. ед. ($n = 20$). Такой отбор, во-первых, позволил сформировать однородную группу испытуемых, а, во-вторых, поскольку испытуемые с таким Si преобладают среди обследованных студентов, можно предположить, что у них развивается наиболее типичная реакция на действующие факторы. Далее участников исследования разделили на 2 группы – контрольную ($n = 10$) и экспериментальную ($n = 10$).

Работу с волонтерами обеих групп на протяжении 50 сут исследования начинали с регистрации ЭКГ-сигнала в первом стандартном отведении с помощью ПАК Омега-М. У испытуемых контрольной группы запись кардиоинтервалограммы (КИГ) проводили на фоне спонтанного дыхания, а испытуемые экспериментальной группы после ежедневной предварительной регистрации КИГ подвергались действию УДИПЧ, частота которого соответствовала частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном (LF) диапазоне сердечного ритма (СР), с использованием ПАК Омега-М. Продолжительность сеанса УДИПЧ составляла около 5 мин. Повторную запись КИГ проводили не ранее чем через 5 мин после окончания сеанса УДИПЧ.

У испытуемых выделенных групп оценивали КИГ с помощью основных методов анализа ВСР (табл. 1) [12]:

Для оценки параметров геомагнитной активности использовали планетарный индекс Ар, который представляет собой среднее значение вариации магнитного поля, соответствующее данному Кр-индексу (планетарный Кр-индекс вычисляется как среднее значение К-индексов, определенных на 13 геомагнитных обсерваториях, расположенных между 44 и 60° северной и южной геомагнитных широт), и измеряется в единицах магнитного поля (нТл). Его диапазон лежит в пределах 0–9. Ар-индекс является линейным индексом – увеличение геомагнитного возмущения в несколько раз дает такое же увеличение индекса [1, 13]. Данные об индексах геомагнитной активности доступны на веб-сайте Института земного магнетизма РАН: <http://www.izmiran.rssi.ru/>.

Для количественной характеристики степени солнечной активности (СА) использовали показатель относительного числа солнечных пятен, или числа Вольфа (W), отражающий числа солнечных пятен и их групп и рассчитанный по формуле:

$$W = k(m + 10n),$$

где m – общее число всех пятен, оформленных в виде групп или расположенных изолированно; n – число групп пятен или отдельных пятен, не включенных в состав какой-либо группы; k – множитель, характеризующий условия наблюдения и применяемую аппаратуру [13]. Данные о числах Вольфа доступны на веб-сайте геофизической обсерватории «Борок» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, <http://www.wbrk.adm.yar.ru/>.

Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Вилкоксона. Силу и направленность связей между изучаемыми показателями ВСР испытуемых исследовали посредством корреляционного анализа с расчетом коэффициента корреляции Спирмена (r) [14, 15].

Статистическую обработку и графическое оформление полученных данных проводили с использованием пакета программ Омега-М, Статистика 6.0 и Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Связь вариабельности сердечного ритма испытуемых контрольной группы с вариациями гелиогеомагнитных факторов. У испытуемых контрольной группы на протяжении 50 сут исследования были зарегистрированы значительные колебания значений всех исследуемых показателей ВСР (рис. 1, 2). Отметим, что после каждого периода увеличения значения исследуемых показателей у волонтеров снижались до исходных, а с 25–35-х суток выходили на плато и далее существенно не изменялись (см. рис. 1).

Методом вариационной пульсометрии у испытуемых контрольной группы на протяжении 50 сут было зарегистрировано несколько случаев увеличения с последующим снижением значений Si , в частности со 2-х по 7-е сутки эксперимента значения Si были на 27,0–45,2% ($p < 0,05$) выше значений этого показателя, зарегистрированных в 1-е сутки исследования, с 13-х по 17-е сутки – на 6,2–7% ($p < 0,05$), затем с 21-х по 28-е сутки – выше на 42,8–77,7% ($p < 0,05$). Заметим, что с 28-х суток исследования значения Si выходили на плато (см. рис. 1).

Таблица 1

Основные методы анализа ВСР

Показатель	Физиологическое значение
<i>Методы спектрального анализа ВСР</i>	
Суммарная мощность (ТР) спектра ВСР, ms^2	Суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем СР
Мощность спектра высокочастотного (HF) компонента СР, ms^2	Относительный уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции
Мощность спектра низкочастотного (LF) компонента	Относительный уровень активности вазомоторного центра
Мощность спектра очень низкочастотного (VLF) компонента СР, ms^2	Степень центральных влияний на СР
<i>Метод вариационной пульсометрии</i>	
Стресс-индекс (ИН, Si) регуляторных систем, усл. ед.	Степень преобладания симпатических влияний над парасимпатическими

Подтверждением полученных данных является анализ динамики показателя общей мощности спектра (ТР) СР испытуемых контрольной группы. На протяжении 50 сут наблюдения были зарегистрированы изменения ТР в диапазоне от 880 ms^2 (22-е сутки) до 2287 ms^2 (41-е сутки), что составляло 58,7–107,4% ($p < 0,05$) от исходных значений данного показателя, полученных в 1-е сутки исследования (см. рис. 2). Следует отметить снижение значений показателя ТР с 6-х по 10-е сутки на 24,8–38,9% ($p < 0,05$) и с 20-х по 27-е сутки на 30,4–26,5% ($p < 0,05$). Следует отметить, что с 28-х суток исследования значения ТР выходили на плато и до 50-х суток достоверно не изменялись (см. рис. 2.).

Полученные нами результаты в контрольной группе согласуются с нашими [9] и литературными [11, 16] данными и являются подтверждением того, что ВСР здорового человека не является стационарным процессом, а нередко зави-

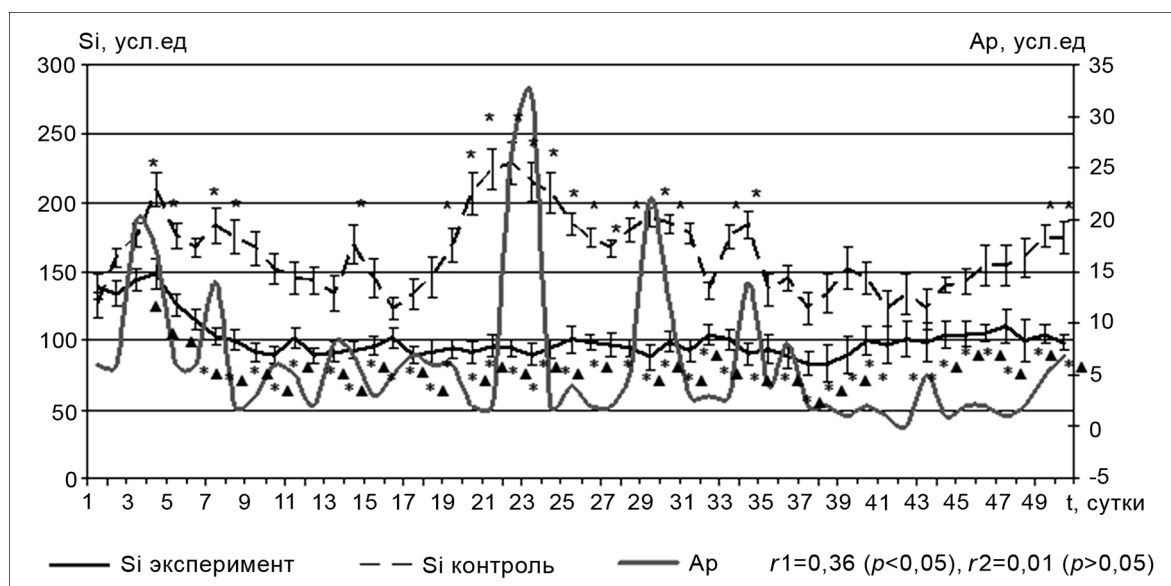


Рис. 1. Изменение Si (в усл. ед.) у испытуемых контрольной и экспериментальной групп под влиянием УДИПЧ и Ар-индекса (в нТл) в разные сроки наблюдения.

* – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона относительно исходных значений изученных показателей; ▲ – относительно контрольных значений; r_1 – значение ранговой корреляции Спирмена между значениями Si , полученными в контрольной группе испытуемых, и значениями Ар; r_2 – между значениями Si в экспериментальной группе и значениями Ар.

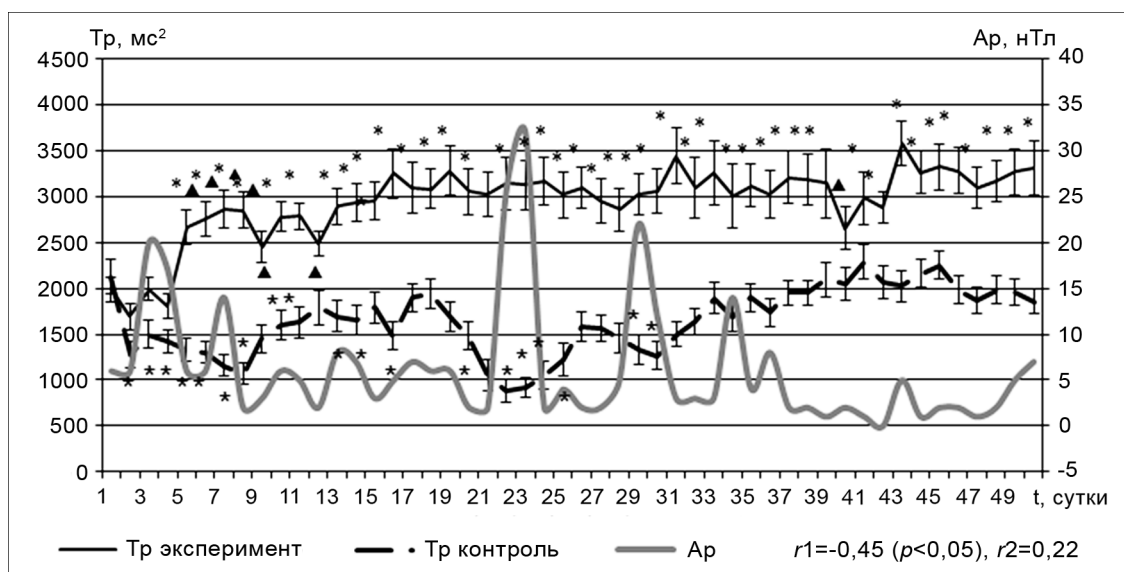


Рис. 2. Изменение TP CP (в мс^2) у испытуемых контрольной и экспериментальной групп под влиянием УДИПЧ и Ар-индекса (в нТл) в разные сроки наблюдения.

r_1 – значение ранговой корреляции Спирмена между значениями TP в контрольной группе испытуемых и значениями Ар; r_2 – между значениями TP в экспериментальной группе испытуемых и значениями Ар; остальные обозначения те же, что на рис. 1.

сит от внешних влияний, в частности гелиогеомагнитных факторов (см. рис. 1, 2).

Доказательством тесной взаимосвязи BCP испытуемых с вариациями гелиогеомагнитных факторов является корреляционный анализ (табл. 2), который позволил выявить скрытые связи между изученными показателями. Так, у волонтеров контрольной группы были зарегистрированы положительная корреляционная связь средней силы между Ар-индексом и Si ($r = 0,36$; $p < 0,05$), а также отрицательные корреляционные связи этого показателя со всеми спектральными компонентами CP (TP: $r = -0,45$; LF: $r = -0,40$; HF: $r = -0,39$; $p < 0,05$). Кроме того, нами зарегистрирована достоверная связь показателей BCP и чисел Вольфа (W) (Si: $r = 0,29$; TP: $r = -0,37$; $p < 0,05$; см. табл. 2). Необходимо отметить, что у испытуемых контрольной группы регистрировали тесную взаимосвязь всех компонентов BCP не только с индексами гелиогеомагнитной активности, но и между собой (см. табл. 2).

Согласно данным литературы [1, 11], ритмы гелиогеомагнитных показателей являются внешними синхронизаторами соответствующих эндогенных биологических ритмов. Поскольку ритмические колебания являются естественной характеристикой биологических объектов (на всех их уровнях – от клеточного до популяционного), легко представить, что их эндогенная (внутренняя) временная структура складывалась эволюционно под влиянием внешних природных ритмических синхронизаторов, к которым относятся вариации гелиогеофизических факторов.

Таким образом, у волонтеров контрольной группы наблюдалась своеобразная подстройка эндогенных ритмов к вариациям гелиогеофизических факторов.

Анализ динамики значений Ар-индекса, являющегося среднесуточной планетарной характеристикой возмущений геомагнитного поля, показал, что значения данного показателя в исследуемый период находились в среднем в диапазоне от 1 до 7 нТл, что, согласно данным литературы [13], соответствовало спокойному геомагнитному фону. Однако было зарегистрировано несколько случаев увеличения значений Ар на 3–4-е (17–20 нТл) сутки исследования, 22–23-и (26–32 нТл), 29–30-е (12–22 нТл) и 34-е (14 нТл) сутки (см. рис. 1, 2), которые в соответствии

с данными литературы [18] указывают на умеренное геомагнитное возмущение.

Заметим, что увеличение значений Si у испытуемых контрольной группы регистрировали уже за 1–2 дня до увеличения Ар-индекса, а на 22-е сутки исследования, когда были зарегистрированы максимальные значения Ар-индекса (26–32 нТл), соответствующие возмущенной геомагнитной обстановке, отмечали максимальные значения Si (180,9% ($p < 0,05$) от значений, полученных при фоновой записи BCP) и минимальные значения спектральных показателей CP (TP 41,3%; HF 69,9%; LF 58,9% ($p < 0,05$) от исходных значений). Полученные данные подтверждаются анализом зависимости BCP волонтеров от вариаций солнечной СА, численно выраженной в изменениях чисел Вольфа (W). Наибольшие изменения исследуемых показателей у испытуемых были зарегистрированы в среднем через 1–2 дня после существенных флюктуаций чисел Вольфа. В частности, максимальное снижение BCP испытуемых контрольной группы регистрировали на 22–23-и сутки исследования, в то время как наибольшие значения относительного числа солнечных пятен были отмечены на 20-е сутки и ($W = 177,67$), что согласно данным работы [19] можно классифицировать как высокий уровень СА.

В литературе подробно описаны случаи [2] хроноструктурных нарушений сердечно-сосудистой системы, которые сопровождаются резким падением сократительной функции сердца под воздействием СА, в частности магнитных бурь [2]. Так, в начале 90-х годов прошлого века Т. К. Бреус предложила гипотезу о влиянии СА на биологические объекты [20]. Согласно этой гипотезе, основанной на свойствах нелинейности биологических систем и их чувствительности к сигналам уровня шума, ритмы гелиогеомагнитных показателей являются внешними синхронизаторами биологических ритмов, которые сформировали соответствующие эндогенные ритмы биологических систем в процессе их эволюции. Вследствие этого реакция биологических объектов на сбои ритмов внешнего синхронизатора, в частности гелиогеомагнитную активность, должна быть адаптационной стресс-реакцией того же типа, что и адаптационный стресс, возникающий при трансконтинентальных перелетах из-за нарушения синхронизации фаз суточных ритмов с локальным временем.

Следовательно, полученные нами данные согласуются с литературными [2] и являются подтверждением того, что резкие флюктуации гелиогеомагнитных факторов изменяют ВСР здоровых испытуемых путем повышения напряжения механизмов вегетативного контроля сердечной деятельности и приводят в итоге к увеличению уровня стресса и снижению адаптационного потенциала организма волонтеров в ответ на данные колебания.

Поскольку с точки зрения функционально сложных систем наибольшими адаптационными возможностями обладает биологическая система с наибольшим числом степеней свободы, высокая степень зависимости ВСР волонтеров контрольной группы от индексов гелиогеомагнитной активности, по нашему мнению, обусловлена также достаточно жесткой связью всех компонентов ВСР волонтеров контрольной группы между собой. Это приводит к тому, что организм «подстраивается» под внешний, естественный датчик времени.

Изменение показателей вариабельности сердечного ритма у испытуемых экспериментальной группы под влиянием управляемого дыхания. Математический анализ исследуемых показателей ВСР у испытуемых экспериментальной группы позволил зарегистрировать достоверные изменения всех изученных показателей ВСР под влиянием 50-дневного УДИПЧ.

Так, методом вариационной пульсометрии у испытуемых экспериментальной группы уже с 6-х суток наблюдения было зарегистрировано значительное снижение значений Si на 17,2% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя, полученных в 1-е сутки исследования до УДИПЧ (см. рис. 1). Следует отметить, что наибольшее снижение значений этого показателя регистрировали на 7–12-е сутки исследования (к 12-м суткам значения Si составили 64,1% ($p < 0,05$) от исходных данных), после чего значения Si выходили на плато и до 50-х суток оставались в пределах 90–110 усл. ед. (см. рис. 1).

Хорошо известно, что Si характеризует степень преобладания симпатических влияний над парасимпатическими и уровень напряженности регуляторных систем [11]. Некоторыми авторами [8, 11] показано, что чем ниже Si, тем более выражены адаптационные возможности организма. Следовательно, снижение значений Si под воздействием УДИПЧ на частоте локализации максимального пика в LF-диапазоне СР свидетельствует об увеличении вагусных влияний на СР, снижении уровня напряженности регуляторных систем организма волонтеров.

Подтверждением полученных данных является анализ динамики показателя общей мощности спектра СР испытуемых экспериментальной группы, у которых было зарегистрировано достоверное увеличение значений ТР начиная с 4–5-х суток исследования. Так, максимальные значения ТР у этих волонтеров под влиянием УДИПЧ были зарегистрированы на 30-е сутки исследования и составили 173,2% ($p < 0,05$) от контрольных значений ТР, полученных в 1-е сутки до УДИПЧ. Следует заметить, что значения ТР у испытуемых этой группы выходили на плато примерно с 15-х суток и в дальнейшем изменялись незначительно (ТР в пределах 2453–3585 мс²; см. рис. 2).

ТР отражает суммарную активность вегетативных воздействий на СР. Вагусная активация обычно сопровождается увеличением ТР [8]. Поэтому рост ТР у испытуемых под влиянием УДИПЧ может быть связан с активацией вегетативного и уменьшением влияния центрального контура регуляции системы вегетативного управления сердцем (СВУС). Вместе с тем известно, что чем выше значения спектральных компонент СР, тем более выражены адаптационные возможности организма.

Таблица 2

Значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена ($p < 0,05$) между показателями СР и индексами гелиогеомагнитной активности испытуемых выделенных групп под влиянием 50-дневного курса УДИПЧ

Показатель	Контрольная группа					
	ТР	VLF	HF	LF	Si	Ap
VLF	–	–	0,57	0,84	-0,74	-0,45
HF	0,57	0,57	–	0,34	-0,37	-0,39
LF	0,84	0,84	0,34	–	-0,63	-0,40
Si	-0,74	-0,74	-0,37	-0,63	–	0,36
Ap	-0,45	-0,45	-0,39	-0,40	0,36	–
W	-0,37	–	–	–	0,29	–
Экспериментальная группа						
VLF	–	–	0,34	–	–	–
HF	0,34	0,34	–	–	–	–
LF	–	–	–	–	–	–
Si	–	–	–	–	–	–
Ap	–	–	–	–	–	–
W	–	–	–	–	–	–

Следовательно, полученные нами данные об увеличении общей мощности спектра СР и снижении Si у испытуемых экспериментальной группы под воздействием УДИПЧ свидетельствуют об увеличении адаптационного потенциала организма испытуемых посредством увеличения как вагусных, так и симпатических воздействий на сердце [14, 15].

Полученные данные согласуются с нашими более ранними данными [21], но и существенно дополняют их, поскольку до настоящего времени не проводились эксперименты с УДИПЧ такой продолжительности (максимально 10–14 дней). Заметим, что достоверное изменение изученных показателей происходит в среднем до 15-х суток применения УДИПЧ, а затем значения показателей практически не изменяются и выходят на плато.

Модификация связи показателей вариабельности сердечного ритма у испытуемых экспериментальной группы с вариациями гелиогеомагнитных факторов. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что у волонтеров, подвергшихся 50-дневному действию УДИПЧ, происходила существенная модификация зависимости ВСР от вариаций гелиогеомагнитных факторов, которая проявилась отсутствием существенных колебаний значений исследуемых показателей ВСР в дни резкого увеличения гелиогеомагнитной активности. Так, максимальный прирост значений ТР, а также снижение значений Si у этих испытуемых под влиянием УДИПЧ были зарегистрированы на 5-е сутки исследования и составили ТР 200,8%, Si 71,8% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя у испытуемых контрольной группы, а, начиная с 12-х суток, значения данных показателей выходили на плато и до 50-х суток оставались в пределах 90–110 усл. ед. (см. рис. 1, 2). Известно [11, 22], что увеличение значений показателей ТР и снижение Si напрямую связаны с увеличением адаптационных возможностей организма и снижением уровня напряженности регуляторных систем организма испытуемых за счет активации вегетативного и уменьшения влияния центрального контура регуляции СВУС на СР, что и было зарегистрировано в нашем исследовании у испытуемых экспериментальной группы под воздействием УДИПЧ.

Кроме того, результаты корреляционного анализа показывают, что у испытуемых экспериментальной группы под влиянием УДИПЧ было зарегистрировано существенное уменьшение статистически значимых ($p < 0,05$) связей между показателями ВСР и индексами гелиогеомагнитной активности (см. табл. 2). В частности, под влиянием УДИПЧ не было зарегистрировано корреляционных связей между Ар-индексом и LF-компонентой спектра СР и Ар-индексом и Si. Аналогичное разрушение корреляционных связей под влиянием УДИПЧ по сравнению с данными, полученными у испытуемых контрольной группы (см. табл. 2), было зарегистрировано между всеми показателями ВСР и числами Вольфа (W).

Отметим также значительное уменьшение у испытуемых экспериментальной группы под влиянием УДИПЧ количества достоверных корреляционных связей между всеми изученными показателями ВСР (см. табл. 2). В частности, произошло уменьшение значений корреляционной связи между значениями показателя мощности спектра СР в высокочастотном диапазоне (HF) со значениями общей мощности спектра СР (TP) на 40,35 % ($p < 0,05$) и мощностью спектра в очень низкочастотном диапазоне (VLF) на 40,35% ($p < 0,05$) по сравнению с данными, зарегистрированными в контрольной группе испытуемых, и полное разрушение этих связей с LF-компонентой спектра СР и Si (см. табл. 2).

Известно, что снижение уровня корреляции между параметрами различных систем организма является признаком благоприятной адаптации к действию факторов различной природы [23]. Вместе с тем под влиянием УДИПЧ произошло нарушение связи физиологических ритмов сердца с вариациями гелиогеомагнитных факторов. Это можно объяснить тем, что организм «переключается» на новый датчик времени – УДИПЧ, которое, по-видимому, оказывает на организм более сильное синхронизирующее действие, чем гелиогеомагнитные вариации, вызывая резонанс с ВСР испытуемых. Синхронизация ритмики физиологических процессов между собой и с внешними ритмизающими факторами является фундаментальным свойством биологических систем. Для реализации синхронизации необходимо, чтобы осциллирующая система обладала внутренним источником энергии, за счет которого происходят автоколебания. Тогда при попадании частоты внешнего сигнала в область синхронизации будет происходить «захват» частоты внешнего сигнала внутренним ритмом биосистемы [24].

Таким образом, приведенные результаты исследования свидетельствуют о том, что организм обладает способностью реагировать как на ритмические вариации, так и на возмущения геомагнитного поля. Можно с уверенностью заключить, что магнитные бури и СВ являются стресс-факторами, в ответ на которые в организме развивается стресс-реакция. При этом УДИПЧ модифицирует ВСР, увеличивает вагусные влияния на СР, снижает уровень напряженности регуляторных систем, модулирует влияние гелиогеомагнитных факторов на характеристики физиологических процессов, нивелируя неблагоприятное воздействие внешнего фактора электромагнитной природы на организм.

Результаты настоящего исследования имеют практическое значение для современной медицины и системы реабилитации, поскольку указывают на возможность применения метода УДИПЧ для коррекции неблагоприятных изменений функционального состояния организма, вызванных флюктуациями гелиогеомагнитной активности. Полученные данные позволяют рекомендовать курсовое применение управляемого дыхания с целью повышения адаптационного потенциала организма человека.

Выводы

1. ВСР здорового человека не является стационарным процессом, а зависит от гелиогеомагнитных факторов: резкие флюктуации гелиогеомагнитных факторов изменяют ВСР путем повышения напряжения механизмов вегетативного контроля сердечной деятельности, увеличения стресс-индекса на 45,2% ($p < 0,05$) и снижения спектральных компонентов сердечного ритма (TP на 24,8%; LF на 31,8%; HF на 17,2%; $p < 0,05$).

2. Резкие флюктуации гелиогеомагнитных факторов изменяют ВСР здоровых лиц путем повышения напряжения механизмов вегетативного контроля сердечной деятельности и приводят к увеличению уровня стресса и снижению адаптационного потенциала организма в ответ на данные колебания.

3. 50-дневный курс управляемого дыхания, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма, приводит к изменениям ВСР путем увеличения значений спектральных компонентов сердечного ритма (TP на 66,4%; LF на 67,3%; HF на 80,4%; $p < 0,05$) и снижения значений стресс-индекса на 29,3% ($p < 0,05$), что свидетельствует об увеличении адаптационного потенциала организма, снижении уровня напряженности регуляторных систем и уменьшении влияния центрального контура регуляции СВУС на сердечный ритм.

4. УДИПЧ модифицирует связь ВСР с вариациями гелиогеомагнитных факторов путем увеличения вагусных влияний на сердечный ритм, снижения уровня напряженности регуляторных систем; также происходит уменьшение зависимости СВУС от флюктуаций гелиогеомагнитной активности.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-06054.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев А.Н. Спутниковые системы сбора и обработки геомагнитных данных. В кн.: *Геомагнитные исследования*. М.: Радио и связь; 1982. 60–4.
2. Кубряк О.В. Восприятие сердцебиений и когнитивные аспекты кардиоритма: Монография. М.: Книжный дом «Либроком»; 2010.
3. Арушанян Э. Б. *Хронофармакология*. Ставрополь; 2000.
4. Ашофф Ю. *Обзор биологических ритмов*. М., 1984. 12–21.
5. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. *Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление*. М.: Техносфера; 2003.
6. Бреус Т.К., Конрадов А.А. Эффекты ритмов солнечной активности. В кн.: *Атлас «Временные вариации природных антропогенных и социальных процессов»*. / Под ред. Н.П. Лаврова. М.: 2003; т. 3.
7. Бреус Т.К., Раппопорт С.И. *Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты*. М.: Советский спорт; 2003.
8. Heart Rate Variability, Standard of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use / Task Force of the European Society of Cardiology, North America Society of Pacing Electrophysiology. *Eur. Heart. J.* 1996; 17: 1043–65.
9. Степанова С.И. *Биоритмологические аспекты адаптации*. М.: Наука; 1986.
10. Бирюкова Е.А. *Вариабельность сердечного ритма у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой*: Дисс. ... канд. биол. наук. Симферополь: Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского; 2010.
11. Баевский Р. М., Кирилов О. И. *Математический анализ сердечного ритма при стрессе*. М.: Наука; 1984.
12. Баевский Р.М., Барсукова Ж.Ю. *Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма: Методические рекомендации*. Владивосток: ДЦО АН СССР; 1989.
13. Амиантов А.С., Зайцев А.Н., Одинцов В.И., Петров В.Г. *Брошюра «Вариации магнитного поля Земли – база цифровых данных магнитных обсерваторий России за период 1984–2000 гг.»*. М.: ИЗМИРАН; 2001.
14. *Медико-биологические эффекты солнечной активности* / Комаров Ф.И., Бреус Т.К., Раппопорт С.И., Ораевский В.Н., Гурфинкель Ю.И., Халберг Ф., Корнелиссен Ж. М.; 1994: 37–50.
15. Наследов А. Д. *Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных: Учебное пособие [для вузов]*. СПб.: Речь; 2004.

16. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В. С. *Космическая погода и наша жизнь*. Фрязино: «Век 2»; 2004.
17. Жирков А.М., Щемелева Е.В., Каменева Е.Г. Элементы теории сложных систем при оценке влияния погодных факторов в экстренной медицине. В кн.: *Материалы Международной конференции «Погода и биосистемы»*. СПб.; 2006: 209–14.
18. Заболотная Н.А. *Индексы геомагнитной активности. Справочное пособие*. М.: Издательство ЛКИ; 2007.
19. Константиновская Л.В. Солнечная активность и циклы катастроф. В кн.: *Математические методы анализа цикличности в геологии*. М.: ГЕОС; 2008: 225–7.
20. Чибисов С.М., Ушкалова Е.А., Илларионова Т.С. Магнитные бури и профилактика осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы. В кн.: *Тезисы Международной конференции «Экология и здоровье XXI века»*. Ульяновск; 2001: 64–5.
21. Бирюкова Е.А., Чуян Е.Н., Богданова О.Д., Заячникова Т.В. Изменение синхронизации ритмических процессов в кардиореспираторной системе испытуемых под воздействием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой. *Перспективы медицины та біології*. (Луганск). 2010; 2(2): 15–8.
22. Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Заячникова Т.В. Влияние управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой на связь вариабельности сердечного ритма испытуемых с вариациями гелиогеомагнитных факторов. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2013; 26 (65) [3]: 211–22.
23. Пресман А. С. *Электромагнитные поля и живая природа*. М.: Наука; 1968.
24. Новиков Д.А., Новочадов В.В. *Статистические методы в медико-биологическом эксперименте: (типовые случаи)*. Волгоград: Издательство ВолГМУ; 2005.
25. Zaitsev A.N. Atellite systems of collecting and processing of geomagnetic data. In: *Geomagnetic researches [Geomagnitnye issledovaniya]*. M.: Radio and Communication. 1980; 60–4. (in Russian)
26. Kubryak O.V. *Perception of Heartbeat and Cognitive Aspects of the Heart Rate [Vospriyatie serdtshebieni i kognitivnye aspekty kardiioritma: Monografiya]*. Moscow: "Librokom"; 2010. (in Russian)
27. Arushanian E.B. *Hronofarmakology [Khronofarmakologiya]*. Stavropol'. 2000. (in Russian)
28. Ashoff J. *Review of biological rhythms [Obzor biologicheskikh ritmov]*. Moscow; 1984: 12–21. (in Russian)
29. Pikovsky A., Rozenblum M., Kurts J. *Synchronization. Fundamental nonlinear phenomenon [Sinkhronizatsiya. Fundamental'noe nelineynoe yavleniye]*. Moscow: Technosphere; 2003. (in Russian)
30. Breus T.K., Laverova N.P. Effects of rhythms of solar activity. In: *The Atlas "Temporary Variations of Natural Anthropogenous and Social Processes: Ed. N.P. Laverova" [Atlas «Vremennyye variatsii prirodnykh antropogennykh i sotsial'nykh protsessov»]*. / Pod red. N.P. Laverova]. Moscow: Poligraf service, 2003. (in Russian)
31. Breus T.K., Rappoport S.I. *Magnetic Storms: Medicobiological and Geophysical Aspects [Magnitnye buri: mediko-biologicheskie i geofizicheskie aspekty]*. Moscow: Sovetskiy sport, 2003. (in Russian)
32. Heart Rate Variability, Standard of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use / Task Force of the European Society of Cardiology, North America Society of Pacing Electrophysiology. *Eur. Heart. J.* 1996; 17: 1043–65.
33. Stepanova S.I. *Bioritmologicheskiye Adaptation [Bioritmologicheskiye aspekty adaptatsii]*. Moscow: Nauka, 1986. (in Russian)
34. Biryukova E.A. *Heart Rate Variability of Subjects with Different Types of Vegetative Regulation under the Influence of Controlled Breathing with Individually Chosen Frequency [Variabel'nost' serdechnogo ritma u ispytuemykh s raznym tipom vegetativnoy regulatsii pod vliyaniem upravlyаемого dykhaniya s individual'no podobrannoy chastotoy]*. Diss. Simferopol': Tavricheskiy natsional'nyy universitet imeni V.I. Vernadskogo, 2010. (in Russian)
35. Bayevsky R.M., Kirilov O.I. *Matematic Analysis of a Heart Rate at Stress [Matematicheskii analiz serdechnogo ritma pri stresse]*. Moscow: Nauka; 1984. (in Russian)
36. Bayevsky R.M., Barsukova Z.Z. *Assessment of a Functional Condition of an Organism on the Basis of the Mathematical Analysis of a Heart Rate: Manual [Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya organizma na osnove matematicheskogo analiza serdechnogo ritma: Metodicheskie rekomendatsii]*. Vladivostok: DCO AN SSSR; 1989. (in Russian)
37. Amiantov A.S., Zaitsev A.N., Odincov V.I., Petrov V.G. *The Brochure «Variations of a Magnetic field of Earth – Base of Figures of Magnetic Observatories of Russia During 1984–2000» [Broshyura «Variatsii magnitnogo polya Zemli – baza tsifrovyykh dannykh magnitnykh observatoriy Rossii za period 1984–2000 gg.»]*. Moscow: IZMIRAN, 2001. (in Russian)
38. *Medical and Biological Effects of Solar Activity [Mediko-biologicheskie efekty solnechnoy aktivnosti]* / Komarov F.I., Breus T.K., Rappoport S.I., Oraevskiy V.N., Gurfinkel' Yu.I., Khalberg F., Kornelissen Zh. Moscow; 1994: 37–50. (in Russian) См. Литературу, оформлена как книга
39. Nasledov A. D. *Mathematical Methods of Psychological Research. Analysis and Interpretation of Data: Education Guidance (for higher education institutions) [Matematicheskie metody psikhologicheskogo issledovaniya. Analiz i interpretatsiya dannykh: Uchebnoe posobie (dlya vuzov)]*. St. Petersburg: Rech'; 2004. (in Russian)
40. Vladimirskiy B.M., Temur'yants N.A., Martinyuk V. S. *Kosmos weather and our life [Kosmicheskaya pogoda i nasha zhizn']*. Fryazino: «Vek 2»; 2004. (in Russian)
41. Zhirkov A.M., Shchemeleva E.V., Kameneva E.G. Elements of the theory of difficult systems at an assessment of influence of weather factors in the emergency medicine. In: *Materials of the international conference "Weather and Biosystems" [Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii «Pogoda i biosistemy»]*. St. Petersburg; 2006: 209–14. (in Russian)
42. Zabolotnaya N.A. *Index of Geomagnetic Activity: Manual [Indeksy geomagnitnoy aktivnosti. Spravochnoe posobie]*. Moscow: Izdatel'stvo LKI, 2007. (in Russian)
43. Konstantinovskaya L.V. Solar activity and cycles of accidents. In: *Mathematical methods of the analysis of recurrence in geology [Matematicheskie metody analiza tsiklichnosti v geologii]*. Moscow: GEOS, 2008; 225–7. (in Russian)
44. Chibisov S.M., Ushkalova E.A., Illarionova T.S. Magnetic storms and prevention of complications from cardiovascular system In: *Ecology and health the XXI century [Ekologiya i zdorov'e XXI veka]*. Ulyanovsk; 2001: 64–5. (in Russian)
45. Biryukova E.A., Chuyan E.N., Bogdanova O.D., Zayachnikova T.V. The change of rhythmic process synchronization indicators of cardiovascular system under the influence of operated breath with individually picked up frequency. *Perspektivi meditsini ta biologii*. (Lugansk). 2010; 2(2): 15–8. (in Russian)
46. Chuyan E.N., Biryukova E.A., Zayachnikova T.V. *The controlled breath with individually picked up frequency influence on relation of the heart rate variability of examinees with variations of heliogeomagnetic factors. Scientific notes Taurida National V.I. Vernadsky the Biology, Chemistry Series [Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, khimiya»]*. 2013; 26 (65) [3]: 211–22. (in Russian)
47. Presman A. S. *Electromagnetic fields and live nature [Elektromagnitnye polya i zhivaya priroda]*. Moscow: Nauka; 1968. (in Russian)
48. Novikov D.A., Novochadov V.V. *Statistical Methods in Medicobiological Experiment: (Standard Cases) [Statisticheskie metody v mediko-biologicheskom eksperimente: (tipovye sluchai)]*. Volgograd: Izdatel'stvo VolGМУ; 2005. (in Russian)

Поступила 15.10.15

ОБЗОР

© КРУГЛОВА Л. С., ПОНИЧ Е. С., 2015

УДК 615.831.03:616.517

Круглова Л.С.¹, Пониц Е.С.²

Дифференцированное применение фототерапии при псориазе

¹Московский научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии, 119071, Москва; ²БУ ХМАО-Югры «Ханты-Мансийский клинический кожно-венерологический диспансер»

Для корреспонденции: Круглова Лариса Сергеевна, kruglovals@mail.ru

Статья носит обзорный характер и содержит современные данные об этиологии и патогенезе псориаза, методах его терапии. Среди терапевтических мероприятий при псориазе особое место занимает фототерапия. Современные стандарты лечения включают как традиционные методы ультрафиолетовой