

Министерство образования Украины

СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

25 СЕН 1995

к.и. М.В. ФУНЗЕ

На правах рукописи

КУЛИЧЕНКО Александр Михайлович

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ КОРЫ И
СРЕДНЕГО МОЗГА КОШКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛАБОГО
МАГНИТНОГО ПОЛЯ КРАЙНЕНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.

03.00.13 - физиология человека и животных

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Симферополь - 1995

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена на кафедре физиологии человека и животных и биофизики Симферопольского госуниверситета

Научные руководители: доктор биологических наук, профессор

В.Г. Сидякин

кандидат биологических наук, с.н.с.

В.В. Павленко

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук, профессор

И.В. Муравов

кандидат медицинских наук, доцент

В.А. Мельников

Ведущая организация: Одесский государственный университет

Защита состоится 29 " сентября 1995 г. в 11 часов на заседании специализированного Совета К 20.02.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук при Симферопольском государственном университете по адресу:

333036, Украина, Крым, Симферополь, ул. Ялтинская, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Симферопольского государственного университета.

Автореферат разослан "___" _____ 1995 г.

Ученый секретарь специализированного

Совета кандидат биологических наук, доцент

А.В. Янцев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ.

Одним из аспектов эколого-физиологического подхода в физиологии и медицине является исследование гелиометеотропных реакций организма больного и здорового человека. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что при повышении уровня солнечной активности возрастает вероятность обострений имеющихся патологий. Это болезни сердечно-сосудистой системы, инфекционные и психические заболевания (Чижевский, 1976; Сидякин и соавт., 1985, 1986; Раевская, 1988; Самохвалов, 1989, 1993; Темурьянц и соавт., 1992).

Следует отметить, что флуктуации геомагнитного поля, наблюдаемые в периоды резких изменений солнечной активности, сказываются, в основном, на механизмах координации различных функций, которые осуществляются преимущественно через центральную нервную систему. Не случайно А.Л. Чижевский (1928) назвал солнечную активность "фактором, способствующим возникновению и распространению психозов". Многочисленные наблюдения свидетельствуют о том, что с резкими изменениями геомагнитной активности коррелирует увеличение поступлений больных, прежде всего шизофренией, в психиатрические лечебницы (Friedman, 1967; Корнетов и соавт., 1979; Самохвалов, 1989; 1993).

Многие исследователи (Сидякин и соавт., 1985; 1986; Темурьянц и соавт., 1992) установили, что основная роль в наблюдаемых поведенческих реакциях человека и животных принадлежит геофизическому эффекту, называемому резонансами Шумана (основные гармоники расположены в крайненизкочастотном диапазоне (КНЧ) и составляют 8 и 14 Гц). Исследования биологи-

ческих эффектов слабых искусственных переменных магнитных полей (ПемП) частотой 8 Гц, способных, по мнению авторов, в определенной степени имитировать влияния колебаний геомагнитной активности показали, что воздействие данного фактора способно оказывать влияние на процессы обучения, память, вызывать неадекватные реакции организма на различные стимулы (Сидякин и соавт., 1985; 1986; Темурьянц и соавт., 1992). В тоже время нейронные корреляты процессов, лежащих в основе указанных эффектов изучены недостаточно.

Реакции разных отделов головного мозга на магнитное поле изучались, в основном, или с помощью отведения суммарной активности или на наркотизированных животных. Однако, реакции отдельных нервных клеток ненаркотизированного животного на слабые ПемП остаются практически не изученными.

Существует мнение о том, что эффект воздействия магнитного поля усиливается в результате суммации незначительных реакций, вызываемых в отдельных нейронных элементах (Valentinuzzi, 1965). Однако, неисследованными являются реакции на магнитные поля ассоциативных областей коры, для которых в наибольшей мере характерны процессы суммации, осуществляющиеся вследствие мультисенсорной конвергенции и интеграции разномодальных влияний (Казаков и соавт., 1972; Батуев, 1981; Павленко, 1984).

Практически неизученным остается влияние слабых ПемП на паттерны фоновой активности нейронов теменной ассоциативной области (ТАО) и дофаминергических (ДА-) клеток среднего мозга, модулирующих их функции. А этот вопрос особенно важен, так как интервальный состав разрядов нейронов отражает кодирование сообщений на нейронном уровне (Вартанян, Пирогов,

1991).

Морфологические исследования эффектов относительно длительного воздействия слабого ПемП КНЧ позволили обнаружить реактивные перестройки в черной субстанции среднего мозга, свидетельствующие об активации метаболических процессов (Сидякин и соавт., 1995). Однако, конкретные характеристики и механизмы перестройки активности нервных клеток данной структуры, принадлежащих к разным медиаторным системам, при кратковременном воздействии исследуемого фактора не изучены.

Отмечается, что расстройства поведения нередко проявляются в нарушении адекватных реакций на внешние и внутренние раздражители (Судаков, Антимоний, 1973; Вольнский, 1989). В тоже время, особенности проявления нейронных реакций животных на индифферентные и биологически значимые стимулы, закономерности развития нейронных коррелятов подготовки самоиницируемого движения при воздействии ПемП остаются изученными недостаточно.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Изучение влияния слабых ПемП КНЧ на фоновую импульсную активность (ФИА) и корреляты поведенческих реакций нейронов ТАО, а также на ФИА нервных клеток вентрального тегмента и компактной области черной субстанции (ВТ/ЧС) среднего мозга ненаркотизированных кошек.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1. Исследовать влияние ПемП на ФИА нейронов ТАО и области ВТ/ЧС ненаркотизированного животного. Оценить особенности реакций нервных клеток области ВТ/ЧС, принадлежащих разным медиаторным системам.

2. Изучить влияние ПемП на активность нейронов ТАО, участвующих в запуске самоинициируемых движений передней конечности.

3. Выявить особенности нейронных реакций ТАО на индифферентные и биологически значимые стимулы при воздействии ПемП.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА.

Впервые исследовали влияние кратковременного действия ПемП с параметрами, близкими к экологическим, на нейрональные корреляты поведения ненаркотизированного животного.

Установлено, что воздействие ПемП исследованных параметров приводит к перераспределению межимпульсных интервалов (МИ) в активности нейронов, причем у клеток ТАО отмечается уменьшение числа коротких и средних МИ (тенденция к притормаживанию ФИА), а у нейронов ВТ/ЧС доля указанных интервалов растет (сопровождается ростом средней частоты ФИА). Показана большая чувствительность к исследуемому фактору предполагаемых ДА-нейронов по сравнению с недофаминергическими клетками.

Экспериментально показано, что слабые ПемП модифицируют активность нейронных цепей, участвующих в планировании движений, в то время, как триггерные цепи, занятые непосредственно инициацией моторного акта, невосприимчивы к таким воздействиям.

Установлен различный характер проявления нейронных реакций ТАО в условиях воздействия ПемП на различные стимулы: кратковременная экспозиция ПемП угнетает восприятие индифферентных и усиливает выделение биологически значимых сигналов из шума и связанные с этим процессы ассоциативного

обучения.

Восприимчивыми к воздействию ПемП являются нейронные корреляты поведенческих реакций независимо от их знака. Так, увеличивается мощность возбудительных ответов нейронов ТАО на условный стимул и тормозных реакций, предшествующих запуску самоиницируемого движения.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ.

Данные о чувствительности нервных клеток структур мозга, контролирующей целенаправленное поведение, расширяют и углубляют знания о характере и особенностях взаимодействия организмов с природными факторами внешней среды.

Результаты исследований воздействия слабых ПемП на нейронные реакции, вызванные различными по своей биологической значимости стимулами, а также на состояние баланса важных в поведении медиаторных систем актуальны для решения многих проблем медицины, в частности, для коррекции и предупреждения психических заболеваний, развитие и обострение которых связано с флуктуациями гелиофизических факторов.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:

1. ПемП частотой 8 Гц индукцией 20 мкТл оказывает достоверное влияние на ФИА нейронов ТАО, а также клеток ВТ/ЧС ненаркотизированных кошек.

2. Наиболее чувствительными к воздействию ПемП являются предполагаемые ДА-нейроны среднего мозга. ПемП КНЧ вызывает активацию их ФИА и тормозит активность нейронов ТАО.

3. Эффекты влияния ПемП на активационные и тормозные реакции нейронов ТАО зависят от биологической значимости предъявляемых стимулов. Данный физический фактор не оказывает однозначного только активирующего или только тормозного

действия на вовлеченные в реакцию цепи нейронов, а избирательно влияет на характер активности нервных клеток. Такое избирательное действие заключается в усилении возбуждательных и тормозных реакций, запускающих условнорефлекторное пищевобывательное движение и в угнетающем действии на восприятие незначимой для организма информации.

4. Указанные эффекты воздействия ПемП могут быть обусловлены влиянием ДА-системы, наряду с другими моноаминергическими системами ствола мозга, на кору и подкорковые структуры.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.

Результаты проведенных исследований были доложены на конференциях профессорско-преподавательского состава кафедры физиологии человека и животных и биофизики Симферопольского госуниверситета (1991-1994); Международной конференции "Наука и душа: возрожденное единство" (Алушта, 1993); Международной конференции "Биологические корни поведения" (Коктебель, 1993).

ПУБЛИКАЦИИ.

По материалам исследований, представленных в диссертационной работе, опубликовано 7 печатных работ.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов и списка цитированной литературы. Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, содержит 12 таблиц и 23 рисунка. Список литературы включает 151 источник, из них 91 отечественных и 60 - зарубежных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Экспериментальная часть работы выполнена на девяти

ненаркотизированных кошках массой 2,5-3,0 кг. Исследованы три основные модели: 1) фоновая импульсная активность нейронов ТАО и ВТ/ЧС; 2) импульсная активность нейронов ТАО, связанная с самоиницируемой инструментальной пищедобывательной реакцией; 3) реакции нейронов ТАО на индифферентный звуковой сигнал и сигнальный стимул, запускающий инструментальную пищедобывательную реакцию.

После обучения животного производилась операция, при которой на голове кошки крепилась платформа для размещения микроманипулятора с микроэлектродом. На мышцах пояса передних конечностей (подкожно) размещали электроды для отведения электромиограммы бицепса правой передней конечности. Во время отведения импульсной активности животное находилось в гамме, установленном в экранированной камере.

Нейронную активность поля 5 ТАО (Hassler, Muhs-Clement, 1964), а также компактной области черной субстанции и вентро-медиальной части вентрального тегментума среднего мозга, в которых находится наибольшее число ДА-клеток ствола мозга (Dahlstrom, Fuxe, 1965; Отеллин, Арушанян, 1989) отводили внеклеточно серебрянным микропроводом диаметром 12-13 мкм, заключенным в стеклянную изоляцию с наружным диаметром 71-73 мкм.

Среди нервных клеток ВТ/ЧС на основании общепринятых критериев (Steinfels et al., 1981) выделяли предполагаемые ДА-клетки. Всего изучена активность 191 нейрона коры и среднего мозга. Сравнивали ФИА одних и тех же клеток, зарегистрированную при воздействии ЛемП и его имитации, а также вызванную активность разных нейронов, одни из которых составляли контрольную, а другие - опытную группы.

Выбор параметров используемого ПемП осуществляли на основе его физиологической и геофизической значимости. Кратковременное (6 мин) воздействие ПемП и его имитацию чередовали в случайном порядке, интервал между ними составлял не менее 30 мин. Воздействие ПемП на животных осуществляли в звуко- и магнитоизолирующей камере (ослабление внешних магнитных полей на частоте 8 Гц - 25 Дб). ПемП частотой 8 Гц и неравномерностью поля в зоне расположения головы животного менее 5% создавали при помощи колец Гельмгольца. Источником тока синусоидальной формы для колец служил генератор Г6-27. Напряженность ПемП в области головы животного контролировалась микротеслометром Г-79 и составляла 20 мкТл.

Анализ и обработку нейронных сигналов осуществляли в реальном режиме времени на вычислительных комплексах на базе микро-ЭВМ с помощью пакетов программ (программист А.В. Сушинин). Локализацию места отведения электрической активности нейронов ВТ/ЧС определяли на фронтальных срезах.

При исследовании ФИА нейронов строились гистограммы МИ. Изменения исследуемой ФИА анализировали на основании следующих параметров распределения МИ: а) среднее значение МИ; б) стандартное отклонение; в) коэффициент асимметрии; г) коэффициент вариации; д) коэффициент эксцесса; е) ошибка средней; ж) мода; з) доля МИ в диапазонах 1-10 мс, 10-50 мс, 1-500 мс, 100-5000 мс, характеризующих наличие пачек, пачечно-групповой активности и одиночных разрядов.

При исследовании вызванной импульсной активности нейронов ТАО анализировали перистимульные гистограммы, по которым вычисляли мощность изменений активности нейронов.

Степень изменения показателей под влиянием ПемП или его

имитации выражалась в процентах по отношению к исходному уровню. Полученные процентные значения, отражающие степень изменения параметров относительно их исходной величины, составили соответствующие контрольные и опытные группы. Статистическую обработку данных производили при помощи пакета программ "Statgraphics".

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Анализ проведенных экспериментов показал, что исследованный фактор вызывает статистически значимые сдвиги ряда параметров фоновой и вызванной импульсной активности нейронов двух взаимосвязанных структур мозга - ТАО и ВТ/ЧС.

В первой серии опытов анализировали ФИА 24 нейронов ТАО и 29 единиц ВТ/ЧС (14 из них отнесены к предполагаемым ДА-клеткам). В ТАО обнаружена перестройка интервального состава разрядов нейронов, которая проявилась в достоверном ($P=0,003$) падении доли коротких и средних интервалов (1-500 мс) ФИА на 4,5% (табл. 1; рис. 1, а).

Уменьшение числа интервалов данного диапазона сопровождалось снижением асимметрии распределения МИ на 29,1% по сравнению с контролем ($P=0,03$) и приводило к общему росту МИ на 30,2% у популяции исследованных нейронов ($P=0,05$). Таким образом, при действии ПемП обнаружены значимые изменения в распределении МИ ФИА нейронов ТАО, а также тенденция к снижению средней частоты импульсации (величина обратно пропорциональная МИ), т.е. к притормаживанию спонтанной активности нервных клеток данной области.

В последствии экспозиции ПемП, по крайней мере в течение трех минут, сохранялись сдвиги величин коэффициента

асимметрии, что допускает возможность создания отпечатка в структуре паттернов активности нейронов ТАО, или в сети нейронов, взаимодействующих с ними. Можно предположить, что созданная таким образом новая структура интервалоселективной связи может проявиться в новом поведении.

Иной, по сравнению с наблюдаемым в активности нейронов ТАО, эффект наблюдался при регистрации во время воздействия ПемП ФИА нейронов ВТ/ЧС. Он заключался в избирательной перестройке паттерна импульсной активности исследованных клеток, свидетельствующей об активации их ФИА. При этом эффект ПемП проявляется в зависимости от медиаторной принадлежности нейрона по-разному.

Наиболее выраженное действие ПемП КНЧ проявлялось по отношению к ФИА предполагаемых ДА-клеток (табл. 2; рис. 1, б). О значительном усилении их активности во время действия ПемП свидетельствовало достоверное уменьшение среднего значения МИ (соответствует росту средней частоты разрядов) на 34,5% ($P=0,01$). Обнаружено также достоверное уменьшение стандартного отклонения распределения МИ, которое отражает функциональную перестройку структуры паттерна активности нейронов в направлении увеличения упорядоченности ФИА. Рост упорядоченности проявился, главным образом, в уменьшении количества импульсов, следующих со средними и длинными интервалами - от 100 до 5000 мс на 18% ($P=0,03$). Вместо полиритмичных групповых разрядов появлялись регулярные одиночные.

Таким образом, воздействие ПемП на активность предполагаемых ДА-нейронов ВТ/ЧС заключалось в усилении их спонтанной активности.

Для предполагаемых ДА-нейронов был обнаружен выраженный

Таблица 1.

Изменения средних значений параметров ФИА 24 нейронов ТАО в % по отношению к исходному уровню в контрольной серии и при воздействии ПемП.

№	Параметр ФИА	Контроль	ПемП	Достоверность отличий (P)
1	средний МИ	98.6 ± 8.3	128.8 ± 13.5	0.06
2	стандартное отклонение	109.9 ± 14.3	126.5 ± 9.4	0.24
3	мода	108.1 ± 14.2	115.6 ± 15.2	0.72
4	коэф. вариации	108.6 ± 6.7	103.8 ± 6.1	0.57
5	коэф. асимметрии	117.1 ± 14.0	88.0 ± 6.8	0.03с
6	коэф. эксцесса	205.5 ± 68.6	83.0 ± 12.1	0.07
7	МИ 1-10 мс	106.8 ± 8.6	122.3 ± 16.2	0.44
8	МИ 10-50 мс	104.6 ± 6.7	107.9 ± 6.2	0.92
9	МИ 1-500 мс	102.5 ± 1.4	98.0 ± 3.6	0.003
10	МИ 100-5000 мс	116.3 ± 16.2	120.0 ± 16.6	0.87

Примечание: здесь и далее приведены значения среднего ± стандартная ошибка средней.

Таблица 2.

Изменения средних значений параметров ФИА 14 дофаминергических нейронов среднего мозга в % по отношению к исходному уровню в контрольной серии и при воздействии ПемП.

№	Параметр ФИА	Контроль	ПемП	Достоверность отличий (P)
1	средний МИ	102.3 ± 7.7	76.5 ± 6.2	0.02
2	стандартное отклонение	119.5 ± 14.6	77.4 ± 7.7	0.02
3	мода	102.8 ± 4.3	89.7 ± 5.1	0.18
4	коэф. вариации	115.6 ± 7.4	99.7 ± 4.2	0.08
5	коэф. асимметрии	134.8 ± 29.9	126.0 ± 9.0	0.78
6	коэф. эксцесса	339.5 ± 212.0	187.5 ± 26.6	0.42
7	МИ 1-10 мс	129.5 ± 41.8	156.7 ± 24.6	0.31
8	МИ 10-50 мс	105.3 ± 5.4	121.3 ± 7.9	0.11
9	МИ 1-500 мс	101.4 ± 1.2	103.5 ± 1.1	0.22
10	МИ 100-5000 мс	100.4 ± 5.4	82.4 ± 5.6	0.03

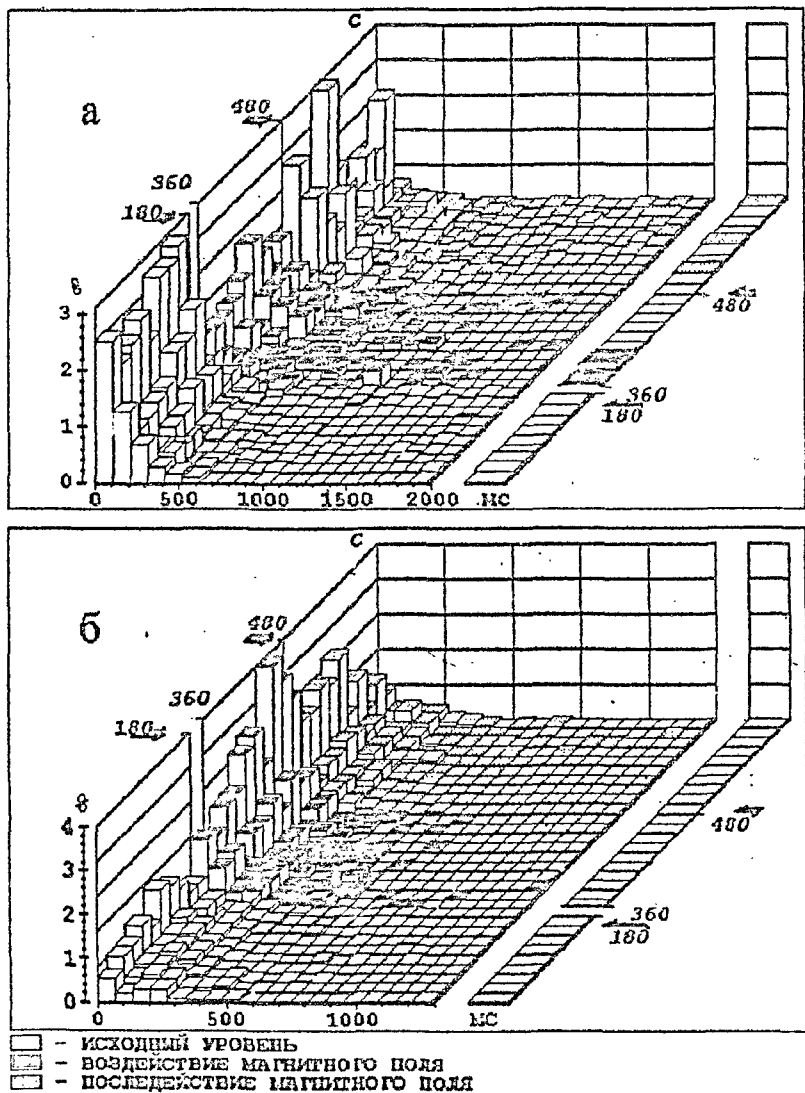


Рис. 1. Эволюции гистограмм распределения межимпульсных интервалов импульсной активности нейрона теменной ассоциативной коры (а) и предполагаемой дофаминергической нервной клетки (б) до, во время (ограничено стрелками) и после воздействия магнитного поля. По оси ординат - число импульсов с данным межимпульсным интервалом в %; по оси абсцисс - величина межимпульсного интервала; по оси аппликат - время регистрации.

эффект последействия, который заключался в наличии достоверных изменений среднего ММ, ММ в диапазоне 1-500 мс, а также стандартного отклонения после выключения ПемП. Вероятно, это может свидетельствовать как о высокой чувствительности исследованной области к данному фактору, так и возможности морфофункциональных перестроек, обуславливающих создание энграмм интервального кода.

Полученные нами данные о чувствительности импульсной активности предполагаемых ДА-нейронов среднего мозга к ПемП подтверждаются также нейрохимическими исследованиями, в которых показано, что у крыс, подвергшихся длительному воздействию слабых ПемП КНЧ активируются метаболические процессы в черной субстанции, а также в мишенях ее иннервации (Сидякин и соавт., 1995).

Наблюдаемая активация предполагаемых ДА-нейронов, а также рост упорядоченности следования ММ могут способствовать более эффективному выбросу медиатора в терминалях клетки (Лиманский, 1990), и, в свою очередь, вызывать дисбаланс конкурирующих в зонах проекции исследуемой структуры медиаторных систем (ДА- и глутаматергической). Предполагается, что наблюдаемая во время воздействия ПемП активация ДА-системы может устранять дефицит ДА, наблюдаемый при развитии паркинсонизма и вероятно лежит в основе механизма метода магнитотерапии, который пытаются применить при лечении данного заболевания (Jacobson, 1994). Не исключено, кроме того, что данный эффект, проявляясь при геомагнитных возмущениях, может выражаться в обострении заболеваний, патогенез которых связывают с гиперактивностью ДА-системы, например шизофрении (Sherman et al., 1991; Riederer et al., 1992).

Анализ результатов исследования активности недофаминергических нейронов ВТ/ЧС показал, что кратковременное воздействие ПемП КНЧ вызывает рост доли импульсов с соответствующими пачечной активности интервалами в два раза. Изменения исчезали в период последствия, что может свидетельствовать о быстро преходящем эффекте действия ПемП по отношению к недофаминергическим нейронам.

Сравнение результатов исследований ФИА нейронов коры с данными, полученными при анализе спонтанной активности нервных клеток ВТ/ЧС среднего мозга, позволяет сделать вывод о большей чувствительности к исследуемым факторам нейронов ствола мозга по сравнению с изученными клетками неокортекса. Известно, что ДА-нейроны среднего мозга контролируют активность пирамидных и тормозящих нейронов неокортекса (Perrit-Soria et al., 1987). Наблюдаемые на корковом уровне эффекты являются вероятно лишь отражением процессов, происходящих на уровне стволовых моноаминергических систем.

Во второй серии опытов анализировали реакции 61 нейрона ТЛО, предшествующие выполнению самоиницируемого пищедобывательного движения - отрыва лапы от опоры и нажатия ею на педаль. 30 клеток составили опытную, 31 - контрольную группы. Для нейронов была характерна двухфазная реакция, состоящая из раннего торможения (начало - за 0,8-1,6 с до движения) и последующей активации (начало - за 1,4-0,3 с до движения). Считают, что подготовка к движению состоит из двух последовательных процессов - планирования движения, а затем - побуждения к его непосредственному осуществлению (Libbet et al., 1982).

Чувствительными к воздействию ПемП оказались лишь реак-

ции торможения, возникающие в раннюю фазу опережения движения и соответствующие процессам его планирования. Мощность реакции увеличивалась в опытной группе на 18,4% по сравнению с контрольной ($P=0,03$).

Таким образом, экспериментально показана способность слабых (сравнимых с геомагнитными) ПемП КНЧ к модификации активности нейронных цепей, участвующих в подготовке к движению. Влияние ПемП воспринимается элементами нервных цепей, связанных с неустойчивыми и достаточно длительными по времени процессами планирования движения, и игнорируются триггерными цепями, занятыми непосредственно инициацией моторного акта. Данный вывод согласуется с мнением о том, что электромагнитные поля являются дестабилизирующим фактором, сдвигающим уровень неравновесных биологических процессов в сторону менее жесткой границы (Плеханов, 1978).

В третьей серии опытов при действии ПемП были изучены реакции нейронов ТАО в ответ на индифферентные звуковые раздражения (20 клеток, из них - 12 - опытная группа, а остальные - контроль) и биологически значимые стимулы (57 клеток, 19 - опытная группа, а остальные - контроль), запускающие условнорефлекторное движение. В подавляющем большинстве случаев реакции были активационными.

Обнаружено, что кратковременное воздействие ПемП приводит к снижению в среднем на 22,8% ($P<0,05$) мощности ответа нейронов ТАО на звук и увеличению на 38,0% ($P<0,01$) мощности реакций клеток данной области на условный стимул. При этом, под влиянием ПемП латентный период реакций на условный стимул растет на 9,8% ($P<0,05$), что сопровождается тенденцией к уменьшению скрытого периода запуска движения (вре-

мени реакции) на 9,0% по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, ПемП КНЧ усиливает выделение из шума биологически значимых сигналов, но угнетает восприятие индифферентных раздражителей, влияя на процессы ассоциативного обучения.

В результате анализа данных, полученных при проведении цикла исследований по изучению влияния слабых ПемП КНЧ на активность нейронов двух взаимосвязанных структур мозга - ТАО и ВТ/ЧС, нейронный механизм воздействия ПемП КНЧ выглядит следующим образом (рис. 2). Экспозиция магнитного поля достоверно увеличивает среднюю частоту ФИА нейронов ВТ/ЧС, то есть оказывает на данную лишь активизирующий эффект (рис. 2, д). ДА-клетки ВТ/ЧС, проецирующиеся к неокортексу кошки, в том числе к ТАО (Горбачевская, 1985), с увеличением частоты разряда выбрасывают из своих аксонных терминалей большее количество медиатора - дофамина. Согласно данным литературы (Yano et al., 1990), выделение дофамина в коре мозга вызывает гиперполяризующие эффекты на корковых нейронах. Гиперполяризация клеток неокортекса приводит к снижению их ФИА (рис. 2, а). Следовательно, перестройка фоновой ритмики нейронов среднего мозга может, очевидно, лежать в основе обнаруженных изменений структуры интервального кода нейронов ТАО, которая связана с ВТ/ЧС двусторонними связями. Предполагается, что подобный эффект ПемП может нарушать амплитудно-фазовую структуру биоритмов, обработку сенсорной информации и вызывать психопатологические сдвиги, регистрируемые в периоды геомагнитной возмущенности (Mansbach, 1988; Самохвалов, 1994). В тоже время, особенность воздействия дофамина на рецепторы нейронов состоит в усилении реакций нервных

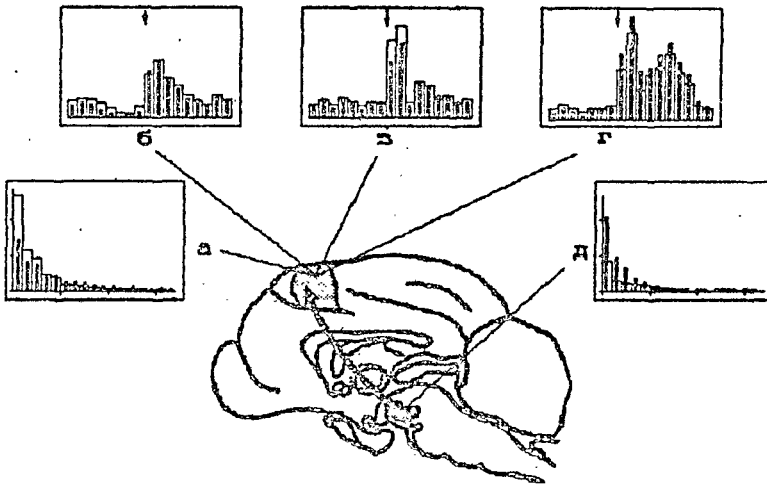


Рис. 2. Схема локализации исследованных нейронов (черным цветом обозначена их проекция на саггитальную плоскость мозга кошки) и паттерны их типичной активности при воздействии магнитного поля (черные столбики гистограмм) и в контроле (белые столбики). Стрелкой на схеме обозначены мезокортикальные связи.

а, д - гистограммы распределения межпульсных интервалов нейронов теменной коры и среднего мозга, соответственно. б, в, г - перистимульные гистограммы реакций клеток коры во время выполнения самоиницируемого движения, при восприятии индифферентного и биологически значимого, стимулов, соответственно (вертикальные стрелки - момент начала движения и нанесения стимулов).

клеток, вызванных биологически значимыми, эмоциогенными стимулами за счет изменения у нейронов коры соотношения сигнал/шум (ФИА выполняет роль фона для реакции или шума) при их восприятии (Servan-Schreiber et al., 1990). На поведенческом уровне это приводит к наблюдаемым при экспозиции ПемП увеличению мощности тормозной фазы реакции нейронов ТАО при выполнении животным самоиницируемого движения (рис. 2, б), ослаблению реакций клеток данной области на индифферентные раздражения (рис. 2, в), а также усилению ответов на биологически значимые стимулы (рис. 2, г).

Считается, что любой поведенческий акт реализуется на основе анализа мотивационных и обстановочных раздражителей, памяти, пускового сигнала. В результате действия ПемП КНЧ изменяется уровень возбудимости нейронов центральной нервной системы за счет нарушения ее тормозных и облегчающих механизмов. В результате усиливается или ослабевает рефлексогенная сила пускового сигнала и обстановочных раздражителей (Сидякин и соавт., 1985). Вследствие этого животные, подвергнутые действию ПемП, неадекватно реагируют на стимулы внешней среды, в результате чего нарушается их адаптивное поведение.

ВЫВОДЫ.

1. Кратковременная экспозиция ПемП частотой 8 Гц и напряженностью 20 мкТл приводит к статистически значимому снижению высокочастотной составляющей ФИА нейронов теменной коры, что проявляется в небольшом снижении средней частоты импульсации нервных клеток и изменении асимметрии распределения их ММ.

2. Эффект действия ПемП КНЧ на активность нейронов ВТ/ЧС заключается в избирательной перестройке паттернов импульсации данных клеток и проявляется в зависимости от медиаторной принадлежности нейрона по разному. Наиболее выраженным является действие ПемП по отношению к активности ДА-клеток. О значительном усилении их активности во время экспозиции ПемП свидетельствует достоверный рост средней частоты разрядов и увеличение степени упорядоченности следования импульсов.

3. Из всей популяции изученных нейронов ТАО и ВТ/ЧС большей чувствительностью к исследуемому фактору обладают предполагаемые ДА-нейроны ствола головного мозга.

4. Сохранение изменений в паттернах ФИА нейронов ТАО и ДА-клеток среднего мозга свидетельствует о возможности создания отпечатка в структуре интервалоселективной функциональной связи, что может проявиться в новом поведении.

5. Кратковременное воздействие слабого ПемП КНЧ модифицирует активность нейронных цепей ТАО, связанных с неустойчивыми процессами планирования движения и игнорируются триггерными цепями, занятыми непосредственно инициацией моторного акта. Чувствительными к воздействию ПемП являются реакции торможения, опережающие начало самоиницируемого движения на 0,5 - 2 с и соответствующие его планированию. Действие ПемП приводит к достоверному увеличению тормозных реакций в среднем на 32,2 % по отношению к контролю.

6. Характер воздействия слабого ПемП КНЧ на активность нейронов ТАО зависит от особенностей нервной деятельности, в которую включены нервные клетки. Данный эффект проявляется в достоверном уменьшении на 22,8 % мощности реакций на индиф-

ферентный звуковой сигнал и в достоверном увеличении мощности реакций на биологически значимый стимул на 45,6 % по сравнению с контролем.

7. Вероятный механизм чувствительности центральной нервной системы к ПемП заключается в активации под влиянием этого фактора по крайней мере одной из восходящих моноаминергических систем - дофаминергической - берущей начало в области среднего мозга. Следствием этого является изменение соотношения сигнал/шум на уровне нейронов коры, приводящее к изменению поведенческих реакций.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Хитрова-Орлова Т.В., Павленко В.В., Сидякин В.Г., Копылов А.Н., Ильичева Т.В., Куличенко А.М. Влияние ПемП СНЧ на поведение бодрствующей кошки и его нейронные корреляты. // Тез. докл. Всесоюзной конф. "Актуал. пробл. применен. магн. и электромагн. полей в медицине", 5-7 декабря, 1990 г. Л., 1990. - С. 43-44.
2. Sidyakin V.G., Orlova T.V., Yanova N.P., Pavlenko V.B., Kulichenko A.M. Magnetic field influence on neuron activity // Abstracts "First International Computer conference in Science, Technology & Medicine", December 26-28 1991, University of Isfahan, Iran, 1991, P. 279.
3. Куличенко А.М. Влияние переменных магнитных полей инфранизкочастотного диапазона (ПемП ИНЧ) на активность нейронов теменной ассоциативной области бодрствующей кошки. // Электромагнитные поля в физиологическом эксперименте. Сб. тр. кафедры физиологии человека и животных и биофизики. Симферополь. - 1992, вып. 1, - С. 98-118.

4. Сидякин В.Г., Орлова Т.В., Куличенко А.М., Павленко В.Б. Изменение активности нейронов ассоциативной коры, связанной с планированием движений под действием ПемП КНЧ. //Сб. науч. ст. к 130-летию со дня рожд. В.И. Вернадского "Движение и ноосфере: теоретические и региональные проблемы", Симферополь. - 1993. - С. 101-105.

5. Хитрова-Орлова Т.В., Куличенко О.М., Павленко В.Б. Активність нейронів тім'яної асоціативної кори і чорної субстанції у кішки при діянні електромагнітних полів // XIV з'їзд Українського фізіологічного товариства ім. І.П. Павлова. Тези доповідей. - Київ, 1994. - С. 87.

6. Sydiakin V., Yanova N., Archangelskaya E., Kirillova A., Chemodanova M., Shumilina K., Kulichenko A., Pavlenko V. Global ecological factors and social behavior. Book of abstracts international conference "The Biology of Politics" (Eds. V. Samohvalov, V. Lgorov). - Crimea. - 1994. - P. 23-24.

7. Хитрова-Орлова Т.В., Сидякин В.Г., Куличенко А.М., Павленко В.Б. Опережающая активность нейронов теменной ассоциативной коры кошки при разных видах произвольных движений. // Физиологический журнал, 1995. - 81. - N4. - С. 71-76.

SUMMARY

Kulichenko A.M. The cat's cortex and midbrain neurons activity changes by influence of the weak extremely low frequency of a magnetic field.

The thesis for obtaining the academic degree of candidate of biological sciences on the speciality 03.00.13 - Human and Animal physiology. Simferopol State University, Simferopol, 1995.

The thesis contains influence research results of the weak extremely low frequency variable of a magnetic field on the neuron correlates behavior reactions of parietal associative cortex, also neural cells of ventral tegmentum and compact region of the substantia nigra nonnarcotize cats. The results of the research justify the possible participation of midbrain dopaminergic neurons in a behaviour disturbance mechanism during a geomagnetic perturbation.

Аннотация

Куличенко А.М. Изменение активности нейронов коры и среднего мозга кошки при воздействии слабого магнитного поля крайненизкой частоты.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.13 - физиология человека и животных. Симферопольский госуниверситет, Симферополь, 1995.

Диссертация включает результаты исследований влияния слабых ПемП КНЧ на нейронные корреляты поведенческих реакций теменной ассоциативной коры, а также нервных клеток вентрального тегмента и компактной области черной субстанции ненаркотизированных кошек. Результаты исследования свидетельствуют в пользу предположения об участии нейронов среднего мозга в механизме нарушений поведения в период геомагнитной возмущенности.

Ключові слова: змінні магнітні поля, тім'яна асоціативна кора, фонова імпульсна активність, міжімпульсний інтервал, вентральний тегментум, чорна субстанція, дофамінергічні нейрони.

