

В.И. СУХОРУКОВ, д-р мед. наук, профессор, ГУ "Институт неврологии, психиатрии и наркологии АМН Украины" (г. Харьков),

Ю.В. БОВТ, канд. мед. наук, ГУ "Институт неврологии, психиатрии и наркологии АМН Украины" (г. Харьков),

Л.П. ЗАБРОДИНА, ГУ "Институт неврологии, психиатрии и наркологии АМН Украины" (г. Харьков),

Ю.И. ВОЛОЩУК, д-р техн. наук, профессор, ХНУРЭ (г. Харьков),

О.И. ХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, ХНУРЭ (г. Харьков)

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ МЕЖПОЛУШАРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИСКУССТВЕННЫХ МАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Предложен новый компьютерный метод анализа межполушарного взаимодействия электрической активности мозга человека с использованием коэффициента симметрии. Проведена апробация метода при воздействии искусственных магнитных импульсов, полученные изменения коэффициента симметрии могут рассматриваться как маркеры адаптивных возможностей мозга человека.

Ключевые слова: компьютерный анализ, межполушарные взаимодействия, коэффициент симметрии, магнитные импульсы.

Постановка проблемы. В электроэнцефалографии широко применяется компьютерный анализ межполушарных взаимодействий с использованием коэффициента асимметрии, который позволяет сравнивать сигналы от симметричных отведений только по их амплитуде. Нами предлагается новый метод компьютерной оценки межполушарных взаимодействий с использованием коэффициента симметрии, с помощью которого электрическая активность мозга симметричных отведений сравнивается с учетом фазы, частоты и амплитуды сигнала.

Анализ литературы. В [1, 2] проведен анализ влияния на человека электромагнитных полей. Показано, что организм человека наиболее чувствителен к воздействию электромагнитных полей сверхнизкочастотного диапазона (ЭМП СНЧ). В периоды резкого возрастания напряженности природного ЭМП по данным клиницистов наблюдается декомпенсация неврологических и психических заболеваний [3, 4]. В наших предыдущих исследованиях показано влияние на функциональное состояние головного мозга человека природных ЭМП с диапазоном частот близких к собственным частотам мозга (4 – 40 Гц), так называемым шумановским резонансам [5]. Отмечено, что в формировании ответных реакций на воздействие ЭМП СНЧ, на первый план выступает изменение межполушарных соотношений

электрических процессов головного мозга. По современным представлениям признается, что в интегративной деятельности мозга, которая обеспечивает адаптивные возможности организма, решающая роль принадлежит процессам динамического взаимодействия полушарий [6]. Поэтому целесообразен поиск новых методов оценки изменений межполушарных взаимодействий в формировании адаптивных реакций к действию ЭМП СЧ.

Цель статьи. Разработка нового метода компьютерного анализа межполушарного взаимодействия электрической активности мозга здорового человека при воздействии ЭМП СЧ с использованием коэффициента симметрии.

Материалы исследования. В исследовании участвовали 31 испытуемый – мужчины в возрасте от 25 до 50 лет, согласно опросу, все правши. Запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ) проводилась с помощью энцефалографа EEG 16S "Medicor" (Венгрия) с наложением электродов по схеме "10-20". Искусственные магнитные импульсы, имитирующие природные ЭМП СЧ подавались дистанционно с помощью специального устройства. Амплитуда подаваемых импульсов превышала уровень природного фона в 2 – 5 раз, что соответствовало амплитуде естественных всплесков, порождаемых шумановскими резонансами [7]. ЭЭГ регистрировали в течение 15 минут, включая фон, сеанс стимуляции и период последствия. Биопотенциалы мозга и магнитные сигналы вводились в компьютер в режиме реального времени для дальнейшего анализа.

Для оценки межполушарных взаимодействий был предложен способ определения наличия либо отсутствия межполушарной симметрии электрической активности головного мозга. Отличительной особенностью данного способа является то, что в одном показателе объединены отличия электрической активности от симметричных областей правого и левого полушарий мозга по фазе, частоте и амплитуде сигнала [8]. Данный способ заключается в следующем: определяется разность ЭЭГ симметричных отведений и их сумма; вычисляются и строятся на одном графике спектр суммы и спектр разности; вычисляется коэффициент симметрии ($K_{\text{сим}}$). Проявление симметричности будет состоять в том, что спектр суммарного процесса должен значительно превосходить спектр разностного процесса и, наоборот, при отсутствии симметричности спектр разностного процесса соизмерим со спектром суммы. Коэффициент симметрии вычисляется по следующей формуле:

$$K_{\text{сим}} = \sqrt{\frac{E_{\text{суммы}}}{E_{\text{разности}}}}, \quad (1)$$

где $E_{\text{суммы}}$ – энергия суммарного процесса, $E_{\text{разности}}$ – энергия разностного процесса.

Таким образом, определение спектральной плотности суммы ЭЭГ симметричных отведений и их разности позволит выявить степень межполушарных взаимоотношений электрической активности мозга.

В нашем исследовании мы вычисляли $K_{\text{сим}}$ по 10 секундным эпохам симметричных отведений ЭЭГ здоровых испытуемых до и после сеанса магнитной стимуляции (МС) и проводили сравнительный анализ результатов.

В результате проведенного компьютерного анализа ЭЭГ у испытуемых после сеанса магнитной стимуляции выявлены различные варианты динамики межполушарных соотношений. В первом варианте (26,2% испытуемых) – после сеанса МС $K_{\text{сим}}$ уменьшался во всех регистрируемых симметричных отведениях правого и левого полушарий мозга, то есть прослеживалось нарастание межполушарной асимметрии. Во втором варианте (34,7% испытуемых) – $K_{\text{сим}}$ после МС увеличивался, то есть наблюдалось некоторое нивелирование межполушарных различий. В третьем (39,1% испытуемых) варианте после МС наблюдались разнонаправленные изменения значений $K_{\text{сим}}$ в различных симметричных отведениях ЭЭГ, причем в большинстве случаев (30,4%) преобладало снижение $K_{\text{сим}}$. Необходимо отметить, что в третьем варианте динамики чаще всего встречалась ситуация, при которой значение $K_{\text{сим}}$ после МС увеличивалось только в теменных отведениях ЭЭГ, которые являются проекцией неспецифических таламических путей мозга.

Выводы. В результате проведенной работы предложен новый метод компьютерного анализа ЭЭГ, позволяющий выявить изменения межполушарных взаимоотношений при воздействии ЭМП СНЧ с использованием коэффициента симметрии. Выделенные варианты динамики межполушарных соотношений зависели прежде всего от фонового функционального состояния мозга, а также от индивидуальных особенностей реагирования на воздействие данного фактора. Изменения значений коэффициента симметрии можно рассматривать в качестве маркеров как позитивной направленности, если $K_{\text{сим}}$ уменьшается, так и негативной направленности, если $K_{\text{сим}}$ увеличивается при формировании адаптивных режимов регуляции функционального состояния ЦНС к действию ЭМП СНЧ. Полученные результаты необходимо учитывать при планировании профилактических мероприятий.

Список литературы: 1. *Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н.* Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. – М.: Наука, 1992. – 135 с. 2. *Агаджанян Н.А., Макарова И.И.* Среда обитания и реактивность организма. – Тверь, 2001. – 176 с. 3. *Тясто М.И.* Влияние электромагнитных полей естественного и антропогенного происхождения на частоту появления различных патологий в Санкт-Петербурге // Биофизика. – 1995. – Т. 40. – Вып. 4 – С. 839 – 847. 4. *Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю.* Влияние электромагнитных полей на здоровье человека. – Новосибирск, 1999. – 92 с. 5. *Сухоруков В.И., Литвиненко Л.Н., Литвинов В.А.* Влияние естественных сверхнизкочастотных электромагнитных полей на динамику церебрального электрогенеза человека / В книге "Электромагнитные проявления геофизических эффектов в Антарктиде". – Х.: – 2005 – С. 183 – 191. 6. *Чуян Е.Н., Темурьянц Н.А., Пономарева В.П., Чирский Н.В.* Функциональные асимметрии у человека и животных: влияние низкоинтенсивного

електромагнітного излучения миллиметрового диапазона. – Симферополь, 2004. – 440 с.
7. Волошин П. В., Сухоруков В.І., Берченко О.Г., Моїсєнко Є.В., Корсунов О.М., Бовт Ю.В.,
Забродіна Л.П., Лавінська Л.І. Спосіб профілактики негативної дії наднизькочастотних
електромагнітних полів на організм людини / Деклараційний патент № 14416. – Надр. 15.05.2006.
– Бюл. № 5. 8. Волощук Ю.І., Харченко О.І., Кочин О.В. Методы анализа ЭЭГ крыс,
различающихся по уровню судорожной готовности // Биомедицинские технологии и
радиоэлектроника. – М.: Радиотехника. – 2006. – № 5 – 6. – С. 77 – 79.

УДК 616 – 073.97: 613.163

Комп'ютерний аналіз зміни міжпівкульових взаємодій мозку людини під впливом штучних магнітних сигналів наднизької частоти / Сухоруков В.І., Бовт Ю.В., Забродіна Л.П., Волощук Ю.І., Харченко О.В. // Вісник НТУ "ХПИ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ", 2008 – № 24. – С. 174 – 177.

Запропоновано новий комп'ютерний метод аналізу міжпівкульової взаємодії електричної активності мозку людини із застосуванням коефіцієнту симетрії. Проведено апробацію метода при впливі штучних магнітних імпульсів. Отримані зміни значень коефіцієнта симетрії можуть розглядатись як маркери адаптивних можливостей мозоку людини. Бібліогр.: 8 назв.

Ключові слова: комп'ютерний аналіз, міжпівкульові взаємодії, коефіцієнт симетрії, магнітні імпульси.

UNC 616 – 073.97: 613.163

Computer analysis of the between hemisphere interactions in human brain, influenced by artificial magnetic signals of superlow frequency / Sukhorukov V.I., Bovt Y.V., Zabrodina L.P., Voloshchuk Y.I., Kharchenko O.V. // Herald of the National State University "KhPI". Subject issue: Information science and modelling. – Kharkov: NSU "KhPI", 2008. – № 24. – P. 174 – 177.

The new computer analysis method of electrical activity between hemisphere interactions using symmetry factor was proposed. The approbation of the method was held during the artificial magnetic pulses influence. The received symmetry factor variations are considered to be the human brain adaptive abilities markers. Refs: 8 titles.

Key words: computer analysis, between hemisphere interactions, symmetry factor, magnetic pulses.

Поступила в редакцію 25.04.2008