

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 103-120.

УДК 612+591.1:615.849

**РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ
ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

Пономарева В.П.

Функциональная межполушарная асимметрия (МПА) головного мозга является общей фундаментальной закономерностью церебральной деятельности [1, 2]. Основные формы функциональных асимметрий являются отражением МПА и проявляются на анатомическом, нейрохимическом, сенсорном, моторном, психическом уровнях, их совокупность определяет индивидуальный профиль функциональной асимметрии (ИПФА) организма [3, 4]. Выявлена функциональная асимметрия различных органов и систем (нервной, эндокринной, иммунной, кроветворной) [5, 6], однако, абсолютно не изучена взаимосвязь ИПФА человека и животных с физиологическими показателями деятельности центральной нервной системы (ЦНС) и системы крови, в частности, функциональным статусом лейкоцитов, изменение которого является чувствительным индикатором реакций организма на разнообразные воздействия [7].

Под влиянием различных внешних раздражителей функциональные асимметрии изменяются, что играет существенную роль в процессах адаптации [3, 4]. Поэтому изменения ИПФА следует рассматривать как чувствительный индикатор разнообразных воздействий и как важный механизм физиологического действия раздражителей. Однако практически не изучено изменение МПА и связанных с ней функциональных асимметрий при действии факторов, эффективность которых зависит от локализации воздействия. В качестве фактора, способствующего «коррекции» нарушенной под влиянием неблагоприятных воздействий и патологических процессов асимметрии различных систем организма, может быть использовано низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ), обладающее выраженным биологическим и антистрессорным действием, которое в связи с низкой проникающей способностью излучения этого диапазона зависит от локализации воздействия [8, 9]. О влиянии ЭМИ КВЧ на изменения МПА головного мозга человека и животных имеются лишь единичные сведения [10, 11], тогда как совершенно не исследована роль ИПФА в

механизмах физиологического действия ЭМИ КВЧ при его влиянии на интактных животных и людей и на организм с измененным стрессорным воздействием ИПФА.

В связи с этим, задачей настоящего исследования явилось изучение роли индивидуального профиля функциональной асимметрии человека и животных в реализации физиологического действия низкоинтенсивного изолированного и комбинированного со стресс-фактором (гипокинезия) ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см²) разной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на 280 практически здоровых испытуемых 17-20-ти летнего возраста с различным профилем сенсорной асимметрии. По признаку ведущего глаза и уха испытуемые были разделены на 4 группы: правый глаз, правое ухо – ПгПу; правый глаз, левое ухо – ПгЛу; левый глаз, правое ухо – ЛгПу; левый глаз, левое ухо – ЛгЛу. Коэффициенты правого глаза (Кпг) и правого уха (Кпу) высчитывали по формуле: $K_n = P-L / P+L \times 100\%$, где P и L – количество предпочтений правого или левого глаза/уха соответственно. Положительный знак K_n указывает на преобладание правого глаза (уха) и доминантность левого полушария (ЛевП), отрицательный – преобладание левого глаза (уха) и, соответственно, правого полушария (ПрП) [2]. Каждая фенотипическая группа была разделена на 2: контрольную и экспериментальную.

Испытуемые экспериментальных групп были разделены на 3 группы: 1 – воздействие ЭМИ КВЧ на область нижней трети грудины; 2 – на область БАТ ГI(II) 4 – Хе-Гу правой руки; 3 – на область симметричной БАТ ГI(II) 4 – Хе-Гу левой руки. Экспозиция – 30 минут ежедневно в течение 10-ти дней. В экспериментах использованы одноканальные генераторы «Луч. КВЧ – 071» (рабочая длина волны – 7,1 мм; ППМ – 0,1 мВт/см²; частота излучения – 42,3 ГГц; габаритные размеры излучателя, выполненного в виде «точки» (18 x 23 мм).

У испытуемых всех групп проводили электроэнцефалографические, психофизиологические и цитохимические исследования.

Показатели электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и связанных с событием ЭЭГ-потенциалов (ССП): условная негативная волна (УНВ) и потенциал Р300 регистрировали в 1-й (исходные данные) и 10-й дни наблюдения по общепринятой методике [12]. Запись фоновой ЭЭГ производили при открытых и закрытых глазах, при решении арифметической и пространственной задач. Коэффициент межполушарной асимметрии (Кмпа) вычисляли по формуле: Кмпа = $P-L / P+L \times 100\%$, где P и L – мощность альфа-ритма соответственно в ПрП и ЛевП [13]. Отрицательное значение Кмпа свидетельствовало о доминировании сочетанности биопотенциалов в ЛевП, положительное – о доминировании ПрП.

У испытуемых контрольной и экспериментальной групп с использованием общепринятых методик проведено изучение коэффициента сенсорной асимметрии; объемов памяти: механической, кратковременной зрительной, слуховой и смысловой; внимания: объема зрительной информации и коэффициента умственной продуктивности как показателей обучения и адаптации [2, 14] до (исходные

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

данные), в 1-й, 5-й, 10-й, а также для обнаружения эффекта последействия ЭМИ КВЧ – на 15-й, 20-й и 25-й дни эксперимента.

Кровь брали до (исходные данные), на 5-й и 10-й дни эксперимента. В нейтрофилах крови в соответствии с принципом L. Kaplow оценивали цитохимический показатель содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) [15], щелочной фосфатазы (ЩФ) [16], липидов (ЛП) [17]. В лимфоцитах изучали динамику средних активностей сукцинат- (СДГ) и α -глицерофосфатдегидрогеназ (α-ГФДГ) [18]. Для подсчета лейкоцитарной формулы (ЛФ) мазки крови окрашивали по Папенгейму [19]. Тип неспецифической адаптационной реакции организма (НАРО) определяли по Л.Х. Гаркави и соавт. [20].

Эксперименты по изучению влияния ЭМИ КВЧ на интактных животных и на организм с измененным стрессорным воздействием ИПФА выполнены на 210 белых беспородных крысах-самцах одинакового возраста массой 180-220 г.

Коэффициент моторной асимметрии (Кас) рассчитывали как отношение разницы правосторонних (П) и левосторонних (Л) побежек к их сумме: $K_{as} = P - L / P + L$ [21]. Все животные были разделены на 3 группы: «правши» ($K_{as} > 20$), «левши» ($K_{as} < -20$) и «амбидекстры» ($-20 < K_{as} < 20$). Каждая фенотипическая группа была разделена на 5: 1-я группа – контроль (К); 2-я – крысы, находившиеся в условиях 9-тидневного ограничения подвижности по 20 часов в сутки (гипокинезия, ГК) [22]. Крысы 3-й, 4-й и 5-й групп находились в условиях ГК, но дополнительно подвергались облучению ЭМИ КВЧ. Для ограничения подвижности использовали специальные пеналы из оргстекла, состоящие из 5 ячеек (140 x 60 x 60 мм), обеспечивающие ограничение подвижности животных по всем направлениям.

КВЧ-воздействие с помощью одноканальных генераторов «Луч. КВЧ-071» проводили до забора крови и тестирования в открытом поле (ОП) ежедневно по 30 минут в течение 9-ти суток: 3-я группа – затылочно-воротниковая область, 4-я и 5-я группы – наружная поверхность левого или правого бедра соответственно.

Для изучения динамики поведенческих реакций и Кас крыс ежедневно тестировали в ОП и регистрировали горизонтальный (ГДА – число пересеченных квадратов) и вертикальный (ВерДА – число подъемов на задние лапы) компоненты двигательной активности, количество реакций дефекации и Кас.

Кровь для исследования брали из хвостовой вены до (исходные данные), на 1-е, 3-и, 6-е и 9-е сутки эксперимента. Цитохимическими методами определяли ЦПС ПО, ЛП в нейтрофилах; среднюю активность СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и ЛФ по методикам, описанным выше.

Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента, корреляционного и кластерного анализов. Для расчетов и графического оформления данных использованы стандартные статистические программы Microsoft Excel и STATISTICA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Взаимосвязь ИПФА с функциональным состоянием ЦНС у человека и интактных животных. Настоящим исследованием выявлено, что здоровые испытуемые и интактные животные, различающиеся профилем сенсорной и моторной асимметрии,

отличаются и особенностями функционирования ЦНС. Так, у здоровых испытуемых с различным ИПФА выявлены определенные отличия в развитии изученных психофизиологических функций: наиболее высокие объемы механической и зрительной памяти зарегистрированы у испытуемых с ведущим правым глазом (ПгПу и ПгЛу), слуховой памяти – с ведущим правым ухом (ПгПу и ЛгПу), зрительной информации – с левосторонним фенотипом (ЛгЛу), смысловой памяти – со смешанными фенотипами (ПгЛу и ЛгПу), объема зрительной информации и коэффициента умственной продуктивности – с правосторонним и левосторонним фенотипами (ПгПу и ЛгЛу) (табл. 1). Кластерный анализ также выявил отличия во внутренних и межкластерных взаимосвязях психофизиологических показателей у испытуемых с разным ИПФА. При этом достоверных различий между показателями биоэлектрической активности головного мозга у представителей с разным ИПФА не выявлено.

Таблица 1.

Исходные значения психофизиологических показателей у испытуемых с различными сенсорными фенотипами ($M \pm m$).

Фено тип	Показатели					
	Механи- ческая память	Слуховая память	Смысlovая память	Зрительная память	Объем зрительной информации	Коэффициент умственной продуктивности
ПгПу (1)	49,37 \pm 1,21 $p_{1,3} < 0,01$	57,83 \pm 0,78 $p_{1,2} < 0,001$	51,36 \pm 1,48 $p_{1,2} < 0,001$	53,56 \pm 2,61 $p_{1,2} < 0,001$	38,80 \pm 2,51 $p_{1,2} < 0,001$	56,33 \pm 1,74 $p_{1,2} < 0,001$
ПгЛу (2)	46,67 \pm 1,26 $p_{2,3} < 0,001$	43,50 \pm 0,53 $p_{2,3} < 0,001$	76,83 \pm 0,77 $p_{2,3} < 0,001$	47,75 \pm 1,13 $p_{2,3} < 0,001$	26,14 \pm 1,20	29,50 \pm 2,45 $p_{2,3} < 0,001$
ЛгПу (3)	31,50 \pm 0,74 $p_{3,4} < 0,001$	57,90 \pm 0,64 $p_{3,4} < 0,001$	67,04 \pm 1,04 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,001$	39,79 \pm 1,42 $p_{1,3} < 0,001$	27,74 \pm 2,39 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,05$	34,54 \pm 1,60 $p_{1,3} < 0,05$ $p_{3,4} < 0,001$
ЛгЛу (4)	35,71 \pm 1,26 $p_{1,4} < 0,02$ $p_{2,4} < 0,001$	42,21 \pm 0,79 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{2,4} < 0,001$	32,38 \pm 0,89 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{2,4} < 0,001$	40,19 \pm 1,55 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{2,4} < 0,001$	39,54 \pm 1,14 $p_{2,4} < 0,05$	53,63 \pm 1,38 $p_{2,4} < 0,001$

Примечание: Р₁₋₄ – достоверность различий по критерию Стьюдента между группами, обозначенными в таблице 1-4 соответственно

Крысы с разным ИПФА отличались индивидуально-типологическими особенностями поведения в ОП: у крыс – «левшей» выявлена высокая двигательная активность (ВДА) (ГДА – 47,80 \pm 4,06; ВерДА – 10,20 \pm 2,30), у «правшей» – средняя двигательная активность (СДА) (ГДА – 27,00 \pm 1,02; ВерДА – 5,25 \pm 0,56), у

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

«амбидекстров» – низкая двигательная активность (НДА) (ГДА – $9,60 \pm 0,30$; ВерДА – $2,06 \pm 0,60$). Выявлена достоверная отрицательная корреляционная связь ($r = -0,58$; $p < 0,05$) между коэффициентом моторной асимметрии животных и уровнем их двигательной активности в тесте ОП, что свидетельствует об определенном значении особенностей МПА в организации индивидуального поведения.

Взаимосвязь ИПФА с цитохимическим статусом лейкоцитов периферической крови у людей и интактных животных. Известно, что функциональные асимметрии соответствуют функциональные асимметрии других систем организма [3]. В наших исследованиях как у здоровых испытуемых, так и у интактных животных с разным ИПФА отличия функциональной активности нейтрофилов определялись лишь на уровне тенденции ($p > 0,05$), в то время как расхождения средней активности СДГ в лимфоцитах были достоверными. Так, у испытуемых с правосторонним фенотипом активность СДГ была более высокой ($22,25 \pm 0,65$ гранул; $p < 0,05$), чем у волонтеров со смешанными (ПгЛу – $18,30 \pm 0,35$; ЛгЛу – $18,95 \pm 0,35$ гранул) и левосторонним ($16,15 \pm 0,15$ гранул) фенотипами. Корреляционный анализ взаимосвязей между средней активностью СДГ и коэффициентами сенсорной асимметрии (Кпг и Кпу) подтвердил эти данные: выявлены положительные корреляционные связи средней активности СДГ в лимфоцитах с Кпг ($r = 0,62$; $p < 0,05$) и Кпу ($r = 0,75$; $p < 0,05$).

Аналогичная зависимость выявлена и у животных: средняя активность СДГ была максимальной у крыс с НДА ($17,20 \pm 0,63$ гранул) и минимальной у крыс с ВДА ($8,60 \pm 1,21$ гранул). Корреляционный анализ выявил высокую отрицательную связь между средней активностью фермента и уровнем ГДА крыс в тесте ОП ($r = -0,98$; $p < 0,01$) и средней активностью СДГ и Кас ($r = -0,78$; $p < 0,05$). Таким образом, сенсорной или моторной асимметрии человека и животных соответствует и разный уровень средней активности СДГ в лимфоцитах.

Показано также, что коэффициент функциональной асимметрии у человека и животных, являющийся отображением МПА головного мозга, может служить критерием их чувствительности к факторам высокой (стресс-фактор) и низкой (ЭМИ КВЧ) интенсивности.

Изменение коэффициентов сенсорной асимметрии у испытуемых с разным ИПФА при воздействии ЭМИ КВЧ разной локализации. Выявлено, что многократное КВЧ-воздействие на испытуемых привело к изменению модулей Кас, но не вызвало инверсии их знаков. Степень этих изменений зависела от исходного уровня ИПФА и локализации воздействия ЭМИ. У испытуемых с ведущими Пг или Пу при КВЧ-воздействии на область грудины происходило увеличение Кпг на 52 % ($p < 0,001$) и Кпу на 28 % ($p < 0,05$); на область правой БАТ – на 45 % ($p < 0,01$) и 33 % ($p < 0,05$) относительно К и, напротив, снижение при КВЧ-воздействии на область левой БАТ: Кпг на 81 % ($p < 0,001$) и Кпу на 60 % ($p < 0,01$) относительно исходных данных. Воздействие ЭМИ КВЧ на область левой БАТ испытуемых с ведущими Лг или Лу привело к увеличению модульных значений Кпг на 35 % ($p < 0,001$) и Кпу на 17 % ($p < 0,001$) относительно К и,

наоборот, к их уменьшению при КВЧ-воздействии на области грудины и правой БАТ. Известно, чем больше выражена латерализация головного мозга, тем выше адаптивные способности организма [4], что подтверждается изменением функционального состояния ЦНС и лейкоцитов крови под влиянием ЭМИ у испытуемых с разным ИПФА.

Изменение показателей функционального состояния ЦНС у испытуемых с разным ИПФА при воздействии ЭМИ КВЧ разной локализации. КВЧ-воздействие привело к определенным изменениям электрической активности мозга, увеличению объемов памяти и внимания у испытуемых относительно К и исходных величин, о чем свидетельствуют результаты тестирования и изменение показателей основных ритмов ЭЭГ и ССП. Например, рост негативного отклонения второго компонента УНВ в ЛевП на 22,72 %, в ПрП на 13,32 ($p<0,05$) и уменьшение латентного периода Р300 в ЛевП на 10,47 %, в ПрП на 11,92 % ($p<0,05$) относительно К свидетельствуют об ускорении восприятия сигнала обратной связи и эффективной переработке информации, об улучшении кратковременной памяти и произвольного внимания [23]. Увеличение мощности бета-1-активности при КВЧ-воздействии в ЛевП в паттерне фоновой ЭЭГ на 33,33 % ($p<0,05$) и в ПрП при решении арифметической задачи на 67,56 % ($p<0,05$), усиление мощности тета-ритма в ЛевП на 40,42 %, в ПрП на 52,08 ($p<0,01$), при решении пространственной в ЛевП на 6,12 % ($p>0,05$), в ПрП на 21,64 % ($p<0,05$) и арифметической задач в ЛевП на 34,02 %, в ПрП на 30,52 % ($p<0,05$) относительно К объясняются большей вовлеченностью испытуемых в ситуацию эксперимента, активацией процессов памяти и внимания [24] (рис. 1).

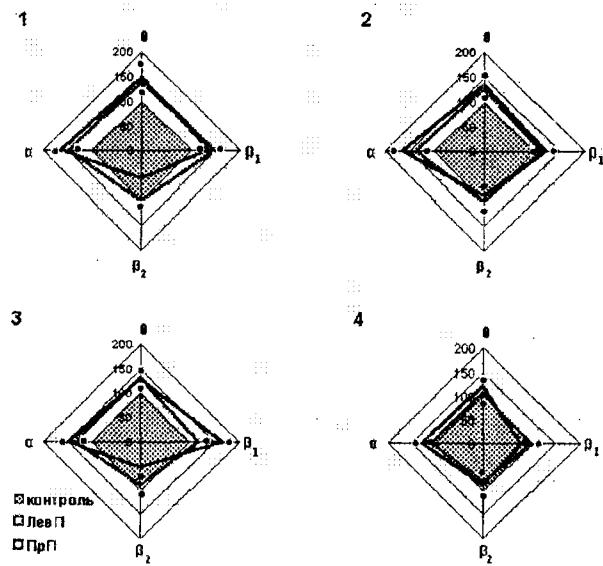


Рис. 1. Изменение основных ритмов ЭЭГ (α -альфа, θ -тета, β_1 -бета-1, β_2 -бета-2 ритмов) при закрытых глазах (1), при открытии глаз (2), решении арифметической (3) и пространственной (4) задач левого (ЛевП) и правого (ПрП) полушарий в контрольной (К) и экспериментальной (КВЧ) группах на 10-е сутки эксперимента.

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Обнаруженная тенденция к снижению бета-2-ритма ($p>0,05$) свидетельствует об улучшении текущего психоэмоционального состояния [25], о чем говорит и уменьшение времени простой сенсомоторной реакции на 13,81 % ($p<0,01$) относительно К, связанной с увеличением пластичности нейронных связей, усилившим внимание, снижением психоэмоциональной напряженности. Повышение амплитуды УНВ и уменьшение латентного периода Р300 при КВЧ-воздействии свидетельствует также об уменьшении уровня тревожности [26], что подтверждается активацией альфа-ритма относительно К в ЛевП на 31,95 % и в ПрП на 48,75 % ($p<0,05$) при решении арифметической задачи; в ЛевП на 8,51 % и в ПрП на 29,29 % ($p<0,05$) при решении пространственной задачи (рис. 1). Причем, изменение мощности альфа-ритма было выражено в большей степени в ПрП, независимо от локализации воздействия, коэффициент МПА по показателю асимметрии альфа-ритма оставался неизменным ($p>0,05$), т.е. сохранялась исходная функциональная МПА, следовательно КВЧ-воздействие, вызывая изменения показателей в спектре ЭЭГ, нивелирует изменение их асимметрии.

Обращает на себя внимание и тот факт, что у испытуемых до конца эксперимента (25 суток), сохранялся эффект 10-тидневного КВЧ-воздействия, что свидетельствует о длительном периоде последействия и кумулятивном характере биологического эффекта ЭМИ КВЧ. Изменения психофизиологических показателей и прочность закрепления эффекта зависели от ИПФА испытуемых и локализации воздействия ЭМИ. При этом у испытуемых, имеющих ведущие Pg и/или Pu, степень выраженности эффекта в большинстве случаев проявлялась значительнее при КВЧ-облучении областей грудины или правой БАТ. Напротив, у испытуемых с фенотипом ЛгЛу эффект отмечался при КВЧ-воздействии на области грудины или БАТ левой руки. Кластеризация изученных психофизиологических показателей у испытуемых также выявила разнообразные изменения внутри- и межклластерных взаимоотношений в зависимости от ИПФА.

Кроме того, изменения психофизиологических показателей у испытуемых с разным ИПФА зависели от их исходного состояния (табл. 1): чем ниже исходный уровень развития изученного показателя, тем в большей степени он изменялся при КВЧ-воздействии: у испытуемых с наиболее низкими значениями исходных показателей влияние ЭМИ КВЧ и эффект последействия были наиболее эффективными.

Смена показателей цитохимического статуса нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови у испытуемых с разным ИПФА при воздействии ЭМИ КВЧ разной локализации. Под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ у испытуемых с разным ИПФА произошло увеличение функциональной активности лейкоцитов, о чем свидетельствовало повышение активности бактерицидной (ПО), гидролитической (ЩФ) и энергетической систем (ЛП) нейтрофилов и окислительно-восстановительных ферментов лимфоцитов (СДГ и α -ГФДГ) (рис. 2).

Эти данные свидетельствуют о повышении уровня неспецифической резистентности организма и о зависимости этих изменений от ИПФА испытуемых и локализации КВЧ-воздействия. Причем у испытуемых с ведущими Pg и/или Pu, т.е. доминирующим ЛевП, наибольшая активация исследуемых систем

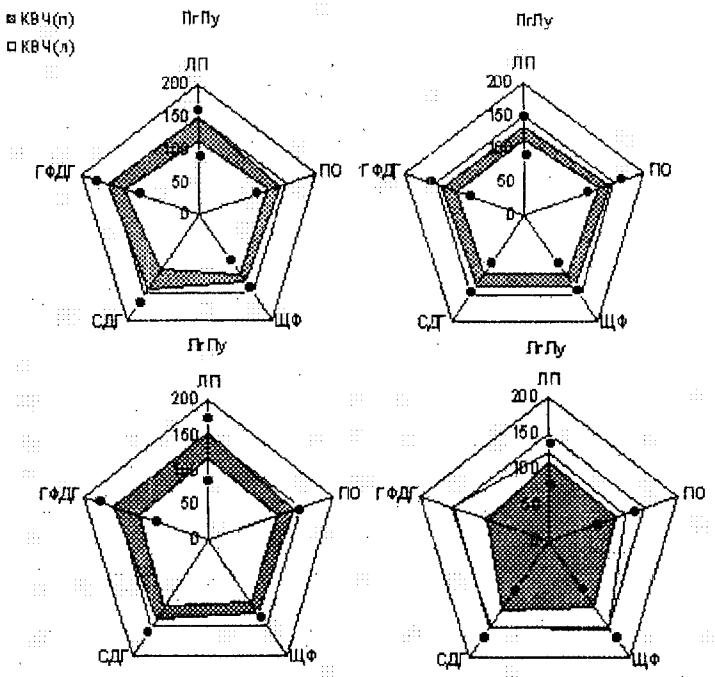


Рис. 2. Цитохимические показатели содержания липидов (ЛП), пероксидазы (ПО), щелочной фосфатазы (ЩФ) в нейтрофилах и средние активности сукцинат- (СДГ) и а-глицерофосфатдегидрогеназ (ГФДГ) в лимфоцитах крови испытуемых с разными сенсорными фенотипами (ПрPu – правый глаз, правое ухо; ПрLy – правый глаз, левое ухо; ЛрPu – левый глаз, правое ухо; ЛрLy – левый глаз, левое ухо) на 10 сутки воздействия ЭМИ КВЧ с локализацией на область точки Хэ-Гу правой (п) или левой (л) рук (в % относительно значений в контрольных группах испытуемых).

лейкоцитов, а также развитие НАРО повышенной активации зарегистрированы при КВЧ-воздействии на область правой БАТ. Напротив, у испытуемых с ведущими и Лг и Лу, а, следовательно, доминирующим ПрП, максимальное увеличение цитохимических показателей и развитие НАРО повышенной активации зарегистрировано при локализации воздействия ЭМИ на области левой БАТ.

Таким образом, наиболее эффективной является локализация КВЧ-воздействия, контраполатеральная доминирующему полушарию. Этот вывод подтверждают и данные об изменении межферментных взаимодействий в клетках крови, происходящих под влиянием ЭМИ КВЧ и отражающих корреляционные связи между изученными показателями в лейкоцитах.

Следовательно, можно сделать вывод о существовании четкой зависимости уровня изменений коэффициентов сенсорной асимметрии, психофизиологических и цитохимических показателей, а также степени выраженности эффекта последействия от ИПФА испытуемых и локализации КВЧ-воздействия. Вместе с тем, выбор эффективной локализации воздействия ЭМИ КВЧ может быть

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

осуществлен на основе определения сенсорной асимметрии, которая наиболее точно отражает асимметрию ЦНС у человека [2].

Изменение коэффициентов функциональной асимметрии у экспериментальных животных с разным ИПФА при воздействии гипокинезии. В отличие от низкоинтенсивного воздействия ЭМИ КВЧ влияние стресс-фактора, в качестве которого использовалась гипокинезия, привело к развитию совершенно иных реакций со стороны ЦНС и системы крови. Ограничение подвижности животных с разным ИПФА привело к изменению Кас, что проявлялось как в изменении их знаков на протяжении всего срока экспериментального воздействия, так и в уменьшении их абсолютных значений (рис. 3).

Известно, что латерализация поведенческих реакций животных, определяющая формирование моторной асимметрии, является отражением МПА головного мозга [27], следовательно, у животных, подвергшихся ГК стрессу, обнаружена инверсия МПА. Уменьшение асимметрии свидетельствует о снижении стрессоустойчивости, адаптивных возможностей организма [4], что подтверждается данными об изменениях функционального состояния ЦНС, лейкоцитов периферической крови животных, что указывает на развитие стресс-реакции.

Изменение показателей поведения и эмоциональной сферы в тесте «ОП» у экспериментальных животных с разным ИПФА при воздействии гипокинезии. У «амбидекстров» и «правшей» с исходной НДА и СДА в тесте ОП гипокинезия привела к максимальному возрастанию ГДА в 6,3 раза ($p<0,001$) и 4,2 раза ($p<0,05$) соответственно, ВерДА в 5 раз ($p<0,05$) и 6 раз ($p<0,001$) и количества реакций дефекации в 1,2 ($p<0,05$) и 4,5 раза ($p<0,001$) относительно К, что свидетельствует об увеличении возбудимости ЦНС и является характерным для первой стадии ГК стресса – стадии тревоги [28]. У «левшей» с исходной ВДА, ГК вызвала иные изменения поведенческих реакций относительно К, а именно, значительное снижение обоих компонентов двигательной активности (ГДА – на 59 %, ВерДА – на 67 % ($p<0,001$)) на фоне повышения реакции дефекации в 6 раз, что свидетельствует об уменьшении возбудимости ЦНС. Следовательно, стресс-реакция у «левшей» вызвала наиболее существенные изменения поведенческих реакций по сравнению с животными с другими типами ИПФА.

В настоящем исследовании установлено, что ГК крыс вызывала и изменение эмоциональной сферы, критерием оценки которой являются двигательная активность в сочетании с реакцией дефекации [29]. ГК стресс привел к развитию различных эмоциональных реакций у животных с разным ИПФА. У «амбидекстров» и «правшей» ГК вызвала увеличение двигательной активности, что в сочетании с возрастанием частоты дефекаций может быть расценено как проявление эмоциональной реакции тревожности [29]. Изменение поведенческих реакций в ОП у «левшей» заключалось в уменьшении двигательной активности и увеличении реакции дефекации, что свидетельствует о развитии у них эмоциональной реакции страха [30]. Известно, что развитие тревожно-фобических состояний является центральным элементом эмоционального стресса [28].

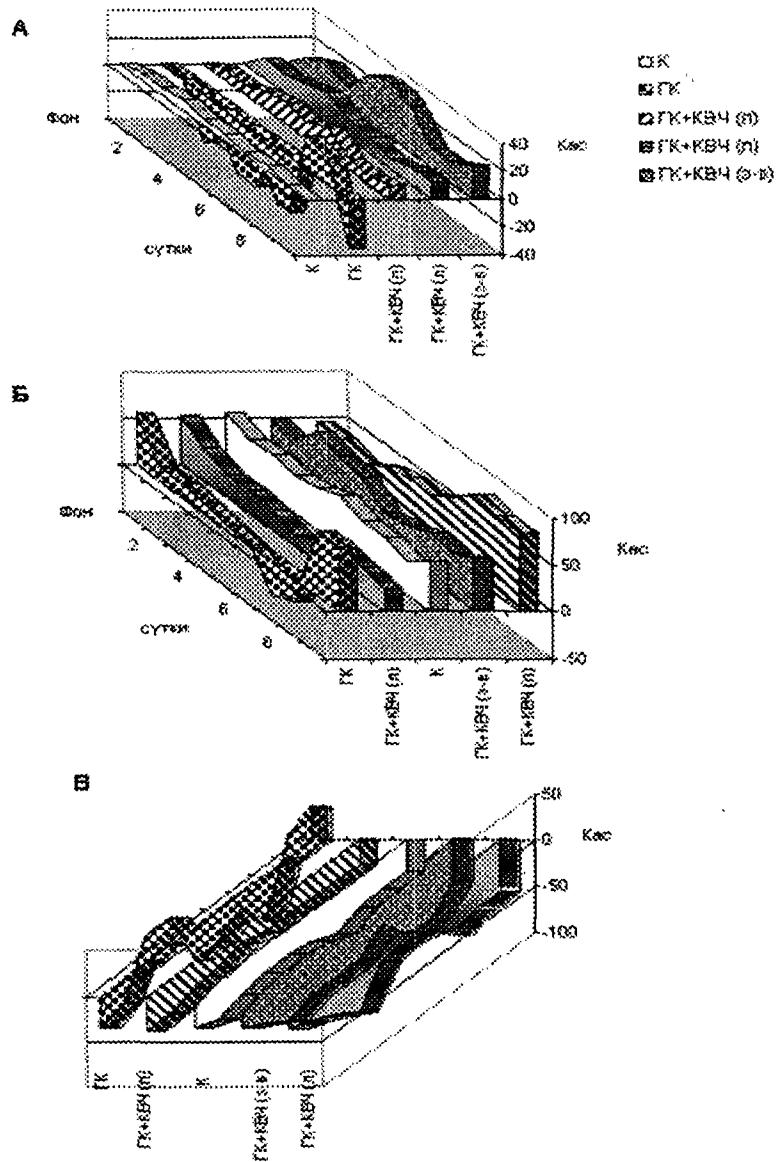


Рис. 3. Изменение коэффициента моторной асимметрии (Кас) у крыс «амбидекстр» (А), «правшай» (Б) и «левшай» (В) контрольной группы (К) и при воздействии гипокинезии (ГК), комбинации гипокинезии и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ) при локализации воздействия ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковой области (з-в), левого (л) и правого (п) бедер в разные сроки эксперимента.

Изменение показателей функционального статуса нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови у экспериментальных животных с разным ИПФА при воздействии гипокинезии. Изменения функционального статуса

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

лейкоцитов также свидетельствуют о зависимости развития ГК стресса от ИПФА животных. Так, у «правшой» 9-тисуточная ГК вызвала достоверное снижение ЦПС ЛП на 23 % (р <0,001), ПО на 21 % (р <0,001) в нейтрофилах, средних активностей СДГ на 46 % (р <0,001) и α -ГФДГ на 36 % (р <0,001) в лимфоцитах относительно К. Обнаружено изменение ЛФ, проявляющееся в снижении отношения л/сн до уровня 0,56 на 9-е сутки эксперимента, что, согласно критериям оценки адаптационных реакций [28], свидетельствует о развитии реакции стресса. У «левшой» ГК вызвала еще большие изменения исследуемых показателей по сравнению с «правшами»: снижение ЦПС ПО на 44 % в нейтрофилах, средних активностей СДГ на 63 % и α -ГФДГ на 65 % в лимфоцитах относительно К (р <0,001), снижение отношения л/сн до 0,5, что свидетельствует о развитии стресс-реакции. Напротив, в отличие от животных других фенотипических групп, ГК у «левшой» вызвала повышение ЦПС ЛП на 18 % (р <0,001). Реакция на ГК стресс у «амбидекстров» сопровождалась менее выраженным снижением показателей, характеризующих неспецифическую резистентность, которое регистрировалось в более поздние сроки наблюдения. При этом у «амбидекстров» в ответ на ГК развивалась НАРО тренировки.

Под влиянием ГК у животных с разным ИПФА произошло не только снижение активности ферментов лейкоцитов, но изменился и характер взаимосвязи между ними: наблюдался распад свойственных животным в К внутри- и межклеточных связей, что является неблагоприятным прогностическим признаком, указывающим на снижение адаптационных возможностей клеток и развитие десинхроноза [7]. Причем, указанные изменения в корреляционной картине межферментных связей в лейкоцитах в большей степени наблюдались у крыс – «левшей».

Таким образом, у крыс в условиях ГК изменения показателей функциональной активности ЦНС, оцениваемых по поведенческим реакциям и изменениям моторной асимметрии в ОП, и неспецифической резистентности зависят от ИПФА. Наиболее выраженные изменения исследуемых показателей ГК стресс вызвал у «левшой». По-видимому, это связано с тем, что крысы с лучшим развитием правосторонних корковых зон характеризуются худшой адаптацией к стрессу по сравнению с животными с доминирующей левой гемисферой [4]. Полученные результаты подтверждают представления о том, что устойчивость животных к стрессу определяется их индивидуально-типологическими особенностями. Согласно нашим данным, такой особенностью является ИПФА. С другой стороны, стресс сам привел к изменениям Кас. Именно эти изменения, по-видимому, могут лежать в основе повреждающих эффектов стрессорных воздействий. Поэтому в настоящее время активно ведется поиск факторов, обладающих антистрессорным действием и способствующих коррекции нарушенной в результате действия неблагоприятных факторов и патологических процессов асимметрии различных систем организма. В этой связи перспективным является применение низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, обладающего выраженным биологическим действием.

Изменения коэффициентов функциональной асимметрии экспериментальных животных с разным ИПФА, вызванные комбинированным воздействием ГК и ЭМИ КВЧ разной локализации. Установлено, что у животных, подвергавшихся комбинированному действию ГК и

ЭМИ КВЧ, динамика изученных показателей резко отличалась от таковой у животных, испытывающих действие только ГК. Сочетанное действие ГК и ЭМИ КВЧ привело к существенным изменениям Кас, однако, в отличие от животных, которых подвергались действию только ГК и у которых выявлена инверсия Кас, ЭМИ способствовало сохранению знака исходного коэффициента, но влияло на его значение. Причем увеличение или уменьшение Кас связано с локализацией воздействия: при центральном и контраполатеральном по отношению к доминирующему полушиарию положении источника ЭМИ асимметрия увеличивалась, при испилатеральном – асимметрия уменьшалась (рис. 3). Например, у «левшой» в условиях гипокинезии ЭМИ КВЧ способствовало повышению модульного значения Кас при локализации на затылочно-воротниковой области на 28 – 100 % и наружной поверхности левого бедра на 61 – 144 % относительно К ($p<0,001$), т.е. увеличению моторной латерализации, причем, облучение области левого бедра вызывало максимальный эффект. Воздействие на наружную поверхность правого бедра, напротив, привело к уменьшению абсолютного значения Кас на 42 % ($p<0,001$) по отношению к К, не вызывая при этом инверсии знака Кас, как это наблюдалось у животных, также находившихся в условиях ГК, но дополнительно не испытывавших воздействие ЭМИ КВЧ.

Изменения показателей поведения и эмоциональной сферы у экспериментальных животных с разным ИПФА, вызванные комбинированным действием ГК и ЭМИ КВЧ разной локализации. Воздействие ЭМИ КВЧ разной локализации привело и к изменению поведенческих реакций в ОП у крыс в условиях ГК. У «амбидекстров» и «правшей» при комбинированном КВЧ-излучении и ГК выявлено гораздо менее выраженное возрастание ГДА, ВерДА и реакций дефекации в условиях ОП по сравнению с крысами, которые находились в условиях ГК. Например, у «амбидекстров» на 9-е сутки ГДА была меньше в 3,4 раза при облучении затылочно-воротниковой области, в 5,4 раза – наружной поверхности левого бедра и в 2,9 раза – правого бедра ($p<0,001$) по сравнению с животными в условиях ГК. Это свидетельствует о способности ЭМИ КВЧ усиливать процессы торможения, снижать возбудимость ЦНС, что является одним из условий возрастания стрессоустойчивости. Вместе с тем, сочетанное действие ЭМИ КВЧ и ГК на «левшей» не привело к угнетению двигательной активности и увеличению реакций дефекации, что наблюдалось в условиях ГК. Наоборот, обнаружен комплекс симптомов, позволяющий говорить о тенденции к возрастанию возбудимости ЦНС у этих животных (показатели ГДА и ВерДА повышались относительно значений у животных 2-ой (ГК) группы и приближались к уровню К), что свидетельствует о повышении неспецифической резистентности, поскольку известно, что активная резистентность реализуется благодаря высокой функциональной активности защитных систем и преобладанию в головном мозгу процессов возбуждения в физиологических пределах [31]. Таким образом, под влиянием ЭМИ КВЧ двигательная активность, повышенная в результате развивающейся стресс-реакции, снижалась, а сниженная, наоборот, повышалась, и после 9-тикратного КВЧ-воздействия интенсивность ГДА и ВерДА у животных с разным ИПФА в условиях ГК соответствовала значению в К, что, по-

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

видимому, объясняется законом начальных значений Вильдера-Лейтеса, смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню. Этап реакции, состоящий в уменьшении дисперсии признака, формируется чаще в зоне средних значений физиологической нормы» [32].

ЭМИ КВЧ корrigировало и нарушения эмоциональной сферы при ГК животных, при этом уровень тревожности у «амбидекстр» и «правшей», и уровень страха у «левшей» значительно снижались. Поскольку тревожно-фобические состояния являются одной из главных причин низкой стрессоустойчивости [30], то уменьшение этих состояний у животных с помощью ЭМИ КВЧ следует признать важным фактором его антистрессорного действия. При этом максимальная коррекция изменений поведенческих реакций и эмоциональной сферы у крыс при ГК проявилась при облучении затылочно-воротниковой области и наружной поверхности бедра, контролатерального доминирующему полушарию.

Изменения функционального статуса нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови у экспериментальных животных с разным ИПФА, вызванные комбинированным действием ГК и ЭМИ КВЧ разной локализации. Изменения неспецифической резистентности, тестируемой на основании функционального статуса лейкоцитов, у животных с разным ИПФА при сочетанном действии ГК и ЭМИ КВЧ разной локализации, подтвердили полученные данные. У «амбидекстр» в условиях ГК воздействие КВЧ-излучения на затылочно-воротниковую область не только препятствовало развитию ГК стресса, но и способствовало повышению неспецифической резистентности по сравнению с К: ЦПС ЛП возрос на 3 % ($p>0,05$), ЦПС ПО – на 9 % ($p<0,05$), средние активности СДГ увеличились на 75 % ($p<0,02$), а α -ГФДГ – на 38 % ($p<0,001$) относительно К; развитию НАРО повышенной активации. Воздействие ЭМИ на область левого или правого бедер крысам этой группы препятствовало развитию ГК стресса, но не способствовало повышению неспецифической резистентности относительно К. Различий биологического эффекта КВЧ-излучения от стороны облучения (левое или правое бедро) у «амбидекстр» не выявлено, что подтверждается и данными корреляционного анализа. У «правшей» комбинированное действие ГК и ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковую область или наружную поверхность правого бедра не только препятствовало снижению цитохимических показателей лейкоцитов и не приводило к распаду корреляционных связей, как у животных в условиях ГК, но и способствовало активации бактерицидных, энергетических систем нейтрофилов (ЦПС ЛП возрос на 8 – 15 % ($p<0,01$); ЦПС ПО – на 6 – 9 % ($p<0,05$)), стимуляции аэробных и анаэробных процессов в лимфоцитах (средняя активность СДГ увеличилась на 45-58 % ($p<0,001$), α -ГФДГ – на 30-40 % ($p<0,01$)), развитию НАРО спокойной активации. КВЧ-воздействие на область левого бедра животных этой группы лишь препятствовало снижению активностей ферментов относительно значений при действии только ГК, однако, не способствовало их повышению относительно К (зарегистрировано снижение ЦПС ЛП на 8 % ($p<0,01$), ПО – на 13-18 % ($p<0,001$), средних активностей СДГ на 43 % ($p<0,001$) и α -ГФДГ на 42 % ($p<0,02$)), привело к распаду межферментативных связей внутри нейтрофилов и

сохранению всего двух межклеточных связей, что является свидетельством нарушения согласованности работы лейкоцитарных ферментов. У «левшей» ЭМИ КВЧ также привело к коррекции изменений неспецифической резистентности, вызванных ГК стрессом, однако, положительный антистрессорный эффект достигался при его локализации на затылочно-воротниковую область и наружную поверхность левого бедра. Причем, в этой группе животных КВЧ-излучение на затылочно-воротниковую область и область левого бедра препятствовало развитию ГК стресса (произошло увеличение ЦПС ПО на 18-72 % ($p<0,001$), снижение ЦПС ЛП в 1,12 – 1,20 раз ($p<0,001$) относительно значений у животных 2-ой группы (ГК)), способствовало восстановлению корреляционной картины, аналогичной таковой в К, но не привело к повышению уровня функциональной активности клеточных элементов крови по сравнению с К ($p>0,05$), как это наблюдалось у крыс «правшей» и, особенно, «амбидекстров». Облучение же правого бедра «левшей» в условиях ГК не препятствовало развитию стресса, однако, облегчало его протекание, при этом корреляционные взаимосвязи между активностью ферментов, в основном, соответствовали таковым у животных в условиях изолированной ГК.

Следовательно, ЭМИ КВЧ низкой интенсивности препятствует развитию ГК стресса. Полученные данные об антистрессорном действии ЭМИ КВЧ согласуются с литературными [9] и дополняют их сведениями о зависимости антистрессорного действия ЭМИ КВЧ от его локализации и ИПФА животных.

Зависимость адаптационных реакций здоровых людей и животных с разным ИПФА от локализации влияния ЭМИ КВЧ. Физиологическая активность КВЧ-воздействия зависит от локализации влияния: эффективность применения ЭМИ КВЧ увеличивается при центральном и контралатеральном и уменьшается при ипсолатеральном относительно ведущего полушария расположении источника ЭМИ КВЧ (рис. 2, 3). Выбор эффективной локализации может быть осуществлен на основе предварительного определения ИПФА животных.

Таким образом, коэффициент функциональной асимметрии у человека и животных может служить критерием их чувствительности к воздействию низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, выбору эффективной локализации воздействия и эффективности применения ЭМИ КВЧ: при его увеличении биологическая эффективность ЭМИ КВЧ увеличивается. Чем больше выражена латерализация головного мозга, тем выше адаптивные способности организма [3, 4], поскольку именно таким образом достигается регуляторное влияние одного из полушарий на функционирование систем органов, что обеспечивает ответную реакцию организма, адекватную силе раздражителя, и характеризует индивидуальный уровень приспособительных реакций, т.е. адаптивность организма. Поэтому ответная реакция организма на действие ЭМИ КВЧ предопределяется выраженностью функциональной асимметрии и локализацией КВЧ-воздействия. Полученные данные вносят несомненный вклад в понимание механизмов действия ЭМИ КВЧ и способствуют повышению эффективности применения

РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

этого физического фактора для повышения стойкости организма к стрессорному действию и для коррекции стрессовых повреждений.

ВЫВОДЫ

1. Оценка индивидуального профиля функциональной асимметрии имеет важное значение для определения индивидуальной чувствительности организма человека и животных к действию низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и гипокинезии, выбора эффективной локализации КВЧ-воздействия и объяснения механизмов его биологического действия.

2. Профиль сенсорной асимметрии у практически здоровых людей (17 – 20 лет) соответствует разная степень развития психофизиологических показателей (наиболее высокие показатели объемов механической и зрительной памяти выявлены у испытуемых с ведущим правым глазом, слуховой – с ведущим правым ухом, смысловой памяти – со смешанными сенсорными фенотипами, зрительной информации и коэффициента умственной продуктивности – с правосторонним и левосторонним сенсорными фенотипами) и различный уровень активности сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах (обнаружены положительные корреляционные связи между коэффициентами сенсорной асимметрии и средней активностью сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах крови).

3. Различие в моторной асимметрии у крыс коррелирует с уровнем двигательной активности животных в teste «открытого поля» (высоким у крыс с левосторонней, средним – с правосторонней асимметриями и низким у крыс с невыраженной моторной асимметрией) и разной активностью сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах (низкой у животных с левосторонней, средней – с правосторонней асимметриями, высокой у крыс с невыраженной моторной асимметрией). Между уровнем двигательной активности крыс в teste «открытого поля» и средней активностью сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах выявлена обратная корреляционная связь.

4. Коэффициент моторной асимметрии крыс может служить критерием их чувствительности к стрессорным воздействиям. Ограничение подвижности животных приводит к значительному уменьшению коэффициентов моторной асимметрии в teste «открытого поля», вплоть до инверсии их знаков, что сопровождается изменением поведенческих реакций, развитием тревожно-фобических состояний, угнетением бактерицидных, энергетических систем нейтрофилов и лимфоцитов, что указывает на развитие стресс-реакции. Наиболее выраженные изменения функциональной активности ЦНС, оцениваемой по поведенческим реакциям и изменениям коэффициентов моторной асимметрии в teste «открытого поля», цитохимического статуса лимфоцитов и нейтрофилов крови гипокинетический стресс вызвал у крыс с левосторонней моторной асимметрией.

5. Низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см²) не изменяет знак, но влияет на величину функциональной асимметрии у человека и животных, причем ее увеличение или уменьшение связано с локализацией воздействия: при

центральном и контралатеральном по отношению к доминирующему полушарию положений источника ЭМИ КВЧ асимметрия увеличивается, при ипсолатеральном – асимметрия уменьшается. Изменение величины коэффициентов функциональной асимметрии у человека и животных является показателем эффективности применения ЭМИ: при ее увеличении биологическая эффективность ЭМИ КВЧ увеличивается.

6. Низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ у практически здоровых испытуемых при эффективной локализации увеличивает величину коэффициентов сенсорной асимметрии, снижает состояние эмоциональной напряженности, тревожности, создает оптимальный баланс между возбуждением и торможением ЦНС, увеличивает объемы памяти и внимания, что свидетельствует об улучшении текущего психоэмоционального состояния; повышает функциональную активность нейтрофилов и лимфоцитов, о чем свидетельствует не только увеличение цитохимических показателей бактерицидной, гидролитической и энергетических систем нейтрофилов и лимфоцитов, но и возрастание согласованности этих изменений как внутри лимфоцитов и нейтрофилов, так и между ними.

7. ЭМИ КВЧ низкой интенсивности препятствует развитию стресс-реакции на ограничение подвижности, свидетельством чего является коррекция изменений коэффициентов моторной асимметрии, адаптивные перестройки в поведении и повышение функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов. Профиль моторной асимметрии может служить критерием чувствительности крыс к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ. КВЧ-излучение способствует снижению уровня тревожности и возбудимости ЦНС, повышению ферментативной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови по сравнению с контролем у крыс «правшей» и «амбидекстр» в условиях гипокинезии, препятствует развитию стресс-реакции, но не способствует повышению уровня функциональной активности клеточных элементов крови по сравнению с контролем, приводит к снижению уровня торможения ЦНС и эмоциональной реакции страха у гипокинезированных животных – «левшей».

8. Физиологическая активность ЭМИ КВЧ зависит от локализации воздействия: эффективность применения ЭМИ КВЧ увеличивается при центральном и контралатеральном по отношению к доминирующему полушарию и уменьшается при ипсолатеральном относительно доминирующего полушария расположении источника ЭМИ.

Список литературы

1. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. Нейropsихологические исследования. – М.: МГУ, 1978. – 95 с.
2. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1981. – 286 с.
3. Абрамов В.В., Абрамова Т.Я. Асимметрия нервной, эндокринной и иммунной систем. – Новосибирск, 1996. – 267 с.

**РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И
ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ
ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

4. Егоров А. Ю. Функциональная асимметрия мозга и важность развития клинического направления в эволюционной физиологии // Тенденции развития физиологических наук. – СПб.: Наука, 2000. – С. 159-178.
5. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. – Л.: Наука, 1989. – 352 с.
6. Абрамов В.В., Гонтова И.А., Козлов В.А. Функциональная асимметрия головного и костного мозга в гемопозе у мышей (СВАхС57В1/6) F₁ // БЭБИМ. – 2002. – Т. 133, № 5. – С. 541-543.
7. Шубич М.Г., Авдеева М.Г., Лебедев В.В., Шмелев С.И. Особенности лимфоцито-моноцито-нейтрофильных взаимоотношений при разной тяжести течения лейкотицита (цитохимическое исследование) // Клин. лабор. диагностика. – 1994. – № 4. – С. 25-27.
8. Ситько С.П. Физика живого – новое направление фундаментального естествознания // Вест. новых мед. технологий. – 2001. – Т. VII, № 1. – С. 5-6.
9. Чуян О.М. Функціональна активність симпато-адреналової системи під впливом електромагнітного випромінювання надто високої частоти // Науковий вісн. Ужгородського нац. університету. Серія Біологія. – 2003. – № 12. – С. 182-187.
10. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн (обзор, часть 1) // Сб. докл. Межд. симпоз. «Миллиметр. волны нетепловой интенсивности в мед.». – М.: – 1999. – № 3 (15). – С. 3-15.
11. Сидоренко А.В., Царюк В.В. Влияние микроволн на межполушарную асимметрию головного мозга у наркотизированных крыс // Миллиметр. волны в биол. и мед. – 2001. – № 3 (24). – С. 9-12.
12. Гнездилецкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. – Таганрог: изд-во ТРТУ, 1997. – 320 с.
13. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А. Отражение особенностей функционального состояния мозга человека в характере межполушарных соотношений ЭЭГ // Мозг и поведение. – М.: Наука, 1990. – С. 392-404.
14. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. – М.: Просвещение, 1990. – 156 с.
15. Лишли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 648 с.
16. Gomory G. Microscopic histochemistry. Principles and Practice. – Chicago- Illinois: Univ. of Chicago Press, 1952. – 248 p.
17. Sheehan H.L., Sforey G.W. An improved method of staining leukocyte granules with Sudan black // B.G. Path. – 1947. – Vol. 59, № 2. – P. 336-339.
18. Нарциссов Р.Н. Применение п-нитротетразоля фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ лимфоцитов человека // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1969. – № 8. – С. 73.
19. Ронин В.С., Старобинец Р.М., Утевский Н.Д. Руководство к практическим занятиям по методам клинических лабораторных исследований. – М.: Медицина, 1977. – 335 с.
20. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: «Имедин», 1998. – 656 с.
21. Удалова Г.П., Михеев В.В. Об участии полушарий в формировании пространственно-моторной асимметрии при зрительном распознавании у крыс // ЖВНД. – 1988. – Т.38, вып. 3. – С. 467-474.
22. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
23. Polich J. P300, probability, and interstimulus interval // Psychophysiology. – 1990. – V.27, №4. – p. 396-403.
24. Наатанен Ристо. Внимание и функции мозга. – М.: МГУ, 1998. – 560 с.
25. Toshiaki Isotani, Hideaki Tanaka, Dietrich Lehmann, Roberto D. Pascual-Marqui, Kieko Kochi, Naomi Saito, Takami Yagyu, Toshihiko Kinoshita, Kyohsei Sasada. Source localization of EEG activity during hypnotically induced anxiety and relaxation // International J. of Psychophysiology. – 2001. – Vol. 41. – P. 143-153.
26. Turan N., Esel E., Karaaslan F., Basturk M., Oguz A., Yabanoglu I. Auditory event-related potentials in panic and generalized anxiety disorders // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2002. – Vol. 26, № 1. – P. 123-126.
27. Клименко Л.Л., Деев А.И., Протасова О.В. и др. Системная организация функциональной межполушарной асимметрии. Зеркало асимметрии // Биофизика. – 1999. – Т. 44, № 5. – С. 916-920.

Пономарева В.П.

28. Семагин В.С., Зухарь А.В., Куликов М.А. Тип нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция. – М.: Наука, 1988. – С. 134.
29. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте «открытого поля» // ЖВНД. – 1981. – Т.31, №2. – С. 301-307.
30. Вартанян Г.А., Петров Е.С. Эмоции и поведение. – Л.: Наука, 1989. – 144 с.
31. Судаков К.В. Нейрохимическая природа «застойного» возбуждения в структурах мозга при эмоциональном стрессе // Нат. физиол. и экспер. мед. – 1995. – № 1. – С. 3-8.
32. Плеханов Г.Ф., Васильев Н.В., Козлова Т.И. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83-86.

Поступила в редакцию 23.09.2005 г.