

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ И ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Рагульская М. В., Вишневецкий В.В., Григорьев П. Е., Самсонов С.Н., Хабарова О.В.

С целью изучения влияния космической и обычной погоды на организм человека в течение 2003-2008 проведен одновременный разноширотный геомедицинский мониторинг в г. Москва, Киев, Санкт-Петербург, Якутск, Симферополь, София. Выявлено, что обитатели южных широт наиболее чувствительны к изменениям метеорологических параметров. В северных широтах, напротив, наиболее биоэффективными оказываются космо- и геофизические факторы.

Ключевые слова: биотропное воздействие космической погоды, адаптация человека

ВВЕДЕНИЕ

С расстояния в несколько земных диаметров магнитное поле Земли близко к полю диполя со смещенными относительно географических полюсов магнитными полюсами и центром. Геомагнитные полюса отстоят от географических на 11,5 градусов. Напряженность постоянного геомагнитного поля возрастает от магнитного экватора к магнитным полюсам с 33,4 до 55,7 А/м. Средняя величина магнитной индукции вблизи земной поверхности составляет около 50 мкТл. Однако, по мере приближения к поверхности планеты, выявляется все большее количество крупномасштабных и локальных магнитных аномалий, из которых самые крупные – Бразильская, Канадская, Сибирская. Во взаимодействии с солнечным ветром, магнитное поле Земли создает вокруг планеты сложное несимметричное пространственное распределение электромагнитных полей и потоков заряженных частиц – магнитосферу Земли (см. **Рисунок 1**). Замкнутые линии геомагнитного поля создают ловушку для заряженных частиц космического и земного происхождения, формируя таким образом радиационные пояса Земли, и в том числе – ионосферу. Электрические токи, протекающие в магнитосфере и ионосфере, создают переменную компоненту магнитного поля Земли, составляющую всего около 1 % от постоянного поля. Но именно переменная компонента геомагнитного поля реагирует на изменения космофизических факторов (таких как например, как плотность и скорость солнечного ветра) и именно возмущенные вариации переменного магнитного поля Земли принято называть магнитными бурями. Во время магнитных бурь амплитудно-частотные характеристики переменного геомагнитного поля могут меняться на порядок величины, возрастая до единиц мкТл, причем амплитуда магнитных бурь также возрастает с увеличением географической широты.

Другим крупномасштабным фактором, безусловно влияющим на текущее состояние здоровья и психологической устойчивости человеческой популяции является изменение погодных условий. Так например, уровень инсоляции и продолжительность светового дня определяют интенсивность выработки гормона мелатонина, являющегося прямым регулятором ритмов сна и бодрствования, а

также косвенным регулятором уровня сексуальной активности. В результате длительное отсутствие солнечных дней, наблюдаемое в последние несколько лет в осенне-зимний период в центральной России, приводит к сезонному возрастанию немотивированной агрессии населения на фоне общего снижения работоспособности.

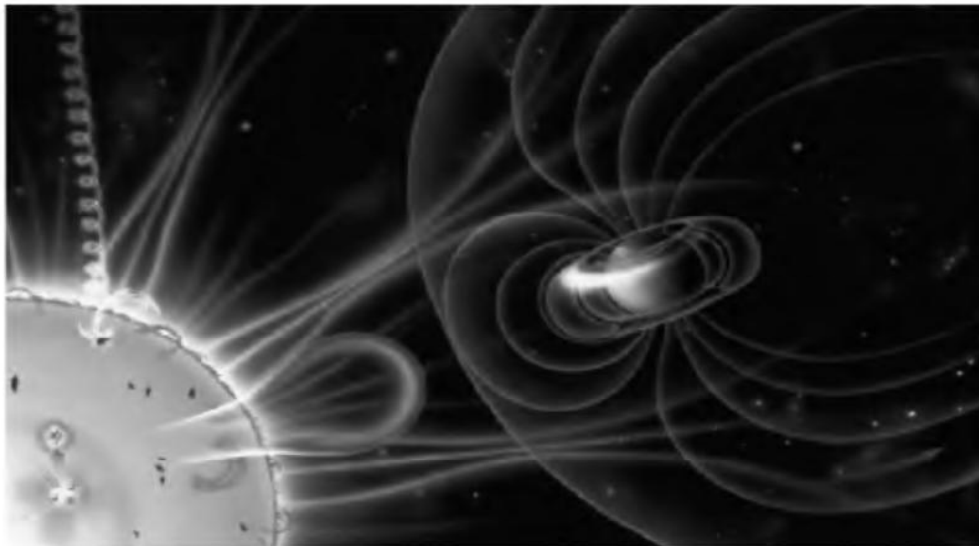


Рис. 1. Воздействие солнечного ветра на магнитосферу Земли

Вопрос об особенностях и относительной степени влияния погоды и космофизических факторов на организм человека дискутируется в течение многих лет. На данный момент достигнут определенный успех в понимании и предупреждении последствий экстремальных погодных событий, однако вопрос об особенностях и последствиях ежедневного, неэкстремального влияния изменений окружающей среды на человека до сих пор изучен слабо. Наша межинститутская научно-исследовательская группа проводит параллельный эксперимент в Баку, Софии, Одессе, Киеве, Симферополе, Москве, Санкт-Петербурге и Якутске в рамках международного сотрудничества и пытается ответить на следующие вопросы:

1. В одинаковой ли степени влияет окружающая среда на человека в разных точках земного шара?
2. Как мы реагируем на обычные, неэкстремальные изменения окружающей среды?
3. Являются ли погодные условия единственным сильнодействующим фактором внешней среды или есть и другие (например, изменения геомагнитной обстановки), столь же важные для здоровья человека?
4. Есть ли общие аналитические закономерности поведения сердечно-сосудистой системы при слабом внешнем воздействии в различных географических широтах?

1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ – ДЛИТЕЛЬНЫЙ ОДНОВРЕМЕННЫЙ ГЕОМЕДИЦИНСКИЙ МОНИТОРИНГ НА РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ШИРОТАХ

Для обеспечения полноты и воспроизводимости результатов разноширотных мониторингов необходимо выполнение 8 одновременных требований к подобным экспериментам: требования длительности общего времени пространственно-распределенного мониторинга в сочетании с единством места, времени суток, оборудования, а также неинвазивности и постоянства группы обследуемых, с оптимизацией длительности единичного шага измерений. Мы использовали несколько методов получения мониторинговых рядов данных: измерения артериального давления и пульса [4], метод измерения электрической проводимости акупунктурных точек (электроакупунктурный метод Р.Фолля [5], см. <http://helios.izmiran.rssi.ru/helioecology/index.html>), снятие и анализ 1-го отведения ЭКГ в 4-х последовательных состояниях в рамках проекта «Гелиомед» (в покое, после психотеста, после пробы Руфье, после 10 мин отдыха [6]), субъективная оценка своего состояния самими обследуемыми по 5-бальной системе, а также численное моделирование деятельности сердца. Особенность проекта «Гелиомед» - проведение длительного научного гелиофизического мониторинга физиологических параметров организма человека и окружающей среды на базе распределенной по различным городам телекоммуникационной сети научных центров, работающих на едином оборудовании и по единому протоколу исследований с он-лайн регистрацией текущих данных на едином портале сервере (Схему эксперимента смотри на Рисунке 2).



Рис 2. Организационная схема проекта «Гелиомед»

Описание проекта «Гелиомед» представлено на сайте <http://geliomed.immsp.kiev.ua>. Все измерения по всем методикам проводятся **ежедневно** на **постоянной** группе функционально здоровых обследуемых. Метод Р.Фолля весьма чувствителен к текущему состоянию различных органов и систем организма человека, позволяя численно выражать так называемый коллективный "статус здоровья"[7], а изучение динамики поведения кардисигнала в фазовом пространстве при воздействии различных внешних факторов позволяет подробнее рассматривать индивидуальные особенности разноширотных процессов адаптации. Все полученные данные сравнивались с параметрами космической погоды и локальными метеорологическими параметрами. За 10 лет мониторинга прошел полный цикл солнечной активности, от минимума 1997 г до минимума 2008 г с максимумом в 2000-2001 гг, при этом общая экспериментальная база данных по различным городам составляет более 500 000 измерений на фоне более 380 магнитных бурь.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

Зависимости между атмосферными параметрами и параметрами сердечно-сосудистой системы (а также "статусом здоровья") существенно нелинейны (см. **Рисунок 3**, 2006 год, 3-мерное распределение средней по группе частоты сердечных сокращений в Москве и Софии в зависимости от температуры и давления одновременно). Зеленым цветом выделены области благоприятного существования, коричневым – неблагоприятного. Из рисунка 3 видно наличие нескольких областей благоприятного существования, свидетельствующих о разнообразии приспособительных реакций организма человека на разных широтах, а также положительная тренирующая роль более неблагоприятных погодных условий на широте Москвы, обеспечивающая более гладкую квадратичную зависимость исследуемого функционала.

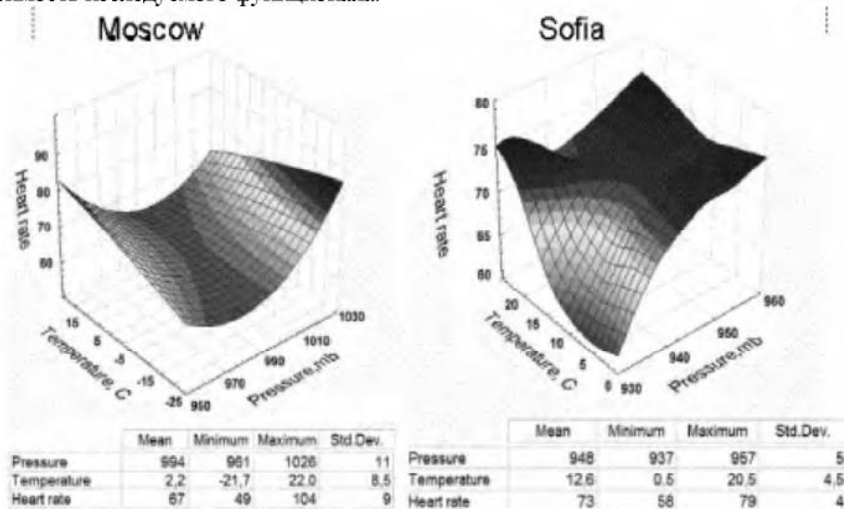


Рис. 3. 2006 год, 3-мерное распределение средней по группе частоты сердечных сокращений в Москве и Софии в зависимости от атмосферной температуры и давления

Для линеаризации задачи О. В.Хабаровой был предложено ведение в рассмотрение нового комплексного параметра S- "жесткости погоды":

$$S = [(2 + 100 * \text{Temperature}) * (1 + 10 * \text{Wind speed}) * (10 * \text{Cloudiness} + \text{Humidity})] / (\text{Visibility} * \text{Pressure}^2)$$

Введение этого параметра позволяет линеаризовать задачу, перевести многофакторную задачу в моно-факторную с возможностью прямого применения аппарата математической статистики и добиться возрастания коэффициента корреляции между текущими показателями сердечно-сосудистой системы и метеоусловиями с 0,3 до 0,7.

Выявлено, что: Реакция людей как на атмосферные изменения, так и на изменения космической погоды глобальна, но её особенности зависят от местоположения.

1. Исторически сформировавшиеся этнические группы в фазовом пространстве демонстрируют схожую совокупность признаков ЭКГ, передающуюся по наследству. Так на территории Москвы, которая исторически всегда была центром притяжения активных людей из разных областей России и соседних стран, четко прослеживается разделение ЭКГ по «южно-русскому» и «северо-русскому» типу. Выраженное разделение на «южно-индийский» и «северо-индийский» тип фазового портрета ЭКГ
2. наблюдается у граждан различных районов Индии, приехавших в Москву на обучение, а также у студентов из других стран.
3. Характерные этнические совокупности признаков имеют выраженное широтное различие. Так, чем более северной является широта этнического происхождения обследуемых, тем короче в их ЭКГ длина S – T сегмента и больше коэффициент симметрии T-зубца. Из медицинской практики известно, что такая динамика параметров сердечной деятельности характерна для более активного потребления кислорода миокардом. Поскольку в более высоких широтах амплитуда переменного геомагнитного поля увеличивается, найденные этнические изменения T-зубца скорее всего являются проявлением адаптационных процессов в масштабе всей популяции.
4. Максимальная синхронизация всех систем организма наблюдается в самые активные периоды 11-летнего солнечного цикла, а по сезонам года - в марте –апреле и сентябре –октябре (это времена равноденствия –самые магнитоактивные времена года), причем во всех городах –участниках эксперимента от Якутска до Симферополя вне зависимости от температурного и атмосферного режима окружающей среды.
5. Для здоровых людей при длительном отсутствии магнитных бурь (более месяца), являющихся внешним синхронизирующим сигналом, ухудшается субъективное состояние здоровья и повышается степень хаотичности биосистемы в целом.
6. Обитатели южных широт наиболее чувствительны к изменениям метеорологических параметров. Коэффициент корреляции групповых

параметров с жесткостью погоды варьируется от 0,8 в Баку до 0,41 в Москве (См. Рисунок 4)

7. В северных широтах, напротив, наиболее биоэффективными оказываются космо- и геофизические факторы. Коэффициент корреляции групповых параметров с геомагнитными индексами и индексами космической погоды (А-индекс, числа Вольфа, индексы космических лучей) плавно убывает от 0,8 в Якутске до 0,52 в Баку.

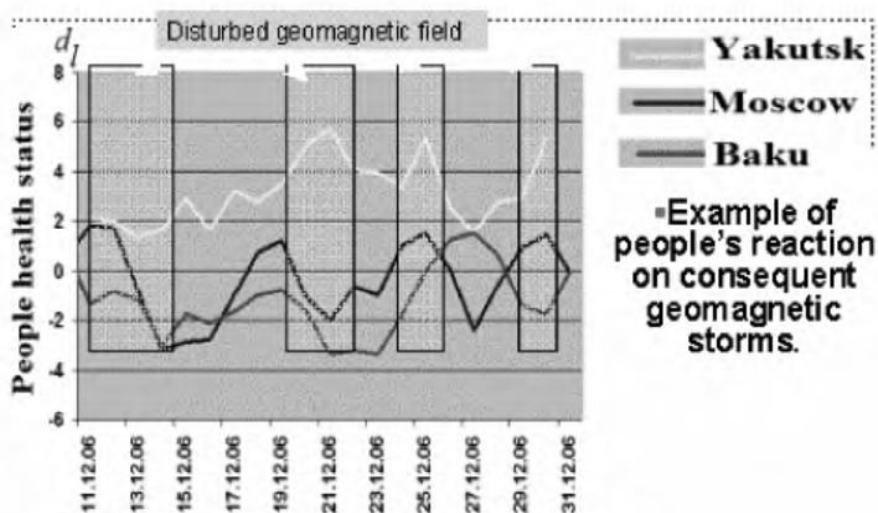


Рис. 4. Коэффициент корреляции групповых параметров с геомагнитными индексами и индексами космической погоды (А-индекс, числа Вольфа, индексы космических лучей): от 0,8 в Якутске до 0,52 в Баку

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ данных уникального международного гелиомедицинского мониторинга 1998-2008 гг показал, что для адекватной оценки степени вклада метеорологических и космофизических факторов необходимо учитывать географическую широту проведения эксперимента и этнический состав обследуемых. На более южных широтах, от Киева и ниже (т.е. почти вся территория Украины), актуально изучение модулирующей роли погодных условий. На территории России основное влияние внешних факторов на состояние сердечно – сосудистой системы оказывают геофизические факторы и факторы космической погоды.

Список литературы

1. IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge Univ.Press, UK
2. Nat. Res. Council, 2001 Climate Change Science: An Analysis of Some Key Questions, Nat. Acad.Press, Washington, DC
3. McMichael, A.J., et al. Climate change and human health - risks and responses. World Health Organization,

2003

4. Dimitrova S. et al. Effect of local and global geomagnetic activity on human cardiovascular homeostasis. J. Arch. of Environmental Health. Vol. 59(2), 2004, pp. 84-90.
5. M. Ragulskaya, O. Khabarova. Influence of solar disturbances on human organism. Biomed. Radioelectronika 2001, no.2, pp. 5-15
6. С. М. Чибисов, М. В. Рагульская, В. Н. Обридко, Д. Г. Стрелков, Т. Н. Подладчикова // Оценка функциональных резервов сердечно-сосудистой системы человека при воздействии внешних факторов. Технологии живых систем, 2008, № 4
7. В. В. Вишнеvский, М. В. Рагульская, С. Н. Самсонов // Телекоммуникационные технологии в выявлении закономерностей функционирования живых систем. Технологии живых систем, 2007, №4, стр.55-62
8. V.V.Pirin, M.V. Ragulskaya/ Heliophysical impact on variations of basic ECG properties in light of nonlinear dynamical model - Workshop on the International Heliophysical Year 2007 and Basic Space Science "First Results of IHU 2007", June 2008, Sozopol, Bulgaria
9. Khabarova O., Rudenchik E. Coupling between changes of people health and variations of environmental parameters - reality or fiction? Statistical view. Biomeditsinskie tehnologii I radioelectronika. 2002, n. 10-11, pp. 32-41
10. O. Khabarova Investigation of the Tchizhevsky-Velhover effect. Biophysics 2004, V.49, suppl.1, pp.S60-S67
11. Dimitrova S. Relationship between human physiological parameters and geomagnetic variations of solar origin. Adv. in Space Res., V. 37 (6), 2006, pp. 1251-1257.
12. Stoilova I., S. Dimitrova. Geophysical variables and human health and behavior. J. of Atm. and Sol.-Ter.Phys. V. 70, pp. 428-435, 2008.
13. Khabarova, O.V.; Ragulskaya, M.V.; Babayev, E.S. // Human sensibility to environmental parameters' changes in dependence on geographic latitude (results of international experiment). G. Res.Abstr., V.10, 2008, EGU General Assembly, 1607-7962/gra/EGU2008-A-00815

Рагульська М.В., Вишевський В.В., Григор'єв П.Є., Самсонов С.М., Хабарова О.В. Географічні особливості впливу погодних факторів на організм людини.

З метою вивчення впливу космічної та звичайної погоди на організм людини протягом 2003-2008 рр. проведено одночасний різноширотний геомедичний моніторинг в м. Москві, Києві, Санкт-Петербурзі, Якутську, Сімферополі, Софії. Виявлено, що жителі південних широт є більш чутливими до змін метеорологічних чинників. У північних широтах, навпаки, більш ефективними є космо- і геофізичні фактори.

Ключові слова: біотропний вплив космічної погоди, адаптація людини.

Ragulskaya M.V., Vishnevskiy V.V., Grigoryev P.Ye., Samsonov S.N., Khabarova O.V. Geographical features of influence of cosmophysical and meteorological factors on a human organism.

With the goal of study of influence of cosmic and usual weather on a human organism during 2003-2008 years synchronous geomедical monitoring in places with different latitudes in cities Moscow, Kiev, S.-Petersburg, Yakutsk, Simferopol, Sofia. It was revealed that inhabitants of southern latitudes are more sensible to the changes in the meteorological parameters. Otherwise, in the northern latitudes, cosmic weather factors are more biologically effective.

Keywords: bioeffective influence of cosmic weather, human adaptation.

Статья поступила в редакцию 25.07.2008 г