

В.И. СУХОРУКОВ, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела нейропсихобиокибернетики института неврологии психиатрии и наркологии АМН Украины (г. Харьков),

А.Н. КОРСУНОВ, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела нейропсихобиокибернетики института неврологии психиатрии и наркологии АМН Украины (г. Харьков),

Л.П. ЗАБРОДИНА, младший научный сотрудник отдела нейропсихобиокибернетики института неврологии психиатрии и наркологии АМН Украины (г. Харьков).

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА СИНХРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ШУМАНОВСКИХ РЕЗОНАНСОВ

В статті розглянуто застосування нового метода комп'ютерної оцінки для дослідження впливу шумановських сплесків на динаміку біоелектричної активності головного мозку людини. Вивчення впливу електромагнітних полів наднизької частоти виявило залежність EEG-реакцій від фізичних характеристик сигналу, а також від індивідуально-типологічних особливостей та параметрів функціонального стану центральної нервової системи. Динамічні перебудови EEG-показників характеризують формування неспецифічної реакції активації у відповідь на дію грозових розрядів різної інтенсивності та тривалості.

In the following article we study the application of a new method of computer estimation for exploration of the dynamics of bioelectric activity of human's brain influenced by Schumann's splashes. Studying influence of electromagnetic ground of over low frequency we discovered dependence of the EEG-reactions on physical characteristics of a signal and on the individual-typological particularities and parameters of the functional status of the nervous system. Dynamic rebuildings of the EEG-indicator describe formation of a not specific reaction of activation as a result of influence of the thundery discharges having different intensity and duration.

Постановка проблемы. Среди природных экологических факторов особое место занимают электромагнитные поля сверхнизкой частоты (ЭМП СНЧ). В ряде работ показано, что под действием электромагнитных полей ухудшается общее состояние, нарушаются функции нейроэндокринной системы организма, изменяются функции гипоталамуса, в зависимости от частоты воздействия можно вызвать состояние возбуждения или торможения центральной нервной системы [1, 2, 3]. В предлагаемой работе исследуются воздействия шумановских резонансов – электромагнитных полей в диапазоне 4 – 40 Гц. Шумановский фон существует постоянно и является откликом резонатора Земля – ионосфера на совокупность грозовых разрядов, возникающих на земном шаре. Спектральный анализ фона позволяет выделить резонансные пики на частотах 8, 14, 20, 26, 32 Гц [4 – 6].

Анализ литературы. В исследованиях последних лет подчеркивается сходство частотных характеристик шумановских резонансов и электроэнцефалограммы (ЭЭГ). В частности диапазон альфа ритма совпадает с областью частот, где проявляют себя наиболее четко выраженные два первых мода шумановских резонансов. Максимум спектра ЭЭГ близок к первому максимуму шумановских резонансов, что позволяет предположить существование механизма, связывающего внешние сигналы с собственными электромагнитными колебаниями мозга [6, 7]. В рамках последующей разработки данного направления предложен метод компьютерной оценки влияния шумановских резонансов на функциональное состояние человека. Была показана слабая корреляционная связь между параметрами ЭЭГ и шумановским фоном [8].

Наряду с шумановским фоном можно выделить так называемые шумановские всплески (дальние грозы) – отклик резонатора на одиночные, очень мощные молниевые разряды. По амплитуде всплески могут превосходить уровень фона в 2 – 10 раз, а их длительность обычно составляет около 1 сек. Иногда встречаются всплески значительно большей длительности, вызванные, по-видимому, молниевым разрядом с большим числом пробоев. Возможно, что такие всплески порождены несколькими мощными разрядами, случайно возникшими в разных грозовых очагах почти одновременно [4].

Целью статьи является применение разработанного метода компьютерной оценки для исследования воздействия шумановских всплесков на динамику биоэлектрической активности головного мозга человека.

Результаты исследования. В с. Мартовая (80 км от Харькова) был развернут радиофизический комплекс Радиоастрономического института Национальной Академии Наук Украины, который состоял из электрической и магнитной антенн, СНЧ приемника, регистрирующей аппаратуры – магнитографа НО 62 и компьютера IBM 486. Технические параметры экспериментальной установки приведены в ранее указанной работе [7]. Для регистрации ЭЭГ использовался электроэнцефалограф фирмы «Medicor», применялась стандартная схема наложения электродов по системе «10-20» для биполярной записи. Время синхронной регистрации ЭЭГ и ЭМП СНЧ составляло 15 минут. Для оценки полученных результатов использовались спектральный и корреляционный методы анализа 6-ти последовательных 2-х секундных реализаций ЭЭГ и ЭМП-фон, момент появления СНЧ всплеска, фон последствия (четыре 2-х секундных интервала).

Фоновые спектрограммы биоэлектрической активности мозга у здоровых лиц с доминированием альфа-ритма характеризовались наличием максимального пика в альфа-диапазоне и усложнением рисунка спектра ЭЭГ

в направлении от затылочных к лобным областям мозга, в основном за счет увеличения мощности пиков в дельта и тета-диапазонах.

Спектральной анализа ЭЭГ позволил выделить как индивидуальные особенности динамики церебрального электрогенеза, так и общие для всех испытуемых реакции в ответ на действие низкочастотных атмосферных электромагнитных всплесков различной длительности и напряженности. При действии коротких одиночных СНЧ всплесков, напряженность которых превышает фоновый уровень в 2 – 4 раза, во всех отведениях ЭЭГ отмечались неустойчивость средней частоты, появление многовершинности и широкого пика в диапазоне альфа-ритма, снижение спектральной мощности доминирующего ритма. Данная ЭЭГ-реакция может характеризоваться как реакция десинхронизации. Продолжительность этой реакции варьирует у разных испытуемых от 2 до 10 секунд.

Корреляционный анализ ЭЭГ показал, что в момент действия электромагнитного всплеска происходит увеличение коэффициента корреляции между симметричными областями мозга, появляется связь между лобными отведениями обоих полушарий ($r = 0,66$). Идет распад корреляционных связей правой теменной области с затылочными областями обоих полушарий, просматривается тенденция к усилению межцентральных и передне-центральных связей в коре головного мозга. Эти данные могут свидетельствовать о развитии неспецифической реакции активации в ответ на действие коротких одиночных СНЧ всплесков с напряженностью в 2 – 4 раза превышающей шумановский фон.

Совершенно иной характер имеет ЭЭГ-реакция в ответ на действие продолжительных (до 2 секунд) одиночных или множественных СНЧ всплесков, напряженность которых превышает фоновую в 6 и более раз. По данным спектрального анализа можно отметить формирование единичных пиков, уменьшение основания пиков, резкое повышение спектральной мощности доминирующего ритма ЭЭГ во всех областях коры мозга в ответ на действие естественного электромагнитного сигнала. Амплитуда доминирующего ритма возрастает в 3 – 5 раз в зависимости от зональной представленности (в затылочных областях коры мозга реакция более выражена), при этом средняя частота альфа ритма уменьшается на 0,5 Гц. Данная реакция характеризуется как реакция гиперсинхронизации. Длительность этой реакции зависит от физических характеристик сигнала и от индивидуальных особенностей динамики церебрального электрогенеза.

Проведенный корреляционный анализ паттернов ЭЭГ и ЭМП показал формирование передне-центральных связей в коре головного мозга в момент действия мощного СНЧ всплеска, причем отмечается увеличение сочетанности между симметричными лобными отведениями ($r = 0,69$) и между правой лобной и левой теменной областью коры головного мозга ($r = 0,61$). В течение 8 – 10 сек после действия электромагнитного всплеска сохраняются устойчивые лобно-теменные связи. Опираясь на эти результаты,

можно отметить, что в формировании ЭЭГ-ответа на действие мощных всплесков наиболее реактивными являются передне-центральные отделы, которые рассматриваются как корковая проекция неспецифических активирующих систем головного мозга.

Выводы. Изучение воздействия электромагнитных полей сверхнизкой частоты выявило зависимость ЭЭГ-реакций от физических характеристик сигнала, а также от индивидуально-типологических особенностей и параметров функционального состояния центральной нервной системы. Динамические перестройки ЭЭГ-показателей характеризуют формирование неспецифической реакции активации в ответ на действие грозовых разрядов различной интенсивности и длительности. Таким образом, предлагаемый метод компьютерного анализа влияния шумановских всплесков на функциональное состояние центральной нервной системы является адекватным и может быть применен как в физиологических исследованиях, так и в рамках медицинской диагностики.

Список литературы: 1. Агулова Л.П. Принципы адаптации биологических систем к космогеофизическим факторам // Биофизика. – 1998. – Т. 43. – Вып. 4. – С. 571–574. 2. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г и др. Космос и биологические ритмы. – Симферополь, 1995. – 206 с. 3. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. – М.: Наука, 1992. – 135 с. 4. Блюх П.В., Николаенко А.П., Филиппов Ю.Ф. Глобальные электромагнитные резонансы в полости Земля – ионосфера. – К.: Наук. думка, 1977. – 200 с. 5. Михайлова Г.А. Возможный физический механизм влияния солнечной активности на центральную нервную систему человека // Биофизика. – 2001. – Т. 46. – Вып. 5. – С. 922–926. 6. Литвиненко Л.Н., Сухоруков В.И. и др. Влияние сверхнизкочастотных электромагнитных полей на биоэлектрическую активность головного мозга // Радиофизика и радиоастрономия. – 1998. – Т. 3. – № 314. – С. 312–319. 7. Sukhorukov V.I. et. al. Influence of low-frequency atmospheric electrical processes and near-space electromagnetic signals on the central nervous system functional condition of a man maintaining space systems // Космічна наука і технологія. – 2000. – Т. 6. – № 4. – С. 71–73. 8. Лазебный Б.В., Сухоруков В.И. Метод компьютерной оценки влияния шумановского резонанса на функциональное состояние человека // Сборник научных трудов. Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2001. – Вып. 4. – С. 128–131.

Поступила в редакцию 30.03.04.