

УДК 612.822.3:615.847.8

В.А. Пестряев

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРА ЭКОГ ПРИ УПРАВЛЯЕМОМ ДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Уральская государственная медицинская академия

Электромагнитные поля (ЭМП) являются, по общепризнанному мнению [6], неспецифическим раздражителем для ЦНС, а отличия реакций на них последней от реакций на специфические раздражители представляют и теоретический, и практический интерес. Реакции ЦНС на специфические раздражители (свет, звук и т.д.) в случае когда их частотные характеристики соответствуют хорошо анализируемым физиологической системой диапазонам достаточно изучены. Особенно это касается низкочастотного ритмического действия специфических раздражителей, сопровождающихся реакцией навязывания ритма, наблюдающейся уже непосредственно во время действия раздражителей. Особенности же реакций ЦНС на низкочастотные ЭМП как неспецифические раздражители являются на сегодня актуальными для экспериментальных исследований.

В случае исследования электроэнцефалографических коррелятов состояния ЦНС при действии ЭМП исследователями фактически описываются электроэнцефалограммы (ЭЭГ) или электрокортикограммы (ЭКОГ), соответствующие периоду последнего действия поля, т.к. в моменты действия ЭМП возникает наводка, делающая невозможной регистрацию ЭЭГ. В таких экспериментах реакции, в которых происходит увеличение амплитуды гармоник спектра ЭЭГ, соответствующих ритмам воздействия, ассоциирующиеся у исследователей с феноменом "навязывания ритма", могут иметь совершенно иной (компенсаторный) механизм возникновения по сравнению с действием специфических раздражителей и быть зависимыми от функционального состояния ЦНС и частотно-энергетических режимов воздействия. Для более корректного выявления характеристик изменения спектров ЭЭГ, соответствующих времени действия ЭМП, необходимо осуществлять оцифровку сигнала ЭЭГ (регистрацию) непосредственно после действия поля с минимальной задержкой во времени (задержка в несколько секунд может привести к существенному изменению спектральных характеристик ЭЭГ). Подобные условия регистрации могут быть осуществлены только в автоматизированных экспериментах, когда оцифровка сигнала может быть осуществлена с задержкой после действия импульса в несколько мс.

Проведенные ранее исследования в автоматизированных экспериментах, отвечающих необходи-

мым в этих случаях условиям регистрации, показали эффективность действия низкоинтенсивных (210 А/м) импульсных (1 мс) ЭМП на изменения характеристик ЭКОГ, зависящих как от функционального состояния ЦНС перед воздействием, так и от частотных режимов воздействия [3,4]. Для изменения характера ЭКОГ, определяемого по среднему квадратическому отклонению мгновенных значений (характеристика амплитуды) и таким интегральным показателем спектра как эффективная частота и ее вероятность, наилучшим оказался режим с динамической частотно-импульсной модуляцией (ДЧИМ), регулируемый по принципу обратной связи от ЭКОГ [3,5]. В этом режиме осуществлялась синхронизация появления импульса с определенным (задаваемым выше среднего) значением сигнала ЭКОГ и задавалось время задержки оцифровки сигнала после появления импульса, необходимое для нивелирования возникающей наводки. Интервал между импульсами ЭМП зависел при этом от изменения во времени сигнала ЭКОГ. Но изменения биоэлектрической активности ЦНС при действии ИЭМП - это реакции сложной системы со своими собственными колебательными процессами на воздействие повторяющиеся, или могущие повториться через определенный интервал времени. При этом возникает вопрос о зависимости изменения в спектре ЭКОГ (ЭЭГ) амплитуд гармоник, частоты которых соответствуют временным периодам устанавливаемого в подобных экспериментах времени задержки.

Для исследования этого вопроса был использован автоматизированный биотехнический комплекс включающий микро-ЭВМ МС 1201,02, встроенные в кейт машины аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с компаратором, электроэнцефалографический канал усилителя ПДК-02 (производства УОМЗ), генератор импульсов ЭМП (ИЭМП).

За неделю до экспериментов подопытным животным (белые крысы) под наркозом в просверленные зубными борами отверстия в черепе ввинчивались серебряные электроды (=2 мм - в сенсорной области и =1 мм в носовую пазуху) и покрывались сверху цементфосфатом. Во время экспериментов животное фиксировалось в специальном (сделанном из немагнитных материалов) стереотаксическом станке, ушные держатели которого служили нулевым электродом в трехэлектродной (основанной на принципах операционного усиления) схеме съема сигнала электрокортикограммы ЭКОГ. Визуальный контроль животных во время экспериментов осуществлялся с помощью телевизионной установки УКМ-1.

Сигнал ЭКОГ подавался на энцефалографический усилитель, а усиленный сигнал смешивался с постоянной составляющей при помощи специальной электронной схемы со стабилизацией нуля (чтобы все значения оцифрованного сигнала ЭКОГ были положительными) и подавался на АЦП. Управление генератором ИЭМП было задействовано на цифровой компаратор, сопряженный с АЦП. ЭВМ устанавливала

режим работы компаратора: порог срабатывания и период задержки работы компаратора после срабатывания. На оцифровываемых интервалах режима воздействия оцифровка сигнала ЭКоГ составляла 128 отсчетов/с, а в режиме анализа 64 отсчета в 2с.

Сигнал, оцифрованный в режиме анализа ЭКоГ, подвергался обработке по алгоритму быстрого преобразования Фурье (БПФ), результатом вычисления которого был ряд из 32 гармоник от 0,5 Гц до 16 Гц с шагом в 0,5 Гц. Из спектра выделялись максимальные гармоники дельта-, тэта- и альфа- ритмов, а также вычислялись средние амплитуды гармоник ритмов (САР), и амплитуда гармоники (АГ), временной период которой соответствовал заданному через ЭВМ периоду задержки. Кроме БПФ проводился и обычный статистический анализ мгновенных значений сигнала ЭКоГ с вычислением среднего квадратического отклонения (СКО), считающегося наиболее разумной интегральной характеристикой амплитуды на измеряемом участке [2].

Перед каждым экспериментом с воздействиями ИЭМП, у животного, фиксированного в стереостанке, в течение 15 мин. регистрировалась ЭКоГ без воздействий с интервалом 30с. Во время воздействий в разных экспериментах реализовывалось два варианта управления последними.

В первом варианте экспериментатором задавалось время воздействия (30 с), порог срабатывания компаратора, превышающий среднее значение амплитуды ЭКоГ (режим с ДЧИМ), число режимов воздействия и ритм (дельта-, тэта- или альфа-). Период задержки при этом задавался самой ЭВМ и соответствовал временному периоду предварительно выделенной из указанного ритма максимальной гармоники. После каждого воздействия происходил съем информации о состоянии спектра ЭКоГ, выделение максимальной гармоники заданного к управлению ритма и устанавливался период задержки для следующего интервала воздействия.

Во втором варианте порог срабатывания компаратора устанавливался на минимальном уровне, при котором изменение интервалов между импульсами уже не зависело от изменений сигнала ЭКоГ, а интервал целиком зависел от заданного периода задержки - режим с фиксированной частотой следования импульсов (ФЧСИ). Период задержки в данном варианте устанавливался экспериментатором (200 мс - что соответствует частоте 5 Гц) и не менялся при повторных воздействиях. Другой отличительной чертой было то, что само воздействие на очередном временном интервале включалось лишь при определенном условии, каковым являлся вклад гармоники, соответствующей периоду задержки (то есть 5 Гц) в тот ритм, к которому она принадлежит (в данном случае тэта-ритм). Воздействие не включалось, если амплитуда "управляемой" гармоники была максимальной в пределах своего ритма, и, наоборот, включалось, если максимальной была другая гармоника. Время очередного воздействия составляло 1 мин.

Анализ экспериментов показал наличие некоторых достоверных тенденций изменений вклада в соответствующий ритм амплитуд гармоник, временной период которых соответствовал заданному при

воздействиях периоду задержки. Для нивелирования изменений амплитуд гармоник в последовательном ряду измерений, связанных с изменением СКО сигнала ЭКоГ, анализу подвергались не значения амплитуд гармоник в этом ряду, а отношение амплитуды исследуемой гармоники к среднему значению амплитуды соответствующего ритма (АГ/САР), характеризующее вклад гармоники в спектр ритма.

В экспериментах, где управление воздействием осуществлялось по первому варианту, в подавляющем большинстве случаев (более 90%) после 30 с воздействия наблюдалось уменьшение анализируемого соотношения АГ/САР, сопровождающееся в 73% случаев появлением в спектре ритма другой максимальной гармоники. Когда управление осуществлялось в пределах дельта-ритма уменьшение соотношения АГ/САР наблюдалось после 33 воздействий из 40, в пределах тэта-ритма - в 66 случаях из 71, в пределах альфа-ритма - в 40 из 43. Т. е. во всех рассматриваемых ритмах тенденция изменения максимальной гармоники в спектре ритма в сторону ее относительного уменьшения после воздействия ИЭМП с ДЧИМ и периодом задержки соответствующему временному периоду этой гармоники была достоверной ($P < 0,01$). Высокий процент случаев появления другой максимальной гармоники в спектре ритма после воздействия в данном случае не является подтверждением характера действия ИЭМП, так как процент изменений максимальных гармоник в спектрах соответствующих ритмов в последовательных рядах измерений сделанных без воздействия также достаточно высок. Тенденция же уменьшения отношения АГ/САР несомненно отражает характер изменений биоэлектрической активности, связанный с проведенными воздействиями, т.к. характер изменений этого отношения в ряду контрольных измерений равновероятен.

При управлении воздействием по второму варианту, когда фактически была осуществлена попытка навязать тэта-ритму максимальную гармонику 5 Гц импульсами ЭМП с фиксированным периодом повторения 200 мс, в 45 случаях воздействия отмечено 8, когда после воздействия гармоника 5 Гц становилась максимальной в спектре тэта-ритма, выключая тем самым очередное или несколько очередных воздействий. Тенденция к увеличению отношения АГ/САР для гармоники 5 Гц преобладала, но крайне незначительно - 28 случаев из 45 (62%). Анализ этих 28 случаев увеличения отношения АГ/САР после воздействия показал, что в 86% (24 из 28, $P < 0,01$) перед воздействием это отношение для гармоники 5 Гц было меньше 1, то есть амплитуда этой гармоники в спектре ритма перед воздействием была ниже среднего значения. В случаях уменьшения отношения АГ/САР зависимости от этого показателя перед воздействием не было.

Полученные результаты (особенно с управлением по второму варианту и воздействием с ФЧСИ) еще раз подтвердили неспецифический характер действия ИЭМП на ЦНС, когда выраженность и направленность изменений биоэлектрической активности мозга зависит не только от параметров воздействия, но и от характеристик этой активности перед воздействием. Эксперименты показали, что среди наиболее вероятных биоэлектрических реакций мозга на дей-

ствии ИЭМП с ДЧИМ и периодом задержки соответствующим временному периоду гармоник из дельта-, тета- или альфа-ритмов - уменьшение отношения АГ/САР этой гармоник. Подобные биоэлектрические реакции, регистрируемые непосредственно после действия ИЭМП, и, очевидно, развивающиеся в процессе воздействия, имеют совершенно иную направленность и механизм их реализации нежели эффекты на-вязывания ритма, наблюдающиеся при ритмическом действии специфических раздражителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. - М.: Высшая школа, 1991. - 400с.

2. Жадин М.И. Биофизические механизмы формирования электроэнцефалограммы. - Л.: Наука, 1971. - 319с.
3. Пестряев В.А. Управляемое воздействие импульсного электромагнитного поля на центральную нервную систему // Биофизика. - 1994. - Т.39. - вып.3. - С.515-518.
4. Пестряев В.А. Автоматизированные исследования реакций центральной нервной системы на действие низкоинтенсивных импульсов электромагнитного поля // Вестник УГМА. - 1997. - вып.3. - С.13-16.
5. Попков Ю.С., Ашимов А.А., Асаубасв К.Ш. Статистическая теория автоматических систем с динамической частотно-импульсной модуляцией.
6. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. - М.: Наука, 1982. - 132с.

ОБЩАЯ ПАТОЛОГИЯ

УДК 616-001.17

С.Ю. Медведева, С.Г. Липатов, В.Г. Сенцов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗОНИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ В ЛЕЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ОЖОГОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

Уральская государственная медицинская академия

Больные с отравлениями прижигающими жидкостями составляют от 14,2 до 23,7% от всех отравлений [9]. Ожоги пищевода отмечаются несколько чаще у мужчин (58,5%), чем у женщин [11]. Наиболее частым повреждающим агентом у взрослых пациентов была уксусная кислота - от 50 до 78,5% всех случаев ожога пищевода, в 12-19,5% причиной ожога был нашатырный спирт, от 7 до 16,8% ожогов было вызвано неорганическими кислотами и 7,7-14% - другими прижигающими веществами [1,4,11,5,7]. У детей в 2,1-26,2% причиной ожога был перманганат калия и в 7,3% - силикатный клей [3,6,8]. Острые поражения верхнего отдела желудочно-кишечного тракта веществами прижигающего действия являются достаточно распространенными и в г. Екатеринбург и составляют по данным Екатеринбургского городского токсикологического центра 14% среди всех больных госпитализированных по поводу острых отравлений. Летальность в этой группе больных и сегодня остается высокой, составляя около 10%, высоким остается и процент различных осложнений, связанных с отравлением кровотечениями, панкреонекрозов, печеночно-почечной недостаточности и рубцовых стриктур.

Цель исследования. Изучение воздействия озонированных растворов оливкового масла на репа-

ративные процессы слизистой оболочки верхних отделов желудочно-кишечного тракта крыс.

Материалы и методы. Общая характеристика эксперимента. На первом этапе эксперимента была определена доза уксусной кислоты для внутрижелудочного введения. Выбор дозы и концентрации уксусной кислоты определялся сохранением жизнеспособности экспериментальных животных и получении ожога слизистой оболочки верхних отделов желудочно-кишечного тракта с развитием всех стадий и периодов ожоговой болезни. В результате в серии экспериментов была установлена оптимальная доза и концентрация уксусной кислоты (0,5 мл 20%), которая вводилась в желудок экспериментального животного однократно, болюсно.

Эксперимент проведен на 30 крысах самцах, самках линии Вистар с исходной массой 180-200 гр. Экспериментальные животные содержались на стандартном рационе питания в условиях лабораторного вивария при температуре +20°C. Крысы были разделены на 2 группы по 15 в каждой. В первую, контрольную группу вошли 15 животных, которые озонированного масла после нанесения химического ожога не получали. Вторую группу составили 15 животных, которым озонированное масло вводилось через зонд в объеме 0,3 мл за 1 час до приема пищи.

Каждая группа крыс была разделена на три подгруппы по 5 экспериментальных животных в каждой. Забой подгрупп: контрольной и подгруппы с озонированным раствором масла проводился в равное время через 5, 13, 19 дней после введения раствора уксусной кислоты. Время забоя выбрано не случайно, так как наибольшие изменения в слизистой пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки у больных с отравлением уксусной кислотой происходят на 3-4, 14, 19-21 сутки. Взятие материала несколькими сутка-