

**Павлов К.И.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Каменская В.Г.<sup>3</sup>, Клименко В.М.<sup>4</sup>©**

<sup>1</sup>Кандидат психологических наук, ФГБНУ «ИЭМ»

<sup>2</sup>кандидат медицинских наук, ФГБНУ «ИЭМ»

<sup>3</sup>доктор психологических наук, профессор, ГОУ ВПО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

<sup>4</sup>доктор медицинских наук, профессор, ФГБНУ «ИЭМ»

## **ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ЗЕМНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА УРОВЕНЬ АКТИВАЦИИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Кора головного мозга человека обеспечивает функции психической деятельности и сознания, осуществляет связь организма с внешней средой и активно участвует в процессах адаптации к колебаниям внешних экологических условий, селективно изменяя при этом свою активность. Этому имеется подтверждение в виде работ, посвященных изучению влияния факторов космической [1, 2, 6, 7] и земной погоды [4, 5, 9] на спектральные характеристики ЭЭГ.

Актуальность нашего исследования обусловлена недостатком публикаций, посвящённых изучению физиологических реакций организма на действие различных факторов земной и космической погоды и трудностями интерпретации полученных результатов из-за сложности солнечно-земных связей.

Объект исследования, – молодые женщины, – выбран, поскольку целесообразно более детально изучить комплексное влияние экологических факторов на нейрофизиологические процессы в организме женщин репродуктивного возраста с целью сохранения и укрепления их здоровья и потенциально здоровья будущего поколения. Нами была поставлена цель: изучить характер влияния факторов земной и космической погоды на уровень активации коры головного мозга.

**Методы.** Основная идея исследования заключалась в сопоставлении интенсивности различных факторов окружающей среды (геокосмических и метеорологических) и степени активации коры мозга. Степень активации коры мозга оценивалась электрофизиологически: по уровню десинхронизации электроэнцефалограммы. Объектом исследования являлась группа добровольцев-студенток Института детства РГПУ им. А.И. Герцена (n=10) первого периода зрелого возраста от 23 до 34 лет ( $25.9 \pm 3.5$  лет). Все испытуемые были праворукими.

Так как интенсивность факторов земной и космической погоды различна в разное время года, проведены 4 серии регистрации биоэлектрической активности мозга, распределённых по сезонам следующим образом: 1 серия проводилась с 19.02.2013г. по 05.03.2013г.; 2 серия - с 05.03.2013г по 29.03.2013г.; 3 серия - с 25.04.2013г. по 20.05.2013г.; 4 серия - с 22.05.2013г. по 11.06.2013г. Проанализировано 40 электроэнцефалограмм, время регистрации которых было равномерно распределено по всему периоду исследования.

Во время регистрации ЭЭГ испытуемые в течение 5 минут находились в положении «сидя», в спокойном состоянии, с закрытыми глазами. Использовался электроэнцефалограф «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» модификация «Мини» (НПКФ Медиком МТД, г. Таганрог). Четыре пары активных электродов располагались по стандартной системе 10-20 в симметричных точках правого и левого полушария (F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2).

Определялись спектральные показатели в следующих частотных диапазонах: дельта-1 = 0.50-2.0 Гц; дельта-2 = 2.0-4.0 Гц; тета = 4.0-8.0 Гц; альфа = 8.0-13.0 Гц; бета-1 = 13.0-24.0 Гц; бета-2 = 24.0-35.0 Гц. Был проведен анализ спектров мощности по количественному показателю **ОЗМ** - относительному значению мощностей по основным полосам в каждом из отведений (%), и далее выполнена z-нормализация показателей ОЗМ, полученных данных по формуле 1:

$$x' = (x - x_{\text{ср.}}) / \sigma, \quad (1)$$

где  $x'$  - нормализованное значение в баллах;  $x$  - значение ОЗМ;

$x_{\text{ср.}}$  - среднее арифметическое ОЗМ по группе из 10 человек;  $\sigma$  - стандартное отклонение. Определены уровни десинхронизации ЭЭГ в каждом из отведений в соответствии с шкалой от 0 до 5 баллов. Уровень десинхронизации 0 баллов соответствовал преобладанию нормализованного значения мощности ЭЭГ в частотном диапазоне дельта-1, 1 балл соответствовал диапазону дельта-2, 2 балла - тета, 3 балла - альфа, 4 балла - бета-1, 5 баллов соответствовало диапазону бета-2 [3].

Уровни десинхронизации по каждому отведению сопоставлялись с 7-ю геокосмическими и 14-ю региональными (г. Санкт-Петербург) метеорологическими индексами. Геокосмические индексы находятся в свободном доступе на сайте NOAA National Geophysical Data Center: **SMF** – среднесуточная напряженность магнитного поля Солнца (мкТл); **SsN** – среднемесячное число солнечных пятен; **F10.7fl** – среднемесячный поток солнечного радиоизлучения на частоте 2800 МГц (МГц); **CR** – энергия космических лучей для каждого часа мирового времени (МэВ); **Dst** – возмущенность геомагнитного поля для каждого часа мирового времени (нТл); **Ap** – среднемесячный планетарный индекс геомагнитной активности (нТл); **Ae** – индекс авроральной электроструи для каждого часа мирового времени (нТл). Метеорологические индексы представлены на сайтах «Погода и Климат» и «POGODA.BY»: **Time** - время проведения исследования; **Wind** - скорость ветра (м/с); **Shows** - горизонтальная дальность видимости (м); **T** - температура воздуха, измеренная на высоте 2 м над землей (°C); **Td** - температура точки росы (°C); **F** - относительная влажность воздуха (%); **Te** - эффективная температура (°C); **Tes** - эффективная температура на солнце (°C); **P** - атмосферное давление на уровне моря (гПа); **Po** - атмосферное давление, измеренное на уровне метеостанции (гПа); **Tmin** - минимальная суточная температура (°C); **Tmax** - максимальная суточная температура (°C); **Tamp** - максимальная амплитуда колебания суточных значений температуры; **Clouds** - облачность (баллы), имеющими место в день и час исследования в период с февраля по июнь 2013 года.

Определение связей между параметрами проводилось с помощью корреляционного анализа Спирмена. С целью выделения наиболее существенных связей между параметрами ЭЭГ и индексами земной и космической погоды, линейно изменяющимися в течение исследуемого полугодичного периода, применялся факторный анализ, выполненный методом главных компонент (Principal components) с ротацией факторов по методу Equamax.

**Результаты.** В первой серии (февраль-март) исследования установлена положительная корреляция между уровнем десинхронизации в левом затылочном отведении и индексом возмущенности геомагнитного поля Земли

Dst ( $r=0.69$ ;  $p\leq 0.05$ ), а также отрицательная корреляция между уровнем десинхронизации в правом центральном отведении и индексом Dst ( $r=-0.76$ ;  $p\leq 0.05$ ). Таким образом, низкой геомагнитной возмущенности соответствует высокий уровень активности коры левой затылочной доли, содержащей зрительную зону и окружающие ее зрительные ассоциативные зоны, и низкий уровень активности моторной и сенсорной коры прецентральной и постцентральной извилин.

Показаны отрицательные корреляционные связи между уровнем десинхронизации в левом затылочном отведении и показателем Shows ( $r=-0.67$ ;  $p\leq 0.05$ ), а также показателем времени проведения исследования Time ( $r=-0.65$ ;  $p\leq 0.05$ ). Следовательно, что чем меньше горизонтальная дальность видимости и раньше время проведения исследования, тем больше уровень десинхронизации в левом затылочном отведении и, следовательно, выше уровень активации зрительной зоны коры левого полушария.

Показатель времени проведения исследования (Time) отрицательно коррелирует с уровнем десинхронизации и в левом теменном отведении ( $r=-0.65$ ;  $p\leq 0.05$ ), что также демонстрирует факт увеличения активности левой теменной доли в утреннее и полуденное время суток.

Можно предположить, что в утреннее и полуденное время происходит более эффективный анализ акустической и зрительной информации ассоциативными зрительно-акустическими полями и более успешная ориентация в пространстве и привязка к местности за счет связей с медиальной энторинальной корой, являющейся центром мозговой сети пространственной навигации [8].

Для второй серии исследования (март 2013 г.) характерны многочисленные сильные положительные корреляционные связи между индексом Clouds и уровнями десинхронизации в обоих лобных (правом:  $r=0.74$ ;  $p\leq 0.05$  и левом:  $r=0.81$ ;  $p\leq 0.05$ ) и в обоих центральных отведениях (правое:  $r=0.76$ ;  $p\leq 0.05$ ; левое:  $r=0.71$ ;  $p\leq 0.05$ ). Кроме того, уровень десинхронизации в правом теменном отведении также имеет положительную корреляцию с индексом Clouds ( $r=0.67$ ;  $p\leq 0.05$ ). Мы предполагаем, что атмосферные условия пониженной облачности вызывают уменьшение уровня общей десинхронизации в лобных и центральных электроэнцефалографических отведениях, причем, центром распространения уменьшения десинхронизации является левая лобная доля.

Таким образом, визуально наблюдаемая пониженная облачность по сравнению с показателями облачности в первой и третьей серии, способна снижать активность лобных ассоциативных полей левого полушария, возможно, уменьшая при этом эффективность формирования программы сложных поведенческих актов в ответ на воздействие средовых факторов на основе сенсорных сигналов всех модальностей.

Статистически значимые отрицательные корреляции установлены между уровнем десинхронизации в правом лобном отведении и временем проведения исследования (Time) ( $r=-0.68$ ;  $p\leq 0.05$ ). Время начала проведения исследования было 12.00, окончания – 19.00 по московскому времени. Иными словами, при проведении исследования в более ранние часы происходит более выраженная десинхронизация в правой лобной доле, напротив, в более поздние часы уровень активации ассоциативных зон коры правой лобной доли уменьшается, что вероятно, сказывается на эффективности выполнения определенных

когнитивных задач.

Для третьей серии исследования (апрель-май 2013 г.) характерны многочисленные отрицательные корреляционные связи между температурными показателями (T, Td, Te, Tes, Tmax, Tmin), а также геокосмическими индексами (CR, SsN, F10,7fl, Ap) и уровнями десинхронизации в правом теменном и в правом затылочном отведении ( $p \leq 0,01$ ). Подобные отрицательные корреляционные связи, только с более низким уровнем статистической достоверности ( $p \leq 0,05$ ), наблюдаются между всеми вышеперечисленными температурными показателями и геокосмическими индексами и уровнем десинхронизации в левом затылочном отведении.

Можно предположить, что чем выше температура атмосферного воздуха, больше планетарный индекс геомагнитной активности и число солнечных пятен, интенсивнее поток солнечного радиоизлучения и выше энергия космических лучей (солнечная их составляющая), тем ниже уровень активности коры затылочных долей, главным образом затылочной доли правого полушария.

В четвертой серии (май-июнь) установлены тесные отрицательные корреляции между уровнем десинхронизации в правом лобном отведении и индексами солнечной активности SsN ( $r = -0.77$ ;  $p \leq 0.01$ ) и F10,7fl ( $r = -0.77$ ;  $p \leq 0.01$ ) и тесная положительная корреляция с индексом геомагнитной активности Ap ( $r = 0.77$ ;  $p \leq 0.01$ ). Подобная же картина корреляционных связей, только на менее высоком уровне значимости ( $p \leq 0.05$ ), характерна в отношении уровня десинхронизации в правом центральном отведении.

Следовательно, увеличение уровня десинхронизации в правом лобном и центральном отведении наблюдается при возрастании геомагнитной возмущенности. Увеличение солнечной активности, напротив, вызывает уменьшение уровня десинхронизации, а значит, снижение корковой активности ассоциативных полей правой лобной доли.

Факторный анализ позволил определить пятифакторную структуру уровней десинхронизации ЭЭГ по отведениям, метеорологических и геокосмических индексов (критерии Кайзера - Мейера - Олкина = 0.51; критерий сферичности Бартлетта < 0,01; величина объяснённой дисперсии = 71%). Наиболее важным для детального рассмотрения является 1-й фактор, в который с максимальным факторным весом вошли физиологический и несколько космо-метеорологических показателей: уровень десинхронизации в правом затылочном отведении O2 (-0.63), температура Td (0.83), Te (0.78), T (0.76), индекс энергии космических лучей CR (-0.72), скорость ветра Wind (-0.67). Таким образом, чем выше температура атмосферного воздуха, ниже скорость ветра и энергия космических лучей, тем ниже уровень десинхронизации в проекции правого затылочного отведения и, следовательно, ниже уровень активации соответствующих ассоциативных полей правой затылочной доли.

#### **Заключение.**

Факторы земной и космической погоды влияют на уровень локальной активации коры больших полушарий головного мозга. Низкая дальность видимости, утреннее и полуденное время регистрации ассоциированы с активацией коры, а атмосферные условия пониженной облачности, повышение температуры атмосферного воздуха, возрастание солнечной активности, низкая скорость ветра и энергия космических лучей – с деактивацией коры.

Влияние геомагнитной активности не однозначно: её усиление связано со снижением активности коры затылочных долей и повышением активности правой лобной доли.

### Литература

1. Каменева Е.Г., Софронов Г.А., Жирков А.М. Роль погодных факторов в изменении психофизиологического состояния здорового человека и больного ИБС при воздействии Солнца // Медицинский академический журнал. 2014. Т. 14, № 1. С. 66-73.
2. Канунников И.Е., Белов Д.Р., Гетманенко О.В. Влияние геомагнитной активности на электроэнцефалограмму человека // Экология человека. 2010. № 6. С. 6-11.
3. Мухин В.Н., Яковлев Н.М., Клименко В.М. Связь вариабельности сердечного ритма с уровнем активации лобной коры // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2011. Т. 97, № 11. С. 1281-1288.
4. Павлов К.И., Каменская В.Г. Воздействие экологических факторов на спектральные характеристики динамической функциональной асимметрии мозга человека // Психология образования в поликультурном пространстве. 2014. Т. 3, № 27. С. 40-51.
5. Сороко С.И., Андреева С.С., Бекшаев С.С. Перестройки параметров электроэнцефалограммы у детей – жителей о. Новая земля // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2009. № 2. С. 49-59.
6. Хорсева Н.И. Возможность использования психофизиологических показателей для оценки влияния космофизических факторов // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12, № 2. С. 34-56.
7. Mulligan B.P., Persinger M.A. Experimental simulation of the effects of sudden increases in geomagnetic activity upon quantitative measures of human brain activity: validation of correlational studies // *Neurosci. Lett.* 2012. V. 516, N1. P. 54–56.
8. Sargolini F., Fyhn M., Hafting T., McNaughton B.L., Witter M.P., Moser M.-B., Moser E.I. Conjunctive representation of position, direction, and velocity in entorhinal cortex // *Science*. 2006. V. 312. N 5774. P. 758–762.
9. Vodolazhskii G.I., Vodolazhskaia M.G. Weather sensitivity of healthy organism. // *Aviakosm Ekolog Med.* 2013. V. 47, N2. P. 3–8.