

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У МОЛОДЕЖИ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА

^{1,2}Полякова Е.В., ³Мырцева Е.А., ^{3,4}Поскотинова Л.В.

¹*Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск, e-mail: lenpo26@yandex.ru;*

²*Центр космического мониторинга Арктики Северного Арктического федерального университета им. М.В. Ломоносова, Архангельск;*

³*Северный Арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, e-mail: myrtseva.elena@gmail.com;*

⁴*Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельск*

Под термином «космическая погода» в настоящее время понимается состояние всех слоев околоземного космического пространства в любой заданный отрезок времени, которое определяется активными явлениями на Солнце. В работе освещены новые данные о направленности взаимосвязи показателей сердечно-сосудистой системы и космической погоды определенного периода (2013-2014 гг.) с учетом сезона года и времени изменения факторов космической погоды у молодых людей в условиях Севера. Наиболее эффективным для ежедневного мониторинга является определение показателей систолического и диастолического артериального давления, а также частоты сердечных сокращений. У практически здоровых молодых людей в большинстве случаев устанавливается статистически значимая связь изменений факторов космической погоды и показателей сердечно-сосудистой системы как в период минимальной солнечной активности (декабрь), так и в период ее нарастания (апрель). В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее значимое влияние на показатели сердечно-сосудистой системы в сезон декабря оказали солнечная активность и геомагнитная активность, в сезон апреля – солнечная активность и интенсивность космических лучей.

Ключевые слова: космическая погода, сердечно-сосудистая системы, Архангельск

INFLUENCE OF COSMIC WEATHER ON THE INDICATORS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF THE YOUNG PEOPLE IN ARKHANGELSK CITY

^{1,2}Polyakova E.V., ³Myrtseva E.A., ^{3,4}Poskotinova L.V.

¹*The Institute of ecological problems of the North UD RAS, Arkhangelsk, e-mail: lenpo26@yandex.ru;*

²*Space Monitoring Center of the Arctic NARFU, Arkhangelsk;*

³*Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, e-mail: myrtseva.elena@gmail.com;*

⁴*Institute of environmental physiology UD RAS, Arkhangelsk*

The term «space weather» is now understood the status of all layers of near-Earth space at any given period of time, which is determined by the active phenomena on the Sun. In the article highlighted the new data on the direction of the relationship indicators of the cardiovascular system, and space weather a certain period (2013-2014 years), taking into account the season and the time of change of space weather in young people in the North. The most effective for the daily monitoring is to determine the systolic and diastolic blood pressure, and heart rate. In healthy young people, in most cases, set a statistically significant correlation of space weather changes and indicators of the cardiovascular system in a period of minimum solar activity (December) and during the period of its rise (April). The studies revealed that the most significant effect on the cardiovascular system in the season of December was solar and geomagnetic activity, in the season of April – the solar activity and the intensity of cosmic rays.

Keywords: space weather, the cardiovascular system, Arkhangelsk city

Под термином «космическая погода» в настоящее время некоторые авторы понимают состояние всех слоев околоземного космического пространства (магнитосферы, ионосферы, тропосферы, термосферы) в любой заданный отрезок времени, которое определяется активными явлениями на Солнце [9]. Поверхность Земли защищена от капризов космической погоды защитными оболочками. Самая внешняя из них – магнитосфера. Все области магнитосферы являются средой протекания многообразных плазменных процессов, среди которых важную роль играют различные механизмы ускорения частиц,

в результате чего в магнитосфере есть обширные области, заполненные «местными» космическими лучами («пояса радиации»). Наиболее сильные магнитосферные возмущения связаны с приходом к Земле плазменного облака, выброшенного в межпланетное пространство при развитии достаточно сильной хромосферной вспышки. Комплекс явлений, которые при этом развиваются, называют «магнитной бурей». Мнение о зависимости самочувствия от магнитных бурь уже твердо устоялось в общественном сознании. Сегодня оно подтверждается и статистическими, и клиническими исследованиями. Челове-

ческий организм реагирует на атмосферную температуру, магнитные возмущения и атмосферное давление [1, 5].

Информация о связи с солнечной активностью (геомагнитной возмущенностью) физиологических, биохимических и прочих показателей организма человека черпается из анализа различных обследований, проводимых с той или иной конкретной целью. Они ясно демонстрируют, что на изменения «космической погоды» реагируют все подсистемы организма, одновременно обычно фиксируется реакция и на изменения «обычной» погоды. Наиболее чувствительной к изменениям космической погоды является сердечно-сосудистая система (ССС).

Молодежь является движущей силой развития как страны в целом, так и особенно приарктических территорий. Уровень здоровья молодежи предопределяет степень социального, экономического развития региона и его демографического ресурса.

Таким образом, необходимо изучать чувствительность сердечно-сосудистой системы у молодых лиц к факторам космической погоды с учетом индивидуальных вариантов реактивности СССР.

Характеристика района исследования

Условия, в которых располагается г. Архангельск, характеризуются природной экстремальной активностью. Архангельск расположен в устье реки Северная Двина в 30-35 км от её впадения в Белое море. Климат города умеренный, морской с продолжительной умеренно холодной зимой и коротким прохладным летом. Он формируется под воздействием северных морей и переносов воздушных масс с Атлантики в условиях малого количества солнечной радиации. Средняя температура января – –12,8°C, июля – +16,3°C. За год выпадает 607 мм осадков. Среднегодовая температура +1,3°C. Для Архангельска характерны частые перемены погоды, высокая влажность воздуха и большое количество дней с осадками. Административно является центром Приморского района и столицей Архангельской области. Согласно Постановления Правительства РФ от 27.11.1991 № 25 относится к местностям, приравненным к районам Крайнего Севера.

Материалы и методы исследования

Наиболее эффективным для ежедневного мониторинга является определение показателей систолического артериального давления (САД, мм.рт.ст.), диастолического артериального давления (ДАД, мм.рт.ст) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин.). Измерения проводились при помощи электронного тонометра фирмы MediTech MT-30 (США). Все полученные показатели сопоставлялись с данными космической погоды: Ар-индекс – мера изменчиво-

сти геомагнитного поля, равный средней амплитуде вариаций геомагнитного поля по земному шару за сутки (измеряется в нанотесла); F10.7 – показатель солнечной активности, индекс потока солнечного радиоизлучения на волне 10.7 см (частота 2800 МГц); интенсивность космических лучей (ИКЛ) – вариации потоков частиц высокой энергии, приходящих, в основном, из-за пределов Солнечной системы. Данные о показателях космической погоды получены с официального сайта «Универсальный мониторинг экологического здоровья» (<http://www.umon.org.ua>).

Для выявления взаимосвязи показателей СССР с факторами космической погоды были обследованы 10 добровольцев в возрасте от 17 до 23 лет без признаков острых или обострения хронических заболеваний, а также артериальной гипертензии. Все обследования проведены в динамике периодов декабрь (период минимальной солнечной активности) и апрель (период нарастания солнечной активности). Измерения проводились в два этапа: ежедневно в утреннее время (с 8 до 9 часов) с 1 по 30 декабря 2013 года и с 1 по 30 апреля 2014 года в г. Архангельске. Для обработки результатов использовались компьютерные программы статистической обработки «Excel» и «Statistica 6.0». Учитывались статистически значимые коэффициенты корреляций Спирмена ($p < 0,05-0,001$) после удаления линейного тренда из выборки значений. Оценивались коэффициенты корреляции показателей СССР с данными космической погоды в день измерений показателей СССР.

Результаты исследования и их обсуждение

Суровость климата Европейского Севера определяется длительным периодом воздействия холода, резким фотопериодизмом – от светового голодания в период «биологических сумерек» и «биологической тьмы» до избытка инсоляции во время «белых ночей». Оценка биоритмических характеристик сердечно-сосудистой системы человека и поиск механизмов адаптации актуальны не только в связи с повышенной степенью уязвимости ее под действием различных факторов Севера, но и по причине высокого уровня заболеваемости и смертности, наблюдающегося в последние годы. Повышение показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений в дни изменений факторов космической погоды можно расценивать с позиции усиления мобилизационных ресурсов организма, повышения возбуждающих влияний на сердечную деятельность со стороны центральной нервной системы и симпатического отдела вегетативной нервной системы. Значительное снижение данных показателей СССР в дни космических событий (геомагнитная возмущенность, вспышечная активность Солнца), может свидетельствовать о включении механизмов экономизации расходования функциональных резервов организма, процессов торможения в центральной нервной системе и активизации парасимпатических влияний на СССР. В некоторых случаях такие

состояния могут сопровождаться истощением энергетических ресурсов, чувством повышенной утомляемости [6].

Сезонные изменения погодных условий, вызывая сдвиги со стороны показателей гемодинамики, являются постоянно движущим внешним фактором, особенно для человека, живущего в условиях холодного климата [3]. Наибольший интерес вызывает изучение комплексного подхода при рассмотрении реакций организма человека на сезонные факторы. Значимым ритмообразующим фактором является фотопериодизм, который определяет цикличность биологических функций, состояние функциональных систем организма, выявления экологически обусловленных региональных норм реакции организма в различные сезоны года [3, 7, 10].

В таблице приведены средние значения измерений показателей ССС для группы испытуемых и факторов космической погоды, на рис. 1 приведено визуальное отображение полученных данных.

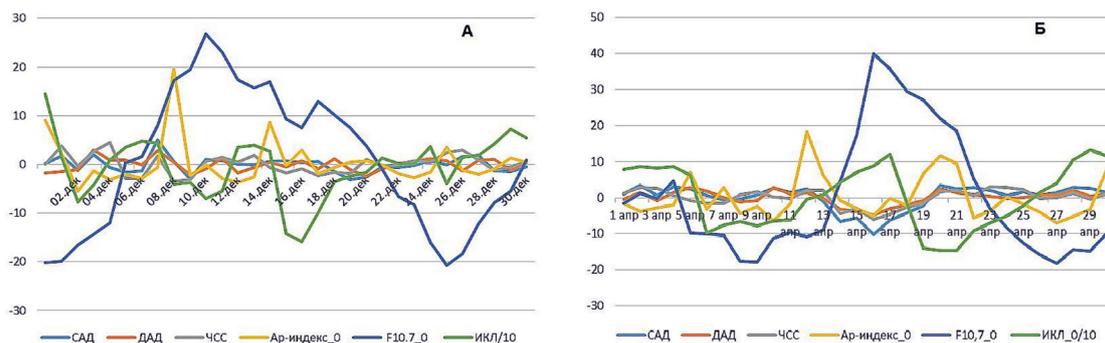
У практически здоровых молодых людей г. Архангельска в целом отмечается взаимосвязь между показателями ССС и изменениями факторов космической погоды. В период минимальной солнечной активности (декабрь) наиболее значимое влияние на показатели ССС оказывают солнечная (F10.7) и геомагнитная (Ар-индекс) активность (рис. 1, А). В период нарастания солнечной активности (апрель) наиболее значимое влияние на показатели ССС оказывают солнечная активность и интенсивность космических лучей (рис. 1, Б).

Выводы

В современной биоритмологии актуальна проблема изучения индивидуальной чувствительности к факторам космической погоды. Любая регуляторная система откликается на факторы окружающей среды. Сердечно-сосудистая система является одной из наиболее чувствительных к действию внешних факторов среды.

Средние значения измерений показателей ССС у группы испытуемых и факторов космической погоды

Декабрь / Апрель, дни	САД	ДАД	ЧСС	Ар-индекс_0	F10.7_0	ИКЛ/10
1	1,6759 / 1,10488	-1,498 / -0,313	3,749 / 1,211	2,316 / -1,671	-19,918 / -1,572	1,593 / 7,836
2	-1,120 / 3,398	-1,095 / 1,445	-0,302 / 2,924	-5,506 / -3,763	-16,616 / 1,134	-7,688 / 8,576
3	1,937 / 0,689	3,012 / -0,852	2,714 / 2,637	-1,327 / -2,854	-14,315 / -0,160	-4,169 / 8,215
4	-0,673 / 2,96791	0,897 / 1,386	4,508 / 0,623	-3,149 / -1,946	-12,013 / 4,546	0,850 / 8,555
5	-1,542 / 2,35755	0,892 / 2,735	-2,832 / -0,725	-1,971 / 6,962	0,288 / -9,748	3,469 / 6,194
6	-1,286 / 0,52496	-0,015 / 1,751	-2,818 / -1,628	-2,793 / -3,129	1,590 / -10,041	4,789 / -9,866
7	5,070 / -0,52984	2,878 / -0,011	1,696 / -1,531	-0,615 / 2,779	7,891 / -10,335	4,408 / -7,626
8	0,676 / -0,36243	0,420 / -1,106	-3,389 / 0,900	19,564 / -4,313	17,193 / -17,629	-4,073 / -6,687
9	-3,018 / 0,91609	-2,137 / -0,868	-3,075 / 1,663	-2,258 / -2,404	19,494 / -17,923	-3,654 / -7,747
10	1,038 / 2,596	-0,844 / 2,823	0,639 / 0,286	-0,080 / -6,496	26,796 / -9,511	-7,035 / -6,308
11	0,694 / 1,329	1,248 / 0,937	1,453 / -0,130	-2,902 / -1,588	23,097 / -9,511	-5,416 / -6,268
12	0,050 / 2,362	-1,759 / 1,451	0,501 / 2,054	-3,724 / 18,321	17,399 / -10,805	3,503 / -0,329
13	-0,094 / -1,005	-0,666 / -0,234	1,848 / 2,038	-2,545 / 6,229	15,700 / -9,099	3,922 / 0,811
14	0,662 / -6,572	0,426 / -3,220	-0,604 / -4,378	8,633 / -0,863	17,002 / 4,607	2,641 / 4,251
15	0,818 / -5,538	-0,481 / -3,806	-1,790 / -2,994	-0,189 / -2,954	9,303 / 17,314	-14,239 / 7,090
16	0,374 / -10,205	0,712 / -4,891	-0,976 / -5,910	2,989 / -5,046	7,605 / 40,020	-15,920 / 8,930
17	0,630 / -6,172	-0,896 / -3,077	-2,304 / -4,626	-1,833 / -0,137	12,906 / 35,726	-9,901 / 12,069
18	-1,514 / -4,139	1,197 / -1,963	-1,548 / -2,642	-0,655 / -2,229	10,207 / 29,432	-3,482 / -1,591
19	-3,158 / -2,106	-1,111 / -0,848	-1,833 / -1,658	0,524 / 6,679	7,509 / 27,138	-2,463 / -13,951
20	-2,502 / 3,527	-2,418 / 2,366	0,981 / 1,626	0,702 / 11,588	3,810 / 21,844	-1,644 / -14,712
21	-0,446 / 2,461	-0,925 / 1,480	-0,305 / 2,010	-0,120 / 9,496	-0,888 / 18,550	1,375 / -14,572
22	-0,690 / 2,794	0,167 / 0,895	-0,091 / 0,694	-1,942 / -5,596	-6,587 / 5,256	0,194 / -9,233
23	-0,234 / 2,027	0,660 / 0,509	0,723 / 3,078	-2,764 / -3,687	-8,285 / -3,037	0,014 / -6,993
24	0,822 / 0,660	1,153 / -0,177	0,538 / 2,862	-1,585 / 0,221	-15,984 / -8,331	3,633 / -5,054
25	-0,022 / 1,693	0,745 / 0,038	2,352 / 2,246	3,593 / -1,871	-20,682 / -12,625	-3,948 / -2,214
26	1,534 / 0,526	-1,362 / 0,852	2,966 / -0,170	-1,229 / -3,962	-18,381 / -15,919	1,471 / 1,426
27	1,890 / 1,360	0,831 / 0,666	0,880 / 0,014	-2,051 / -7,054	-12,079 / -18,213	1,890 / 3,965
28	-1,354 / 2,893	1,023 / 2,081	-1,206 / 1,198	-0,873 / -5,146	-7,778 / -14,507	4,209 / 10,405
29	-1,498 / 2,575	-1,184 / 0,326	-0,428 / -0,458	1,306 / -3,237	-5,476 / -14,801	7,328 / 13,244
30	-0,542 / 1,390	0,409 / 1,118	0,552 / 0,979	0,484 / 7,671	0,825 / -10,095	5,447 / 11,584



Результаты исследования в период декабрь 2013 г. (А) апрель 2014 г. (Б)

В Архангельской области всегда был высокий уровень патологии ССС по сравнению с уровнем заболеваемости в средних широтах страны [4]. Заболевания ССС, особенно ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертония, стали в последние десятилетия наиболее распространенными причинами ранней инвалидизации и смертности трудоспособного населения Севера. Одной из важных особенностей течения этих заболеваний на Крайнем Севере является сезонное обострение патологии в декабре-январе и марте-апреле. Многочисленные исследования выявили, что основным экстремальным фактором, отрицательно влияющим в эти периоды на состояние больных, становятся геомагнитные возмущения и их крайние проявления – геомагнитные бури. Это связано с тем, что максимальные колебания геомагнитного поля наблюдаются в поясе, концентричном с полюсом однородной намагниченности, между 60 и 70 градусами геомагнитных широт. Поэтому наибольшее усиление биологических эффектов в период геомагнитных бурь отмечается в этой зоне или вблизи нее. Периоды, совпадающие с декабрем-январем и мартом-апрелем, характеризуются наиболее мощными всплесками геомагнитной активности. Отмечено, что в эти периоды увеличения геомагнитной активности чаще всего возникают инсульты и гипертонические кризы, нарастает число обострений ишемической болезни сердца, нередко приводящих к инфаркту миокарда [2, 6, 8].

В результате проведенных исследований выявились следующие закономерности:

1. У практически здоровых молодых людей г. Архангельска в большинстве случаев выявлена статистически значимая связь изменений факторов космической погоды и показателей ССС как в период минимальной солнечной активности (декабрь), так и в период ее нарастания (апрель);

2. В сезон декабря наиболее значимое влияние на показатели ССС оказали солнечная и геомагнитная активность. С увеличением геомагнитной активности происходило повышение показателей ССС; соотношения солнечной активности и показателей ССС были разнонаправленными;

3. В сезон апреля наиболее значимое влияние на показатели ССС оказали солнечная активность и интенсивность космических лучей.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Магнитное поле земли и организм человека // Экология человека. – 2005. – № 9. – С. 3–9.
2. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. – 2002. – №2. – С. 70–82.
3. Варламова Н.Г. Адаптивные особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у жителей Севера // XVIII съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл. – Казань. – 2001. – С. 490–491.
4. Дობродеева Л.К. Эколого-физиологические подходы в решении вопросов районирования северных территорий // Экология человека. – 2010. – № 10. – С. 3–11.
5. Зенченко Т.А., Йорданова М., Поскотнинова Л.В., Медведева А.А., Аленикова А.Э., Хорсева Н.И. Синхронизации сердечного ритма человека с геомагнитными пульсациями P_{c5} на разных широтах // Биофизика. – 2014. – Т. 59. – №6. – С. 1186–1194.
6. Кривошеков С.Г. Биоритмологические маркеры дизадаптации при вахтовом труде на Севере // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2012. – №1. – Т.98. – С. 57–71.
7. Рожков В.П., Белишева Н.К., Мартынова А.А., Сорoko С.И. Психофизиологические и кардиогемодинамические эффекты гелиогеомагнитных и метеорологических факторов у человека в условиях заполярья // Физиология человека. – 2014. – №4. – С. 51–64.
8. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Безпрозванная Е.А. Асимметрии функциональной активности полушарий мозга и обеспечение эффективной адаптации к геоэкологическим факторам высоких широт // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – №2. – С. 308–311.
9. Magalhaes R., Silva M.C., Correia M., Bailey T. Are stroke occurrence and outcome related to weather parameters? Results from a population-based study in northern Portugal // Cerebrovascular Diseases. – 2011. – Vol. 32(6). – P. 542–551.
10. Polyakov V., Trofimov A. Biorhythmological and clinico-functional features of arterial hypertension under geoeological conditions of the North // Alaska Medicine. – 2007. Vol. 49. – P. 120–126.