



**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
СВЕРХСЛАБЫХ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ**

***BIOLOGICAL ACTIVITY OF EXTREMELY WEAK
PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS***

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

Ананченко М.Н., Чуян Е.Н.

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина,
e-mail: elena-chuyan@rambler.ru

Сведения о влиянии электромагнитного излучения (ЭМИ) на процессы микроциркуляции достаточно противоречивы, что, возможно, связано с различным исходным состоянием функционирования микроциркуляторного русла, которое в проводимых исследованиях чаще всего не учитывается. К тому же известно, что приспособительные механизмы, реакции адаптации и компенсации наиболее отчетливо выявляются при повышенной функциональной нагрузке. Целью данного исследования явилось изучение влияния низкоинтенсивного ЭМИ миллиметрового (мм) диапазона на параметры кожной микроциркуляции в условиях функциональной нагрузки у испытуемых с различными типологическими особенностями.

Экспериментальное воздействие мм излучения осуществлялось на 7-миканальном аппарате «РАМЕД. ЭКСПЕРТ-04» ($\lambda=7,1$ мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности $0,1$ мВт/см²). Исследование микроциркуляции осуществлялось методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью лазерного анализатора кровотока «ЛАКК-02» (производство НПП «Лазма», Россия) с применением функциональных проб: дыхательной, постуральной, окклюзионной и фармакологической.

Выявлено, что для испытуемых с разными микроциркуляторными типами характерны определенные различия в механизмах регуляции тканевого кровотока: нормоемический тип характеризуется оптимальным уровнем взаимодействия эндотелий-зависимого, эндотелий-независимого миогенного и нейрогенного компонентов регуляции процессов микроциркуляции; гипоемический тип отличается повышенной активностью симпатических адренергических влияний, а гиперемический - сниженными влияниями миогенного эндотелий-независимого компонента. Показано, что при действии мм излучения наименее выраженные изменения показателей отмечены у испытуемых, имеющих наиболее сбалансированный нормоемический тип микроциркуляции, при этом основную роль играет эндотелий-зависимый компонент регуляции тканевого кровотока. Максимально выраженный вазотропный, однако разнонаправленный, эффект наблюдался у испытуемых с исходно выраженными отклонениями показателей микрогемодинамики (гипо-, гиперемическими типами). При этом у испытуемых с гипоемическим типом в механизмах действия низкоинтенсивного ЭМИ мм диапазона на микроциркуляторные процессы ведущую роль играет нейрогенный, а у испытуемых с гиперемическим типом - миогенный эндотелий-независимый компонент тканевого кровотока.

Мм излучение обладает избирательным действием на показатели микроциркуляции, оказывая влияние преимущественно на исходно измененные без влияния на исходно нормальные, что приводит к нивелированию межгрупповых различий и приближению значений показателей микроциркуляции у испытуемых с гипо- и гиперемическими типами к наиболее сбалансированному в функциональном отношении нормоемическому, что свидетельствует о гомеостатическом действии этого физического фактора.

Ключевые слова: низкоинтенсивное электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, микроциркуляция крови, метод лазерной доплеровской флоуметрии, функциональные пробы, гипо-, гипер- и нормоемический типы микроциркуляции.

EFFECT OF LOW-INTENSITY MILLIMETER RADIATION ON THE MICROCIRCULATION PARAMETERS IN THE CONDITIONS OF FUNCTIONAL POWER IN TEST-PERSONS WITH DIFFERENT TYPES OF MICROCIRCULATION

Ananchenko M.N., Chuyan E.N.

Taurida National V.I.Vernadsky University, Simferopol, Ukraine,
e-mail: elena-chuyan@rambler.ru

Information about the effects of electromagnetic radiation (EMR) on the processes of the microcirculation is rather contradictory, which may be associated with a different initial condition of the functioning of the microvasculature, which is often ignored in the existing studies. In addition, it is known that adaptive mechanisms, reactions of adaptation and compensation are most clearly revealed by the increased functional load. The purpose of this study was to examine the influence of low-intensity electromagnetic radiation of millimeter (mm) range on the parameters of skin microcirculation in conditions of functional load in test-persons with different typological characteristics.

Experimental influence of mm radiation was carried out on 7-th channel device "RAMED. EXPERT-04" ($\lambda = 7,1$ mm, the radiation frequency 42,4 GHz, power density 0,1 mW/cm²). The study was carried out by microcirculatory laser Doppler flowmetry using a laser analyzer of blood flow, "LACK-02" (production of SPE "Lazma", Russia)_with the use of functional tests: respiratory, postural, pharmacological and occlusion.

It is revealed that test-persons with different types of microcirculatory characterized by certain differences in the mechanisms of regulation of tissue blood flow: normoemical type is characterized by the optimal level of interaction between endothelium-dependent, endothelium-independent myogenic and neurogenic components of the microcirculation regulation; hypoemical type has elevated activity of the sympathetic adrenergic influences, and hyperemic is characterized by the reduce of the influence of endothelium-independent myogenic component. It is shown that the action of mm radiation produced less changes in rates in test-persons having the most balanced normoemical type of microcirculation, and the key role is played by endothelium-dependent component of the regulation of tissue blood flow. Maximally expressed effect was observed in test-persons with initially severe disabilities indicators of microhemodynamics (hypo-, hyperemic types). But hypo- and hyperemic types had the opposite effect. At the same time a major role plays neurogenic component of tissue blood flow in test-persons with hypoemical type; and myogenic endothelium-independent component in test-persons with hyperemic type in the mechanisms of action of EMR mm range on microcirculatory processes

Mm radiation has a selective effect on the parameters of microcirculation, affecting mainly the initially modified ones without affecting the original normal ones. The selective effect leads to a leveling of intergroup differences and equation of values of microcirculation indicators in test-persons with hypo- and hyperemic types to the most balanced functionally normoemical type. This indicates the homeostatic effect of this physical factor.

Key words: low-intensity electromagnetic radiation of millimeter range, microcirculation, laser Doppler flowmetry technique, functional tests, hypoemical, hyperemic, normoemical types of microcirculation.

СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КУЛЬТУРУ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Бабаева М.И., Рогачева С.М., Лабутина Е.А.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия

Все живые организмы находится под постоянным воздействием гелиогеофизических факторов, влияние которых не ощутимо, пока их сила не превысит определенной пороговой величины. Гелиогеофизические возмущения оказывают влияние на все физиологические системы человека и увеличивают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

В то же время известно, что миллиметровое излучение (ММ ЭМИ) низкой интенсивности способно модифицировать отклик биологических систем на действие химических веществ и физических факторов [1, 2]. Молекулярный механизм данного явления малоизучен, предполагается, что миллиметровые волны резонансных частот способны изменять структуру и свойства водной компоненты клеток, тем самым влияя на конформацию биомолекул, определяющую их активность [2].

Чтобы определить возможность применения ММ-волн для повышения адаптивных свойств организма при гелиогеомагнитных возмущениях, нами проводились исследования сочетанного действия гелиогеофизических факторов и ЭМИ 65 ГГц на биосистему клеточного уровня организации, в качестве которой использовали клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Выбор данной культуры обусловлен ее способностью реагировать на гелиогеофизические возмущения изменением цвета специфических структурно-морфологических образований протоплазмы - полифосфатных гранул при окрашивании метиленовым синим [3]. Данное явление (эффект Чижевского-Вельховера) называют метахромазией. И.С. Кулаев и соав. [4] объясняют реакцию метахромазии способностью молекул красителя, связываясь с молекулами полифосфатов, приобретать увеличенную способность к димеризации, что и приводит к изменению спектра поглощения красителя. Эти взаимодействия зависят от длины цепи и конформации полифосфатов. Возможно, магнитное поле влияет на состояние и структуру внутриклеточной водной компоненты, на ионные взаимодействия, что приводит к изменению конформации полифосфатов и при окрашивании реализуется в изменении окраски.

Эксперимент проводился нами в рабочие дни в течение марта-апреля 2011 г. с использованием культуры *S. cerevisiae*, ежедневно облучаемой ММ волнами; культуры, облучаемой однократно за сутки до приготовления мазка; контрольного образца – дрожжей, не подвергшихся действию ЭМИ. Ежедневно производился последовательный пересев культур на стандартные среды с приготовлением мазков, которые окрашивали по стандартной методике метиленовым синим. Облучение клеток проводили в течение 30 минут в режиме непрерывной генерации ЭМИ с частотой 65 ГГц и плотностью потока энергии 120 мкВт/см² на расстоянии 15 см, используя генератор Г4-142. С помощью микроскопа «Биомед-6» определяли цвет волютиновых гранул («тип 1» - синего цвета; «тип 2» - сине-фиолетового цвета; «тип 3» - фиолетово-красного цвета). Магнитную возмущенность оценивали по значению Кр-индекса.

Установлено, что у клеток, не подвергавшихся воздействию ЭМИ, в период слабозвозмущенной геомагнитной обстановки наблюдался первый или второй тип окрашивания; третий тип окрашивания фиксировался, как правило, на второй-третий день после проявления магнитной возмущенности или между пиками магнитной возмущенности при краткосрочном их чередовании. Клетки, однократно облученные ЭМИ, окрашивались также как контрольные. У клеток, подвергшихся многократному воздействию ММ излучения, третий тип окрашивания вообще не проявлялся. Т.е. дрожжи, на которые длительно воздействовали ЭМИ, не реагировали на магнитные бури.

Мы предполагаем, что ММ-излучение, воздействуя на состояние внутриклеточной воды, стабилизирует конформацию полифосфатов, что влечет за собой снижения эффекта воздействия магнитного поля на биоструктуры. Таким образом, можно предположить, что ММ ЭМИ снижает эффект воздействия гелиогеофизических факторов на живые организмы.

Литература

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: Сайнс-пресс, 2004. – 272 с.
2. Рогачева С.М., Денисова С.А., Шульгин С.В., Сомов А.Ю., Кузнецов П.Е. // Радиационная биология. Радиоэкология.-2008. –Т.48, №4. -С.474-480.
3. Громозова Е.Н., Войчук С.И., Качур Т.Л., Лычак М.М., Шевченко В.Н. // Материалы VII Международной крымской конференции «Космос и биосфера», 1–6 октября 2007, Судак. - 2007. -С. 103–104.
4. Кулаев И.С., Вагабов В.М., Кулаковская Т.В.. М.: Науч. мир, 2005. - 216 с.

COMBINED EFFECT OF HELIOGEOPHYSICAL FACTORS AND MICROWAVES AT THE YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Babaeva M.I., Rogacheva S.M., Labutina E.A.

Saratov State Technical University, Saratov, Russia

All living organisms are under the influence of heliogeophysical factors which effect is not appreciable while their force will not exceed the certain threshold size. Heliogeophysical disturbances influence at all physiological systems of human organism and are the risk-factor for cardiovascular system.

At the same time it is known, that low intensive electromagnetic radiation of millimeter diapason (MM EMR) is capable to modify biological systems response to the action of chemical substances and physical factors. The molecular mechanism of the given phenomenon is insufficiently studied, it is supposed, that MM waves of resonant frequencies are capable to change the structure and properties of water component of cells, thus to influence at the conformation of biomolecules, responsible for biochemical reactions.

In order to define the opportunity of MM - waves application for increasing the adaptive properties of an organism during heliogeophysical disturbances, we investigated the combined effect of heliogeophysical factors and EMR of 65 GHz at a biosystem of the cell organization level in particular the yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

The choice of the culture is caused by its ability to response to the heliogeophysical disturbances by changing the colour of specific structural-morphological formations of protoplasm - polyphosphate granules at methylene-blue stain. The phenomenon (the effect of Chizhevsky-Velkhover) is called methakhromasia. Some authors explain it by the ability of dye molecules to form dimers when interacting with polyphosphates, as a result the spectrum of absorption of dye is changed. These interactions depend on polyphosphates chain length and conformation. Probably, the magnetic field influences at the condition and structure of intracellular water component, at ionic interactions that leads to polyphosphates conformation changing and results in colour changing.

Our investigations were carried out in working days within March - April, 2011 using three types of yeast *S. cerevisiae*: 1) daily irradiated by MM waves; 2) once irradiated a day prior to smear preparation; 3) not effected by EMR - control sample. Every day we made the yeast inoculation to the standard media and prepared the smears which were methylene-blue stained. The cells were irradiated by EMR of 65 GHz, 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, within 30 minutes, at a distance of 15 cm. With the help of a microscope with visualization system the colour of polyphosphate granules was determined ("type 1" - dark blue; "type 2" - blue-violet; "type 3" - violet-red). Magnetic disturbance was estimated using the value of Kp-index.

For the cells not affected by EMR it was established, that during the period of quiet geomagnetic conditions the first or second type of colour was observed; the third type of colour was fixed, as a rule, for the second - third day after the peak of magnetic disturbance or between the peaks of magnetic disturbance at their short-term alternation. The cells once affected by EMR were stained as a control, the cells repeatedly irradiated had no the third type of colour at all. I.e. the yeast many times affected by EMR, did not react to magnetic storms.

We suppose, that MM - radiation influence at the intracellular water condition, stabilizes polyphosphates conformation that results in decreasing of magnetic field effect at biostructures. Thus, it is possible to assume, that MM EMR reduces the heliogeophysical factors effect on living organisms.

References

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: Сайнс-пресс, 2004. – 272 с.
2. Рогачева С.М., Денисова С.А., Шульгин С.В., Сомов А.Ю., Кузнецов П.Е. // Радиационная биология. Радиоэкология.-2008. –Т.48, №4. -С.474-480.
3. Громозова Е.Н., Войчук С.И., Качур Т.Л., Лычак М.М., Шевченко В.Н. // Материалы VII Международной крымской конференции «Космос и биосфера», 1–6 октября 2007, Судак. - 2007. -С. 103–104.
4. Кулаев И.С., Вагабов В.М., Кулаковская Т.В.. М.: Науч. мир, 2005. - 216 с.

УЛЬТРАСТРУКТУРА ХРОМАТИНА И ДИНАМИКА ЯДРЫШКА В КЛЕТОЧНОМ ЦИКЛЕ У ЗЛАКОВ ПРИ ЭКРАНИРОВАНИИ И ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СВЯЗИ С ТЕМПЕРАТУРОЙ

Баранова Е.Н., Баранова Г.Б., Поляков В.Ю., Харченко П.Н.

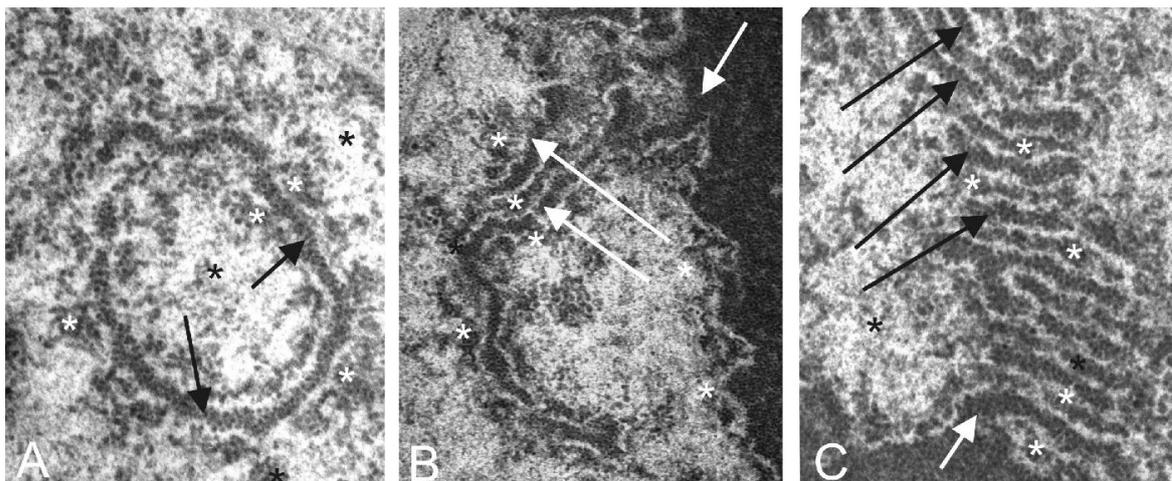
ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН, Москва, Россия
e-mail: greenpro2007@rambler.ru

На трех культурах (рожь, ячмень, пшеница) продемонстрировано принципиальное различие в структурной организации конденсированного хроматина, ядрышка и комплексов хроматин-РНП в экспериментах с ослаблением (сферический ферромагнитный экран) и усилением (постоянный магнит) магнитного поля при низких положительных а также комнатной температурах (в интервале $+1 - -3^{\circ}\text{C}$ и при 24°C). В качестве модели использовали яровые и озимые сорта злаков помещенных после набухания семян в условия эксперимента. Применяли классический режим яровизации семян (12 и 42 дня в интервале температур от 0 до $+4^{\circ}\text{C}$) для озимых злаков зон умеренного климата и проращивание при комнатной температуре в контрольных и экспериментальных условиях.

После экспериментального воздействия растения визуально наблюдались в процессе роста вплоть до перехода к генеративному развитию. Показано, что действие слабого постоянного магнитного поля (экранирование) приводит к изменению ультраструктурной организации ядер, выражающихся в деконденсации хроматина и формировании сложноустроенных РНП-хроматиновых комплексов. Выявляются три типа неописанных ранее структур: 1(A) – чередующиеся параллельно расположенные нити конденсированного хроматина ассоциированного с РНП полностью соответствующего периферическому компоненту ядрышка и разделенному между собой светлой зоной, в которой прослеживаются тонкие нитевидные образования, указывающие на связь РНП с конденсированным хроматином; 2(B) – единичные нити конденсированного хроматина в комплексе с РНП и характерным разделением; 3(C) – несколько параллельно расположенных РНП-хроматиновых комплексов отходящих от ядрышек в виде полусфер.

Помещение набухших семян в сферический экран, а также в усиленное постоянным магнитом поле при комнатной температуре и при низких положительных температурах приводило к изменению относительно контроля компартиментализации хроматина, структуры ядрышка и РНП-хроматиновых комплексов.

Расплетание хроматина и наличие РНП-хроматиновых комплексов в эксперименте носит обратимый характер.



CHROMATIN AND NUCLEOLUS DYNAMIC DURING CELL CYCLE IN THE CEREALS AT SCREENING AND DURING THE ACTION OF A CONSTANT MAGNETIC FIELD DUE TO TEMPERATURE

Baranova E.N., Baranova G., Polyakov V.Y., Kharchenko P.N.

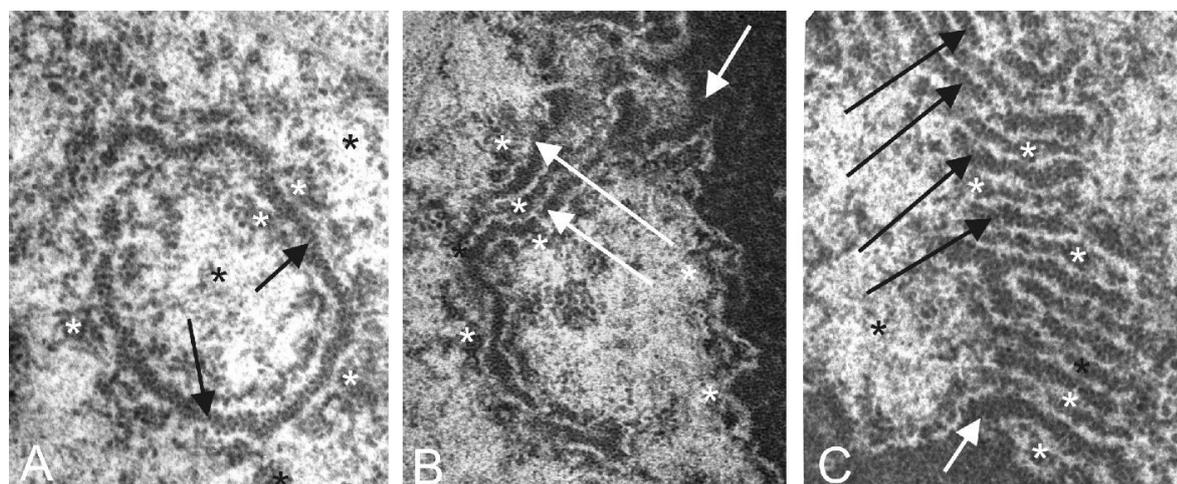
Research Institute of Agricultural Biotechnology, RAAS, Moscow, Russia
e-mail: greenpro2007@rambler.ru

In three cultures (rye, barley, wheat) demonstrated a fundamental difference in the structural organization of condensed chromatin, nucleolus and chromatin-RNP complexes in the experiments with the weakening of (spherical ferromagnetic screen) and gain (permanent magnet) the magnetic field at low positive and room temperatures (in the range 1 -3 °C and at 24 °C). As a model using spring and winter varieties of cereals placed after imbibition in the experimental conditions. We used the classic mode of seed vernalization (12 and 42 days at temperatures ranging from 0 to 4 °C) for winter cereals and temperate climate zones of germination at room temperature in the control and experimental conditions.

After experimental exposure the plants visually observed during the growth until the transition to the generative development. It is shown that the effect of a weak constant magnetic field (screening) leads to a change in the ultrastructural organization of the nuclei, chromatin decondensation are expressed in the formation and chromatin slozhnoustroennyh RNP complexes. Identifies three types of previously undescribed structures: 1 (A) - alternate, parallel threads of condensed chromatin associated with the CHP is fully consistent with the peripheral component of the nucleolus and then divided between a bright area, which can be traced thin thread-like formation, indicating a relationship with PPR condensed chromatin, 2 (B) - single strands of condensed chromatin in conjunction with the CHP and the characteristic separation, and 3 (C) - some parallel RNP complexes of chromatin extending from the nucleolus in the form of hemispheres.

The room swelled seeds in a spherical screen, as well as enhanced by a permanent magnet field at room temperature and at low positive temperatures led to a change of control with respect to compartmentalization of the chromatin structure of the nucleolus and chromatin RNP complexes.

Unwinding of chromatin and the presence of RNP complexes of chromatin in the experiment is reversible.



НИЗКИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЭКРАНИРОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНО И ОБРАТИМО МОДИФИЦИРУЮТ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ГЕНОМА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM L.*).

Баранова Е.Н., Баранова Г.Б., Харченко П.Н. Поляков В.Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии
Россельхозакадемии, Москва, Россия
e-mail: greenpro2007@rambler.ru

Изучена реакция основных субдоменов ядра (хроматина, ядрышка и РНК содержащих продуктов транскрипционной активности хромосом) клеток корневой меристемы проростков пшеницы, развивающихся в условиях экранирования магнитного поля, на действие пониженной (0 - 4°C) и оптимальной для развития (24°C) температуры.

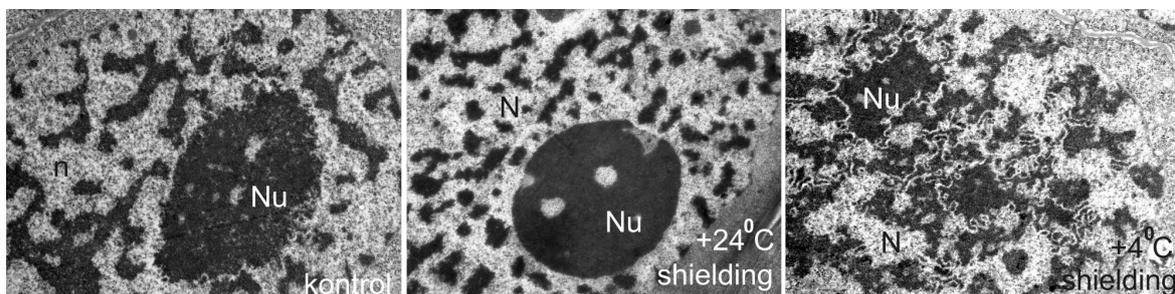
Семена пшеницы замачивали в воде 4 часа. Набухшие семена помещали в сферическую емкость, изготовленную из ферромагнитного материала, и выдерживали при различных температурных режимах 40 дней. Контролем служили проростки, развивающиеся при тех же температурах, но без экрана.

После инкубации проростки использовали для цитологического и ультраструктурного анализа. Первичные корешки отделяли, фиксировали глутаровым альдегидом с постфиксацией OsO₄ и препарировали по стандартным методикам, принятым в электронной микроскопии.

Ядра контрольных клеток в зоне корневой меристемы проростков содержат типичные для крупнохромосомных злаков субдомены: частично конденсированный хроматин, ядрышки с фибриллярными центрами, плотным фибриллярным компонентом и гранулярным компонентом и комплексы РНП частиц, представленные локальными скоплениями коротких трубочек толщиной около 30 – 40 нм и РНП-содержащими микропуффами.

В условиях экранирования магнитного поля во всех ядрах клеток проростков, подвергавшихся действию низких температур (0 - 4°C) наблюдается декомпактизация хроматина. В значительной части ядер происходят резкие изменения структуры ядрышек, которые выражаются в сокращении доли гранулярного компонента и появлении на периферии ядрышек характерных выростов («протуберанцев»), состоящих из протяженных гранулярных фибрилл, окруженных тяжами хроматина.

В клетках проростков, инкубированных в экранирующей емкости при температуре 24°C, наблюдается тотальная реорганизация генома во всех клетках, которую, по характерным морфологическим признакам, можно объяснить полным ингибированием синтеза рибосомной и матричной РНК: хроматин суперкомпактизуется, кариоплазма освобождается от РНП-частиц, ядрышки теряют гранулярный компонент и резко уменьшаются в объеме.



Контрольные эксперименты показали, что все описанные модификации генома после снятия экрана являются обратимыми, а растения, высаженные в грунт, сохраняют жизнеспособность и переходят к генеративной фазе роста.

LOW POSITIVE AND THE OPTIMAL TEMPERATURE IN A CONSTANT MAGNETIC FIELD SHIELDING ALTERNATIVELY AND REVERSIBLY MODIFY THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE WHEAT GENOME (*TRITICUM AESTIVUM L.*).

Baranova E.N., Baranova G.B., Kharchenko P.N., Polyakov V.Y.

All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Russian Academy of Agricultural Sciences,
Moscow, Russia.
e-mail: greenpro2007@rambler.ru

Effect of normal (24⁰C) and low (0-4⁰C) temperature on structure of chromatin, nucleolus and RNA-containing nucleoplasmic components were studied in root meristem cells of winter wheat acrospires germinated in magnetically shielded environment.

Seeds were soaked in water until the emergence of primary rootlets. Acrospires were then transferred into spherical container made of ferromagnetic material. Acrospires were incubated for 40 days under various temperature conditions. Control acrospires were germinated under same conditions and in the absence of magnetic shielding.

After experiment roots were dissected and prepared for light and electron microscopy using routine glutaraldehyd fixation protocol with OsO₄ postfixation.

Root meristem cells in control acrospires displayed partially decondensed chromatin, nucleoli with well defined fibrillar centers, dense fibrillar component and granular component. RNP-containing complexes in forms of short tubules 30-40 nm in diameter and micropuffs were also present.

Under low temperature conditions and magnetic shielding chromatin in the root meristem cells was in diffuse state compared to control. Nucleoli were also affected. Amount of granular component was reduced and multiple nucleolar protrusions were formed into nucleoplasm. Each protrusion was composed of tightly-packed electron-dense granules and surrounded by chromatin fibres.

Under normal temperature conditions all nuclei in meristem cells displayed drastic morphological alteration. Chromatin was collapsed, karyoplasm was devoid of RNP-particles and nucleoli lost its granular component and were significantly smaller than those in control cells. In summary these changes are similar to those observed after complete inhibition of r- and mRNA synthesis.

All detected alterations were reversible and nuclear morphology returned to normal after removal of the magnetic shielding. The seedling were completely viable and capable for proceeding into reproductive stage after being planted out.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИСПЫТУЕМЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ УПРАВЛЯЕМОГО ДЫХАНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНО ПОДОБРАННОЙ ЧАСТОТОЙ

Бирюкова Е.А., Чуйн Е.Н., Заячникова Т.В.

Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского
e-mail: biotema@mail.ru

Исследована вариабельность сердечного ритма (ВСР) испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под влиянием управляемого дыхания (УД) с индивидуально подобранной частотой (ИПЧ).

Показано, что изменения показателей ВСР под влиянием УДИПЧ зависят от типа вегетативной регуляции испытуемых: у волонтеров, исходно характеризующихся симпатическим типом вегетативной регуляции изменения изученных показателей происходили в наиболее ранние сроки; у испытуемых-нормотоников достоверные изменения изученных показателей в основном регистрировали, начиная с 5-6-х суток воздействия; у испытуемых с парасимпатическим типом вегетативной регуляции достоверных изменений изученных показателей практически не наблюдалось.

Курсовое воздействие УДИПЧ изменяет ВСП испытуемых выделенных групп, что связано с усилением барорефлекторных механизмов, повышением активности автономного контура регуляции и активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а также приводит уменьшению исходных межгрупповых различий у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции и приближению значений показателей ВСП у нормо- и симпатотоников к наиболее оптимальному в функциональном отношении ваготоническому типу, что указывает на гомеостатическое действие этого фактора.

Изменения показателей ВСП испытуемых разных групп зависят от продолжительности курса УДИПЧ: достоверные изменения изучаемых параметров зарегистрированы уже после первых сеансов, а максимальные эффекты – после 9-10-тикратного воздействия; на протяжении последующих 7-ми суток после окончания курса управляемого дыхания показатели вариабельности сердечного ритма достоверно отличались от исходных, что указывает на выраженное последствие данного фактора.

Превентивное воздействие УДИПЧ приводит к повышению скорости восстановительных процессов, увеличению вагусных воздействий и оптимизации барорефлекторной регуляции, большей активации вегетативного контура регуляции сердечного ритма после субмаксимальной физической нагрузки, что свидетельствует об оптимизации функционального состояния, увеличении адаптивных возможностей организма и увеличении толерантности к физической нагрузке организма испытуемых, однако в большей степени восстановление изученных показателей ВСП происходило у испытуемых, характеризующихся симпатическим типом вегетативной регуляции.

Многokратное воздействие УД, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра СР, приводит к увеличению синхронизации колебательных процессов в кардиореспираторной системе испытуемых, однако степень синхронизации сердечного и дыхательного ритмов зависит от типа вегетативной регуляции испытуемых: в большей степени увеличение коэффициента кросс-корреляции произошло у испытуемых-симпатотоников с исходно низкими значениями этого показателя, а в меньшей степени – у ваготоников, характеризующихся исходно высокими значениями данного коэффициента.

Следовательно УД, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра СР, является мощным средством управления СР и функциональным состоянием кардиореспираторной системы испытуемых с разным типом вегетативной регуляции, о чем свидетельствует оптимизация показателей ВСП, увеличение толерантности сердечно-сосудистой системы к субмаксимальной физической нагрузке и увеличение синхронизации сердечного и дыхательного ритмов.

HEART RATE VARIABILITY OF SUBJECTS UNDER THE INFLUENCE OF CONTROLLED BREATHING WITH INDIVIDUALLY CHOSEN FREQUENCY

Birukova E.A., Chujan E.N., Zajachnikova T.V.

Taurida National V.I. Vernadsky University
e-mail: biotema@mail.ru

The heart rate variability (HRV) of subjects with different types of vegetative regulation under the controlled breathing (CB) influence with individually fitted frequency (IFF) is researched.

The changes of indicators HRV under the CBIFF influence depend on type of vegetative regulation are demonstrated.

Volunteers, who possessed sympathetic type of vegetative regulation demonstrated the change of investigated indicators occurred at the earliest stages. Subjects with regular vegetative tone demonstrated the changes of the investigated indicators occurs in 5-6 days of CB. Subjects with vagal predominance demonstrated the changes of the researched indicators practically were not registered.

The course of CBIFF change HRV of different groups of examinees. This result in increase of baroreflex mechanisms, activity of an independent vegetative regulation contour and activate the parasympathetic part of vegetative nervous system. It leads to reduction of initial intergroup

distinctions at examinees with different type of vegetative regulation and to approach the HRV-indicators at subjects with regular vegetative tone and sympathetic predominance to the optimal in the functional relation vagal type. This indicates an homeostatic action of this factor.

The changes of HRV-indicators of different groups of examinees depend on duration of a course of CBIFF. Valid the researched changes of parameters, were registered after the first sessions. The maximum effects - after 9-10 sessions of influences. Throughout the subsequent 7 days after the termination of a course of CB indicators of variability of a HR authentically differed from initial. This testifies on expressed after-action of CB.

The preventive influence of CBIFF leads to increase of speed of regenerative processes, increase vagal influences and optimization baroreflex to regulation, more activation of a vegetative HR regulation contour after the submaximal physical activity. This testifies about volunteers functional state optimization, increasing in organism adaptive possibilities and tolerance it to physical activity. However, in more degrees restoration of the studied indicators of variability of a HR occurred at the examinees characterized by sympathetic type of vegetative regulation.

The repeated influence of the CB leads to increase in synchronization of oscillatory processes in cardiovascular system of examinees. However degree of synchronization of heart and respiratory rhythms depends on examinees type of vegetative regulation. The increase in factor of cross-correlation has at more extant at examinees with sympathetic predominance to initially low values of this indicator, and at lesser degree – the subjects with vagal predominance, characterized by initially high values of the given factor.

Hence, the CB, which frequency corresponds to frequency of localization of the maximum peak of capacity in a low-frequency range of a spectrum of a HR, is a management powerful tool a HR and a functional condition cardiovascular systems of examinees with different type of vegetative regulation. The optimization of HRV-indicators, increase in cardiovascular system tolerance to the submaximal physical activity and increase in synchronization of heart and respiratory rhythms testifies about it.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ

Бондарь Г.В., Шевченко В.В., Поляков П.И.¹, Рюшшина Т.А.¹

Донецкий областной противоопухолевый центр
¹Донецкий физико-технический институт НАНУ
e-mail: r-tatyana@ukr.net

Известно, что электромагнитное излучение оказывает влияние на процессы, происходящие на многих иерархических уровнях организма: начиная от наноуровня (атомы, молекулы [1]), микроуровня (клетки) [2, 3], до макроуровня - систем человеческого организма [4,5] и всего организма в целом [6, 7]. Очевидно, что характер этого воздействия - позитивное, стимулирующее или негативное, подавляющее, зависит от параметров этого воздействия.

Одной из наиболее чувствительных систем человеческого организма к магнитному воздействию является система крови. Было установлено, реакция организма на электромагнитное воздействие подобна радиационному облучению, а состояние облученного организма принято оценивать по изменениям в крови [8, 9]. Многочисленные клинические и биофизические исследования показали, что воздействие магнитного поля снижает реологические свойства крови [10, 11], способствует гипокоагуляции эритроцитов [12], ускоряет СОЭ [13, 14], изменяет проводимость клеточных мембран [15], увеличивает электрическое сопротивление и емкость эритроцитов [16].

Было показано [17], что переменное магнитное поле оказывает более эффективное воздействие на организм по сравнению с постоянным магнитным полем. Отмечена особая чувствительность организма [9], в области низких частот 50 гц и амплитуд $H = 200-400$ э. Следует отметить, что до настоящего времени еще не существует достаточного набора данных, позволяющих выделить наиболее эффективные параметры воздействия

(амплитуда, частота магнитного поля, время действия и др.), поэтому все исследования в этой области являются актуальными.

Настоящая работа посвящена изучению влияния комбинированного магнитного поля (КМП) (постоянного + переменного) на показатели фракций крови в практике лучевой терапии онкологических больных. Для создания комбинированного магнитного поля были разработаны специальные магнетроны оригинальной конструкции, которые позволили реализовать постоянное поле величиной 500 Э и переменное магнитное поле амплитудой 80 Э частотой 50 Гц в области размером 40 см в диаметре. Воздействие поля осуществлялось на поверхности тела в области тазобедренного сустава в течение 20 мин перед каждым сеансом облучения во время курса лечения в течение 30 дней. Время между магнитным и лучевым воздействием составляло 20-30 мин.

Для исследований отобрана группа в количестве 33 больных. В качестве контрольной группы использована группа больных в количестве 34, которые получали традиционное лучевое лечение. Проводились измерения таких параметров крови как: количество эритроцитов, лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), количество гемоглобина (НВ), в течение всего курса лечения с интервалом 4-6 суток.

Результаты. Исследования показали, что воздействие МП положительно влияет на показатели красной крови. Количество эритроцитов была не ниже $3,0 \cdot 10^{12}$, имея четкую тенденцию к стабильности на протяжении всего курса лечения. Количество гемоглобина также сохраняло динамическую стабильность в пределах 100 -140 г/л. В некоторых случаях воздействие КМП значительно улучшало начальные показатели крови без стимуляторов и гемотранфузий. Динамика скорости оседания эритроцитов (СОЭ) у больных, получивших комбинированное лечение, совместно с КМП, уменьшалась, начиная с 3-5 суток, а начиная с 9-11х суток, практически нормализовалась. У больных, получавших только лучевую терапию, какой-либо закономерности не прослеживалось, СОЭ изменялась хаотически.

Данные динамического наблюдения за количеством лейкоцитов показали, что воздействие КМП приводит к снижению их количества по сравнению с результатами в контрольной группе. Это снижение отмечалось на протяжении всего курса лечения, и к концу достигало 70% в исследуемой группе, а в контрольной 50%. В 34 случаях в контрольной группы и только в 6 из основной отмечена лейко- и тромбоцитопения, что свидетельствует о протективном действии КМП на кроветворную ткань.

Механизм действия КМП. До настоящего времени до конца не выяснен механизм влияния магнитного поля. В настоящее время считается (см. напр. [5]), что основная реакция в организме человека в ответ на действие магнитного поля происходит на уровне биологических мембран. Именно изменение их проницаемости и транспорта ионов К и Na влечет за собой изменения в скорости биохимических реакций и т. д .

Разумеется, что реакция на воздействие МП существует на всех иерархических уровнях организма. Но причинная, самая глубокая ответная реакция находится на молекулярном уровне. Поскольку молекула гемоглобина содержит атом железа, имеющий большой магнитный момент, соответственно и молекула гемоглобина имеет собственный магнитный момент. Собираясь в эритроците, магнитные моменты упорядочиваются, подстраиваются друг под друга, образуя магнитный момент эритроцита P_m . Авторы работы [17] сделали оценку величины магнитного момента эритроцита, определив его магнитную восприимчивость $\chi = -4\pi \cdot 0.736 \cdot 10^{-6}$. При действии внешнего магнитного поля В, на эритроциты действует магнитная сила $F = P_m \times B$, упорядочивая их вдоль поля. Приложенное магнитное поле 500 ± 80 Э много больше магнитного поля земли (0,5Э), поэтому и действующая сила достигает значительной величины. Действующая магнитная сила осциллирует с частотой 50 Гц, и «встряхивает» эритроциты, что позволяет преодолеть тенденцию эритроцитов к слипанию и разрушить их сцепки, таким образом, увеличивая их «рабочую» поверхностную энергию.

Достаточно большое МП не только ориентирует эритроциты вдоль поля, но и может привести к магнитному упорядочению внутри эритроцита, увеличивая его собственный магнитный момент, т.е. намагничивая эритроцит. Это намагничивание приводит к увеличению его внутренней энергии, как бы «подзаряжает» эритроцит, увеличивая его жизнестойкость.

Поскольку СОЭ определяется электрическим состоянием поверхности эритроцитов [3], наблюдаемое в работе изменение СОЭ, скорее всего, обусловлено изменением электрических свойств поверхности под влиянием КМП.

Изучение влияния магнитных полей на биофизические процессы, происходящие в организме, позволяют прояснить механизм действия КМП и внедрить этот физический фактор в медицинскую практику как лечебное средство.

Литература:

1. M. Yamaguchi and Y. Tanimoto (eds.), *Magneto-Science*, Kodansha/Springer, Tokyo (2006).
2. М.И.Яковлева. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л.: Медицина, 1973. 176 с.
3. А.Л.Чижевский. Электрические и магнитные свойства эритроцитов. Киев, Наукова думка, 1973, 93 с.
4. Е.И.Сорокина. Физические методы лечения в кардиологии. - Москва: Медицина, 1989.
5. В.В.Леднев. Биоэффекты слабых комбинированных постоянных и переменных магнитных полей. *Биофизика* - 1996. - Т.41, вып. 1. С.224-231.
6. З.Н.Нахильницкая и др. Магнитное поле и жизнедеятельность организмов. В кн.: *Проблемы космической биологии*. М., 1978, т. 37. 268 с.
7. Реакции биологических систем на магнитные поля. М.: Наука, 1978. 216 с.
8. Г.В.Луд, Н.П.Базенко. Реакция периферической крови на местное воздействие магнитного поля. В кн. *Адаптационные и компенсаторные механизмы в биологии и медицине*. Гродно, 1977, С.60 – 61.
9. О.И.Белоусова, П.Д.Горизонтов, М.И.Федотова. *Радиация и система крови*. М., Атомиздат, 1979, 126 с.
10. V.V.Kirkovskii, V.A.Mansurov, N.P.Mit'kovskaya and Yu.A.Mukharskaya. Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2003, Vol. 76, Number 3, 708-714.
11. А.М.Демецкий, Г.Я.Хулуп, А.В.Цецохо. Биологическое и лечебное действие магнитных полей: Материалы международной научно-практической конференции, Витебск, 1999 г. С. 21—25.
12. W.H.Philpott, S.Taplin, *Biomagnetic Handbook: A Guide to Medical Magnetics: The Energy Medicine of Tomorrow*, 1990.
13. Y.Tanimoto, Y.Kakuda. Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells. 3rd International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Fields (MAP3), *Journal of Physics: Conference Series* 156 (2009).
14. Sanjay Jayavanth and Megha Singh Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 252, November 2002, P. 412- 41 .
15. C.W.Casarett. *Radiation histopathology*. Boca Raton: CRC Press, 1980, Vol.1, 160 p, Vol.2, 176 p.
16. M.S.Markova and F.Pliquettb. Constant magnetic field influence on passive electrical properties of red blood cells. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*. Vol. 14, № 4-6, December 1985, P. 495-502.
17. Sheppard A. R., Eisenbud M. Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency. N. Y. Univ. Press., 1977.

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD TO THE INDICES OF THE BLOOD

Bondar G.V., Shevchenko V.V., Poljakov P.I.¹, Ryumshyna T.A.¹.

Donetsk regional antitumoral center
Donetsk physical-technical institute of NAS of Ukraine
e-mail: r-tatyana@ukr.net

It is known that the electromagnetic radiation influents on the processes of many hierarchical levels of the organism: beginning from the nanolevel (atoms, molecule [1]), microlevel (cell) [2, 3], to the macrolevel - systems of the human organism [4, 5] and the entire organism [6, 7]. The nature of this action - positive, that stimulates or negative, that suppresses, depends on the parameters of this action.

The system of the blood is one of the most sensitive systems of human organism to the magnetic action. It was established, the reaction of organism to the electromagnetic field was similar to radiation irradiation, and the state of the irradiated organism is accepted to evaluate according to changes in the blood [8,9]. Numerous clinical and biophysical studies showed that the action of magnetic field decreases the rheological properties of the blood [of 10, 11], leads to the hypocoagulation of erythrocytes [12], accelerates erythrocyte sedimentation rate [13, 14], changes the conductivity of cellular membranes [15], increases electrical resistance and capacity of erythrocytes [16].

In the reference [17] was shown, that the alternating magnetic field exerts more effective influence on the organism in comparison with the magnetostatic field. The special sensitivity of organism in the region of the low frequencies of 50 Hz and amplitudes $N = 200-400 \theta e$ was noted In [9]. Up to date there are not sufficient set of data about most effective parameters of magnetic field (amplitude, the frequency of magnetic field, action time and other); therefore all studies in this region are immediate.

The present article dedicated to the study of the influence of the combined magnetic field (CMF) (constant + variable) on the indices of the blood in the practice of the radiation therapy for oncologic patients. For creating the combined magnetic field were developed the special magnetrons of the original construction, which made it possible to realize stationary field by value $500 \theta e$ and alternating magnetic field (amplitude is $80 \theta e$) with frequency of 50 Hz in the region with the size of 40 cm in diameter. The action of field was achieved on the body surface in the region of hip joint during 20 min before each session of irradiation during the course of treatment during 30 days. Time between the magnetic and γ -beam action was 20-30 min.

The group in a quantity of 33 patients is selected for studies. The group of the patients in quantity 34 is used as the control group, who obtained traditional beam treatment. The measurements of parameters of the blood were made as: a quantity of erythrocytes, leukocytes, ESR, a quantity of hemoglobin, during entire course of treatment with the interval of 4-6 days.

Results. Studies showed that the combined magnetic field improves the indices of the red blood. A quantity of erythrocytes there was not below $3,0 \cdot 10^{12}$, having clear tendency toward the stability during the entire course of treatment. A quantity of hemoglobin also preserved dynamic stability in the limits of 100 -140 g/l. In certain cases CMF action considerably improved the initial indices of the blood without the stimulators and gemotranfuziy. The erythrocyte sedimentation rate was decreased beginning from 3-5 days, and was normalized practically from 9-11 days at patients, who received the combined treatment together with CMF. The ESR changed chaotically at patients, who obtained only radiation therapy, and no regularity was outlined.

Observations showed that the action CMF leads to decrease a quantity of leukocytes in comparison with the results in the control group. This decrease was noted for the entire courses of treatment, and reached 70% toward the end in the investigated group, and reached 50% in the control group. The leucopenia and thrombocytopenia were noted in 34 cases for control group and only into 6 cases of the basic group that indicate protective action of CMP on the blood.

Mechanism of CMP action. The mechanism of the influence of magnetic field is not explained up to now. It is at present supposed [5] that the main reaction of the human organism on the magnetic field occurs at the level of biological membranes. It is assumed that a change in their permeability and transport of ions K and Na leads to changes in the speed of biochemical reactions.

It is clear that the reaction on the magnetic field exists at all hierarchical levels of organism. But the causal, deepest response reaction is located on the molecular level. Since the molecule of hemoglobin contains iron atom, which has large magnetic moment, respectively the hemoglobin molecule has own magnetic moment. Magnetic moments of hemoglobin in the erythrocyte are ordered, are adjusted slightly under each other, forming the magnetic moment of erythrocyte P_m . The authors of ref. [17] estimated the magnitude of the magnetic moment of erythrocyte, after determining his magnetic susceptibility $\chi = -4\pi \cdot 0.736 \cdot 10^{-6}$. Under the external magnetic field B, on the erythrocytes acts the magnetic force $F = P_m \times B$, ordering them along the field. The applied magnetic field $500 \pm 80 \theta e$ is much more than earth's magnetic field ($0,50e$); therefore the acting force reaches the significant magnitude. The acting magnetic force oscillates with a frequency of 50 Hz, and it "shakes" erythrocytes, which makes it possible to overcome the tendency of erythrocytes toward the adhesion and to destroy their couplings, thus, increasing their "working" surface energy.

Sufficiently large MF not only orients erythrocytes along the field, but also leads to the magnetic ordering inside the erythrocyte, increasing its internal magnetic moment, i.e., magnetizing

erythrocyte. This magnetization leads to an increase in its internal energy, as “recharges” erythrocyte, increasing its *viability*.

Since erythrocyte sedimentation rate, ESR is determined by the electrical surface condition of erythrocytes [3], the observed change of ESR, it is most likely, caused by a change in the electrical properties of surface under the effect of CMF.

The study of the influence of magnetic to the biophysical processes in the organism permits to explain the mechanism of action CMF and to introduce this physical factor in the medical practice as therapeutic means.

References

1. M. Yamaguchi and Y.Tanimoto (eds.), Magneto-Science, Kodansha/Springer, Tokyo, 2006.
 2. M.I.Yakovleva. Physiological mechanisms under electromagnetic fields. Leningrad: Medicine, 1973, 176 p.
 3. A.L.Chizhevskiy. Electrical and magnetic properties of erythrocytes. Kiev, Naukova dumka, 1973, 93 p.
 4. E.I.Sorokina. Physical methods of treatment in cardiology. Moscow, Medicine, 1989.
 5. V.V.Lednev. Bioeffects of the weak combined constant and variable magnetic fields. Biophysics - 1996. Vol.41, N 1, p.224-231.
 6. Z.N.Nakhilnitskaya and all. Magnetic field and the vital activity of organisms. In the book: Problems of space biology, Vol. 37, Moscow, 1978, 268 p.
 7. Reactions of biological systems under the magnetic fields. Moscow, Science, 1978, 216 p.
 8. G.V.Lud, N.P.Bazenko. Reaction of the peripheral blood to the local action of magnetic field. In the book: Adaptive and compensating mechanisms in biology and medicine. Grodno, 1977, p.60 – 61.
 9. O.I.Belousova, P.D.Gorizontov, M.I.Fedotova. Radiation and the system of the blood. Moscow, Atomizdat, 1979, 126 p.
 10. V.V.Kirkovskii, V.A.Mansurov, N.P.Mit'kovskaya and Yu.A.Mukharskaya. Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis. Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2003, Vol. 76, N 3, 708-714.
 11. A.M.Demetskiy, G.Ya.Khulup, A.V.Tsetsokho. On the biological and therapeutic effect of magnetic: Materials of international scientific conference, Vitebsk, 1999. p. 21—25.
 12. W.H.Philpott, S.Taplin, Biomagnetic Handbook: A Guide to Medical Magnetics: The Energy Medicine of Tomorrow, 1990.
 13. Y.Tanimoto, Y.Kakuda. Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells. 3rd International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Fields (MAP3), Journal of Physics: Conference Series V.156, 2009.
 14. S.Jayavanth and M.Singh Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 252, November 2002, P.412- 414.
 15. C.W.Casarett. Radiation histopathology. Boca Raton: CRC Press, 1980, Vol.1, 160 p, Vol.2, 176 p.
 16. M.S.Markova and F.Pliquet. Constant magnetic field influence on passive electrical properties of red blood cells. Bioelectrochemistry and Bioenergetics. Vol.14, № 4-6, December 1985, P. 495-502.
 17. A.R.Sheppard, M.Eisenbud. Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency. N. Y. Univ. Press., 1977.
-

ФИЗИОЛОГИЯ ТРЕВОЖНОГО РЕАГИРОВАНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ЦИКЛЕ СОН-БОДРСТВОВАНИЕ

Вербицкий Е.В.

Учреждение Российской академии наук Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов на Дону, Россия,
e-mail: e_verbitsky@ssc-ras.ru

Тревожное реагирование бодрствования обусловлено индивидуальностью активационных и синхронизирующих процессов лимбической системы, а также коры головного мозга и характеризуется уровнем тревожности. По соотношению поведенческих проявлений тревожности с инициированными и спонтанными изменениями электрической активности образований головного мозга можно судить о взаимодействии церебральных регуляций лимбики, коры и таламуса в цикле сон-бодрствование. Обобщение сведений об этих взаимодействиях у млекопитающих в разнообразии изменений, обусловленных электромагнитными полями, позволяет понять физиологию индивидуальности тревожного реагирования в цикле сон - бодрствование. Многосуточное оценивание указанных взаимодействий открывает новые возможности изучения физиологической адаптации млекопитающих к среде обитания. Особую ценность представляет сочетание исследований сна и бодрствования с изучением показателей реагирования нервной системы на раздражители, организованных с учетом индивидуальности тревожного реагирования и динамики цикла сон-бодрствование.

В экспериментах на животных (грызунах и хищниках), дифференцированных по уровню базовой тревожности показано влияние тесноты таламо-кортикальных и кортико-лимбических взаимодействий на индивидуальность тревожного реагирования во сне и бодрствовании. Доказано, что увеличение тесноты таламо-кортикальных связей посредством микростимуляции и полевых влияний пролонгирует медленноволновый сон, что способствует снижению тревожного реагирования в последующем бодрствовании. Выяснилось, что указанные проявления наиболее свойственны млекопитающим с высоким уровнем базовой тревожности.

Обосновывается представление о пользе реализации указанного подхода в многосуточных наблюдениях для выявления связей индивидуальности тревожного реагирования, а также взаимодействий образований головного мозга с электромагнитными и другими влияниями на адаптационные возможности организма. Полученные обобщения имеют значение для выяснения существа адаптации млекопитающих к среде обитания, в том числе к влиянию электромагнитных полей, что важно для понимания закономерностей жизнедеятельности организма млекопитающих в цикле сон - бодрствование. Они также полезны для выяснения этиологии расстройств сна и бодрствования, обусловленных продолжительным влиянием высокого уровня тревожности в условиях электромагнитных полей.

PHYSIOLOGY OF ANXIETY REACTION OF MAMMALS ON ELECTROMAGNETIC FIELDS IN CYCLE SLEEP-WAKEFULNESS

Verbitsky E.V.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre RAS, Institution of the Russian Academy of Sciences,
Rostov on Don, Russia
e-mail: e_verbitsky@ssc-ras.ru

Anxiety reaction of wakefulness is caused by individuality of activation and synchronizing processes limbic system, cerebral cortex and is characterized by anxiety level. On a parity of behavioral displays of uneasiness with the initiated and spontaneous changes of electric activity of formations of a brain it is possible to judge interaction cerebral regulation limbic, cortex and thalamus in a cycle sleep-wakefulness. Generalization of data on these interactions at mammals in a variety of the changes caused by electromagnetic fields, allows understanding physiology of

individuality of disturbing reaction in a cycle sleep - wakefulness. Supervision lasting many days estimation of the specified interactions opens new possibilities of studying of physiological adaptation of mammals to inhabitancy. Special value the combination of researches of a sleep and wakefulness to studying of indicators of reaction of nervous system on the irritants, organized taking into account individuality of disturbing reaction and dynamics of a cycle represents sleep-wakefulness.

In experiments on animals (rodents and predators), differentiated on level of base anxiety narrowness influence thalamocortical and corticallimbic interactions on individuality of disturbing reaction in the sleep and wakefulness is shown. It is proved that the narrowness increase thalamocortical communications by means of microstimulation and field influences prolongs slow-wave sleep that promotes decrease in anxiety reaction in the subsequent wakefulness. It was found out that the specified displays are most peculiar to mammals with high level of base anxiety.

Representation about advantage of realization of the specified approach in Supervision lasting many days supervision for revealing of communications of individuality of disturbing reaction, and also interactions of formations of brain with electromagnetic and other influences on adaptable possibilities of an organism is proved. The received generalizations matter for finding-out of a being of adaptation of mammals to inhabitancy, including influencing of electromagnetic fields that is important for understanding of laws of ability to live of an organism of mammals in cycle a sleep-wakefulness. They also are useful to finding-out of an etiology of frustration sleep and wakefulness, caused by long influence of high level of anxiety in the conditions of electromagnetic fields.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* НА РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАКЦИИ МЕТАХРОМАЗИИ ВОЛЮТИНОВЫХ ГРАНУЛ

Громозова Е.Н., Войчук С.И., Качур Т.Л.

Институт микробиологии и вирусологии им.Д.К.Заболотного НАН Украины, Киев
e-mail: gren@voliacable.com

Одним из возможных вариантов изучения механизма воздействия космо-физических факторов на реакцию метакромазии (МТХ) волютиновых гранул (био-астрономический эффект Чижевского-Вельховеера) является моделирование этого явления в искусственных условиях.

Было показано, что изменение температуры от оптимальной для роста 28-25⁰С до 18-16⁰С не оказывало влияния на результаты реакции. МТХ была одинакова при окрашивании клеток в процессе их длительного культивирования и тех проб, которые фиксировались в стандартных условиях при ежедневном пересеве. Следует отметить, что в популяции дрожжей при длительном культивировании уменьшалось количество метакроматически окрашенных клеток (через неделю на 50%, через месяц на 80-90%). Это может быть результатом деструктивных процессов в стареющей популяции. Обработка клеток дрожжей ультразвуком (22 кГц 1-5мин.), электромагнитным излучением (УВЧ 40, 68мГц, 15, 30 Вт, 5-60мин; КВЧ 46,76, 46, 75 ГГц, 5 мВ, 10мин; СВЧ 1800МГц, 50-1000 мкВт/см², 5 -60 мин.), также как и облучение ультрафиолетом (лампа БУВ-15, λ-254нм, 1м от объекта) не приводило к видимому изменению окраски.

Таким образом, попытки повлиять на реакцию МТХ в лабораторных условиях на данном этапе не увенчались успехом, что не исключает продолжения исследований в этом направлении.

EFFECT OF CULTIVATION CONDITIONS OF THE YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE RESULTS METACHROMASIA REACTION VOLUTIN'S GRANULES

Gromozova E.N. Voychuk S.I, Kachur T.L.

Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Kiev
e-mail: gren@voliacable.com

One option for studying the mechanism of action of cosmo-physical factors on the reaction of metachromasia (MTC) of volutin granules (bio-astronomical effect Chizhevskogo-Velhovera) is a simulation of this phenomenon in vitro.

It was shown that the change in temperature from the optimum for growth of 28-25°C up to 18-16°C had no effect on the results of the reaction. MTC was similar staining of cells during their long-term cultivation, and those samples that were recorded under standard conditions, with daily subculture. It should be noted that the number of metachromatic-stained cells in population of yeast during long-term cultivation reduced (in a week by 50%, a month by 80-90%). This may be the result of destructive processes in the aging population. Treatment of yeast cells by ultrasound (22 kHz, 1-5min.), electromagnetic radiation (UHF 40, 68 mHz, 15, 30 W, 5-60min; EHF 46.76, 46, 75 GHz, 5 mW, 10 min, microwave 1800 MHz, 50 - 1000 mkVt/sm 2, 5 - 60 min.), as well as irradiation with ultraviolet (BUV-15 lamp, λ -254nm, 1m from the object) does not lead to a visible color change.

Thus, attempts to influence the response of MTX in the laboratory at this stage were not successful, that does not preclude further research in this direction.

НАТИВНАЯ АГРЕГАЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА И ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА ЭРИТРОЦИТЫ

Доценко О.И.

Донецкий национальный университет, Донецк, Украина
e-mail: dots_don@ukr.net

Ключевая роль в функционировании организмов отводится биополимерам в силу разнообразия функций, выполняемых ими, и на уровне которых реализуется любое воздействие на организм или отдельные системы. Следовательно, для объяснения макроэффектов, наблюдаемых при действии различных факторов среды на организм, необходимо рассматривать их влияние на молекулярный уровень организации живой материи, и, прежде всего, на белковые структуры.

На основании исследований научных школ Д.Н. Насонова (Насонов, 1962) и Г. Линга (Ling, 1992, 2006, 2008) и изучения свойств глобулярных белков была сформулирована гипотеза нативной агрегации (Матвеев, 2010), согласно которой первопричиной любых функциональных изменений в клетке является появление временных структур, непрерывно возникающих и распадающихся в процессе ее жизнедеятельности. Индуцированные вторичные структуры обеспечивают высоко специфичные внутри- и межбелковые взаимодействия. В результате такого взаимодействия появляются временные структуры, выполняющие функции, необходимые для обеспечения функциональной активности клетки. В основе патологических состояний лежит неспособность клетки вернуться в состояние покоя и ошибки в формировании сигнальных структур. Олигомерная организация молекулы гемоглобина дает возможность оценить роль субъединичных контактов в проявлении функциональной активности и в ответной реакции макромолекулы на воздействие внешних факторов. В связи с этим было исследовано влияние низкочастотной вибрации на процессы агрегации, конформационный статус и функциональные свойства различных структурных форм гемоглобина эритроцитов.

Суспензия эритроцитов подвергалась вибрации в интервале частот 8 – 32 Гц с амплитудами $0,5 \pm 0,04$ и $0,9 \pm 0,08$ мм в течение 3-х часов. В ходе эксперимента, через определенные временные промежутки регистрировали спектры поглощения в области 240 – 660 нм для суспензии эритроцитов, их гемолизатов и мембраносвязанного гемоглобина.

Изучена динамика основных лигандных форм гемоглобина в составе эритроцитов. Исследовано изменение каталазной и пероксидазной активности гемоглобина эритроцитов. Показана взаимосвязь между структурными изменениями гемоглобина и его функциональной активностью. Установлен характер окислительной модификации гемоглобина в зависимости от частоты и амплитуды вибрационного воздействия.

Показано, что в процессе действия вибрации химической модификации подвергаются функционально важные группы белка, такие как аминокислотные и тиольные, карбоксильные. Уменьшение числа SH-групп связано с нарушением третичной структуры оксигемоглобина, что влечет за собой изменение соотношения положительно и отрицательно заряженных групп на поверхности гемоглобина и его необратимой агрегации. Показано, что уровень проявления гемоглобином собственной антиоксидантной активности определяется олигомерной организацией его макромолекулы: степень диссоциации тетрамера гембелка может служить одним из важных адаптационных механизмов регулирования его функциональной активности при действии изучаемого фактора.

NATIVE AGGREGATION OF HEMOGLOBIN AND ITS FUNCTIONAL ACTIVITY AT THE INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY VIBRATION ON ERYTHROCYTES

Dotsenko O.I.

Donetsk national university, Donetsk, Ukraine
e-mail: dots_don@ukr.net

The key role in organism functioning assign to biopolymers owing to a variety of the functions which are carried out and levels of any influence realisation at organisms or separate systems. Hence, for the macroeffects explanation observed at various environmental factors influences to the organism, it is necessary to consider their influence on molecular level of the live matter organization, and, first of all, on proteins structures.

On the basis of scientific schools researches of D. Nasonov (Nasonov, 1962) and G. Ling (Ling, 1992, 2006, 2008) and studying of properties of globular proteins the native aggregations hypothesis has been formulated (Matveev, 2010), according to which the primary cause of any functional changes in cell is the appearance of temporary structures, as a result of native aggregation, continually appearing and disintegrating during the life. These temporary secondary structures provide a means for highly specific interactions between proteins. As a result, native aggregation creates temporary structures necessary for cell activity. The basis of pathological states is the cells inability to return to the resting state and errors in the formation of signal structures. The oligomeric organization of the haemoglobin molecule gives the chance to estimate a role subunits contacts in demonstration of functional activity and in response of a macromolecule to influence of external factors. In this connection influence of low-frequency vibration to aggregation processes, the conformational status and functional properties of various structural forms of hemoglobin have been investigated.

Erythrocytes suspension was exposed to vibration in the range of frequencies 8 – 32 Hz with amplitudes $0,5 \pm 0,04$ and $0,9 \pm 0,08$ mm within 3 hours. During experiment, through certain time intervals registered absorption spectrum in the field of 240 – 660 nm for erythrocytes suspension, their hemolysates and membrane-binding haemoglobin. Dynamics of the basic ligands haemoglobin forms in erythrocytes structure was studied. Change erythrocytes hemoglobin catalase and peroxidase activity was investigated. Character of oxidizing modification of hemoglobin depending on frequency and amplitude of vibrating influence was established.

It is shown that in the course of action of vibration of chemical functionally important groups of protein, such as amino, thiols and carboxyl groups was exposed to modification. Decreasing number of SH-groups is connected with infringement of tertiary structure oxyhemoglobin that involves parity change positively and negatively charged groups on a surface of haemoglobin and its irreversible aggregation. It is shown that level of demonstration own antioxidant activity is defined by haemoglobin oligomeric organization its macromolecules: degree dissociation hemprotein tetramer can serve of important adaptable mechanisms of regulation of its functional activity at action of the studied factor.

АКТИВНОСТЬ ИНТЕРФЕРОН-ИНДУЦИРУЕМОГО ФЕРМЕНТА 2',5'-ОЛИГОАДЕНИЛАТ-СИНТЕАЗЫ В ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТКАХ СЕЛЕЗЕНКИ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ И МИКРОГРАВИТАЦИИ

Компанец И.В., Чайка В.А. Лаврова К.В., Остапченко Л.И.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Учебно-научный центр «Институт биологии», Киев, Украина

Иммунная система является одной из наиболее чувствительных к действию разных химических и физических факторов [1]. Особенный интерес представляет изучение влияния на ключевые показатели иммунитета факторов трансформированной среды, таких как микрогравитация и ионизирующее излучение. Существуют данные об активации Т-клеточного иммунного ответа в условиях космического полета [2]. В обеспечении иммунного ответа одно из ключевых мест занимают интерфероны - цитокины, которые продуцируются лимфоидными клетками и выполняют целый ряд функций (противовирусная и антипролиферативная защита, иммунная активация, запуск апоптоза и др.) [3]. Интерфероны I типа индуцируют синтез в клетках фермента 2',5'-олигоаденилат-синтетазы, которая в свою очередь синтезирует один из вторичных посредников системы интерферона - 2',5'-олигоаденилат. Активность 2',5'-олигоаденилат-синтетазы является показателем функционального состояния лимфоидных клеток. Показано, что этот фермент принимает участие в таких процессах, как реакция клеток на вирусную инфекцию, изменение гормонального статуса, опухолевый рост [4]. Не изучено, каким образом будет реагировать система интерферона на действие факторов космического полета. Целью данной работы было изучить активность 2',5'-олигоаденилат-синтетазы (2',5'-ОАС) в лимфоцитах селезенки крыс при действии моделированной микрогравитации, а также ионизирующего излучения.

Крыс облучали на установке РУМ-17 в дозах 0,5 и 1 Гр, через 12 часов проводили декапитацию, выделяли спленоциты. Для создания моделированной микрогравитации животных клиностатировали на клиностате "Цикл-2" в течение 60 мин, осуществляли эвтаназию и выделяли спленоциты. Изолированные спленоциты инкубировали *in vitro* с индукторами интерферона: циклофероном, поли(И)-поли(С) и тилороном в концентрации 20 мкг на 10^6 клеток / мл в течение 17 ч. В экстракте спленоцитов определяли активность 2',5'-ОАС.

Показано уменьшение количества живых спленоцитов как при действии микрогравитации, так и при облучении. Активность 2',5'-ОАС в спленоцитах крыс, которых подвергали клиностатированию, увеличивалась на 40 %. Инкубация клеток с индукторами интерферона приводила к возрастанию активности фермента относительно клеток, которые индукторам не обрабатывались. Следует отметить, что прирост активности был наиболее выраженным для интактных животных сравнительно с подвергшимися клиностатированию. Среди исследованных индукторов наиболее эффективным был тиолорон.

При изучении действия рентгеновского излучения на крыс было установлено, что активность 2',5'-ОАС в спленоцитах повышается на 80 % при облучении в дозе 0,5 Гр и находится на уровне контроля при облучении в дозе 1 Гр. Инкубация спленоцитов с индукторами интерферона приводит к усилению стимуляции ферментативной активности. Действие индукторов наиболее эффективно при облучении животных в дозе 0,5 Гр. Максимальный прирост исследуемого показателя наблюдается при инкубации с циклофероном для обеих доз облучения.

Таким образом, показано, что при воздействии микрогравитации и рентгеновского облучения в дозах 0,5 и 1 Гр в лимфоидных клетках селезенки крыс стимулируется активность одного из ключевых ферментов системы интерферона - 2',5'-ОАС. Возможно, это происходит в результате активации клеточных процессов сигнальной трансдукции, которые инициируются интерфероном. Вероятно, в данных условиях индуцируется синтез этого цитокина. Следует предположить, что выявленное нами повышение активности фермента является компенсаторной реакцией лимфоцитов на действие стрессовых факторов трансформированной среды.

Изучение влияния физических факторов на показатели иммунитета, в том числе и на систему интерферона, позволит выяснить механизмы, по которым реализуется реакция иммунной системы человека на действие условий космического полета.

Литература

1. Cogoli A. The effect of hypogravity and hypergravity on cells of the immune system // J. Leukoc. Biol. – 1993. – v. 44, № 3. – P. 259-268.
2. Hashemi B.B., Penkala J.E., Venus C., et al. T cell activation responses are differentially regulated during clinorotation and space flight // FASEB J. – 1999. – v. 13. – P. 2071-2082.
3. Takaoka A., Yanai H. Interferon signalling network in innate defence // Cellular Microbiology. – 2006. – 8, № 6. – P. 907–922.
4. Trinchieri G. Type I interferon: friend or foe? // J. Exp. Med. - 2010. - 207, N 10. - P. 2053–2063.

THE ACTIVITY OF INTERFERON-INDUCED ENZYME 2',5'-OLIGOADENYLATE-SYNTHEASE IN RAT SPLEEN LYMPHOID CELLS UNDER THE ACTION OF IONIZING IRRADIATION AND MICROGRAVITY

Kompanets I.V., Chaika V.O., Lavrova K.V., Ostapchenko L.I.

Taras Shevchenko Kyiv University, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology", Kiev, Ukraine

The immune system is one of the most sensitive to the action of different chemical and physical factors [1]. The study of the influence of transformed environment factors on the key parameters of immunity (microgravity and ionizing irradiation) is of a great interest today. It was shown that the T-cell immune response is activated in conditions of space flight [2]. The interferons play the key role in immune response realization. They are cytokines produced by lymphoid cells and accomplish quite a number of functions: antiviral and antiproliferative defence, immune activation, apoptosis initiation, etc. [3]. Type I interferons induces the synthesis in the cells of the enzyme 2',5'-oligoadenylate-synthetase. It synthesizes 2',5'-oligoadenylate - one of the second messengers of the interferon system. 2',5'-Oligoadenylate-synthetase activity is the index of lymphoid cells functional state. This enzymes was shown to take part in such processes as cells reaction on viral infection, the change of hormonal state, tumor growth [4]. The response of interferon system on space flight factors action isn't studied yet. The aim of this work was to investigate the 2',5'-oligoadenylate-synthetase activity (2',5'-OAS) in rat spleen lymphocytes under the action of model microgravitation as well as ionizing irradiation.

Rats were irradiated the instrumentality of X-ray equipment "RUM-17" at doses 0,5 and 1 Gy. Animals were decapitated in 12 hours and spleenocytes were than isolated. For the purpose of model microgravity generation animals were clinostated by the clinostat "Cycle-2" during 60 minutes, than euthanasia was carried out and spleenocytes were than isolated. The isolated spleenocytes were incubated with interferon inducers: cycloferone, poly(I)·poly(C) and tilorone in a concentration of 20 micrograms per 10⁶ cells per milliliter during 17 hours. The 2',5'-OAS activity were determined in the extract of spleenocytes.

The decrease of living spleenocytes quantity was shown both under the action of microgravity as well as irradiation. The 2',5'-OAS activity in spleenocytes of clinostated rats increased on 40 %. The incubation of cells with interferon inducers caused to the rise of enzyme activity relative to the cells that weren't treat with inducers. It should be noted that the augmentation of the activity was the most expressed in the cells of intact animals comparative to those which were clinostated. Tilorone was the most effective among all investigated inducers.

The action of X-ray irradiation on 2',5'-OAS activity in spleenocytes was studied. It was established that it increases on 80 % at a dose of 0,5 Gy and turns up the control level at a dose of 1 Gy. The incubation of spleenocytes with interferon inducers causes the intensification of enzyme activity stimulation. The inducers action was more effective in conditions of irradiation at a dose of 0,5 Gy. The maximal acceleration of the investigated parameter was observed at incubation of cells with cycloferone for both doses of irradiation.

Thereby, it was shown that the activity of 2',5'-OAS (that is the one of the key enzymes of interferon system) is stimulated under the action of microgravity and X-ray irradiation. It may occur consequently to intracellular signaling activation, initiated by interferon. Probably, the synthesis of this cytokine is induced in such conditions. It may be assumed that the revealed increase of enzyme activity is the compensatory reaction of lymphocytes on the action of transformed environment action.

The study of the influence of physical factors on immunity parameters particularly the interferon system will allow to clarify the mechanisms of the reaction of immune system on space flight conditions.

References

1. Cogoli A. The effect of hypogravity and hypergravity on cells of the immune system // J. Leukoc. Biol. – 1993. – v. 44, № 3. – P. 259-268.
2. Hashemi B.B., Penkala J.E., Venus C., et al. T cell activation responses are differentially regulated during clinorotation and space flight // FASEB J. – 1999. – v. 13. – P. 2071-2082.
3. Takaoka A., Yanai H. Interferon signalling network in innate defence // Cellular Microbiology. – 2006. – 8, № 6. – P. 907–922.
4. Trinchieri G. Type I interferon: friend or foe? // J. Exp. Med. - 2010. - 207, N 10. - P. 2053–2063.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СЕМЯН ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ПОСЛЕ ГАММА - ОБЛУЧЕНИЯ

Нефедова Е.Л., Левинских М.А., Цетлин В.В.

Учреждение РАН – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

Повышение устойчивости покоящихся стадий различных биологических объектов, включающих воздушно сухие семена высших растений, к воздействиям факторов открытого космоса является одной из актуальных проблем современной космической биологии. Проведенный эксперимент «Биориск-МСН», предусматривающий длительное экспонирование – 13, 18, и 31 месяц в условиях открытого космоса, показал, что отдельные биологические объекты устойчивы к комплексу негативных факторов космического пространства, таким как значительные колебания температуры, космическая радиация и др.

Ранее, при сопоставлении результатов по всхожести семян из экспериментов «Биориск» с результатами из модельных наземных экспериментах нами было установлено, что основным фактором, влияющим на физиологические характеристики семян, является температура в диапазоне от +85⁰С до +90⁰С. Отрицательное влияние высоких температур на прорастание семян высших растений выразилось в снижении процента всхожести семян и увеличении длительности их прорастания (Левинских и др., 2010). В тоже время проращивание семян высших растений в воде, облученных гамма-частицами, приводило к повышению их всхожести на 40%. Выращивание растений гороха и пшеницы в условиях хронического гамма-облучения увеличивало семенную продуктивности на 50%, а численности водных беспозвоночных – дафний и аквариумных улиток – возрастала в 4 и 10 раз соответственно по сравнению с контролем (Нефедова и др., 2009).

Данная работа выполнена с целью исследования возможности повышения устойчивости семян высших растений, облученных гамма-частицами, к воздействию высоких температур.

Исследовали всхожесть семян пажитника, горчицы красной, редиса и двух сортов пшеницы, предварительно облученных гамма-источником (накопленная доза составляла 75, 150, 250, 500 и 1000 рад), после 3-х суток экспонирования в термостате при температуре +85⁰С и +90⁰С. В контроле использовали необлученные семена. Во всех экспериментах проращивание семян осуществлялось по стандартной методике.

Показано, что биологические характеристики семян, облученных в диапазоне от 75 до 1000 рад, не отличались от контрольных показателей, что позволяет говорить о высокой устойчивости семян этих растений к воздействию гамма-частиц. Установлено, что

предварительное облучение сухих семян гамма-источником приводило к повышению их устойчивости к воздействию высоких температур.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке способов повышения жизнеспособности семян, экспонируемых в условиях открытого космоса в рамках проведения научных экспериментов «Биориск-МНС», «Экспоуз» и «Фобос-Анабиоз».

ВЛИЯНИЕ СЛАБОГО ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ В ПРОРОСТКАХ, ЛИСТЬЯХ ВЗРОСЛЫХ РАСТЕНИЙ И СЕМЕНАХ РЕДИСА

Новицкая Г.В., Молоканов Д.Р., Новицкий Ю.И.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; Москва, Россия
e-mail: yinov@ippras.ru

Изменение магнитосферы Земли в последние столетия характеризуется падением напряженности геомагнитного поля (ГМП), смещением его полюсов и изменением спектра электромагнитного излучения (ЭМИ) и потока его мощности в объеме биосферы и за ее пределами. Изменения напряженности ГМП практически целиком относятся к явлениям естественного хода геофизических процессов, в то время как возрастание ЭМИ почти целиком следует отнести на долю антропогенного фактора. Существуют различные мнения по поводу значимости воздействия изменяющихся параметров ГМП, ЭМИ и переменного магнитного поля (ПеМП) промышленных частот на биоту и, в частности, на растения и тем более на способности последних накапливать возможные изменения в обмене веществ под влиянием слабого постоянного магнитного поля в ходе онтогенеза на физиологическом, биохимическом и генетическом уровнях.

Изучали влияние слабого горизонтального постоянного магнитного поля (ПМП) напряженностью ~ 400 А/м (~5Э) на состав и содержание липидов в 5-дневных проростках, листьях взрослых растений магнитоориентационных типов (МОТ) редиса (*Raphanus sativus L. var. radícula D.C.*) сорта "Розово-красный с белым кончиком" северо-южного (СЮ) и западно-восточного (ЗВ), у которых плоскости ориентации корневых борозд на корнеплоде расположены вдоль и поперек магнитного меридиана, а также в семенах первого поколения редиса, выросшего в ГМП и ПМП.

5-дневные проростки выращивали на водопроводной воде в чашках Петри в оранжерее ИФР на естественном свете. Взрослые растения также выращивали в оранжерее в почве в винипластовых ящиках на естественно возрастающей длине дня, освещенности и температуры до 39-дневного возраста и в течение 3.5 месяцев для получения семян. Для анализов использовали 4-ый лист растений редиса без явных признаков старения. Отбор растений СЮ и ЗВ МОТ производили с помощью секторной рамки, ориентированной относительно стрелки компаса.

Слабое горизонтальное ПМП создавали с помощью колец Гельмгольца, питаемых постоянным током. Контрольные растения выращивали в таких же кольцах, ток через которые не пропускали. Контрольные растения выращивали в ГМП, напряженность которого составляла ~ 31А/м, вектор ее направлен под углом 73° к горизонту.

Полярные (ПЛ) и нейтральные (НЛ) липиды определяли с помощью метода тонкослойной хроматографии. Большую часть липидов проростков (90%) в контроле составляли НЛ. Основная масса НЛ (80%) приходилась на триацилглицерины (ТАГ), 6-9% - на долю эфиров стероидов (ЭС) и 2-5% - на долю свободных стероидов (СС). На долю полярных липидов приходилось 10% от общего содержания липидов (ОСЛ). Среди ПЛ обнаружены гликолипиды (ГЛ) – 4.4% и фосфолипиды (ФЛ) – 6%.

Среди гликолипидов проростков идентифицированы моногалактозилдиацилглицерины (МГДГ), дигалактозилдиацилглицерины (ДГДГ), сульфацилинозилдиацилглицерины (СХДГ). ФЛ были представлены – фосфатидилхолинами (ФХ), фосфатидилэтаноламинами (ФЭ), фосфатидилглицеринами (ФГ), фосфатидилинозитами (ФИ),

дифосфотидилдиацилглицеринами (ДФГ), а также фосфатидилсеринами (ФС) и фосфатидной кислотой (ФК).

Под влиянием слабого ПМП в проростках редиса на 18% уменьшилось общее содержание липидов (ОСЛ), в том числе НЛ ~20% по сравнению с контролем. В то же время содержание ПЛ увеличилось на 11%, а количество ФЛ уменьшилось на 10%. Несмотря на уменьшение содержания ФЛ и СТ, их отношение ФЛ/СТ – показатель жидкостности липидного бислоя мембран – под действием ПМП увеличилось. Это типичный защитный ответ растений на действие неблагоприятного фактора внешней среды, каким является в данном случае слабое магнитное поле.

Изучение состава и содержания липидов листьев взрослых растений редиса показало, что ПЛ и НЛ в них представлены теми же классами, что и липиды 5-дневных проростков. В контроле в листьях СЮ МОТ содержание ПЛ было в 4.5 раза ниже, чем НЛ. Среди ПЛ количество ГЛ оказалось в 3.7 раза больше чем, ФЛ.

В контроле ОСЛ в листьях ЗВ МОТ в 1.7 раза ниже, чем в листьях СЮ МОТ, в том числе меньше содержание НЛ и ПЛ. Таким образом, при длительном выращивании редиса в ГМП произошло возрастание различий в содержании липидов разных фракций у растений различных МОТ.

Под влиянием ПМП ОСЛ, а также содержание НЛ и ПЛ в листьях СЮ МОТ уменьшилось, а содержание тех же фракций в листьях ЗВ МОТ увеличилось, в том числе ТАГ. Содержание ФЛ у СЮ МОТ увеличилось, а у ЗВ МОТ не изменилось. Отношение ФЛ/СТ у СЮ МОТ увеличилось, а у ЗВ МОТ – уменьшилось. Налицо различная реакция в изменении содержания липидов растений СЮ и ЗВ МОТ на повышение напряженности ПМП. Изменения в составе и содержании липидов у различных МОТ коснулись и семян редиса первого поколения редиса, сформировавшихся в магнитном поле. В семенах редиса липиды представлены теми же классами, которые обнаружены в листьях взрослых растений. В семенах ЗВ МОТ в контроле общее содержание липидов и содержание нейтральных липидов было в 1.5 раза ниже, чем в семенах СЮ МОТ, как в липидах листьев взрослых растений редиса, а количество ПЛ в 1.2 раза выше по сравнению с липидами семян СЮ МОТ. Под влиянием ПМП ОСЛ в семенах СЮ МОТ уменьшилось главным образом за счет снижения количества НЛ, а именно ТАГ; содержание ПЛ, наоборот, увеличилось за счет значительного повышения содержания ГЛ, а именно МГДГ. ОСЛ, а также содержание ПЛ, НЛ, ГЛ и ФХ семян редиса ЗВ МОТ под влиянием ПМП также уменьшилось. Однако под влиянием ПМП ОСЛ и содержание НЛ в семенах у ЗВ МОТ снизилось значительно больше, чем у СЮ МОТ, а изменение содержания ПЛ оказалось разнонаправленным: увеличилось у СЮ МОТ и уменьшилось у ЗВ МОТ.

Отношение ФЛ/СТ под влиянием ПМП осталось без изменения в липидах семян СЮ МОТ и значительно понизилось в липидах семян ЗВ МОТ.

Независимо от принадлежности растений редиса к определенному МОТ, ПМП уменьшило содержание ТАГ в семенах обоих МОТ и увеличило количество свободных стероидов у ЗВ МОТ.

В целом, в ПМП состав и содержание липидов в листьях взрослых растений и в семенах СЮ и ЗВ МОТ изменилось не одинаково, часто противоположно, что, по-видимому, вызвано их различной чувствительностью к действию поля, связанной с особенностями их физиологического статуса.

Из приведенных данных следует, что воздействие слабым ПМП в условиях оранжереи оказало влияние уже на липидный состав 5-дневных проростков, но наибольшее влияние оно оказало на содержание липидов листьев взрослых растений редиса, когда поле действовало на растения вплоть до образования корнеплода, а также семян. Общность в действии ПМП на содержание липидов в 5-дневных проростках, листьях взрослых растений и семенах состояла в том, что оно уменьшало содержание ФЛ и СТ, но увеличивало почти во всех случаях отношение ФЛ/СТ, косвенно указывая на увеличение жидкостности липидного бислоя мембран, что свидетельствует о повышении устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. В частности, у растений редиса оно может указывать на мобилизационную реакцию в ответ на неблагоприятные изменения магнитной обстановки, какой, по-видимому является возрастание напряженности магнитного поля.

EFFECT OF WEAK PERMANENT MAGNETIC FIELD ON THE COMPOSITION AND CONTENT OF LIPIDS IN THE SEEDLINGS, LEAVES AND SEEDS OF RADISH PLANTS.

Novitskaya G.V., Molokanov D.R., Novitskiy Yu.I.

Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
e-mail: yinov@ippras.ru

The effect of permanent horizontal magnetic field (PMF) with intensity of ~ 403 A/m on the composition and content of polar and neutral lipids was investigated in the seedlings, leaves and seeds of radish plants (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* D.C.) cv. Rozovo-krasnyi s belym konchikom, with belong to two major types of magnetic orientation (TMO) North-South (NS) and West-East (WE), with the plants of the root groves oriented along and across the magnetic meridian respectively (by leaves and seeds).

PMF has induced dissimilar response of lipid content and composition in leaves and seeds of plants NS and WE orientation often in opposite ways. These changes appear to be caused by their different sensitivity to PMF due to the specific features of their physiological status.

The effect of weak PMF on lipid composition in plants grown in greenhouse was evident on seedlings, but the strongest effect it exerted on mature radish leaves as well on the produced seeds. The common effect of PMF on seedlings, leaves and seeds was the following: it decreased the contents of phospholipids and sterols, but increased the ratio of phospholipids to sterols. The latter indicates higher fluidity of lipid membrane bilayer related to plant tolerance to external factors.

ВЛИЯНИЕ СЛАБОГО ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ПРОРОСТКАХ РЕДИСА

Новицкий Ю.И., Новицкая Г.В., Сердюков Ю.А., Кочешкова Т.К., Добровольский М.В., Молоканов Д.Р.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; Москва, Россия
e-mail: yinov@ippras.ru

Изменения геомагнитного поля (ГМП) в истории Земли вплоть до возможного полного его исчезновения, обращения и возрастания не раз привлекали внимание исследователей из-за влияния этого фактора на жизнедеятельность организмов. В настоящее время напряженность ГМП снова падает и неизвестно, каким образом и насколько существенно скажется это падение H на эволюции биосферы Земли.

Механизмы воздействия слабого постоянного магнитного поля (ПМП) на биоту до сих пор окончательно не выяснены. Настоящая работа была предпринята в связи с гипотезой о действии слабого ПМП на выход конечных продуктов в реакциях перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов мембран с участием свободных радикалов на примере липосом куриного желтка [1]. В основе ее теоретических положений лежит механизм влияния магнитного поля на скорость рекомбинации радикальных пар при индуцировании синглет-триплетных переходов за время жизни этих пар. При этом предполагается наличие нескольких магниточувствительных стадий в перекисном окислении липидов (ПОЛ), влияющих на баланс липидов и их метаболизм. В этом случае выход конечного продукта ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) оказывается зависимым от напряженности магнитного поля и температуры.

В группе магнитобиологии Института исследовали влияние слабого постоянного горизонтального магнитного поля (ПМП) напряженностью ~ 400 A/m на содержание малонового диальдегида (МДА) в 5-дневных проростках редиса (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* D.C.) сорта Розово-красный с белым кончиком, выращенных в камере фитотрона при температуре 18-20°C на 14- часовом световом дне и в темноте.

Опыты по воздействию ПМП на содержание МДА в проростках при низкой освещенности (1000 лк) проводили в осенне-зимнее время 2005г. В марте-апреле 2007 и 2008г. проводили 2-

ую и 3-ую серию опытов для выявления влияния ПМП на зависимость выхода МДА от различной интенсивности освещения в диапазоне 2000-6000 лк в ГМП и ПМП. В 2011 году изучали динамику изменения содержания малонового диальдегида на 1,2,3,4 и 5-ые сутки прорастания семян редиса в слабом ПМП и ГМП. Семена для опытов отбирали по массе в пределах 9-13мг, что соответствовало 95% доверительному интервалу репрезентативной выборки. В чашку Петри диаметром 10 см помещали 100 семян на фильтровальную бумагу, смоченную водопроводной водой.

В опытах 2005-08гг для анализа МДА использовали развернутые семядоли 5-дневных проростков, количество которых к этому дню составляло более 70% от их общего числа в каждом варианте: контроль-свет, контроль-темнота, ПМП-свет, ПМП- темнота. В опытах 2011г. проростки использовали целиком.

Слабое горизонтальное ПМП создавали с помощью колец Гельмгольца, питаемых постоянным током. Контрольные растения выращивали в такой же установке в ГМП, ток через которую не пропускали, напряженность поля в этом случае составляла ~ 31А/м и была направлена под углом 73° к горизонту.

Показано, что под действием ПМП наибольшее содержание МДА наблюдали при выращивании проростков при освещенности 2000-4000 лк. Однако явной зависимости в накоплении МДА от освещенности в исследуемом диапазоне не обнаружено. Результаты действия ПМП на содержание МДА в процессе прорастания семян редиса в динамике с 1-ых по 5-ые сутки при освещенности 1000 лк показали уменьшение содержания МДА в поле на 1-ые, 3-ьи и максимально 5-ые сутки в фазе развернутых семядолей в пределах 17-25% по сравнению с ГМП. В темноте достоверные различия в содержании МДА между контролем и ПМП отсутствовали. ПМП изменило соотношение между световыми и темновыми (С/Т) реакциями ПОЛ, снизив его в магнитном поле. ПМП уменьшило содержание МДА в процессе прорастания семян при освещенности 1000 лк, выступая в качестве корректирующего фактора.

Сравнительный анализ состава и содержания липидов в 5-дневных проростках редиса показал [2], что под действием ПМП на свету наибольшие изменения происходили в содержании хлоропластных липидов – гликолипидов, но не фосфолипидов, а именно в содержании моногалактозилдиацилглицеринов – МГДГ. По-видимому, с действием света связано увеличение разнообразия биохимических реакций с участием свободно-радикальных процессов, на которые может воздействовать слабое ПМП.

Литература

1. Пирузян Л.А., Аристархов В.М. Спиновые и магнитные эффекты в биосистемах – это привилегия фосфолипидов биомембран. Доклады РАН. 2004. Т. 401. С. 560-562.
2. Новицкая Г.В., Молоканов Д.Р., Кочешкова Т.К., Новицкий Ю.И. Влияние слабого постоянного магнитного поля на состав и содержание липидов в проростках редиса при различных температурах. Физиология растений. 2010. Т.57. С.57-67.

EFFECT OF WEAK PERMANENT MAGNETIC FIELD ON THE LIPID PEROXIDATION IN RADISH SEEDLINGS

Novitskii Yu.I., Novitskaya G.V., Serdyukov Yu. A., Kocheshkova T.K., Dobrovolskii M.V., Molokanov D.R.

Timiryazev Institute of Plant Physiology Russian Academy of Science, Moscow, Russia
e-mail: yinov@ippras.ru

The effect of weak permanent horizontal magnetic field (PMF) with the strength of ~ 400A/m on the lipid peroxidation was investigated in the radish (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* D.C., c.v. *Rosovo-krasnyi s belym konchikom*) seedlings. The seedlings were grown in the phytotron chamber at 18-20°C under a 14-h photoperiod at an illuminance of 1000-6000 lx and in the darkness. Control seedlings were grown in geomagnetic field GMF). Under the influence of weak PMF, the greatest content of final POL product – malonic dialdehyde (MDA) was observed in the seedlings at an illuminance of 2000-4000 lx. However, no clear dependence of MDA accumulation on the illuminance within the range, applied was shown. PMF changed the ratio of dark to light POL responses and decreased it in PMF. PMF decreased MDA content during seeds germination at an

illuminance of 1000 lx acting as a correction. However, no clear dependence of MDA accumulation on the illuminance within the range applied was shown.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА СИСТЕМУ СИНТЕЗА ОКСИДА АЗОТА

Раваева М.Ю., Чуян Е.Н.

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
e-mail: mravaeva@ukr.net

В последнее время широко обсуждается вопрос о посреднической роли эндотелиальных вазоактивных метаболитов при воздействии различных диапазонов полей и их интенсивностей. Среди метаболитов, вырабатываемых микрососудистым эндотелием, одним из наиболее чувствительных к действию электромагнитных излучений (ЭМИ) в настоящее время рассматривают оксид азота (NO). Так, существуют немногочисленные литературные данные, в которых предполагается, что в реализации биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ крайне высокой частоты (КВЧ) NO может играть определенную роль.

Однако эти данные весьма немногочисленны и противоречивы, в связи с чем трудно сделать какие-нибудь определенные выводы по этой проблеме. Поэтому вопрос об участии NO в механизмах биологического действия низкоинтенсивного миллиметрового (мм) излучения остается открытым и является целью настоящего исследования.

В исследовании принимали участие 28 студентов-волонтеров женского пола в возрасте 21-23 года, условно здоровых. КВЧ-воздействие осуществлялось с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД. ЭКСПЕРТ-01» (производство научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепропетровск). Технические характеристики генератора: рабочая длина волны 7,1 мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности облучения 0,1 мВт/см². Воздействие осуществлялось по 30 минут на области биологически активных точек: G15 правого плечевого сустава и на симметричные E-34, RP-6, G1-4. Выбор этих точек обусловлен их общеукрепляющим и стимулирующим действием на организм.

В процессе исследования в плазме крови определяли биохимические показатели, характеризующие интенсивность обмена L-аргинаина по двум альтернативным путям метаболизма (неокислительному аргиназному и окислительному NO-синтазному).

Интенсивность неокислительного метаболизма оценивали, определяя активность аргиназы (нмоль / мин мг белка) и содержание мочевины (нмоль/мг белка), образующегося при работе этого фермента. Интенсивность окислительной деградации аргинаина, при которой синтезируется оксид азота *de novo* оценивали по активности различных изоферментов NO-синтазы – кальцийзависимой конститутивной cNOS (пмоль / мин мг белка) и кальцийнезависимой индуцибельной (iNOS, пмоль / мин мг белка), а также по уровню окисленных стабильных метаболитов оксида азота: нитрит- (NO₂⁻, пмоль / мг белка) и нитрат (NO₃⁻, нмоль / мг белка)-анионов.

Оценивали также интенсивность реутилизации нитрат-анионов для неокисного ресинтеза оксида азота, определяя НАДФ-зависимую нитратредуктазную активность (нитратредуктаза, нмоль / мин мг белка).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием статистического пакета Microsoft Excel и программного пакета «STATISTICA – 8.0». Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента при p≤0,05.

Как показали результаты исследования, после 10-тикратного КВЧ-воздействия наблюдалось снижение содержания нитрит-аниона на 53,8 % (p≤0,05), уменьшение отношения аргиназа/NOS на 73,1 % (p≤0,05), значительное повышение активности конституционного *de novo* синтеза NO (cNOS) на 426 % (p≤0,05) и повышение активности суммарной NOS на 356 % (p≤0,05). Показанное нами уменьшение величины отношения аргиназа/NOS указывает на то, что ЭМИ КВЧ значительно и достоверно повышает окислительный метаболизм аргинаина, приводящий к синтезу NO за счёт снижения активности

его неокислительного аргиназного метаболизма. В тоже время, поскольку повышение cNOS сопровождается достоверным снижением циркулирующих пулов нитрит-аниона можно заключить, что КВЧ-воздействие стимулирует нитритредуктазный путь (реутилизационный) образования оксида азота (восстановление нитрит-аниона в NO) одновременно с активацией конституционного de novo синтеза NO.

Таким образом, результаты настоящего исследования свидетельствуют, что в реализации эффектов ЭМИ КВЧ непосредственно участвует система синтеза NO. Воздействие ЭМИ КВЧ-диапазона, возможно, является естественным физиологическим регулятором активности эндогенного NO в физиологических системах организма путем увеличения его продукции вследствие активации NOS.

INFLUENCE OF MILLIMETRIC RANGE ELECTROMAGNETIC RADIATION ON SYSTEM OF OXIDE NITROGEN SYNTHESIS

Ravaeva M.Yu., Chuyan E.N.

National Tavrida Vernadsky University, Simferopol, Ukraine
e-mail: mravaeva@ukr.net

The question about intermediate role of endothelial vasoactive metabolite under influence electromagnetic fields (EMF) of different ranges and intensities is discussed widely last time.

Oxide of nitrogen (NO) is one of the most sensitive metabolite for the action of electromagnetic radiations is produced by microvascular endothelium.

There are few statements, whereas it is suggested, that oxide of nitrogen can play some role in realization of biological effectiveness by the action of electromagnetic radiations of extremely high frequency (EHF).

But, this statements are not numerous and contradictory, and thus, there is no any determined conclusions about this problem.

The goal of this study were researches of the NO involvement in the mechanisms of the biological action of electromagnetic fields of a millimetric range.

To reach the goal in the present study researches on 28 student volunteers (females, 21-23, health) were conducted. The millimeter radiation leaven was performed by therapy generator, "EHF. RAMEX. EXPERT-01» (λ - 7,1 mm), exposure – 30 minutes, localization - the area of symmetric biologically active spots GI-4, E-34, RP-6 and GI-15 of right brachium joint in a 10-day daily. This spots are selected in the investigation because there is stimulate and health-improvement actions in the organisms.

Biochemical data were determined in the plasma of blood during the process of research. These data characterize intensity of exchange of L-arginine on two alternative ways of metabolism (nonoxidizing arginine and oxidizing NO-synthase). Intensity of nonoxidizing metabolism was estimated by activity of arginase (nmole/mines of mg of albumen) and content of urea (nmole /mg of albumen), appearing during work of this enzyme.

Intensity of oxidative degradation of arginine was estimated by activity of different isoenzymes NO-synthase – calcium-dependent constitutive cNOS (pmole /min mg of albumen) and calcium-independent constitutive iNOS (pmole /min mg of albumen), in addition by the level of oxidized stable metabolite NO: of nitrite- (NO₂ -, pmole /mg of albumen) and nitrate (NO₃ -, nitrate-reductase)-anions.

The reutilization intensity of nitrate-anions for unoxydic resynthesis of oxide nitrogen was estimated. This allows to estimate NADP-dependent nitrate-reductase activity (nitrate-reductase, pmole /min mg of albumen).

Statistical data processing was carried out using statistical package Microsoft Excel and program package of "STATISTICA - 8.0". Distinction authenticity was determined by t-testing Student's at $p \leq 0,05$.

The results of the research state that multiple (10 daily) EHF-influence lead to decline of maintenance of nitrite- anions by 53,8 % ($p \leq 0,05$), decline of relation arginase/NOS by 73,1% ($p \leq 0,05$), significant increase of constitutional de novo synthesis NO (cNOS) activity by to 426 % ($p \leq 0,05$) and increase of total activity of NOS by 356 % ($p \leq 0,05$). Decrease of relation arginase/NOS indicate that EMR EHF leads to significant increase oxidizing metabolism of arginine,

resulting to the synthesis of NO due to the decline of activity of its nonoxidizing arginase metabolism.

In this time, increase of cNOS is accompanied by with the decrease of activity of circulatory pools of nitrate-anions. This fact allowed to make a conclusion, that EMR-influence has stimulate action on the nitrate-reductase way (reutilization) of oxide nitrogen formation (renewal of nitrate-anions to NO) simultaneously with activating of constitutional de novo synthesis of NO.

Therefore, system of synthesis of NO directly participates in realization of EMR EHF effects. EHF- influence is the physiological regulator of endogenous NO activity in the physiological systems of organism by the increase of his products by way of activating of NOS.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНОВ СВИНЦА В СОЧЕТАНИИ С ЭМИ КВЧ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Рогачева С.М., Карагайчева Ю.В., Крайнова Ю.С.

Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия

Известно, что крайне высокочастотное электромагнитное излучение (КВЧ ЭМИ) низкой интенсивности способно модифицировать реакцию живых организмов на воздействие химических веществ [1].

Ранее в хроническом эксперименте на лабораторных мышах нами было установлено, что при сочетании действия ацетата свинца в дозах 0,24 мг/кг, 2,4 мг/кг с ЭМИ (65 ГГц, ППЭ 120 мкВт/см²) происходит уменьшение работоспособности животных относительно изолированного воздействия свинца [2]. Результаты биохимических исследований позволили предположить, что данный эффект обусловлен корректирующим действием ЭМИ на центральную нервную систему животных [3].

Целью данной работы явилось изучение показателей эмоционально-функциональной и поведенческой активности лабораторных животных при изолированном и сочетанном действии свинца и ЭМИ КВЧ.

Исследования проводились в течение 10 суток на 30 белых беспородных крысах самцах массой 180-230 г. Ежедневно животным перорально вводили водные растворы ацетата свинца в дозе, содержащей Pb 24 мг/кг. В качестве источника ЭМИ использовался генератор Г4-142. Лабораторных животных облучали при комнатной температуре (21±1,0)°С в течение 30 минут в режиме непрерывной генерации ЭМИ с частотой 65 ГГц, ППЭ = 120 мкВт/мин·см². При облучении животных не фиксировали.

После предварительного взвешивания животные были разделены на 5 групп по 6 особей в каждой. Первая группа – контрольная (интактные животные). Животным второй и третьей групп вводили раствор ацетата свинца, животным четвертой и пятой групп - аналогичный объем дистиллированной воды. Третья и пятая группы животных после введения веществ подвергались воздействию ЭМИ. Изменение общей физической выносливости животных определялось по модифицированной методике «принудительного плавания» в 1 и 10 день эксперимента. По окончании эксперимента проводились исследования поведения животных в тестах «открытое поле» и «приподнятый крестообразный лабиринт».

Установлено, что в тестах «вынужденного плавания» и «открытого поля» животные 2-ой и 3-ей групп, т.е. подвергшиеся изолированному воздействию свинца и сочетанному действию свинца и ЭМИ, ведут себя менее активно, чем животные из других групп, что свидетельствует об интоксикации свинцом. Достоверного отличия в поведенческих реакциях между указанными двумя группами не обнаружено, в отличие от результатов, представленных в работе [2]. Возможно, чем выше доза токсиканта, тем менее заметно модифицирующее действие ЭМИ КВЧ.

В тесте «приподнятый крестообразный лабиринт» нами выявлено достоверное снижение практически всех показателей ориентировочно-исследовательской и эмоциональной активности у животных 2-ой и 3-ей групп относительно контрольных групп. Кроме того, обнаружено достоверное увеличение некоторых показателей (время пребывания в открытых,

закрытых рукавах, количество выглядываний) у животных 3-ей группы, относительно крыс 2-ой группы.

Таким образом, нами подтверждено негативное влияние свинца на деятельность ЦНС, а также показано, что ЭМИ КВЧ улучшает психо-эмоциональное состояние животных при хроническом отравлении свинцом.

Литература

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева, Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: Сайнс-пресс, 2004. – 272 с.
2. Артамонова, Ю.В., Рогачева, С.М., Бабаева, М.И., Баулин, С.И., Чуюн, Е.Н., Джелдубаева, Э.Р. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия “Биология, химия”, Том 22(61),-2009, № 4. С 9-18.
3. Карагайчева Ю. В., Рогачева С.М., Баулин С.И. // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 12 (33), - 2010, № 8. С 1973-1975.
4. Dawson C. Purinoreceptors / C. Dawson, S.A. Horvath// Med. Sci. Sports. — 1970.-Vol.2.-P. 51-78

ESTIMATION OF THE EFFECT OF LEAD IONS IN COMBINATION WITH EMR OF EXTREMELY HIGH FREQUENCIES AT THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF LABORATORY ANIMALS

Rogacheva S.M., Karagajcheva J.V., Krajnova J.S.

Saratov State Technical University, Saratov, Ukraine

Weak electromagnetic radiation of extremely high frequencies (EMR EHF) is known to modify the response of living organisms to the effect of chemical substances [1].

Earlier it was shown in chronic experiment with laboratory mice, that combination of the action of lead acetate in doses of 0,24 mg/kg, 2,4 mg/kg with EMR (65 GHz, 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) promoted the reduction of mice physical endurance, in comparison with isolated influence of lead [2]. Results of biochemical researches have allowed to assume that the given effect is caused by the corrective action of EMR on the central nervous system of animals [3].

The purpose of the given work was to study parameters of emotional - functional and behavioural activity of laboratory animals under isolated and combined action of lead and EMR EHF.

Researches were carried out within 10 days using 30 white inbred rats-males with weight of 180-230 g. Every day the animals were orally introduced water solutions of lead acetate in a dose containing 24 mg of Pb per kg. As a source of EMR generator G4-142 was used. Laboratory animals were irradiated without fixing at a room temperature ($21\pm 1,0$) $^{\circ}\text{C}$ within 30 minutes in continuous oscillating mode. EMR frequency was of 65 GHz, energy-flux density - 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Animals were divided into 5 groups for 6 rats in each one. The first group was control (intact animals). The animals of the second and the third groups were watered a solution of lead acetate, the animals of the fourth and the fifth groups - similar volume of distilled water. The animals of the 3-d and the 5-th groups after having been watered were exposed to EMR. On the 1-st and the 10-th days of the experiment animals' general physical endurance was tested using modified technique of «forced swimming». On the last day of the experiment the animals were tested in the «open field» and «elevated plus maze».

In the tests «forced swimming» and «open field» it was established that animals of the 2-nd and 3-d groups are less active than those of the other groups. It testifies to animal's intoxication by lead. Reliable difference in behavioral reactions between the two pointed groups was not revealed in contrast to the data obtained in the previous investigation [2]. Probably, the more there is the toxicant dose the less there will be the modifying effect of EMR.

In the test «elevated plus maze» it was revealed that practically all parameters of position-finding, research and emotional activity of the animals of the 2-nd and 3-d groups were less than the same of the control groups. Besides we found out reliable increase of some parameters (time of stay in the open and closed branches, quantity of looking out) of the animals affected by lead and EMR in comparison with the rats of the 2-nd group.

Thus, negative effect of lead at the central nervous system of animals was confirmed. It was shown also, that weak electromagnetic radiation of extremely high frequencies improves mental-emotional condition of lead-poisoned animals.

References

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева, Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: Сайнс-пресс, 2004. – 272 с.
2. Артамонова, Ю.В., Рогачева, С.М., Бабаева, М.И., Баулин, С.И., Чуюн, Е.Н., Джелдубаева, Э.Р. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия "Биология, химия", Том 22(61),-2009, № 4. С 9-18.
3. Карагайчева Ю. В., Рогачева С.М., Баулин С.И. // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 12 (33), - 2010, № 8. С 1973-1975.
4. Dawson C. Purinoreceptors / C. Dawson, S.A. Horvath// Med. Sci. Sports. — 1970.-Vol.2.-P. 51-78

ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ ГИДРОБИОНТОВ НА ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

Руднева И.И., Шайда В.Г.

Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь, Украина
e-mail: svg-41@mail.ru

Ионизирующая радиация взаимодействует с живыми системами на всех уровнях их биологической организации – от молекулярного до экосистемного и биосферного. Ионизирующая радиация существенно влияет на морфо-физиологические и физико-химические основы жизнедеятельности. Оказывая общее, равномерно распределенное и одновременное действие на весь организм, ионизирующее излучение может служить универсальным методом для исследования процессов формирования в ходе эволюции и онтогенеза адаптаций, обеспечивающих общую неспецифическую резистентность природных популяций морских организмов [1, 2]. Целью настоящей работы явилось исследование действия различных доз ионизирующей радиации цисты и личинок артемии *Artemia sp.*

Изучение действия *г а м м а-о б л у ч е н и я* на артемию проводили на гамма-установке "Исследователь" (Cs 137, мощность дозы 0.04 Гр/сек). Покоящиеся цисты артемии облучали дозами 1, 4.2, 9, 20, 193, 385 и 3457 Гр, затем гидратировали, получали науплиев и подращивали до взрослых особей. Анализировали процент вылупления цист, соотношение полов и выживаемость в трех повторностях. В период эксперимента науплиев и взрослых особей содержали в аквариумах с водой соленостью 35г/л при температуре +25° С и кормили суспензией одноклеточных водорослей. Белковый состав экстрактов цист и науплиев артемии исследовали методом электрофореза в 7%-ном полиакриламидном геле, анализировали число фракций и их электрофоретическую подвижность, рассчитанную по $K_{эф}$.

Из цист, подвергнутых гамма-облучению, выклев науплиев сокращается на 36-76 % при дозах 193 Гр и выше, а у взрослых особей падает выживаемость в среднем на 20% и плодовитость на 48-73% вплоть до полной стерилизации при дозах 385-3457 Гр.

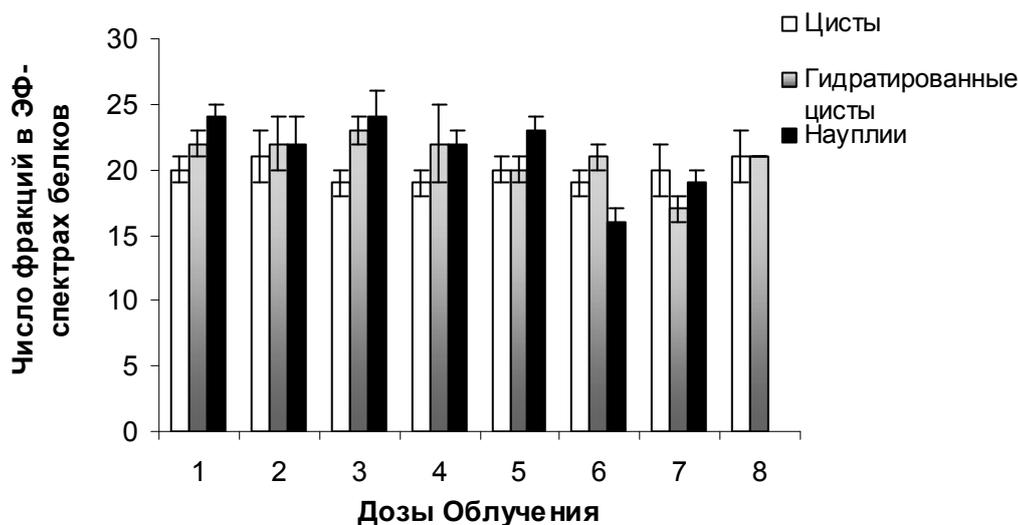


Рис. Число фракций в ЭФ-спектрах белков артемии после гамма-облучения. (1- контроль, 2-8- дозы облучения, Гр: 1, 4.2, 9, 20, 193, 385, 3457 соответственно)

Белковый состав облученных сухих цист артемии почти не отличается от интактных по числу фракций (Рисунок). Фракционный состав гидратированных цист более гетерогенен, но также варьирует незначительно, однако наблюдается достоверное снижение количества компонентов в ЭФ-спектре метаболизирующих цист, облученных дозой 385 Гр (17 против 22 у контрольных). Такая же тенденция, но выраженная в большей степени, отмечена у науплиев, вылупившихся из цист, облученных дозами 193 и 385 Гр. Возможно, снижение гетерогенности белкового состава артемии может быть следствием нарушения генетических структур, ответственных за синтез соответствующих компонентов, а также результатом посттрансляционных модификаций белков, изменяющих их физико-химические и, следовательно, электрофоретические свойства.

Литература

1. Тимофеев-Ресовский Н.В., Савич А.В., Шальнов М.И. Введение в молекулярную радиобиологию (физико-химические основы). Москва. Медицина. – 1981. – 320 С.
2. Nozue M. Correlation among lung damage after radiation amount of lipid peroxides, and antioxidant enzyme activities / M. Nozue, T. Ogata // Exp. and Mol. – Pathol. 1989. – V. 50, № 2– P. 239-252.

RESPONSES OF AQUATIC ANIMALS ON IONIZING IRRADIATION

Rudneva I.I., Shaida V.G.

Institute of the Biology of the Southern Seas National Ukrainian Academy of Sciences, Sevastopol, Ukraine
e-mail: svg-41@mail.ru

Ionizing radiation interacts with living organisms in various levels of their biological organization – from molecular to ecosystems and biosphere. Hence ionizing radiation strongly impacts on morphological, physiological and biochemical characteristics of the animals. Total effects of the radiation are uniform and synchronous in the whole organism and thus it could be used as the usual method for the study of the formation and development of adaptations in evolution and ontogenesis, associated with non-specific resistance of marine animal populations [1, 2]. The aim of the present study was to show the effects of different doses of ionizing radiation on cysts and larvae of crustacean *Artemia* sp.

Study of gamma-irradiation effects on *Artemia* was provided on gamma-radiator "Issledovatel" (Cs 137, output 0.04 Gr/sek). Dormant cysts were impacted on the doses 1, 4.2, 9, 20, 193, 385 and 3457 Gr, then they were hydrated for nauplia obtaining and the larvae were cultured for adults. The

hatching rate, survival, sex ratio were studied in triplicates. At the period of incubation the larvae were fed by microalgae mixture at the temperature of + 25⁰C and salinity of 35‰. Protein composition of cysts and nauplia extracts were analyzed by the method of electrophoresis in 7%-polyacrylamide gel, the number of fractions and their electrophoretic mobility was estimated.

Hatching rate of nauplia from irradiated cysts was decreased on 36-76 % at the doses of 193 Gr and higher, the survival of the adults dropped on 20% and fecundity on 48-73% and the total sterilization at 385-3457 Gr.

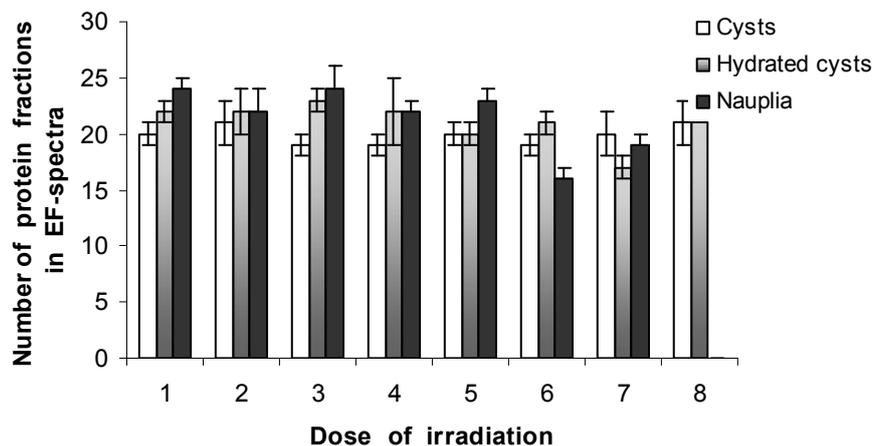


Fig. Number of fractions in EP-spectra of proteins of Artemia after gamma-irradiation. (1- intact, 2-8- doses of irradiation Gr: 1, 4.2, 9, 20, 193, 385, 3457 respectively)

Protein composition of dormant impacted cysts was the similar as control ones (Fig). Number of the components in hydrated cysts spectra was higher, but it varied non-significantly also состав with the exception of significant decrease of fractions number in cyst treated by the dose of 385 Gr (17 versus 22 in intact). Similar trend was indicated in nauplia hatching from the cysts impacted by the doses of 193 и 385 Gr. Probably, decrease of heterogeneity of protein composition in Artemia could be result the mage of genetic structure and posttranslation modification of proteins, changing their physical and chemical characteristics including electrophoretic mobility.

References

1. Timofeev-Resovskiy N.V., Savich A.V., Shalnov M.I. Introduction to molecular radiobiology (physical and chemical basis). Moscow. Medicina. – 1981. – 320 pp.
2. Nozue M. Correlation among lung damage after radiation amount of lipid peroxides, and antioxidant enzyme activities / M. Nozue, T. Ogata // Exp. and Mol. – Pathol. 1989. – V. 50, № 2. – P. 239-252.

ФЛУКТУАЦИИ ГАММА-КВАНТОВ ВТОРИЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ В МЕДЛЕННОВОЛНОВЫХ КОЛЕБАНИЯХ КАРДИОРИТМА

¹Салихов Н.М., ²Пак Г.Д., ¹Крякунова О.Н.

¹Институт ионосферы «Национальное космическое агенство», Алматы, Республика Казахстан

²Институт физиологии человека и животных Министерства образования и науки, Алматы, Республика Казахстан

К области малоисследованных процессов, происходящих в биосфере, относится влияние на организм низкоэнергетического потока γ -квантов вторичной космической компоненты. Имеются отдельные сведения о резонансном отражении в медленноволновых колебаниях

кардиоритма вариаций интенсивности потока γ -квантов [1]. Эти вопросы явились целью данной работы.

Работа выполнена на Тянь-Шанской высокогорной научной станции (3340 м над ур. м). Мониторинг интенсивности низкоэнергетического ($E_\gamma > 20$ кэВ) потока γ -квантов (ПГК) осуществляли на установке ФИАН им. П.Н. Лебедева с помощью сцинтилляционного NaI детектора. Вариабельность ритма сердца (ВРС) регистрировали кардиомониторами фирмы «Polar» (Финляндия) на протяжении нескольких часов во время ночного сна испытуемых. Данные обработаны с помощью спектрального и корреляционного анализа динамических спектров γ -излучения и вариабельности ритма сердца в диапазоне очень низких частот (VLF-0,04-0,003 Гц).

В динамических спектрах мощности γ -излучения и спектре мощности VLF кардиоритма зарегистрировано периодическое появление синхронных колебаний, с задержкой возникновения резонансных колебаний в спектрах ВРС от нескольких секунд до 1-2 минут и более. Эффект «навязывания ритма» мог неоднократно повторяться в течение ночного сна, а его длительность - достигать от десятков минут до 4 - 5 часов. Так, на рисунке 1а показано, что в течение 6-ти часов синхронизация колебаний спектров мощности VLF кардиоритма и γ -излучения повторялась трижды и в суммарном выражении составила 3 часа 40 минут.

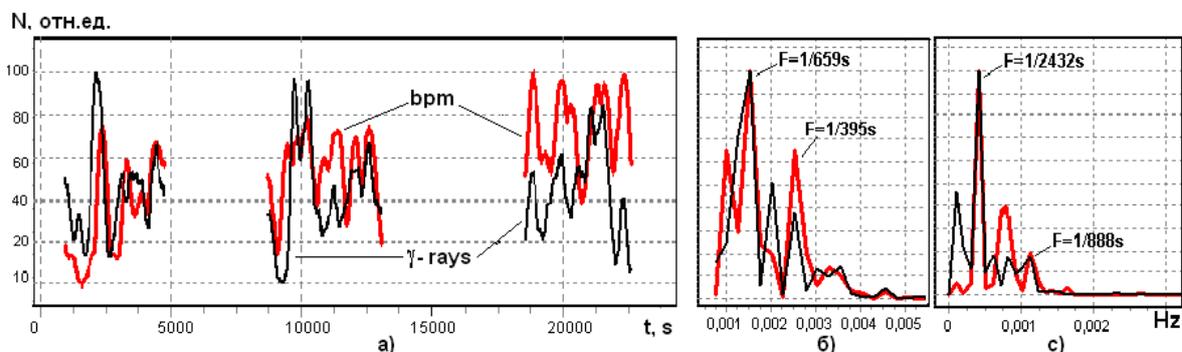


Рисунок 1 – Синхронное изменение мощности спектров VLF γ -квантов и VLF кардиоритма (врт – частота сердечных сокращений). По оси X (рис.а)– время от начала суток в системе GMT;

В колебаниях динамических спектров мощности ПГК и ВРС выделены спектральные пики в диапазоне 0,001-0,003 Гц (рис.1б), а при достаточно продолжительных записях - и более низкочастотные пики - порядка 0,0004 Гц (рис.1с). В тоже время отмечено, что если во внешней среде возникали возмущающие факторы (например, хаотичные высокоамплитудные микропульсации атмосферного давления), то процесс синхронизации нарушался. О влиянии вариаций γ -излучения на организм свидетельствуют также факты повышения мощности спектра VLF вариабельности ритма сердца вслед за предшествующим выраженным увеличением мощности спектра VLF потока γ -квантов (с коэффициентом корреляции 0,948). Механизм трансформации вариаций потока γ -квантов в медленноволновые колебания кардиоритма не ясен, хотя не исключено его непосредственное воздействие на подкорковые и высшие вегетативные центры, с активностью которых, по данным литературы (Р.М.Баевский, А.Н.Флейшман, Н.Б. Хаспекова и др.), связаны колебания ритма сердца в диапазоне VLF. При этом волновая природа регуляции вариабельности ритма сердца обеспечивает возможность резонансного восприятия внешних периодических сигналов и адаптацию к условиям меняющейся внешней среды.

Результаты исследования позволяют предположить, что вторичное космическое гамма-излучение с энергией квантов $E_\gamma > 20$ кэВ является физиологически значимым для организма. Периодические флуктуации потока γ -квантов в спектральном диапазоне 0,04-0,003 Гц могут сопровождаться появлением синхронных колебаний VLF спектра вариабельности ритма сердца.

Литература

1. Салихов Н.М., Пак Г.Д., Крякунова О.Н., Чубенко А.П. Волновая структура сердечного ритма и ее связь с вариациями интенсивности потока гамма-квантов вторичного

космического происхождения //Труды IV Всероссийского симпозиума «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение». Ижевск – 2008. – С.307-310.

AN EFFECT OF THE SECONDARY COSMIC RAY GAMMA-RADIATION COMPONENT ON THE LOW-RATE OSCILLATION OF THE HEARTBEAT RHYTHM.

¹*Salihov N.M.*, ²*Pak G.D.*, ¹*Kryakunova O.N.*

¹Institute of Ionosphere, National Space Agency, Almaty, Kazakhstan Republic,

²Institute of Human and Animal Physiology, Ministry of Education and Science, Almaty, Kazakhstan Republic

The influence of the low-energy environmental gamma-radiation flux on a living organism remains still a scantily explored question. Only some rare incomplete information is available concerning a resonant reflection of the external gamma-radiation intensity variations in the long-term oscillation of cardio-rhythm [1].

This problem is a subject of present investigation. Our work is carried out at the Tien-Shan Mountain Cosmic Ray Station at the height of 3340 m above the sea level. For monitoring of the flux of low-energy ($E_{\gamma} > 20$ keV) gamma-radiation (GRF) we use the scintillation detector facility of the P.N. Lebedev Physical Institute, while the heart rate variability (HRV) is registered with a cardiomonitor of the "Polar" company (Finland). Recording of heart rate variability has been done regularly during the night sleep of probationer. The processing of registered data includes the spectral and correlation analysis of the dynamic GRF and HRV spectra in the range of very low frequencies (VLF - 0.003-0.04 Hz).

It was found, that the dynamics of the GRF and HRV spectra reveals a periodic appearance of synchronous oscillations, whereas the delay of the resonant wave in HRV spectrum varieties in the limits from some seconds up to 1-2 minutes and more. Such a rhythm imposing effect of external gamma-radiation on the heartbeat activity can repeat itself several times during the night sleep, while the duration of each particular event may variate between ten minutes and 4-5 hours. As an example, the figure 1(a) demonstrates such synchronized oscillations of the HRV and GRF power spectra which repeat thrice during a 6-hour time interval, so their sum duration reaches 3.7 hours. In oscillations of the dynamic spectra of GRF and HRV we reveal some prominent power peaks in the frequency range of 0.001-0.003 Hz; in sufficiently long records such peaks may be seen also in the range of about 0.0004 Hz.

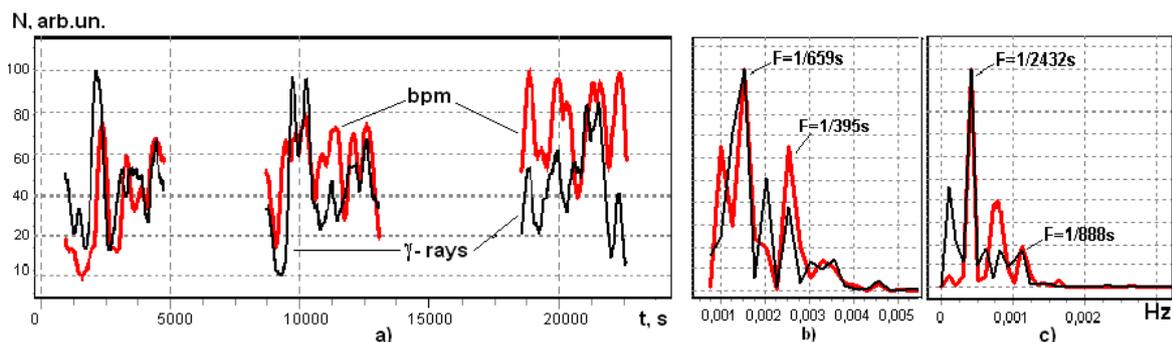


Figure 1 - Synchronized oscillations of the heart rate variability and gamma-radiation flux VLF power spectra (bpm – beat per minute). X-axis (fig.a) - the time from the start of the day in the GMT.

These correlated spectra features both of gamma-radiation and heartbeat activity are illustrated by the figures 1(b) and 1(c). Internal connection between GRF and HRV reveals itself also in a steady correlation between the magnitude growth of HRV power spectrum which follows regularly to similar increase in the GRF spectrum (with correlation coefficient 0.948). At the same time, it was found that some disturbing factors in outer environment (e.g., the chaotic intensive micropulsation of atmospheric pressure) can suppress any synchronization effects between GRF and HRV. Any transformation mechanism of the GRF variations into the long-term undulation of HRV still isn't clear, though one could not exclude a direct influence of the outer gamma-radiation flux on the brain subcordial and autonomic centers whose activity, according to scientific literature (R.M.Baevsky, A.N. Fleischman, N.B. Haspekova, etc.), determines long-term heartbeat rhythm oscillation in the very low-frequency range. In this case, the periodic nature of HRV ensures a possibility of resonant perception of external periodic signals and adaptation to variable conditions of outer environment.

Results of this study give an evidence that the secondary cosmic ray gamma-radiation with the energy $E_{\gamma} > 20$ keV may be physiologically important for a living organism. The periodic fluctuations of external gamma-radiation flux in the 0.003-0.04 Hz spectral range may be accompanied by synchronous modulation of the heart rate variability spectrum.

References

1. Salikhov NM, Park GD, Kryakunova ON, Chubenko A.P. The wave structure of cardiac rhythm and its relation to variations of gamma-rays intensity of the secondary cosmic origin. Proceedings of the IV All-Russian symposium "Heart rate variability: theoretical aspects and practical application". Izhevsk - 2008. - P.307-310

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА САПРОФИТНЫЕ И ЭНТЕРОТОКСИГЕННЫЕ ШТАММЫ *ESCHERICHIA COLI*

Сухарев Ю.С.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, Малая Даниловка, Дергачевский р-н.,
Харьковская обл, Украина,
e-mail: Yuriy_sukharev@mail.ru.

Галактики и Вселенная являются источником целого ряда излучений. Эти излучения, достигая Земли, оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на всё живое на планете - начиная от микроорганизмов и заканчивая человеком [1]. Существенное увеличение, в последние десятилетия, удельного веса энтеротоксигенных *Escherichia coli* в этиологической структуре острых кишечных заболеваний человека и животных может быть следствием такого влияния [2].

Чувствительность и высокая индикаторная способность микроорганизмов позволяют избрать их в качестве инструмента мониторинга космических и антропогенных изменений биосферы [3].

Из всех видов ионизирующего (рентгеновского) излучения наиболее активным действием на биологические объекты отличается гамма-излучение ($\lambda < 10^{-8}$ см) [4].

Целью исследований являлось изучение влияния гамма – излучения на сапрофитные и энтеротоксигенные *E.coli*. Объектом исследований были изолированные от больных и павших от колибактериоза телят токсигенные, а также выделенные от здоровых животных сапрофитные штаммы *E.coli*.

Установили, что воздействие дозой 1 кГр не оказывало достоверного влияния на исследуемые объекты. Доза 5 кГр в 96,0-99,9% случаев более чем в 2 раза усиливала пролиферацию ($p < 0,001$) и энтеротоксигенную активность ($p < 0,05$) исследуемых патогенных штаммов. На непатогенные штаммы указанная доза не оказывала заметного (по сравнению с контролем) влияния. Доза 10 кГр в 89,9-99,9% случаев оказывала выраженное подавляющее действие на пролиферацию и энтеротоксигенность как на патогенные, так и на непатогенные (сапрофитные) штаммы *E.coli*. Доза 20 кГр была практически летальной для всех исследованных штаммов кишечной палочки.

Таким образом, эффект воздействия гамма-лучей на *E.coli* зависит от дозы облучения. В малых дозах эти лучи действуют стимулирующе, повышая пролиферацию бактерий и синтез энтеротоксинов у патогенных штаммов. С повышением дозы проявляется угнетающее действие на продукцию энтеротоксинов и пролиферацию, что приводит к гибели бактерий.

Литература

1. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. – 2004. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 448 с.
2. Сухарев Ю.С. Энтеротоксин-продуцирующие патогенные *Escherichia coli* / Ю.С.Сухарев. – Харьков: Коллегиум. – 2008. – 346с. – ISBN 978-966-8604-43-0.
3. McNamara N.P. Effects of acute gamma irradiation on chemical, physical and biological properties of soils / N.P. McNamara, H.I.J. Black, N.A. Beresford, N.R. Parekh // Appl. Soil ecology. – 2003. – v.24. – №2. – P. 117-132.
4. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем / З.И. Никитина. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд. – 1991. – 222 с.

INFLUENCE OF GAMMA-RADIATION ON SAPROPHYTE AND ENTEROTOXIGENIC STAMMS OF *ESCHERICHIA COLI*

Sukharev Yu.S.

Kharkov State Zooveterinary Academy, Mala Danylivka, Dergachevsky district, Kharkov region, Ukraine
e-mail:Yuriy_sukharev@mail.ru

Galaxies and Universe are the source of a number of radiations. These radiations, arriving at Earth, render both positive and negative influence on all flesh on a planet – beginning from microorganisms and ending a man [1]. Substantial increase, in the last decades, specific gravity enterotoxigenic *Escherichia coli* in the etiologic structure of acute intestinal diseases of man and animals can be investigation of such influence [2].

A sensitiveness and high indication ability of microorganisms allow to choose them as an instrument of monitoring of space and anthropogenic changes of biosphere [3].

From all types of x-rayed radiation the most active operating a gamma-radiation ($\lambda < 10^{-8}$ cm) differs in on biological objects [4].

The aim of researches was a study of influence a gamut is radiations on saprophyte and enterotoxigenic *E.coli*. By the object of researches were isolated from patients and falling from colibacteriosis calves of toxigenic, and also the saprophyte stamms of *E.coli* distinguished from healthy animals. Set that influence the dose of 1 кГр did not have rendered reliable influence on the investigated objects. Dose of 5 кГр in 96,0–99,9% ases more than in 2 times strengthened cell proliferation ($p < 0,001$) and enterotoxigenic activity ($p < 0,05$) of the investigated pathogenic stamms. On unpathogenic stamms the indicated dose did not render noticeable (as compared to control) influence. Dose of 10 кГр in 89,9–99,9% has rendered the expressed overwhelming the products of enterotoxins and cell proliferation affecting both pathogenic and on unpathogenic (saprophyte) stamms of *E.coli*. A dose of 20 кГр was practically lethal for all investigational stamms collibacillus.

Thus, effect of influence of gamma-rays on *E.coli* depends on the dose of irradiation. In small doses these rays operate to stimulate, promoting proliferation of bacteria and synthesis of enterotoxins at pathogenic stamms. With the increase of dose the oppressive shows up the products of enterotoxins and proliferation action, that results in death of bacteria.

References

1. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. – 2004. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 448 с.
2. Сухарев Ю.С. Энтеротоксин-продуцирующие патогенные *Escherichia coli* / Ю.С.Сухарев. – Харьков: Коллегиум. – 2008. – 346с. – ISBN 978-966-8604-43-0.
3. McNamara N.P. Effects of acute gamma irradiation on chemical, physical and biological properties of soils / N.P. McNamara, H.I.J. Black, N.A. Beresford, N.R. Parekh // Appl. Soil ecology. – 2003. – Vol.24. – №2. – P. 117–132.

4. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем / З.И. Никитина. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд. – 1991. – 222 с.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ

Тарадина Г.В., Доценко О.И.

Донецкий национальный университет, Донецк, Украина

В настоящее время влияние низкочастотной вибрации как постоянно действующего фактора окружающей среды является актуальной и немаловажной проблемой. Особый интерес представляют исследования по воздействию низкочастотной вибрации на организм человека.

Известно, что в условиях хронического действия на человека механических колебаний, возникает окислительный стресс, который сопровождается накоплением в тканях свободных радикалов. Одним из ферментов, выполняющих антиоксидантную функцию путем разложения перекиси водорода - побочного продукта метаболизма и источника свободных радикалов, является каталаза ($H_2O_2:H_2O_2$ оксиредуктаза КФ 1.11.1.6). Молекула каталазы, как и других белков, может легко изменять свои свойства под действием различных физико-химических факторов. С другой стороны, каталаза может быть удобным объектом исследования, поскольку известны уровни ее структурной организации и те важные функции, которые она выполняет в организме. Широкое распространение каталазы во всех тканях организмов и наличие ее во всех внутриклеточных структурах этих тканей, а также отсутствие данных о чувствительности этого фермента к вибрационному фактору послужило поводом для постановки экспериментов.

При проведении исследований растворы каталазы печени быка (рН 7.4) подвергали действию трехчасовой вибрации в диапазоне частот 8-32 Гц с амплитудой 0.5 и 0.9 мм. В ходе эксперимента регистрировали спектры поглощения растворов в интервале 220-700 нм, определяли активность фермента, содержание карбонильных и SH-групп; проводили электрофоретическое разделение компонентов раствора в полиакриламидном геле. Показано, что главной причиной, приводящей к потере активности каталазы в процессе низкочастотной вибрации, является ее частичная диссоциация на субъединицы. Установлено, что изменения активности фермента коррелируют с падением интенсивности поглощения в полосе Сорс. Для всего исследуемого интервала частот механических колебаний показано уменьшение интенсивности полос поглощения растворов каталазы в области 220-330 и 450-750 нм, что свидетельствует о потере нативности и денатурации.

Методами моделирования и оптимизации рассчитаны кинетические параметры исследуемого процесса - константы скорости инактивации каталазы и концентрации всех форм фермента, образующихся в процессе воздействия вибрации определенной частоты и амплитуды. Предложен механизм инактивации каталазы под действием низкочастотной вибрации.

INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY VIBRATION ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF ENZYME CATALASE

Taradina G.V., Dotsenko O.I.

Donetsk national university, Donetsk, Ukraine

At the present time the effect of low-frequency vibration as a permanent environmental factor is an actual and important problem. Interest in the powerful effects of low frequency vibration on people is widespread. It is know, that under the long-continued influence of the mechanical fluctuations on the man, the oxidative stress, which is accompanied by an accumulation in tissues

of free radicals, may arise. Catalase (H_2O_2 : H_2O_2 oxidoreductase EC 1.11.1.6) is one of the enzymes, that perform the antioxidant function by removing damaging hydrogen peroxide, which is a waste product of metabolism and is a source of free-radicals. The molecule of catalase, as well as other proteins, can easily change its properties under the action of different physical and chemical factors. Contrariwise, catalase can be handy test subject, since levels of its structural organization and important functions, executable in an organism, are known. Wide distribution of catalase in all tissues of organism and its presence in all intracellular structures, and also the absence of the data about the sensitivity of this ferment to the vibration factor gave cause for experimentations.

With conducting of studies solutions of bovine liver catalase (pH 7.4) subjected three-hours vibrations in the range of the frequencies of 8-32 Hz with amplitude 0.5 and 0.9 mm. In the course of experiment the spectrums of absorption of solutions in the interval of 220-700 nm were registered; the activity of enzyme and content of carbonyl and sulfhydryl (SH) groups were determined; the electrophoretic separation of components of solution in a polyacrylamide gel was examined. It is shown, that the main reason, leading to the loss of the activity of the enzyme under the action of the low-frequency vibration, is its partial dissociation on the subunits. It is established, that the changes of activity of enzyme correlate with absorbance fall in the Soret band. For all investigating interval of frequencies of mechanical fluctuations the decreasing of absorption of the solutions of catalase in the 220-330 and 450-750 nm is shown; this fact is explained by the loss of the native form and denaturation.

By the methods of computer simulation and optimization the kinetic parameters of investigated process - constants of the inactivation of catalase and concentrations of various forms of enzyme, appearing in the process of vibration with the set amplitude and frequency, - are determined. The mechanism is offered for the description of the process of the inactivation of catalase under the action of the low-frequency vibration.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОРЕЗОНАНСНЫХ МЕТОДОВ

Тараненко Е.А.¹, Кузьмук В.В.², Коваленко А.С.³

¹ООО Алтимед, Киев, Украина

²Отделение гибридных моделирующих и управляющих систем в энергетике Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, Киев, Украина

³Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем

Биорезонансные методы лечения постепенно занимают свои позиции в современной медицине. Однако механизмы воздействия этих методов на организм человека остаются пока не совсем ясными. Поэтому исследование их характера и ответных реакций организма остаются целью научного поиска.

Нами предлагается применение методов моделирования параллельных процессов на основе сетей Петри для изучения таких воздействий, поскольку они позволяют описать работу синхронных, асинхронных, многоуровневых параллельных процессов. Для решения данной задачи была выбрана одна из интерпретаций (модификаций) сетей Петри – управляющие сети (Steuernetze (SN)), которые были сформулированы для алгоритмического описания и моделирования реальных параллельных процессов [1, 2].

Результатами такого моделирования явилось уточнение некоторых механизмов биорезонансного воздействия, что привело к пониманию их, как полиморфной модуляции [3].

Литература

1. Kuzmuk V.V. Beitrag zum Entwurf von Ablaufsteuerungen. TH Karl-Marx-Stadt, Dissertationsschrift, Dr.-Ing., 1980. – 103 p.
2. Кузьмук В.В. Методика алгоритмического описания и моделирования параллельных процессов управления. – К.: Наукова думка, 1981. – 56 с.

3. Тараненко Е.А., Кузьмук В.В., Коваленко А.С. Частотно-волновой резонанс, полиморфная модуляция и параллелизм процессов функционирования в оборудовании серии АТМ.- К.: Маклаут, 2011.- 178 с.

MODELING THERAPEUTIC EFFECTS WHEN USING BIORESONANCE METHODS

Taranenko E.A.¹, Kuzmuk V.V.², Kovalenko A.S.³

¹Company Altimed, Kiev;

²Department of hybrid modeling and control systems in the Pukhov's Institute of Simulation in energy power of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

³International Scientific and study Center of IT&S of NAS, Kiev

Bioresonance treatments gradually take up their position in modern medicine. However, the mechanisms by which these methods on the human body are not yet entirely clear. Therefore, a study of their nature and responses of the organism remain to scientific inquiry.

We propose the use of modeling concurrent processes based on Petri nets to study such effects because they can describe the operation of synchronous, asynchronous, multi-level parallel processes. To solve this problems been chosen one of the interpretations (models) of Petri nets – Control Network (Steuernetze (SN)), which were formulated for the algorithmic description and simulation of real parallel processes [1, 2].

The results of this simulation was to clarify some of the mechanisms of bio-resonance effects, which led to an understanding of them, like the polymorphic modulation [3].

References

1. Kuzmuk V.V. Beitrag zum Entwurf von Ablaufsteuerungen. TH Karl-Marx-Stadt, Dissertationsschrift, Dr.-Ing., 1980. – 103 p.
2. Кузьмук В.В. Методика алгоритмического описания и моделирования параллельных процессов управления. – К.: Наукова думка, 1981. – 56 с.
3. Тараненко Е.А., Кузьмук В.В., Коваленко А.С. Частотно-волновой резонанс, полиморфная модуляция и параллелизм процессов функционирования в оборудовании серии АТМ.- К.: Маклаут, 2011.- 178 с.

МОДУЛЯЦИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Трибрат Н.С., Чуян Е.Н.

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
Центр коррекции функционального состояния человека,
Симферополь, Украина
e-mail: tribratnatalia@rambler.ru

Известно, что электромагнитные излучения крайне высокочастотного (ЭМИ КВЧ) или миллиметрового диапазона обладают выраженной биологической эффективностью, в связи с чем применяются в медицинской практике с целью коррекции расстройств различного генеза. Однако на сегодняшний день не исследованы эффекты действия миллиметрового излучения на процессы микроциркуляции. Поэтому целью данного исследования явилось выявление изменений микрогемодинамики кожи человека при действии низкоинтенсивного миллиметрового излучения ($\lambda = 7,1$ мм, плотность потока мощности – $0,1$ мВт/см²).

Для реализации цели было проведено исследование на 60 студентах-волонтерах женского пола в возрасте 18-23 лет без патологии сердечно-сосудистой системы. Воздействие миллиметровым излучением проводили с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД. ЭКСПЕРТ-01» ($\lambda - 7,1$ мм), локализация - область биологически активной точки GI-4 правой руки в течение 10-ти суток ежедневно. Исследование параметров

тканевого кровотока проводили в области биологически активной точки GI-4 правой и левой рук в течение 1, 3, 5, 7 и 10 сеансов воздействия с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии, с использованием двухканального анализатора микроциркуляции «ЛАКК-02».

Результаты исследования свидетельствуют о том, что низкоинтенсивное КВЧ-воздействие оказывает выраженное влияние на процессы микроциркуляции крови в коже человека, что выражается в изменении неосцилляторных и осцилляторных характеристик базального кровотока.

Однократное воздействие миллиметровым излучением приводит к местному снижению периферического сопротивления и доминированию нутритивного кровотока, в пользу чего свидетельствуют увеличение амплитуд миогенных (начиная с первых минут экспозиции миллиметрового излучения максимально на 42,00%; $p \leq 0,01$) и эндотелиальных осцилляций тканевого кровотока (с 10-ой по 30-ую минуты экспозиции максимально на 47,53%; $p \leq 0,05$) в области локализации КВЧ-воздействия.

Десятикратное воздействие электромагнитным фактором оказывает выраженное влияние на изменение как неосцилляторных, так и осцилляторных показателей, характеризующих активные и пассивные факторы регуляции микроциркуляторных процессов, приводя к увеличению амплитуд эндотелиальных (максимально на 47,53%; $p \leq 0,05$), миогенных (максимально на 56,24%; $p \leq 0,01$), нейрогенных (максимально на 29,03%; $p < 0,05$) и пульсовых (максимально на 48,37%; $p < 0,05$) на фоне снижения амплитуд дыхательных (на 55,9%; $p < 0,05$) ритмов, следствием чего является увеличение выработки вазодилататоров, снижение периферического сопротивления в области артериол и прекапилляров, увеличение притока крови в микрососудистое русло на фоне улучшения веноулярного оттока.

Результаты проведения фармакологической и окклюзионной функциональных проб свидетельствуют о вовлечении микрососудистого эндотелия в механизмы реализации биологического действия миллиметрового излучения.

Данные, полученные в результате проведения окклюзионной и постуральной функциональных проб подтверждают вовлечение миогенного компонента в реализацию биологической эффективности действия ЭМИ КВЧ.

Анализ результатов, полученных при проведении дыхательной пробы указывает на участие нейрогенного компонента в механизмы действия миллиметрового излучения.

Таким образом, в механизмах действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на микроциркуляторные процессы основную роль играют эндотелий-зависимый, миогенный эндотелий-независимый и нейрогенный компоненты регуляции тканевого кровотока.

Ключевые слова: микроциркуляция, низкоинтенсивное электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, метод лазерной доплеровской флоуметрии.

MODULATION OF MICROCIRCULATION PROCESSES WITH THE HELP OF LOW INTENSITY MILLIMETER RADIATION

Tribrat N.S., Chuyan E.N.

Tavrida national V.Vernadsky university
Center of a person functional condition correction,
Simferopol, Ukraine
e-mail: tribratnatalia@rambler.ru

It is known that electromagnetic radiation of extremely high frequency (EHR EHF) or millimeter wave possess a significant biological effectiveness, and therefore is used in medical practice in order to correct different disorders. Nowadays, microcirculatory effects of the millimeter radiation are not researched. The goal of this study was to identify microhemodynamics changes of low-intensity millimeter waves (λ - 7,1 mm, power flux density - 0.1 mW/cm²) in human skin.

In order the goal on the present study was researches on 60 student volunteers (females, 18-23, without pathology of the cardiovascular system). The millimeter radiation leaven was performed by therapy generator, "EHF. RAMED. EXPERT-01» (λ - 7,1 mm), localization - the area of biologically active spots GI-4 right hand in a 10-day daily.

The investigation of tissue blood flow parameters was performed in the area of biologically active spots GI-4 right and left hands during 1, 3, 5, 7 and 10 sessions. Microcirculation parameters

was measured by the method of laser Doppler flowmetry. Microcirculatory dual-channel device of «LAKK-02» was used during the investigation.

The results of the research state that low-intensity EHF-exposure influence on the microcirculation in human skin. This results to a nonoscillatory and oscillatory changes characteristics of basal blood flow.

The single influence of EMR EHF leads to a local decrease in peripheral resistance and domination of nutritional blood flow. The increase in the amplitudes of myogenic (from the first minutes of exposure millimeter waves as 42,00%, $p \leq 0,01$) and endothelial tissue blood flow oscillations (from 10-th to 30-th minutes of exposure to the maximum 47,53%, $p \leq 0,05$) only in the localization of EHF-exposure proves influence this statement.

EMR EHF multiple exposure has a significant influence on the change of nonoscillatory and oscillatory indicators of passive and active regulation factors of microcirculatory processes. This results in increased endothelial amplitudes (up to 47.53%, $p \leq 0,05$), myogenic (up to 56.24%, $p \leq 0,01$), neurogenic (up to 29,03%; $p < 0,05$) and pulse (up to 48,37%; $p < 0,05$) along decrease in respiratory amplitude (at 55,9%; $p < 0,05$) rhythms. The increase in the production of vasodilators, decrease in peripheral resistance in the arterioles and precapillares, increase blood flow in the microvascular along the background improved venular outflow is the result of the statements.

The pharmacological and occlusal function tests data indicate that the microvascular endothelium in the mechanisms of implimention biological action of millimeter radiation is involved.

The occlusal and postural function tests data testifies the involvement of myogenic component in the implementation of the biological effectiveness of EMR EHF. The respiratory samples data testifies the involvment of neurogenic component in the mechanism of action of millimeter radiation.

Therefore, endothelium-dependent, endothelium-independent myogenic and neurogenic components of the regulation of tissue blood flow plays the main role in mechanisms of the action low-intensity EMR EHF on microcirculatory processes.

Key words: microcirculation, electromagnetic radiation of the millimetric range, method of laser Doppler flowmetry.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ (РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЛАНАРИЙ, НОЦИЦЕПЦИЮ МОЛЛЮСКОВ)

Туманянц К.Н., Костюк А.С.

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
e-mail: alexkostyuk@mail.ru

Установлено, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) частотой 42,2 ГГц, ППМ – 10 мВт/см² интенсифицирует регенерацию планарий *Dugesia tigrina*. Об этом свидетельствуют возрастание индекса регенерации, скорости их движения по сравнению с интактными животными. При действии ЭМИ крайне высокой частоты (КВЧ) раньше формируются глаза у животных. Стимулирующее действие электромагнитного фактора на регенерацию планарий уменьшается с увеличением числа экспозиций.

ЭМИ КВЧ снижает ноцицепцию интактных моллюсков *Helix albescens*. Развитию антиноцицептивного эффекта предшествует кратковременное (первые-третьи сутки) возрастание чувствительности к термическому стимулу. Начиная с четвертого воздействия коэффициент эффективности нарастает с каждой последующей экспозицией и достигает максимума (17,5±1,23%, $p < 0,001$) на 16 сутки. На таком уровне он остается в течение трех-четырёх дней, а затем к 21 суткам снижается до исходного уровня.

Электромагнитное экранирование вызывает фазные изменения ноцицепции: стадия гипералгезии сменяется гипоалгетическим эффектом. Воздействие ЭМИ КВЧ на моллюсков, находящихся в условиях электромагнитного экранирования, ограничивает развитие гипералгезии, не изменяя выраженности гипоалгетической фазы.

Электромагнитное экранирование снижает выраженность антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ в различные сроки эксперимента на 4-7% ($p < 0,05$).

Показана роль опиоидной системы в изменении ноцицепции моллюсков при действии ЭМИ КВЧ на разных этапах ее роль неодинакова. В течение первых-третьих суток воздействия ЭМИ КВЧ при предварительном введении налоксона усиливается гипералгетический эффект ЭМИ КВЧ, что, по-видимому, связано со снижением активности опиоидной системы. На четвертые-восьмые сутки у интактных животных, девятые-одиннадцатые сутки у животных, находящихся в условиях электромагнитного экранирования, антиноцицептивный эффект ЭМИ КВЧ полностью нивелируется налоксоном, т.е. является полностью опиоидобусловленной. В дальнейшие сроки наблюдения под влиянием налоксона антиноцицептивный эффект прогрессивно снижается и приближается к нулю в конце эксперимента, т.е. опиоидобусловленность антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ снижается с увеличением сроков наблюдения, что, по-видимому, связано с развитием толерантности опиоидной системы.

При многократном воздействии ЭМИ КВЧ инфранианная ритмика параметров регенерации планарий (индекса регенерации, скорости движения) и ноцицепции моллюсков (порога и латентного периода) изменяется. Эти изменения заключаются в выраженных перестройках структуры спектров, а также в тенденции к перестройке амплитудно-фазных соотношений. При действии ЭМИ КВЧ с измененной электромагнитным экранированием ноцицепцией изменения ритмики более выражены.

Опиоидная система участвует в изменении инфранианной ритмики параметров ноцицепции моллюсков под влиянием электромагнитных факторов. Введение налоксона животным, подвергнутым действию ЭМИ КВЧ на интактных животных, а также моллюсков, находящихся в условиях электромагнитного экранирования, изменяет структуру спектров, резко сдвигает фазы в периодах $\approx 5,8$; $\approx 8,2$ суток.

THE INFLUENCE OF LOW-INTENSITY ULTRA-HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE INVERTEBRATES (PLANARIA REGENERATION, NOCICEPTION OF SNAILS)

Tumanyants K.N., Kostyuk A.S.

Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Ukraine
e-mail: alexkostyuk@mail.ru

The thesis presents research of the influence of 42,2 GHz, 10 mW/cm² power density low-intensity electromagnetic radiation on planaria (*Dugesia tigrina*) regeneration and on nociception in snails (*Helix albescens*). The research shows that low-intensity ultra-high frequency (UHF) electromagnetic radiation (EMR) intensifies regeneration in *Dugesia tigrina*. This stimulating effect attenuates with the increase in exposure to such electromagnetic radiation.

UHF EMR decreases nociception in snails. This antinociceptive effect is preceded by a short-term (days 1 through 3) increase in thermosensitivity.

Electromagnetic shielding causes nociception phase shifts: hyperalgesic stage is followed by hypoalgesic effect.

The influence of UHF EMR on snails that were shielded from EMR limits the extent of hyperalgesia without affecting the extent of the hypoalgesic phase.

The role of the opioid system at various stages in the modulation of nociception in UHF EMR-affected snails is not consistent. During days 1 through 3, the activity of the opioid system increases. During days 4 through 8 in instance animal and during days 9 through 11 in EMR-shielded animals, the antinociceptive effect of UHF EMR directly correlates to the activity of the opioid system. At the later stages of observation, the correlation between the opioid system and the antinociceptive effects of UHF EMR weakens.

Repeated exposure to UHF EMR alters the structure of the spectra of infradian rhythmicity of regeneration and nociception parameters, in planaria and snails respectively. In addition, amplitude-phase correlations tend to change following repeated exposure to UHF EMR. Changes in rhythmicity are more pronounced when electromagnetic shielding of nociception is changed.

The opioid system, under the influence of electromagnetic factors, is involved in the changes of infradian rhythmicity of nociception parameters in snails.

ДЕЙСТВИЕ РАДИОВОЛН НА РАСТУЩИЕ КЛЕТКИ

Шалимов В.В., Чечулин И.В.

Канадский научный центр, Ванкувер, Канада
e-mail:vladimir057@yandex.ru, iticom@hotmail.com

Средняя скорость роста грибов Мисог в нормальных лабораторных условиях составляет величину $V=5$ нм/с. Электромагнитные волны от разряда [1] с удельной мощностью $p < 1$ мкВт/см² не оказывают существенного влияния на V . Если $p > 1$ мкВт/см², грибки останавливают свое развитие – спорангии у Мисог не появляются. Средняя V ростков гороха – 160 нм/с. При облучении ростков гороха с $p = 0.1$ мВт/см², скорость роста $V = 65$ нм/с; а при $p = 2$ мкВт/см², скорость роста $V = 120$ нм/с.

Механизм угнетения роста клеток связан с особенностями взаимодействия электромагнитного поля волны с полярными группами биомолекул, диполями воды и другими заряженными частицами в живой клетке. Сила, действующая на заряженные частицы и диполи вещества, определяется в основном электрическим полем, т.е. вектором E электромагнитного поля волны. В процессе вынужденных колебаний полярных групп с частотой f , макромолекулы поглощают энергию падающей волны. Потенциальная энергия W диполя, помещенного во внешнее электрическое поле, равна по величине $W = (p E)$, где p – электрический момент диполя, E – напряженность электрического поля. В переменном электрическом поле потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию колебательного или вращательного движения полярной группы с коэффициентом преобразования K . Полная энергия, поглощенная одним диполем за время облучения, составляет величину $Wp = K(pE)Tf$, где: T – время облучения клетки. Для биомолекул суммарная энергия Wp может достигать достаточно больших значений по сравнению, например, с энергиями водородных связей.

В процессе роста клеток синтезируются новые вещества, например такие как: специфические белки, фосфолипиды, олигосахара, нуклеиновые кислоты, гликопротеины и др., необходимые для построения клеток проростков и их органов. Развитие проростков происходит лишь при оптимальных температурных и световых режимах. В частности, ускорение развития на наночастицах углерода [2] связано с выделением сильнейших окислителей – OH^* радикалов при распаде молекул воды на поверхности нанокластеров углерода.

Внешние энергетические воздействия, которые создают наиболее благоприятные условия для роста клеток, лежат в очень узком диапазоне значений. Связано это с тем, что синтез соединений для построения новых клеток происходит на фоне энергетических термофлуктуаций, которые являются следствием хаотичности теплового движения частиц. В момент флуктуационных энергетических всплесков атомы приобретают кинетическую энергию, которая намного больше, чем средняя тепловая энергия движения частиц [3]. Это препятствует соединению частиц и синтезу новых веществ. Одновременно энергия радиоволн может способствовать разрушению слабых межмолекулярных связей Ван – дер – Ваальса, например таких как: полярные, водородные, ориентационные и др. Эти межмолекулярные взаимодействия стабилизируют конформационную структуру белков клетки, создают надмолекулярные клеточные агрегации. Виды оптимальных пространственных структур биомолекул, из которых состоят компоненты и органы клетки, обеспечивают ее жизнедеятельность. На фоне тепловой энергии радиоволны создают дополнительные энергетические возмущения в растущей клетке и в среде, вносят дезорганизацию в функции клеточных структур и в конечном итоге тормозят рост и развитие клеток.

Радиоволны от барьерного разряда хорошо проникают в биологические объекты и тело человека. Эффективность работы таких газоразрядных устройств определяется излучательными характеристиками плазмы разряда и мощностью накачки разрядного промежутка [1]. Спектр излучений разряда чувствителен к составу газа – разряд в тяжелых газах Ar , Kr , Xe – дает энергетический спектр в более коротковолновой области излучения. Приборы на их основе найдут широкое применение в медицине, в частности для торможения или остановки развития новых опухолей, различных форм новообразований, других патологий в тканях или органах.

Литература

1. Шалимов В.В. Атмосферный барьерный разряд в неоднородном электрическом поле// ЖТФ, 1993г. Том 63. № 9. стр.185-190
2. Шалимов В.В., Федоров В.В. Биологическое действие максимально дефектных наночастиц углерода (МДНУ). Тезисы VIII конференции "Космос и биосфера", 28.09 – 03.10.2009г.
3. Регель В.Р. и др. Кинетическая теория прочности твердых тел. М.: Наука, 1974 г., 560 стр.

EFFECTS OF RADIO WAVES ON GROWING CELLS

Shalimov V.V., Chechulin I.V.

Canadian Research Centre, Vancouver, Canada
e-mail: vladimir057@yandex.ru, iticom@hotmail.com

The average growth rate of *Mucor* fungi under normal laboratory conditions amounts to $V = 5$ nm/s. Electromagnetic waves from the discharge^[1] with the specific power $p < 1$ mW/cm² have no significant effect on V . If $p > 1$ mW/cm², the fungi stop their development and *Mucor* spores do not appear. Average V of pea sprouts is 160 nm/s. The irradiation of pea sprouts with $p = 0.1$ mW/cm², the growth rate $V = 65$ nm/s; and when $p = 2$ mW/cm², the growth rate of $V = 120$ nm/s.

The mechanism of inhibition of cell growth is associated with the peculiarities of the interaction between electromagnetic wave field and the polar groups of biomolecules, the dipoles of water and other charged particles in living cells. The acting force on charged particles and substance dipoles is determined mainly by the electric field, i.e. vector E of the electromagnetic wave field. In the process of forced vibrations of polar groups with a frequency f , the macromolecules absorb the energy of the incident wave. Potential energy W of the dipole in an external electric field has a magnitude of $W = (p E)$, where p - is electric dipole moment, and E - is electric field. In an alternating electric field, potential energy is converted into kinetic energy of the vibrational or rotational motion of polar groups with a conversion factor K . The total energy absorbed by a dipole at the time of exposure amounts to $Wp = K(pE)Tf$,

where: T - is irradiation time cells. For biomacromolecules, the total energy Wp can reach sufficiently high levels when compared to, for example, energies of hydrogen bonds.

The growth of cells synthesized new compounds such as: specific proteins, phospholipids, oligosugars, nucleic acids, glycoproteins, etc., needed to build sprouts and their organs. The development of sprouts occurs only under optimal temperature and light regimes. In particular, the accelerated development of carbon nanoparticles^[2] is related to the release of strong oxidants OH^* radicals in the decay of water molecules on the surface of carbon nanoclusters.

The effects of external energy (the effects that create favorable conditions for cell growth) are located in a very narrow range of the readings. This happens because the synthesis of compounds for the construction of new cells occurs against a background of thermo-fluctuating energy, which is a consequence of the chaotic thermal motion of the particles. During the fluctuating energy bursts the atoms gain kinetic energy; this energy is much larger than the average thermal energy of the particles^[3]. This prevents the aggregation and synthesis of new substances. Simultaneously, the energy of radio waves can contribute to the destruction of the weak intermolecular Van der Waals forces in bonds such as: polar bonds, hydrogen bonds, orientation bonds, etc. These intermolecular interactions stabilize the conformational structure of proteins cells and produce supramolecular cell aggregation. The types of optimal spatial structures of biomacromolecules that form the components and organs of the cell provide the cell with vital functions. The radio waves create additional energy perturbations in the growing cell and environment against the background thermal energy; they contribute to the disruption of the function of cellular structures and ultimately hamper growth and development of cells.

Radio waves emitted by the barrier discharge pass into biological objects and human body well. The effectiveness of such discharge devices is determined by radiative characteristics of the discharge plasma and the pumping power of the discharge gap^[1]. The emission spectrum of the discharge is sensitive to the composition of the gas - discharge in heavy gases Ar, Kr, Xe gives an energy spectrum in shorter radiation wavelengths. Devices based on this emission can have wide

applications in medicine; in particular, they can slow down or stop the development of new tumors, various forms of malignant growths and other abnormalities in tissues or organs.

References

1. Shalimov V.V. Atmospheric barrier discharge in a nonuniform electric field. Journal of Technical Physics, 1993. Volume 63. #9. P185-190
2. Shalimov V.V. Fedorov, V.V. The biological effect of the most defective carbon nanoparticles (MDCN). Abstracts VIII Conference "Cosmos and Biosphere", 28.09 - 03.10.2009
3. Regel V.R. etc. The kinetic theory of strength of solids. Moscow: Nauka, 1974, 560 pages

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ ДЕТЕЙ ВО ВРЕМЯ СЕАНСОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАБЛИЦЫ МАДЯРА

¹Эйсмонт Е.В., ¹Луцюк Н.В., ¹Алиева Т.А., ²Мадяр С.-А.И., ²Ковалевская Е.Э., ¹Павленко В.Б.

¹Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина

²Общественный центр «Модус Колорис», Киев, Украина

Известно, что психофизиологическое состояние человека тесно связано с таким космическим фактором как характеристики видимого спектра солнечного излучения. В связи с этим целью исследования было выявление изменений параметров электрической активности головного мозга у детей в процессе сеансов обратной связи по характеристикам ЭЭГ (ЭЭГ-ОС) с применением цветовой таблицы Мадяра.

Цветовая таблица предъявлялась с экрана LCD TFT монитора. Обратная связь (ОС) была представлена в двух вариантах. При использовании варианта I яркость одних цветов увеличивалась в ответ на усиление амплитуды тета-ритма с частотой 4–8 Гц, а яркость других – в ответ на усиление амплитуды альфа-ритма с частотой 10–13 Гц. Подобные сеансы проводились с пятью детьми 11–14 лет. С четырьмя детьми 8–13 лет применялся вариант II – яркость всех цветов таблицы зависела от величины амплитуды альфа-ритма. В обоих случаях задача испытуемых заключалась в достижении состояния, при котором будет увеличиваться яркость цветов, зависящая от амплитуды альфа-ритма. Тренинг состоял из восьми сеансов. Регистрация и анализ ЭЭГ осуществлялись по общепринятой методике с помощью компьютерного телеметрического электроэнцефалографа («Тредекс», Украина). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно от 16 стандартных локусов. Сигнал ОС менялся в зависимости от характеристик ритмов ЭЭГ в локусе С4. Анализу подлежала динамика величины отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов во время сеансов, для чего значения данного отношения во всех записях ЭЭГ у всех испытуемых усреднялись каждые 2,56 секунды.

В результате была выявлена положительная динамика величины отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов. При использовании варианта I положительная динамика данного отношения наблюдалась преимущественно в правой центральной области, а также в затылочных областях обоих полушарий, а при использовании варианта II – преимущественно в центральных и теменно-височных областях обоих полушарий, а также в левой теменной области (рисунок).

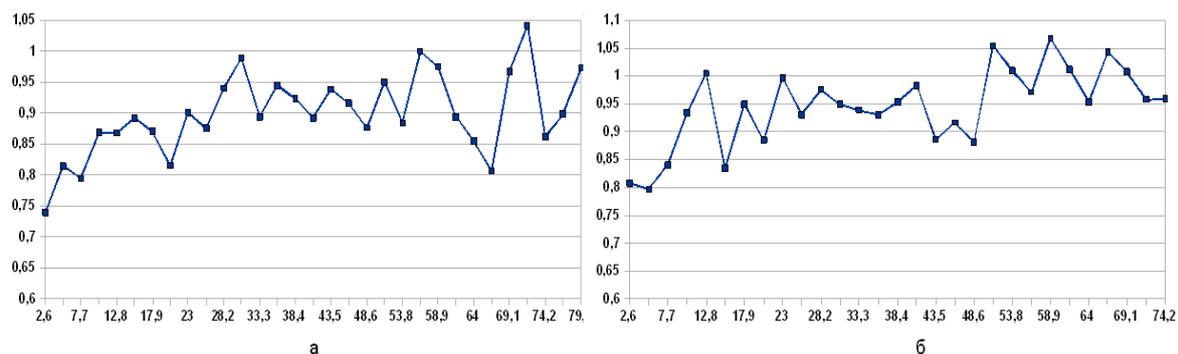


Рисунок. Усредненные по всем сеансам графики динамики величины отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов а) в левой затылочной области (локус О1) у пяти детей при использовании варианта I предъявления обратной связи б) в правой теменно-височной области (локус Т6) у четверых детей при использовании варианта II предъявления обратной связи. По оси абсцисс – время, с; по оси ординат – величина отношения амплитуд ритмов (усл. ед.).

Большее число областей, в которых наблюдалась положительная динамика величины отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов, при использовании варианта II можно объяснить тем, что данный вариант был легче для восприятия. Детям было проще отслеживать зависимость между собственным психоэмоциональным состоянием и яркостью всех цветов таблицы, чем зависимость между различными состояниями и яркостью двух групп цветов.

Настоящие результаты свидетельствуют о возможности направленного изменения паттерна ЭЭГ детей с помощью сеансов ЭЭГ-ОС, при которых управляемым параметром является яркость цветов таблицы Мадьяра. О природе влияния цветовой ЭЭГ-ОС у человека можно высказать лишь приблизительные предположения. Не исключено, что изменяющие свою яркость световые тона соответствуют составляющим спектра дневного, утреннего или вечернего естественного освещения. Такое освещение ассоциируется с состоянием повышенной активности или, наоборот, покоя, что позволяет активно регулировать взаимодействие процессов возбуждения и торможения в нервной системе.

CHANGES OF EEG CHARACTERISTICS OF CHILDREN DURING BIOFEEDBACK SESSIONS USING MADYAR'S TABLES

¹Eismont E.V., ¹Lutsyuk N.V., ¹Alieva T.A., ²Madyar S.-A. I., ²Kovalevskaya E.E., ¹Pavlenko V.B.

¹Taurida National University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Ukraine
Social center "Modus Koloris", Kiev, Ukraine

It is known that psychophysiological human state is closely linked to such space factor as characteristics of the visible spectrum of solar radiation. In this regard the aim of the study was to identify changes of the parameters of electrical brain activity in children during the feedback sessions on the characteristics of EEG (EEG-FB) using Madyar's color table.

The color table was presented from LCD screen of TFT monitor. Feedback (FB) was presented in two variants. When using first variant brightness of some colors increased in response to increased amplitude of the theta-rhythm with a frequency of 4-8 Hz, while the intensity of others - in response to increased amplitude of alpha-rhythm with a frequency of 10-13 Hz. Similar sessions were conducted with five children of 11-14 years. With four children of 8-13 years second variant was used when brightness of every color table was dependent of alpha-rhythm amplitude. In both cases, the task of the probabitioners was to reach a state in which brightness will increase, that depends on the amplitude of alpha-rhythm. The training consisted of eight sessions. EEG recording and analysis were carried out according to generally accepted method using computer telemetric electroencephalograph ("Tredex", Ukraine). Electrodes were placed monopolar to 16 standard locuses. FB signal changed depending on the characteristics of EEG rhythms in the C4 locus. The

dynamics of alpha- and theta-rhythm amplitudes ratio during the sessions was analyzed. Value of the ratio was averaged every 2.56 second in all EEG recordings in all probabitioners.

Positive trend of the ratio of alpha- and theta-rhythm amplitudes was revealed. When using first variant positive dynamics of the ratio was observed predominantly in the right central region, as well as in the occipital regions of both hemispheres, and with the second variant positive changes occurred mainly in the central and parietal-temporal areas of both hemispheres as well as in the left parietal area (Figure).

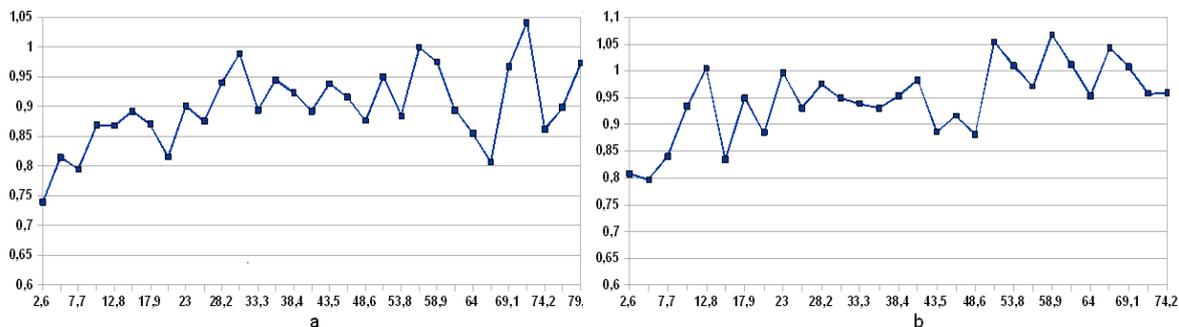


Figure. Averaged values of ratio of alpha- and theta-rhythm amplitudes on all sessions, a) in the left occipital region (locus O1) using the first variant of feedback signal presentation with five children b) in the right parietal-temporal region (locus T6) in four children using second variant of feedback presentation. Abscissa - time, s, ordinate axis - the ratio of the amplitudes of the rhythms (arbitrary units).

A greater number of areas in which the positive dynamics of the ratio of alpha- and theta-rhythms was revealed, using second variant of feedback signal presentation can be explained by the fact that this variant was easier for perception. It was easier for the children to track the relationship between one's own psycho-emotional state and brightness of all table colors than the relationship between different states and the brightness of two color groups.

Obtained results indicate the possibility of directional changes in EEG patterns of children using the EEG-FB sessions, in which controlled parameter is the brightness of Madyar's color table. On the nature of the influence of color EEG-FB in humans one can make only assumptions. It is not excluded that changing its brightness light colors correspond to the components of the spectrum of day, morning or evening daylight. Such lighting is associated with a state of activity or, conversely, the rest that allows you to actively regulate the interaction of excitation and inhibition processes in the nervous system.

TOWARDS A UNIFICATION OF PHYSICS, CHEMISTRY, AND BIOLOGY THROUGH TORSION FIELDS AND THE KLEIN BOTTLE LOGIC

Diego Lucio Rapoport

Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina & Telesio Galilei Academy of Science, London
e-mail: diego.raipoport@gmail.com

We present a proposal for unification of quantum chemistry, biochemistry, cell biology, embryological differentiation, genetics, evolution, physiology and cognition, in terms of the physics of torsion fields and the associated logophysics of paradoxical structures such as the Klein bottle and the Hyper Klein bottle. We discuss the heterarchy of reentrant systems principle associated to the latter, and the multivalued Klein logic and its relation with cognition and quantum fields. We discuss Klein bottle self-penetration as a constitutive logophysical principle, fundamental to the periodic table for stable nuclides and as a principle of biological self-organization. We discuss the role of quantum potentials and the torsion geometry of quantum

chemistry, and the relations with shape and conformation of molecules as a new paradigm for chemistry in terms of topology and spacetime geometry. We apply this to formulate a novel principle for allosterics, related to the proposal by J. Benveniste. We discuss the role of torsion geometries and this topological allosterics with electromagnetic potentials and the Aharonov-Bohm phenomena in cell biology and ordered domains. We discuss the relations with regards to a new paradigm for nanobiology related to the properties of non-bulk water by G. Pollack, and discuss the physicalist conceptions of G. Ling and R. Gordon. We introduce the torsion geometry of differentiation waves in embryogenesis, as a biomechanical model associated to the cell splitter, the action of a Time operator and its Klein bottle logic (Kbl) and discuss its relations with cell state determination. We propose a 4-state topological model for the codification of the embryological differentiation in terms of the Kbl of the genetic code. We contrast the ensuing fractal self-referential non-linear bauplan of embryological development with the dual state differentiation linear tree proposed by Richard Gordon in his theory of evolution associated to the purported dual-state embryological differentiation produced by differentiation waves. We construct the genetic code in terms of the Klein bottle logic, and present novel Hyper Klein bottle and torus topologies related to the subalphabets of the genetic code. We establish a relation with the Dirac algebra of quantum mechanics, and discuss the relation between the degeneracy of the genetic code and the action of a Time operator, with the transformations of the algebraic structures of the genetic code. We present a proposal for evolutionary theory, based on our previous findings and the existence of biological periodicities.

THE EXPRESSION AND FUNCTIONAL ROLE OF AIRWAY EPITHELIAL TRANSIENT RECEPTOR POTENTIAL (TRP) CHANNELS IN RESPONSES TO ENVIRONMENTAL CHEMICAL AND THERMAL IRRITANTS

Zholos A.¹, Hanrahan S.^{1,2}, Stokesberry S.², Elborn J.S.², Ennis M.², McGarvey L.²

¹Centre for Vision and Vascular Science and ²Centre for Infection and Immunity, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK

Exposure to chemical (e.g. cigarette smoke, air pollutants) and thermal (e.g. cold air) irritants is an important environmental health risk factor, especially in patients with respiratory diseases including asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and chronic cough. Due to the development of hypersensitive airway reflexes even relatively innocuous stimuli such as aerosols, strong odours or changes in air temperature frequently provoke coughing and bronchospasm in such patients. In recent years, a novel superfamily of cellular receptors termed the Transient Receptor Potential (TRP) channels has been extensively characterised (Venkatachalam & Montell, 2007; Wu et al., 2010). These channels play key roles in sensing diverse environmental factors as well as in signal transduction in different cell types (Damann et al., 2008). There is also growing evidence for their involvement in various disease states, including respiratory diseases (Nilius et al., 2007). However, TRP receptors in the human respiratory epithelium remain poorly characterised.

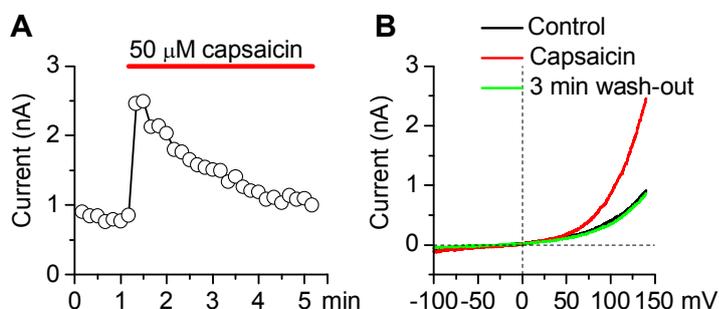


Fig. 1. Membrane current responses to TRPV1 agonist capsaicin application in PBECs. Time course at 140 mV (A) and current-voltage relationships (B) were measured by applying voltage ramps from -100 to 140 mV at 10 s interval.

We aimed to investigate the expression and functional roles of several TRPs, with primary focus on sensitive to temperature and pungent chemicals receptors, including TRPA1, TRPM8 and

TRPV1 nonselective calcium-permeable cation channels. TRP expression and function was examined in primary human nasal epithelial cells (NEC) obtained by nasal brushings, in primary human bronchial epithelial cells obtained by bronchial brushing from healthy volunteers (PBEC) and in cultured human bronchial epithelial cells (16HBE14o-). Molecular expression of TRP receptors was determined at an mRNA and protein level using quantitative real-time PCR (qRT-PCR), Western blots and immunocytochemistry. Functional expression was assessed based on the action of selective TRP agonists and antagonists with the use of patch-clamp recording techniques (whole-cell configuration) and laser confocal calcium imaging in Fluo-4 loaded cells.

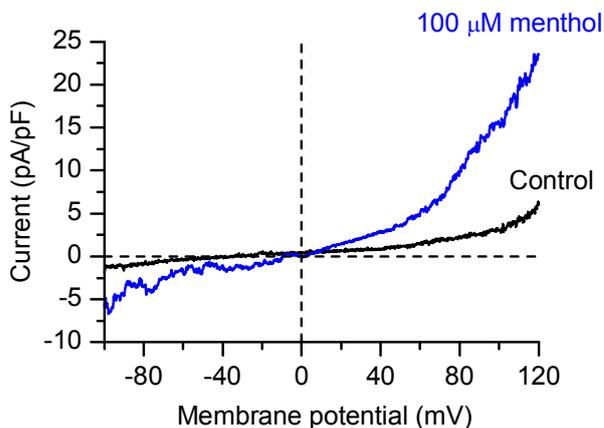


Fig. 2. Membrane current responses to menthol application (100 μM) in 16HBE14o- cells. Current-voltage relationships were measured by applying 500 ms voltage ramps from -100 to 120 mV in control and after TRPM8 agonist menthol application.

Gene transcripts for TRPA1, TRPM8 and TRPV1 were revealed in all cells by PCR and qRT-PCR. Protein expression for these channels was also detected in all cells, with the exception of TRPA1 in NEC.

TRPV1 is primary heat-sensitive receptor, which is also activated by a number of known respiratory irritants, in particular acidic gases and particulates contained in air pollution. Chemicals including capsaicin, the pungent extract from chilli pepper, cause burning sensation via activation of TRPV1 and readily induce cough in animals and humans. In contrast, TRPM8 and TRPA1 are primary detectors of cold, which also selectively respond to “cooling” compounds of plant origin such as menthol, eucalyptol and cinnamaldehyde. Confocal calcium imaging studies revealed a dose dependant activation of TRPM8 in HNEC in response to menthol application ($\text{EC}_{50} \sim 60 \mu\text{M}$) which was ablated in the presence of TRPM8 antagonist, 10 μM BCTC. TRPA1 functional expression was also revealed in PBEC by responses to cinnamaldehyde application ($\text{EC}_{50} \sim 50 \mu\text{M}$) which was ablated in the presence of TRPA1 antagonist, 30 μM HC030031. Patch-clamp experiments provided strong evidence for plasma membrane expression and function of these channels. Thus, application of specific TRP agonists, such as capsaicin (TRPV1 agonist, Fig. 1) and menthol (TRPM8 agonist, Fig. 2) produced robust membrane current responses with characteristic biophysical “TRP signatures” (current kinetics, outward rectification in current-voltage relationships) in bronchial epithelial cells.

These data show that TRPV1, TRPA1 and TRPM8 are functionally expressed in the lower and upper airways where they can play important roles in airway responses to chemical irritants, environmental pollutants and thermal stimuli. These channels are potentially important as they respond to noxious stimuli which typically trigger exacerbations of common respiratory diseases including asthma and chronic cough but further work is required to elucidate their involvement in respiratory diseases and validate them as putative novel drug targets.

References

1. Damann N, Voets T, & Nilius B (2008). TRPs in our senses. *Curr Biol* 18, R880-R889.
2. Nilius B, Owsianik G, Voets T, & Peters JA (2007). Transient Receptor Potential cation channels in disease. *Physiol Rev* 87, 165-217.
3. Venkatachalam K & Montell C (2007). TRP channels. *Annu Rev Biochem* 76, 387-417.
4. Wu LJ, Sweet TB, & Clapham DE (2010). International Union of Basic and Clinical Pharmacology. LXXVI. Current progress in the mammalian TRP ion channel family. *Pharmacol Rev* 62, 381-404.

Acknowledgments

We would like to thank Northern Ireland Chest Heart & Stroke (NICHHS) for funding this work
