

териалы ежегодной Всерос. науч. школы-семинара. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008. – С. 120-121.

6. Полупроводниковый лазер “АТКУС-15” в хирургии глотки и гортани / М.С. Плужников и др. – СПб.: СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, 2002. – 46 с.

E-mail: Igor.Victor.Safonov@gmail.com.

УДК 612.424:613.693:615.471

Ю.А. Лебедев, Г.А. Шабанов, канд. биол. наук, **А.А. Рыбченко**, д-р техн. наук
(научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН,
Дальневосточный государственный университет, Владивосток – Магадан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РИТМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В работе показана возможность воздействия на ритмические компоненты электрической активности головного мозга слабым электромагнитным полем. Подтверждено наличие резонансных частот в активирующей системе мозга. Показано, что на резонансных частотах мозг проявляет гиперчувствительность. На межрезонансных частотах мозг обладает слабой чувствительностью. **Ключевые слова:** магнитоэлектрическая активность головного мозга, ритмические компоненты биопотенциалов головного мозга, электромагнитные поля, резонансные частоты.

Помимо известных способов взаимодействия нейронных популяций – синаптических, электротонических, предполагалась возможность вовлечения в «частотный модуль» с относительно стабильной центральной частотой множества осциллирующих удаленных нейронных ансамблей с помощью слабых ритмически пульсирующих электромагнитных полей. С этой целью изучался глобальный компонент в суммарной электрической активности головного мозга, который проявляется как доминирующая длительно текущая ритмическая активность. Производилось воздействие на колебательную энергию соответствующего «частотного модуля» активирующей системы мозга слабым электромагнитным полем, модулированным соответствующей частотой в диапазоне от 0,13 до 27 Гц.

Анализ воздействия слабых электромагнитных полей на ритмические компоненты биопотенциалов головного мозга производился методом спектрального анализа ритмической активности головного мозга с помощью магнитоэнцефалографа индукционного «МЭГИ-01», разработанного в лаборатории экологической нейрокибернетики научно-исследовательского центра «Арктика» ДВО РАН [1]. У группы добровольцев (10 человек) регистрировалась фоновая и контрольная магнитоэнцефалограмма с последующим спектральным анализом, для чего вся исследуемая полоса частот от 27 до 0,13 Гц разбивалась гребенкой узкополосных фильтров на 840 центральных частот с временем интегрирования 160 сек. Анализируются амплитуды спектральных компонент. Ширина полосы составляла 3%

от центральной частоты. Попавшие в полосу амплитуды спектральных частот в результате БПФ преобразования интегрировались. Центральной частоте присваивалась получившаяся амплитуда интегральной спектральной оценки. Центральные частоты образовывали ряд геометрической прогрессии с числом членов 840. Коэффициент геометрической прогрессии – $2^{1/24}$, опорная частота 27,0 Гц. На выходе каждого полосового фильтра в результате операции суммации выделялись только повторяющиеся события – наличие длительно текущего диффузного ритма. Длительность эпохи анализа – 160 сек. Она образует один кадр информации. У каждого испытуемого снималось не менее пяти кадров. Такая длительность эпохи анализа значительно превышала период частоты фильтрации самого низкочастотного полосового фильтра. Указанным методом регистрировался длительно текущий ритмический процесс с измерением структуры амплитуд его частотных составляющих.

Воздействие производилось с помощью катушки индуктивности, изготовленной в виде тора диаметром 80 мм, которая располагалась над головой человека на высоте не более 20 мм. Катушка могла излучать электромагнитное поле, модулированное частотами в диапазоне от 27 до 0,13 Гц. Шаг изменения частоты – $2^{1/24}$. Величина электромагнитной индукции составляла 1 мТл. Резонансные частоты выбирались из «Сегментарной матрицы» [2]. Исследовалась реакция центральной нервной системы (ЦНС) на воздействие электромагнитного поля (ЭМП), модулированного резонансными частотами и межрезонансными частотами, т.е. частотами, находящимися посередине между двумя соседними резонансными частотами. Вопросы формирования стабильных центральных частот (резонансных частот) в суммарной электрической активности головного мозга рассмотрены в работах [2, 3].

У испытуемых снимали фоновую магнитоэнцефалограмму, 5 кадров по 160 сек. Исследование проводили в диапазоне частот от 0,13 Гц до 27 Гц. Над головой испытуемых располагали катушку индуктивности. Задавали резонансную частоту воздействия f_i Гц. Воздействовали 5 мин. Через 10 мин. снимали контрольную магнитоэнцефалограмму, 5 кадров по 160 сек. Наблюдали устойчивое изменение амплитуды спектральных компонент, соответствующих частоте воздействия f_i Гц. Результаты навязывания ритма достоверно повторились у всех испытуемых.

Аналогичные исследования провели при уменьшении величины электромагнитной индукции до 0,01 мТл, наблюдали устойчивое изменение амплитуды спектральных компонент, соответствующих частоте воздействия f_i Гц.

Таким образом было показано, что на резонансных частотах f_i мозг обладает высокой резонансной чувствительностью, и достаточно величины электромагнитной индукции ЭМП порядка 0,01 мТл, чтобы навязать мозгу соответствующую частоту. Повторили исследование на межрезонансных частотах $(f_i + f_{i+1})/2$ Гц. Признаки навязывания ритма при магнитной индукции тестирующего сигнала 0,01 мТл отсутствовали у всех испытуемых.

Для того, чтобы исключить возможные «паразитные» эффекты, связанные с наличием цифровых полосовых фильтров в составе программного обеспечения МЭГИ-01, исследование реакции ЦНС на ритмическое раздражение слабым ЭМП

повторили с использованием принципиально другого регистрирующего устройства с преимущественно аналоговым исполнением.

Компьютерный дермограф ДгКТД-01 – программно-аппаратный комплекс для топической диагностики дисфункций внутренних органов человека [4] – способен регистрировать реакцию эффлектора (проницаемости эпидермиса) при ритмическом раздражении ЦНС. Для определенной частоты раздражения наблюдалась реакция в виде изменения электрокожного сопротивления (ЭКС) на фиксированных участках кожной поверхности. У испытуемых производили фоновый съем методом компьютерной дермографии и регистрировали состояние ЭКС множества кожных зон. Над головой испытуемых располагали катушку индуктивности. Величина электромагнитной индукции составляла 1 мТл. Задавали вначале резонансные частоты f_i . Время воздействия составляло 5 мин. Через 10 мин. фиксировали изменения ЭКС. У различных пациентов реакция ЭКС кожных зон на ритмическое воздействие ЭМП составляла от 120 до 250% исходной величины. При воздействии на межрезонансных частотах $(f_i + f_{i+1})/2$ реакция эпидермиса не превышала 50-80%, что составляет естественный шум при длительном наблюдении за состоянием изменений ЭКС-зоны.

Анализ полученных результатов показал возможность воздействия слабым электромагнитным полем в низкочастотном диапазоне от 27 до 0,13 Гц на активирующую систему мозга. Такое воздействие проявляется в виде навязывания длительно текущего диффузного ритма.

Было подтверждено наличие резонансных и межрезонансных частот. На резонансных частотах мозг проявляет гиперчувствительность. Мы получили эффект навязывания ритма при напряженности ЭМП вплоть до 0,01 мТл, что соответствует практически пульсациям ЭМП земли, пульсациям ЭМП от диполей и нейронных популяций самого мозга.

При моделировании механизмов пространственной организации биопотенциалов головного мозга, помимо известных принципов, следует учитывать возможную организующую роль электромагнитных полей.

Наличие слабой чувствительности мозга на определенных «межрезонансных» частотах подтверждает нашу модель строения активирующей системы мозга как скопления множества многочастотных дискретных осцилляторов, организованных в гармоническую, генетически детерминированную частотную последовательность [5]. Для получения стабильных результатов при навязывании ЦНС заданного ритма или ритмических последовательностей необходимо учитывать наличие в структуре ее активности ряда резонансных частот и зон пониженной чувствительности. Результаты исследования легли в основу создания программно-аппаратного комплекса для коррекции выраженных дисфункций внутренних органов человека с помощью слабых электромагнитных полей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 72395 РФ. Магнитоэнцефалографический спектральный анализатор-сумматор биопотенциалов головного мозга человека / *Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л.* // Бюл. «Изобретения. Полезные модели». – 2008. – №11.

2. *Шабанов Г.А.* Исследование ритмической организации глобальной составляющей биопотенциалов головного мозга человека: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. – Владивосток, 2005.
3. *Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л.* О формировании стабильных центральных частот в суммарной электрической активности головного мозга // *Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. «Количественная ЭЭГ и нейротерапия».* – СПб., 2009. – С. 63.
4. *Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Рыбченко А.А.* Дермограф компьютерный для топической диагностики очагов патологии внутренних органов человека // *Медицинская техника.* – 2007. – №5. – С. 37-39.
5. *Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Пегова Е.В., Лебедев Ю.А., Меркулова Г.А.* Подходы к диагностике и коррекции заболеваний внутренних органов на основе анализа суммарной электрической активности головного мозга // *Фундаментальные исследования в интересах биомедицины на Дальнем Востоке России: Сб. науч. трудов.* – Владивосток: Дальнаука, 2008. – С.128-153.

E-mail: cfpd@amur.ru.