

Д.А. ТУЖИЛКИН, А.С. БОРОДИН

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА¹

Представлены результаты комплексной оценки адаптивно-компенсаторных реакций сердечно-сосудистой системы человека в условиях типичной жизнедеятельности на изменения физических факторов окружающей среды. Определены параметры регрессионных моделей влияния физических полей окружающей среды.

Ключевые слова: параметры сердечно-сосудистой системы человека, влияние внешних факторов.

В естественной среде организм человека подвержен влиянию множества внешних воздействий, составляющих сложный динамический комплекс факторов. При этом степень биотропности этих факторов не имеет однозначной оценки. В настоящей работе предпринята попытка оценить воздействие физических факторов окружающей среды на организм человека, используя в качестве индикаторов вариации параметров сердечно-сосудистой системы (ССС).

Для этих целей проведено исследование группы волонтеров при их свободном поведении – 10 юношей и 12 девушек в возрасте от 19 до 22 лет, без нозологических отклонений. У волонтеров проводился суточный мониторинг электрокардиограммы в трех грудных отведениях методом холтеровского мониторирования. Из полученных данных выделялись вариации RR-интервалов, которые в дальнейшем рассматривались как зависимая переменная. Из физических полей окружающей среды, измеряемых синхронно с физиологическими параметрами, рассматривались геомагнитное поле (амплитуда X , Y и Z компонент), метеорологические параметры (температура, давление, влажность, скорость приземного ветра), инфразвуковые вариации давления в диапазоне от 0,01 до 32 Гц [1], разделенные на 6 октавных полос, основные параметры шумановского резонатора (ШР) – амплитуда, частота и добротность первых четырех мод в диапазоне от 6 до 32 Гц [2], интегральная мощность электромагнитного фона в 13 частотных полосах в диапазоне от 0,5 до 7 Гц альвеновского ионосферного резонатора (АИР) [3]. Измерение всех параметров производилось на сертифицированном оборудовании научно-образовательного центра «Физика ионосферы и электромагнитная экология» Томского государственного университета.

Определение всех статистических параметров анализируемых переменных проводилось на последовательных трехминутных интервалах суточного периода наблюдения, который для разных волонтеров соответствовал разным дням в период с августа 2008 по июнь 2009 г. Анализ влияния внешних факторов на существенные временные и спектральные переменные состояния ССС [4] проводился по всей группе волонтеров на основе методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа. Для исключения влияния неоднородности состава групп на результаты их сравнения проведена стандартизация по суточным данным всех показателей для каждого волонтера. Кроме того, на основе дневников волонтеров, данные анализировались не только по суточным интервалам, но и отдельно – для дневного и ночного.

Рассчитанные в ходе множественного регрессионного анализа зависимости вариаций показателей ССС от параметров внешних физических полей позволили определить общие коэффициенты их детерминации, представленные в таблице. Как видно, временные показатели активности ССС имеют больший коэффициент детерминации на суточном интервале по сравнению с дневным

Значения коэффициента множественной детерминации влияния комплекса внешних факторов на временные и спектральные параметры ССС

Временной интервал	mRR	SDNN	MSD	rMSSD	PNN50	ULF	VLF	LF	HF
Сутки	0,47	0,17	0,36	0,25	0,35	0,11	0,15	0,26	0,13
День	0,28	0,14	0,24	0,17	0,23	0,10	0,16	0,20	0,14
Ночь	0,28	0,20	0,27	0,22	0,26	0,15	0,21	0,17	0,16

и ночным. Это, наиболее вероятно, связано с тем, что суточный ход вариаций исследуемых переменных характерен для всех исследуемых переменных. Кроме того, значения коэффициента детерминации на ночном интервале выше, чем на дневном, – это можно объяснить тем, что ночью

¹ Работа проведена при поддержке грантов РФФИ № 11-05-90725-моб_ст и 12-05-90713 -моб_ст.

волонтеры находились в состоянии покоя и дневная двигательная активность не зашумляет общую картину влияния внешних факторов на сердечно-сосудистую деятельность.

На основе рассчитанных коэффициентов множественной регрессии этих показателей (таблица) от рассматриваемых независимых переменных можно определить их временную динамику. На рис. 1 и 2 представлены примеры таких графиков для двух переменных – mRR и SDNN [4] на временном интервале около трех суток, соответствующих экспериментальным данным трех волонтеров. Аналогично можно отобразить эти оценки для любого произвольного интервала времени и для любой зависимой переменной. В данном случае mRR_st, SDNN_st – стандартизованные показатели mRR и SDNN, а mRR_st_dubl и SDNN_st_dubl – соответствующие им восстановленные переменные. Как видно из графиков, наблюдается хорошее качественное и количественное согласие исходных и оцененных временных рядов.

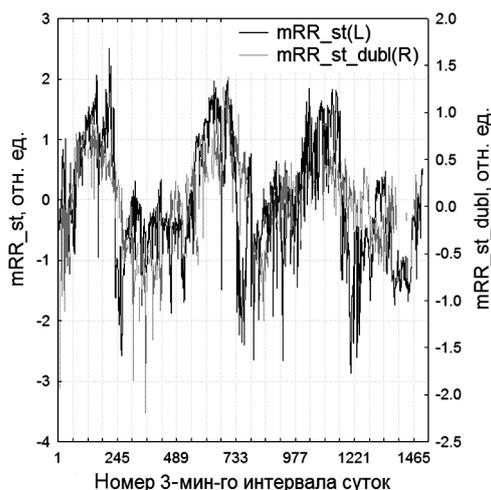


Рис. 1. Фрагмент характерной динамики показателя mRR_st и его регрессионной оценки

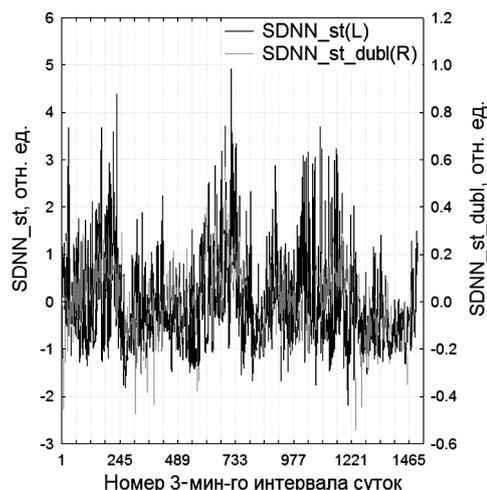


Рис. 2. Фрагмент характерной динамики показателя SDNN_st и его регрессионной оценки

Исходя из рассчитанных коэффициентов парциальной корреляции, к наиболее важным параметрам внешних физических полей, способных оказывать влияние на ССС, следует отнести восточную компоненту геомагнитного поля Y , температуру T и влажность воздуха U , частоту первой моды ШР, первую полосу инфразвука и первую частотную полосу АИР. При этом наиболее значимой оказывается именно восточная компонента магнитного поля Y , что подтверждает ранее полученные результаты [5].

Наличие корреляции с частотой первой моды ШР, первой частотной полосой АИР, а также первой полосой инфразвука, не известные ранее в литературе, представляет интерес для дальнейших наблюдений, так как частоты этих параметров совпадают с частотами внутренних ритмов организма человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Провоторов Д.С., Соловьев А.В. // Контроль окружающей среды и климата: материалы VII Всерос. симп. – 2010. – С. 237–238.
2. Деревянных А.А., Колесник А.Г., Колесник С.А. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9/3. – С. 266–267.
3. Колесник А.Г., Колесник С.А., Колмаков А.А., Чернышев И.В. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9/3. – С. 77–81.
4. Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р. Суточное мониторирование ЭКГ: пер. с англ. – М.: Медпрактика, 1998. – 204 с.
5. Апраткина М.Л., Бородин А.С., Тужилкин Д.А. // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: сб. трудов VI Междунар. науч.-практич. конф. – 2010. – С. 22–25.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
E-mail: dmitry-88@mail.ru

Поступила в редакцию 15.06.12.