

**ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ**

**Том 3**



**Сборник трудов  
Под редакцией А.П. Кудинова, Б.В. Крылова**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2010**

Полученные факты, а также определение исходных клинических и лабораторных данных о характере иммунных нарушений, позволят оптимизировать рациональный индивидуализированный подход к назначению энтомологических препаратов.

### Литература

1. Оковитый С.В. Клиническая фармакология иммуностимуляторов. Практик, терапия. 2006.
2. Сенцова Т.Б. Иммуномодуляторы: сфера использования. Consilium medicum Том 04, N. 6, 2006.
3. Черныш С.И. Аллокины (цитокиноподобные пептиды насекомых) как модуляторы иммунного ответа человека и других млекопитающих. Russian Journal of immunology. 2004, v.9, s.1,36
4. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. /Москва, 2005/. с.501
5. Chernysh S., Kim S. I., Bekker G., Pleskach V. A., Filatova N. A., Anikin V. B., Platonov V. G., Bulet P. "Antiviral and antitumor peptides from insects." Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2002 Oct 1;99(20):12628-32. Epub 2002 Sep 16.

Белишева Н.К.

### ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ АГЕНТОВ, КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ФАКТОРОВ, НА ФИЗИОЛОГИЮ ЧЕЛОВЕКА

Кольский научный центр РАН, Апатиты, Россия

N.K. Belisheva

### GLOBAL AND LOCAL ASPECTS OF COSMOPHYSICAL AGENT IMPACT, AS ECOLOGICALLY SIGNIFICANT FACTORS, ON HUMAN PHYSIOLOGY

Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

Изучению воздействия солнечной активности (СА) на биосферу и отдельные биосистемы посвящены многочисленные работы, однако значение вариаций космофизических агентов, ассоциированных с СА, для функционального состояния биосистем до сих пор, исчерпывающим образом, не изучено. В настоящее время в большинстве работ, посвященных изучению связи СА с состоянием биосистем, оценивается биоэффективность геомагнитного поля (ГМП). Вместе с тем, вариации нуклонной компоненты вторичных космических лучей (КЛ) у поверхности Земли, обусловленные СА, должны обладать не меньшей биоэффективностью [1,2,3]. Однако из-за смещения интересов к биологическим

эффектам КЛ в область космических исследований, изучение воздействия вторичных КЛ у поверхности Земли на биосистемы значительно отстает от изучения биоэффективности вариаций ГМП. Вероятно, это связано также с не значительными, с точки зрения, многих исследователей, вариациями амплитуды КЛ. Так, интенсивность КЛ у поверхности Земли, обусловленная нейтронной компонентой, в глобальном масштабе изменяется от экватора к полюсам примерно в 2 раза, а СА, которая модулирует интенсивность КЛ, влияет на ее амплитуду примерно на 25 % в годы минимума СА. На уровне моря ежесуточные вариации КЛ от экватора к полюсам возрастают примерно на 7%, а в годы минимума СА на полюсах интенсивность возрастает на 30%, а на экваторе на 12% [4]. Что же касается ГМП, то если его полная (T) напряженность возрастает от экватора к полюсам от 42 до 70 мкТл, то амплитуда переменной компоненты полного ГМП, которая и рассматривается в качестве биоэффективного агента, изменяется от экватора к полюсам почти на порядок. В локальном же масштабе, во время глобальных геомагнитных возмущений в области полярного овала (высокие широты), амплитуда вариаций переменных компонент ГМП может возрастать на 2 с лишним порядка [5]. Цель настоящего сообщения состоит в том, чтобы показать эффективность вариаций интенсивности КЛ в глобальном масштабе, связанном с циклами СА, и вклад локальных вариаций ГМП в модуляцию физиологического состояния человека.

Биоэффективность КЛ и вариаций ГМП для физиологического состояния организма человека изучали на 2-х выборках здоровых испытуемых мужского поля, однородных по возрасту, в высоких широтах ( $66.3^{\circ}\text{N}$ ;  $33.7^{\circ}\text{E}$  и  $67.57^{\circ}\text{N}$ ,  $33.4^{\circ}\text{E}$ ), в разные периоды СА. Исследование на первой группе (30 человек) было выполнено в 1991 году на максимуме СА и при низкой интенсивности КЛ [6,7,8]. Исследование на второй группе испытуемых (11 человек), проведено в 2008 г. на минимуме СА при высокой интенсивности КЛ. Критериями физиологического состояния организма служили характеристики периферической крови по данным клинического анализа. Для оценки ежедневных вариаций показателей состояния крови в группах испытуемых использовали статистические характеристики, которые включали средние значения, медиану, моду, минимальные и максимальные значения показателей, а также их дисперсию. Ежедневные значения этих характеристик сопоставляли с вариациями космофизических агентов, включающих оценку СА по числу солнечных пятен, излучению Солнца в радиочастотном и рентгеновском диапазонах, скорости солнечного ветра, напряженности межпланетного магнитного поля. Кроме того, были привлечены данные по потокам высокозэнергичных частиц, с энергиями достаточными для того, чтобы порождать при взаимодействии с атомами атмосферы вторичные частицы, способные достигать поверхности Земли на широте проводимых исследований (данные геостационарных спутников GOES-8, Space Physics Interaction Data Research National Geophysical Data Centre). Для

оценки локальных вариаций ГМП использовали индексы геомагнитной активности (ГМА), которые учитывали как короткопериодные, так и длинно-периодные вариации ГМП [6,7]. Данные по интенсивности КЛ у поверхности Земли (скорость счета нейтронного монитора) на широте проводимых исследований получали на станции нейтронного монитора (Апатиты, ПГИ КНЦ РАН). Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием программы Statistica 6, значимость различий принималась при  $p < 0,05$ .

Проведенные исследования показали, что картина функционального состояния периферической крови у испытуемых в годы максимума СА, сопряженного с высокой ГМП и низкой интенсивностью КЛ, и в годы минимума СА, с обратной зависимостью между ГМА и КЛ, имеет разительные отличия. Эти отличия касаются, прежде всего, не только количественного содержания форменных элементов крови [9], но также и характера связи показателей функционального состояния периферической крови с космофизическими агентами.

В 1991 г. период исследования совпал с исключительно контрастными событиями в СА, которые проявились на локальном уровне в возрастании амплитуды Н-компоненты ГМП почти на 2 порядка и в этом период доминировали физиологические эффекты, обусловленные высоким уровнем ГМА. Период исследования в 2008 г. отличался необычайно низкой СА, характеризующейся, практически, полным отсутствием солнечных пятен, число которых превышало нулевые значения за период исследования только 5 раз (число пятен колебалось от 1,75 до 7,75). Поэтому, в этот период исследования, только вариации интенсивности КЛ были доминирующим агентом космофизического воздействия.

Оказалось, что на максимуме СА, ассоциированной с высоким уровнем ГМА, возрастание СА и потоков высокозэнергичных протонов солнечной плазмы сопряжено с максимальным содержанием лейкоцитов в периферической крови ( $r=0.64$ ,  $p < 0.05$ ), содержание палочкоядерных нейтрофилов резко возрастает при экстремальных значениях Н-компоненты ГМП (1120 нТл),  $r=0.50$ ,  $p < 0.05$ ; содержание лимфоцитов позитивно связано с возрастанием СА ( $r=0.58$ ,  $p < 0.05$ ), причем повышение интенсивности нейтронной компоненты КЛ у поверхности Земли, снижало их содержание ( $r= -0.68$ ,  $p < 0.05$ ). Статистические характеристики сегментоядерных нейтрофилов имели значимые характеристики с различными индексами ГМА. Связь моноцитов и СА и ГМА была обратной: возрастание СА и ГМА коррелировало со снижением числа моноцитов ( $r= -0.54$  и  $r= -0.49$ , соответственно,  $p < 0.05$ ), а увеличение интенсивности нейтронной компоненты – с их возрастанием ( $r= 0.46$ ,  $p < 0.05$ ). Особенностью этого периода было появление плазматических клеток в периферической крови при максимальных значениях амплитуды Н-компоненты ГМП, что свидетельствует о напряжении механизмов регуляции гомеостаза организма, и отсутствие значи-

мой связи между содержанием эозинофилов, глобальными и локальными космофизическими агентами.

В годы минимума СА изменялся характер связи между показателями функционального состояния крови и космофизическими агентами. Содержание лейкоцитов снижалось и минимальные их значения значимо коррелировали с потоками КЛ (и интенсивностью нейтронов у поверхности Земли ( $r= 0.62$ ,  $p<0.05$ ), содержание палочкоядерных нейтрофилов увеличивалось при возрастании КЛ ( $r= 0.59$ ,  $p<0.05$ ), увеличение СА приводило к снижению числа лимфоцитов и моноцитов, содержание которых в этот период значимо не коррелировало с интенсивностью КЛ, также как и содержание сегментоядерных нейтрофилов.

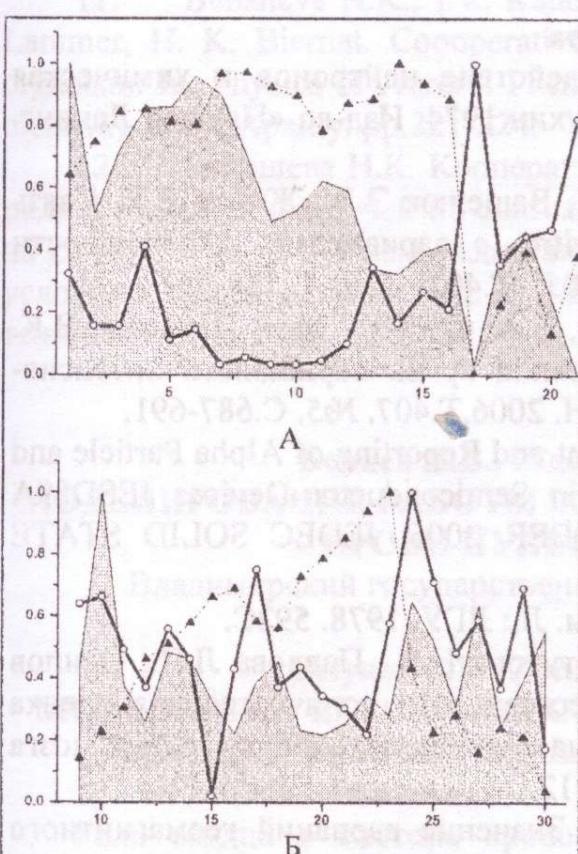


Рис. 1. Сопоставление вариабельности гемоглобина (серая область) у испытуемых в 1991 г (А) и 2008 г. (Б) с вариациями геомагнитной активности (сплошная кривая) и интенсивности КЛ (пунктирная кривая). По оси абсцисс - даты исследования (А- условные обозначения с 3 октября по 2 ноября 1991 г.; Б - с 9 по 30 апреля 2008 г.); по оси ординат – нормированные значения показателей.

Иллюстрация альтернативной связи глобальных и локальных характеристик космофизических агентов с показателями физиологического состояния человека приведена на рисунке 1. На рисунке 1 (А,Б) видно, что в период высокой СА (1991 г.) вариабельность значений гемоглобина в группе испытуемых снижается при возрастании ГМА и увеличивается при повышении интенсивности КЛ и, наоборот, в годы низкой ГМА возрастание интенсивности КЛ сужает диапазон вариаций показателей. В целом, наши исследования показывают, что в годы минимума СА для физиологического состояния организма характерны диссиpативные процессы, связанные со сдвигом биохимических процессов в сторону катаболизма. Общая картина функционального состояния крови испытуемых показала, что в годы минимума СА, в отсутствие значительных колебаний ГМП, для лейкоцитарной формулы крови испытуемых характерен сдвиг влево, типичный для лиц после хронического облучения ионизирующими источниками радиации на длительных сроках [9, 10].

Наши исследования, проведенные на разных объектах и в разные годы выявили, что функциональное состояние орга-

низма модулируется «кооперативным» воздействием вариаций ГМП и интенсивности КЛ посредством их «дозового соотношения» [11, 12]. Поэтому, эффекты воздействия КЛ на организм человека в годы низкой СА, с учетом преобладания КЛ в этом «кооперативном» механизме и глобального характера их воздействия на планетарном уровне, могут проявляться повсеместно с разной степенью выраженности, предрасполагая к диссипативным процессам. В годы высокой СА, эффекты ГМА будут носить отчетливо локальный характер, обусловленный широтными особенностями и местными магнитными аномалиями.

Работа поддержана грантом РФФИ и Администрацией Мурманской области, проект № 10-04-98809-р\_север\_a.

### Литература

1. Свердлов А.Г. Биологическое действие нейтронов и химическая защита. Ответственный редактор А.С.Можухин.1974. Изд-во «Наука», Ленинг. Отд., Л. 1-233.
2. Белишева Н.К., Кужевский Б.М., Ващенюк Э.В., Жиров В.К. Связь динамики слияния клеток, растущих *in vitro*, с вариациями интенсивности нейтронов у поверхности земли. // ДАН. - 2005. -Т.402. - №6.- С.254-257.
3. Белишева Н.К., Б.М. Кужевский, Е.А. Сигаева, М.И. Панасюк, В.К. Жиров. Модуляция функционального состояния крови вариациями интенсивности нейтронов у поверхности Земли // ДАН. 2006.Т.407. №5. С.687-691.
4. JEDEC STANDARD. Measurement and Reporting of Alpha Particle and Terrestrial Cosmic Ray-Induced Soft Errors in Semiconductor Devices JESD89A (Revision of JESD89, August 2001). OCTOBER 2006. JEDEC SOLID STATE TECHNOLOGY ASSOCIATION. 83 Р.
5. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л.: ЛГУ. 1978. 592С.
6. Белишева Н.К., Попов А.Н., Петухова Н.В., Павлова Л.П., Осипов К.С., Ткаченко С.Э., Баранова Т.И. // Качественная и количественная оценка воздействия вариаций геомагнитного поля на функциональное состояние мозга человека// Биофизика. 1995, вып.5, с.1005-1012.
7. Белишева Н.К., Конрадов С.А. Значение вариаций геомагнитного поля для функционального состояния организма человека в высоких широтах // Геофизические процессы и биосфера.- 2005.- Т. 4. -№ 1/2.- С.44-52.
8. Belisheva N.K., A.A.Konradov, I.N.Janvareva. Impact of the High Latitude Geomagnetic Field Variations on the Human Cardiovascular System. Proceeding of an International Scientific Workshop "Space Weather Effects on biological System and Human Health held in Moscow, Russia, February 17-18, 2005, Eds. O.Yu.Atkov, Yu.I.Gurfinkel; Moscow, 2006, P.86-87.
9. Белишева Н.К., Т.П.Белова, В.К.Жиров. Эффекты воздействия вариаций космических лучей на функциональное состояние биосистем. Мате-

риалы докладов. Международная конференция Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды. К 50-летию радиоэкологических исследований в республике Коми. Сыктывкар. Республика Коми. 28 сентября -1 октября. 2009. с.9-13.

10. Мельник Н.А., Н.К.Белишева, Э.В.Вашенюк. Модуляция эффектов хронического облучения кратковременным воздействием ионизирующей радиации и вариациями космических лучей. Материалы докладов. Международная конференция Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды. К 50-летию радиоэкологических исследований в республике Коми. Сыктывкар. Республика Коми. 28 сентября -1 октября 2009. с.77-80.

11. Belisheva N.K., I.V. Kalashnikova, E.N.Chebotareva, T.B.Novikova, H. Lammer, H. K. Biernat. Cooperative influence of geocosmical agents on human organism. In: Physics of Auroral Phenomena (eds. I. V. Golovchanskaya, N. V. Semenova). 2007. Apatity. pp.221-224.

12. Белишева Н.К. Кооперативное воздействие вариаций геомагнитного поля и космических лучей на состояние сердечно-сосудистой системы человека на Севере. В кн. «Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера». Отв. Ред. Е.Р.Бойко. – Сыктывкар- С.Петербург: Политехника-сервис. 2009. С.48-57.

**Беляев Л.В., Жданов А.В., Кононов Д.М.  
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО НАСОСА  
КРОВИ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТИПА**

Владимирский государственный университет, Владимир, Россия

**Belyaev L.V., Zhdanov A.V., Kononov D.M.  
MODELING OF ELECTROMECHANICAL PUMP BLOOD PULSE TYPE  
Vladimir State University, Vladimir, Russia**

Роль сердца в системе кровообращения состоит в развитии давления, превышающего уровень давления в артериальном русле, благодаря чему происходит выброс крови, поступающей из вен.

Деятельность сердца должна отвечать определенным требованиям, она должна быть: 1) автоматической, то есть способной осуществляться без участия сознания, 2) ритмичной, благодаря чему происходит чередование фаз наполнения и изгнания, 3) способной к регулированию в широком диапазоне, что необходимо при усиленной работе организма, 4) надежной и устойчивой. Кроме того, она должна обеспечить: 5) односторонность потока и 6) непрерывность притока к сердцу.