

УДК 591.18: 615.849.11

**ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ
ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЖИВОТНЫХ**

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Постольникова И.В., Митрофанова Н.Н.

Согласно нашим [1, 2] и литературным [3 – 5] данным, существует зависимость биологической эффективности низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) от индивидуально-типологических особенностей организма человека и животных. Желание иметь доступный и удобный критерий для оптимизации индивидуальных параметров воздействия ЭМИ КВЧ привело к многочисленным экспериментальным и клиническим исследованиям, в которых использовались различные подходы. Одним из объективных методов, позволяющих выделить индивидуальные различия между животными и сформировать однородные экспериментальные группы является тест «открытое поле» (ОП) [6]. В настоящее время этот тест применяется в различных экспериментальных исследованиях и позволяет относительно быстро выявить индивидуальные различия между животными, оценить целостную физиологическую реакцию животного на новую обстановку, включающую элементы двигательного, ориентировочно-исследовательского и эмоционального поведения [7 – 9]. Показано, что у животных с различными индивидуально-типологическими особенностями поведения в тесте ОП имеются существенные различия в характере энергетического, белкового и других видов метаболизма [10, 11], активности окислительно-восстановительных ферментов [12], перекисного окисления липидов [13], моноаминергических систем [14] и других физиологических и биохимических показателей.

Ведущую роль в процессах адаптации организма к различным условиям среды, в том числе ЭМИ, играет головной мозг. Однако мозг не является равновесной системой, его активность обеспечивается функциональной асимметрией, которая выступает как общая фундаментальная закономерность деятельности ЦНС человека и животных, а выраженность асимметрии определяет адаптивность организма [15, 16]. В настоящее время накоплено значительное число фактов, свидетельствующих о наличии латеральной специализации мозга человека и животных [17]. Отмечено, что асимметрия может проявляться на анатомическом, сенсорном, когнитивном или моторном уровнях, а ее характер зависит от

гормонального статуса, уровня развития и средовых влияний. Адекватными методами для исследования моторной асимметрии у животных, которая отражает асимметрию ЦНС, т.е. доминирование правого или левого полушария головного мозга являются тесты ОП и Т-образного лабиринта [18].

В наших предыдущих исследованиях было показано, что как уровень двигательной активности в тесте ОП, так и профиль моторной асимметрии животных могут служить критерием чувствительности к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ [1, 19]. Также выявлен выраженный антиноцицептивный эффект данного физического фактора при болевых стрессах различной этиологии [20]. Однако зависимость анальгетического действия ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей животных не изучена. В связи с этим целью данной работы явилось выявление зависимости выраженности анальгетического эффекта низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выявления зависимости анальгетического действия ЭМИ КВЧ от индивидуально-типологических особенностей животных было проведено экспериментальное исследование на взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180-220 грамм ($n = 30$), полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Всех животных разделили на группы по уровню двигательной активности в тесте ОП – низкий (НДА), средний (СДА) и высокий (ВДА) и низкой эмоциональностью. Анализ величины коэффициента асимметрии (Кас) в тестах ОП и Т-образного лабиринта и уровня двигательной активности в тесте ОП показал, что среди крыс со СДА преобладают «правши» ($\text{Кас} > 20$), среди животных с ВДА – «левши» ($\text{Кас} > -20$), а крысы с НДА преимущественно являются «амбидекстрами» ($-20 < \text{Кас} < 20$).

Предварительно отобранных животных разделили на шесть групп по пять особей в каждой (рис. 1) и подвергали воздействию болевого стресса в «формалиновом тесте» (ФТ): путём подкожной инъекции 5%-ного раствора формалина (0,08 мл на 100 грамм веса) в дорсальную поверхность стопы задней конечности крыс у животных всех групп вызывали очаг тонической боли [21]. Животных 1-ой группы с НДА, 3-ей – со СДА и 5-ой – с ВДА групп подвергали только изолированной инъекции формалина. Животных 2-ой (КВЧ_{НДА}+ФТ), 4-ой (КВЧ_{СДА}+ФТ) и 6-ой (КВЧ_{ВДА}+ФТ) групп непосредственно перед введением формалина предварительно подвергали воздействию ЭМИ КВЧ с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ – 01» с длиной волны 7,1 мм (частота излучения 42,3 ГГц) и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см², изготовленного Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине). Воздействие осуществлялось по 30 минут на затылочно-воротниковую область [20]. Животных 1-ой (ФТ_{НДА}), 3-ей (ФТ_{СДА}) и 5-ой (ФТ_{ВДА}) групп подвергали мнимому воздействию ЭМИ КВЧ («плацебо») той же локализации и продолжительности, однако генераторы были отключены от сети питания.

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

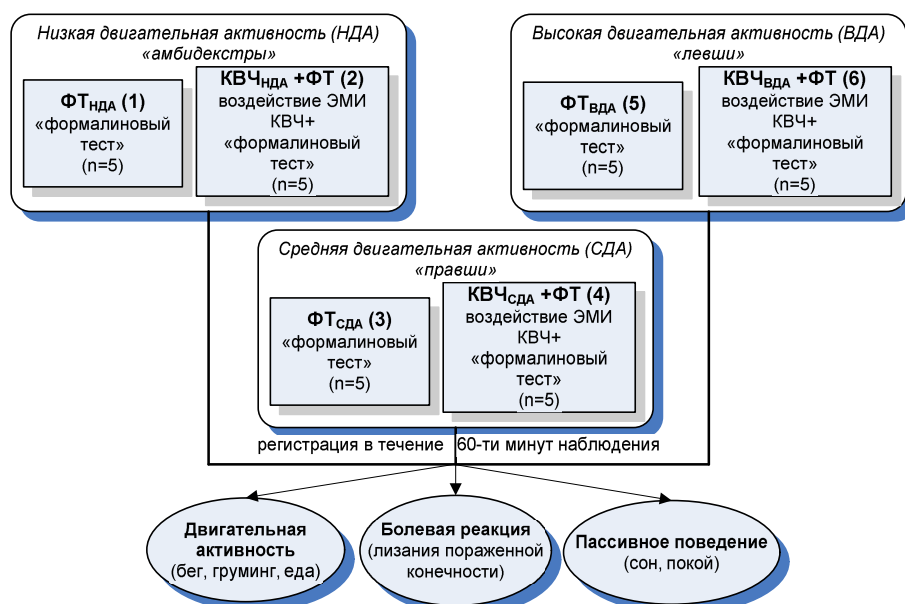


Рис. 1. Схема организации экспериментальных исследований по изучению зависимости антиноцицептивного эффекта низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) от индивидуальных особенностей животных с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнем двигательной активности при экспериментально вызванной тонической боли в «формалиновом тесте» (ФТ).

После инъекции формалина каждую крысу возвращали в свою клетку и с помощью специальной авторской компьютерной программы (Приор. справка) регистрировали на протяжении 60-ти минут продолжительность болевой (лизание пораженной конечности) и неболевых (двигательная активность и пассивное поведение) поведенческих реакций. При этом двигательная активность определялась по сумме времени перемещения животных по клетке и времени, затраченного животными на принятие пищи и груминг. Длительность пассивного поведения представляла сумму времени, затраченного животными на сон и покой.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток варьирует [22], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов).

Для сравнения анальгетической эффективности ЭМИ КВЧ у животных с различными индивидуально-типологическими особенностями введена формула:

$$A_s = 100 - \frac{\tau_{\text{экс}}}{\tau_b} \cdot 100$$

где A_s – анальгетическая эффективность экспериментального воздействия, τ_b – общая продолжительность болевой реакции у крыс, подвергнутых изолированному действию болевого фактора, $\tau_{\text{экс}}$ – общая продолжительность болевой реакции у крыс, подвергнутых дополнительному экспериментальному воздействию.

После проверки данных на закон нормального распределения, обработку и

анализ экспериментальных данных проводили с помощью параметрических методов. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента. Обработка результатов производилась на ПК с использованием стандартных статистических программ.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) и Постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты проведенного исследования, продолжительность поведенческих реакций у крыс с разным уровнем двигательной активности и профилем моторной асимметрии в ФТ была различна. Так, у крыс третьей группы (ФТ_{СДА}) со СДА и правосторонней моторной асимметрией, которые преобладают в популяции (следовательно, у них развивается наиболее типичная реакция на различные воздействия) введение формалина вызвало бурную болевую реакцию лизания конечности общей продолжительностью $1001,00 \pm 20,85$ с (первая острая фаза – $158,60 \pm 17,10$ с; вторая тоническая – $842,40 \pm 17,57$ с). Продолжительности неболевых поведенческих реакций представлены в таблице.

У крыс с НДА, у которых моторная асимметрия не выражена («амбидекстры») продолжительности болевой и неболевых поведенческих реакций были недостоверно ниже таковых у крыс со СДА (табл.).

У животных с ВДА и преобладающей левосторонней моторной асимметрией продолжительность болевой реакции имела тенденцию к увеличению (на 3,43 %; $p > 0,05$) относительно значений у животных со СДА (ФТ_{СДА}). При этом длительность двигательной активности была больше на 143,70 % ($p < 0,001$) (реакции бега – на 72,23 % ($p < 0,01$), приема пищи – на 483,33 % ($p < 0,001$)), а пассивного поведения – на 11,61 % ($p < 0,001$) относительно значений у животных со СДА, также подвергнутых инъекции формалина (табл.).

Таким образом, не выявлено различий в продолжительности болевой реакции в ФТ у животных разных типологических групп. Однако у животных с ВДА в тесте ОП отмечались более высокие значения продолжительности двигательной активности и в ФТ, что свидетельствует об адекватности применения этих тестов для оценки двигательного и эмоционального поведения.

Под влиянием ЭМИ КВЧ интенсивность болевой реакции значительно снижалась, что согласуется с результатами наших предыдущих исследований [20]. Однако степень снижения продолжительности этих реакций у крыс в ФТ на фоне воздействия ЭМИ КВЧ зависела от уровня двигательной активности и моторной асимметрии, что подтверждает данные ряда исследований о том, что один и тот же фактор у различных животных может вызвать различные ответные реакции [1, 23, 24]. Так, у животных четвертой группы (КВЧ_{СДА}+ФТ) со СДА и правосторонней моторной асимметрией после однократного 30-минутного воздействия ЭМИ КВЧ наблюдалось уменьшение продолжительности болевой реакции на 55,14 % ($p < 0,001$) (первой острой фазы – на 76,67 % ($p < 0,001$), второй тонической – на

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

51,09 % ($p < 0,001$) относительно значений данных показателей у животных со СДА, подвергнутых изолированной инъекции формалина (рис. 2). При этом продолжительность неболевых поведенческих реакций увеличилась: двигательной активности – на 172,60 % ($p < 0,001$), а пассивного поведения — на 0,55 % ($p > 0,05$) по сравнению с животными, которые подвергались только действию болевого фактора (табл.; рис. 2).

Таблица.

Общая продолжительность (с) болевой и неболевых поведенческих реакций у крыс с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнями двигательной активности и разным профилем моторной асимметрии при изолированном (ФТ) и комбинированном с воздействием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ+ФТ) действием болевого фактора в «формалиновом тесте» ($\bar{x} \pm Sx$)

| Типы поведенческих реакций | Экспериментальные группы животных | | | | | |
|----------------------------|--|---|--|--|--|--|
| | НДА («амбидекстры») | | СДА («правши») | | ВДА («левши») | |
| | ФТ (1) | КВЧ+ФТ (2) | ФТ (3) | КВЧ+ФТ (4) | ФТ (5) | КВЧ+ФТ (6) |
| Бег | 173,67±19,43 $p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,4} < 0,001$ $p_{1,5} < 0,001$ | 337,00±12,49 $p_{1,2} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,001$ $p_{2,6} < 0,001$ | 191,80±22,43 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,01$ $p_{3,5} < 0,01$ | 605,33±25,08 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{2,4} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,01$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,001$ | 330,33±5,84 $p_{1,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,01$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ | 132,67±18,68 $p_{2,6} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ |
| Груминг | 68,00±15,87 $p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,4} < 0,001$ $p_{1,6} < 0,01$ | 233,67±55,84 $p_{1,2} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,01$ | 62,20±5,36 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,01$ | 196,00±17,02 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,001$ | 109,33±40,81 | 210,00±38,55 $p_{3,6} < 0,01$ $p_{1,6} < 0,01$ |
| Прием пищи | 0,00±0,00 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{1,5} < 0,001$ | 23,00±11,79 $p_{2,3} < 0,05$ $p_{2,5} < 0,001$ | 52,80±5,28 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,001$ | 35,00±23,71 $p_{4,5} < 0,001$ | 308,00±43,32 $p_{1,5} < 0,001$ $p_{2,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ | 0,00±0,00 $p_{3,6} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ |
| Сон | 818,33±429,24 | 834,00±194,87 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ | 241,60±11,16 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,05$ | 0,00±0,00 $p_{3,4} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ | 1083,33±142,82 $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,05$ | 531,33±156,47 $p_{3,6} < 0,05$ $p_{4,6} < 0,01$ $p_{5,6} < 0,05$ |
| Покой | 3240,00±199,79 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{1,4} < 0,01$ $p_{1,5} < 0,05$ $p_{1,6} < 0,05$ | 3572,00±109,07 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ $p_{2,5} < 0,001$ | 3850,60±21,37 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,5} < 0,001$ | 4114,67±25,69 $p_{1,4} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$ | 2533,67±146,95 $p_{1,5} < 0,05$ $p_{2,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ | 3848,00±149,35 $p_{1,6} < 0,05$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$ |

Примечание: p_{1-6} – достоверность различий по критерию Стьюдента при сравнении с данными групп, обозначенными в таблице 1 – 6.

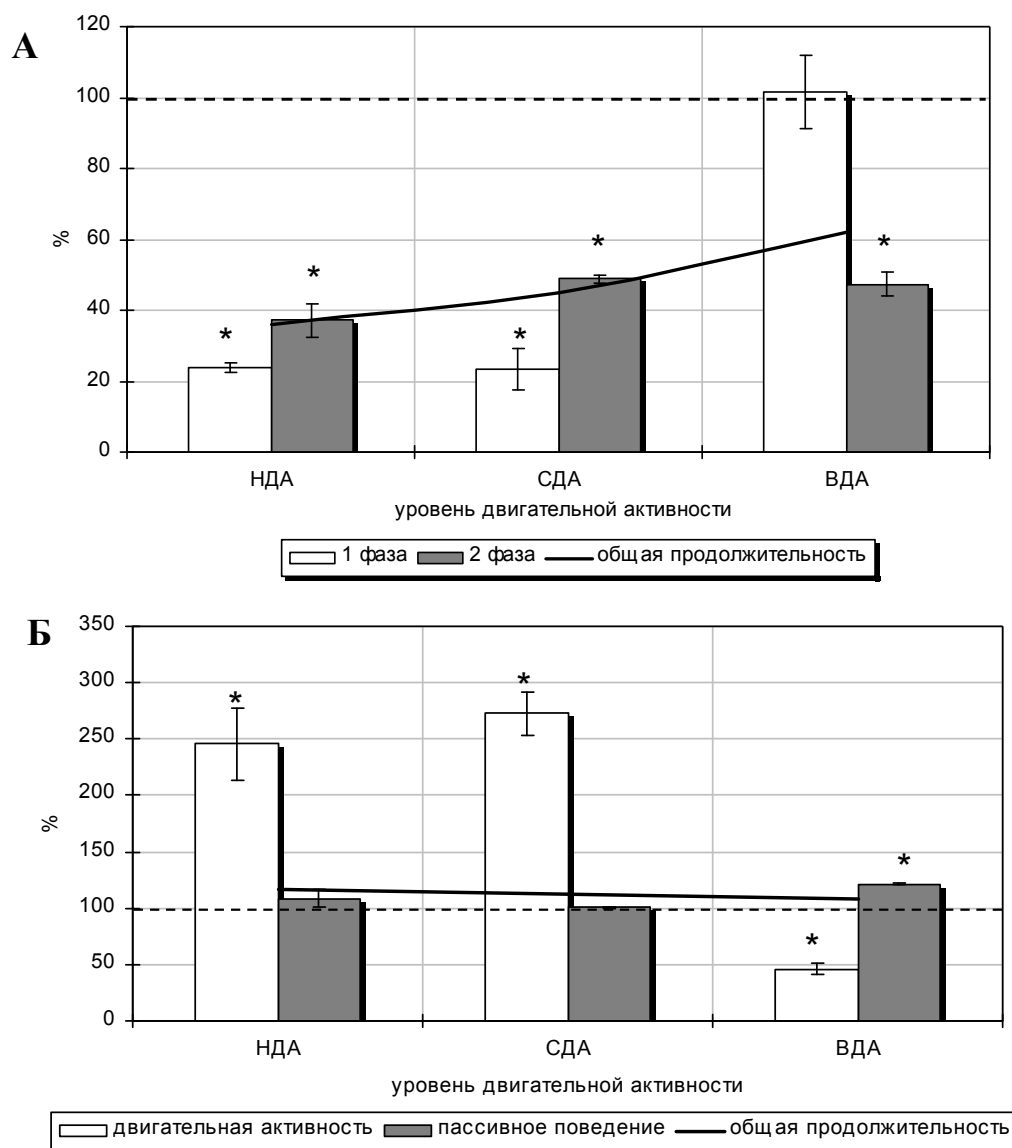


Рис. 2. Изменение продолжительности болевой (первой и второй фаз) (А) и неболевой (двигательная активность и пассивное поведение) (Б) поведенческих реакций в «формалиновом тесте» у крыс с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью, подвергнутых комбинированному воздействию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты и болевого фактора (в % относительно значений у животных тех же фенотипических групп, подвергнутых изолированному действию болевого фактора).

У крыс второй группы (КВЧ_{НДА}+ФТ) с НДА ЭМИ КВЧ вызвало даже более выраженное, чем у животных со СДА уменьшение продолжительности болевой реакции – на 63,98 % ($p < 0,001$) (первой острой фазы – на 76,29 % ($p < 0,001$), а второй тонической – на 62,87 % ($p < 0,001$)) относительно значений соответствующих показателей у животных с НДА, подвергнутых только инъекции формалина. При этом общая продолжительность болевой реакции была меньше на 34,54 % ($p < 0,001$) по сравнению со значениями у животных со СДА, также подвергнутых КВЧ-воздействию, что проявилось в основном за счет уменьшения продолжительности второй фазы болевой реакции (на 52,18 %; $p < 0,001$). При этом увеличились длительности как двигательной активности (на 145,66 %; $p < 0,001$), так и пассивного поведения (на 8,57 %; $p > 0,05$) по сравнению с животными с НДА, которые подвергались только действию болевого фактора (табл.; рис. 2). Относительно значений данных показателей у животных четвертой группы (КВЧ_{СДА}+ФТ) продолжительность двигательной активности уменьшилась на 29,02 % ($p < 0,01$), а пассивного поведения, напротив, увеличилась на 7,08 % ($p < 0,01$).

Таким образом, под влиянием предварительного КВЧ-воздействия у животных с НДА и СДА («амбидекстры» и «правши»), подвергавшихся болевому воздействию отмечалось увеличение двигательной активности и уменьшение пассивного поведения в ФТ.

Увеличение двигательной активности у животных данных фенотипических групп при воздействии ЭМИ КВЧ свидетельствует об уменьшении реакции страха, затаивания и позволяет говорить о возрастании возбудимости ЦНС, что свидетельствует о повышении неспецифической резистентности животных к болевому стрессу, поскольку известно, что активная резистентность реализуется благодаря высокой функциональной активности защитных систем и преобладания в мозгу процессов возбуждения в физиологических пределах [25].

Иная реакция на КВЧ-воздействие развивалась у животных «левой» с ВДА. У крыс этой группы КВЧ-воздействие также привело к уменьшению общей продолжительности болевой реакции на 37,85 % ($p < 0,001$) относительно значений этого показателя у крыс с ВДА, которые не подвергались облучению ЭМИ мм диапазона. Однако снижение болевой чувствительности произошло только за счет уменьшения длительности второго тонического компонента болевой реакции (на 52,78 %; $p < 0,01$). При этом продолжительность первой острой фазы болевой реакции у крыс с ВДА в отличие от животных других фенотипических групп не изменилась и соответствовала таковой у крыс с ВДА, которые дополнительно не подвергались КВЧ-воздействию (рис. 2).

Таким образом, у крыс с ВДА и левосторонней моторной асимметрией зарегистрировано увеличение продолжительности болевой реакции на 43,32 % ($p < 0,001$) относительно значений у крыс со СДА и на 88,53 % ($p < 0,001$) по сравнению с животными с НДА.

Иная направленность отмечалась и в динамике продолжительности неболевых поведенческих реакций у животных с ВДА после КВЧ-воздействия: продолжительность двигательной активности уменьшилась на 54,17 % ($p < 0,01$), а

пассивного поведения – повысилась на 21,08 % ($p < 0,001$) относительно значений у животных пятой группы (ФТ_{ВДА}) (табл.; рис. 2).

Уменьшение двигательной активности у животных этой фенотипической группы под влиянием болевого фактора свидетельствует о развитии торможения в ЦНС и эмоциональной реакции страха. Следовательно, ЭМИ КВЧ у животных с ВДА и левосторонней асимметрией препятствовало развитию болевого стресса, однако обладало меньшей аналгетической эффективностью по сравнению с его применением у крыс с другими индивидуально-типологическими особенностями.

Полученные результаты показали, что изменения продолжительности поведенческих реакций у животных под влиянием сочетанного действия ЭМИ КВЧ и болевого стресса зависят от индивидуально-типологических особенностей животных. При этом максимальный аналгетический эффект ЭМИ КВЧ отмечен у животных со НДА («амбидекстров») (63,98 %), минимальный – у ВДА («левой») (37,85 %) (рис. 3). Сравнительный анализ влияния ЭМИ КВЧ на развитие разных фаз болевой реакции показал, что наиболее выраженный аналгетический эффект КВЧ-воздействия на течение первой фазы наблюдался у животных со СДА (76,67 %) и НДА (76,29 %) (при этом у животных с ВДА данный эффект отсутствовал), а второй фазы – у животных с НДА (60,96 %) (у животных с СДА и НДА данный эффект был меньше и составлял в среднем 51,94 %) (рис. 3).

Данные этого исследования согласуются с результатами наших предыдущих исследований, в которых показано, что наиболее выраженное антистрессорное действие при гипокинетическом стрессе под влиянием миллиметровых волн отмечалось у крыс «амбидекстров» с НДА [2], которые характеризуются пассивно-оборонительной формой поведения, что свидетельствует о слабом тормозном типе нервной системы [26]. Наименее выраженное антистрессорное действие зарегистрировано у животных «левой» с ВДА, характеризующихся активно-оборонительным характером поведения, что позволяет отнести их к сильному неуравновешенному типу нервной системы [7, 27]. Следовательно, различие в аналгетических эффектах КВЧ-воздействия, отмеченное в данном исследовании у крыс может быть обусловлено силой нервных процессов в ЦНС.

Таким образом, уровень двигательной активности и профиль моторной асимметрии могут служить критерием индивидуальной чувствительности к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ. Полученные данные имеют как теоретическое значение, поскольку дополняют сведения о механизмах биологического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, так и практическое, т.к. с учетом индивидуальной чувствительности позволяют повысить эффективность КВЧ-терапии.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена выраженная зависимость аналгетической эффективности низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от индивидуально-типологических особенностей (уровня двигательной активности и профиля моторной асимметрии) животных при экспериментально вызванной тонической боли.

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

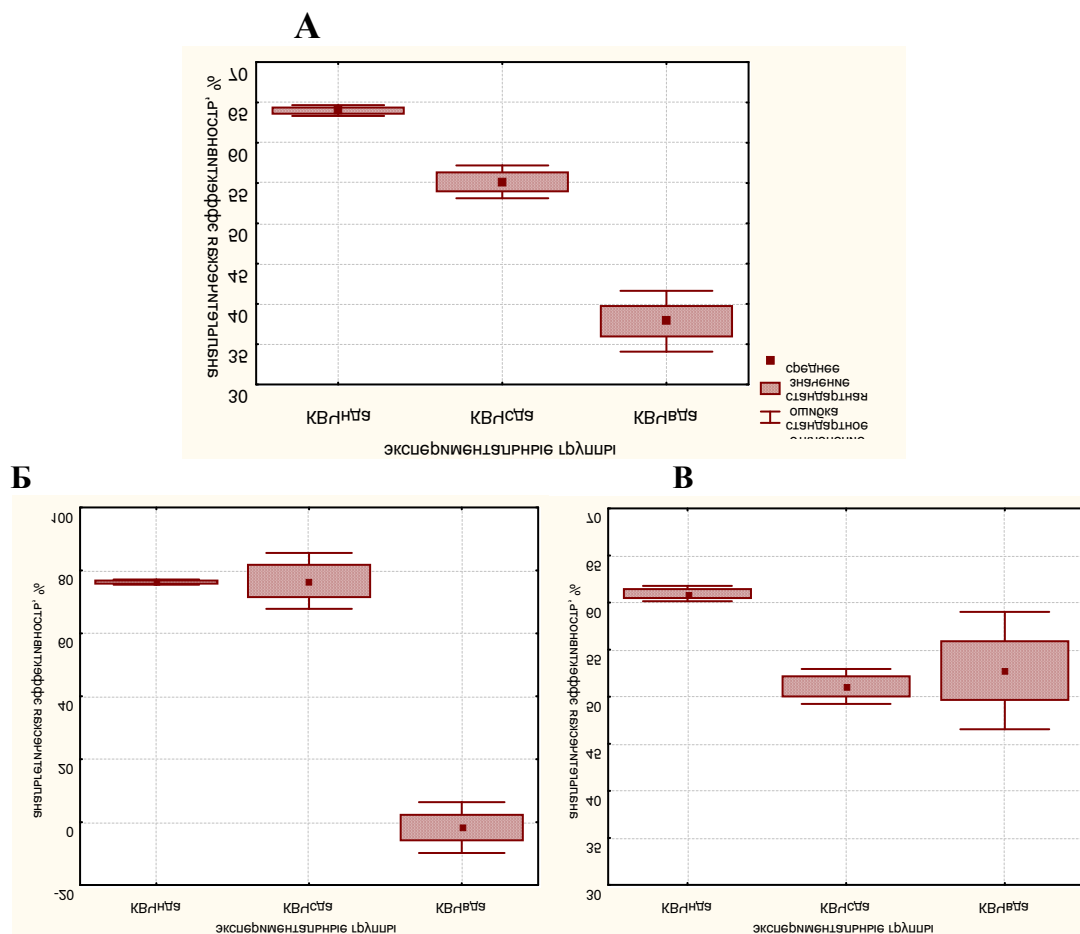


Рис. 3. Сравнение анальгетической эффективности (в %) низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) у крыс с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью при экспериментально вызванной тонической боли (общей продолжительности болевой реакции (А), первой (Б) и второй (В) фаз).

2. При действии изолированного болевого стресса у животных с разными индивидуальными особенностями не выявлено различий в продолжительности болевой реакции, однако у животных с высокой двигательной активностью отмечены более высокие значения продолжительности двигательной активности.

3. Максимальный анальгетический эффект низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ зарегистрирован у животных с низкой двигательной активностью («амбидекстров») (63,98%), минимальный – с высокой двигательной активностью («левшей») (37,85%).

Список литературы

1. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис... канд. биол. наук / СГУ. – Симферополь, 1992. – 25 с.
2. Чуян Е.Н. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти: Автореф. дис... докт. біол. наук: 03.00.13. – Київ. – 2004. – 40 с.
3. Ельский В.Н., Кривобок Г.К., Бабаскин В.В., Антонов А.Г. К вопросу о влиянии микроволновой резонансной терапии на некоторые физиологические показатели человека // Физика живого. – 1997. – № 1. – С. 104-109.
4. Темуриянц Н.А., Тумаянц Е.Н., Чуян Е.Н. Оптимизация психофизиологического статуса с помощью КВЧ-терапии, осуществляемой генераторами различного типа // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2001. – № 4. – С. 17-20.
5. Лушников К.В., Гапеев А.Б., Садовников В.Б., Чемерис Н.К. Влияние крайневисокочастотного электромагнитного излучения низкой интенсивности на показатели гуморального иммунитета здоровых мышей // Биофизика. – 2001. – Т. 46, № 4. – С. 753-760.
6. Hall C.S. Emotional behaviour in the rat. Debeccation and urination as measures of individual differences in emotionality // J.Comp.Physiol. – 1934. – Vol. 18. – P. 3858.
7. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте “открытого поля” // ЖВНД. – 1981. – Т. 31, №2. – С. 301-307.
8. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. – М., 1991. – 268 с.
9. Гуляева Н.В., Степаничев М.Ю. Биохимические корреляты индивидуально-типологических особенностей поведения крыс // ЖВНД. – 1997. – Т. 47, вып. 2. – С. 329-338.
10. Онуфриев М.В., Степаничев М.Ю., Лазарева Н.А., Гуляева Н.В. Активность NO-синтазы и генерация активных форм кислорода в мозге старых крыс: соотношение с индивидуальным поведением // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 1995. – Т. 120, № 8. – С. 145.
11. Гуляева Н.В., Степаничев М.Ю. Биохимические корреляты индивидуально-типологических особенностей поведения крыс // ЖВНД. – 1997. – Т. 47, вып. 2. – С. 329-338.
12. Краковский М.Э. Активность узловых окислительно-восстановительных ферментов у кроликов с разными типологическими особенностями // ЖВНД. – 1987. – Т. 37, № 3. – С. 457.
13. Степаничев М.Ю., Онуфриев М.В., Лазарева Н.А., Гуляева Н.В. Нейрохимические особенности крыс, различающихся по поведению в тесте эмоционального резонанса. Свободнорадикальные процессы и липиды коры больших полушарий мозга старых крыс // ЖВНД. – 1995. – Т. 45, № 5. – С. 990-995.
14. Кругликов Р.И., Гецова В.М., Орлова Н.В. и др. Изменение содержания моноаминов в мозге влияет на реакцию эмоционального резонанса // ЖВНД. – 1995. – Т. 45, № 3. – С. 551-557.
15. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. Нейропсихологические исследования. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 95 с.
16. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. – Л.: Наука, 1989. – 352 с.
17. Bradshaw J.L. Right hemisphere language: familial and nonfamilial sinistrals, cognitive deficits and writing hand position in sinistrals, and concrete-abstract, imageable-nonimageable dimensions in word recognition. A review of interrelated issues. — Brain Land. – 1990. – Vol. 10. – P. 172-188.
18. Бианки В.Л. Обзор: латеральная специализация мозга животных // Физиол. журн. СССР. – 1980. – Т. 66, № 11. – С. 1593-1607.
19. Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Пономарева В.П., Чирский Н.В. Функциональная асимметрия у человека и животных: влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. – Симферополь: ЧП «Эльинь», 2004. – 440 с.
20. Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Заячникова Т.В. Анальгетический эффект низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2006. – № 2 (42). – С. 36-56.
21. Dubuisson D., Dennis S.G. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats. – 1997. – С 4. – P. 161-164.

22. Golombek D.A., Escobar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. – Vol. 194, № 1. – P. 25-30.
23. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
24. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. – М.: Горизонт, 1998. – 263 с.
25. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. Физиология, нейроанатомия, психология эмоций. – М.: Наука. – 1981. – 216 с.
26. Хоничева Н.М., Дмитриева И.А., Хрущинская А.А. Индивидуальные особенности поведения крыс: проявления тревожности // ЖВНД. – 1984. – Т. 34. № 3. – С. 537-545.
27. Симонов П.В. Модификация типологии Айзенка для крыс // ЖВНД. – 1984. – Т.5. – С. 953-957.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.