

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЖИВОТНЫХ

© 2001 г. В.С. Мартынюк, С.Б. Мартынюк

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 95007, Симферополь, Украина

Поступила в редакцию 10.12.2000 г.

Изучено влияние экологически значимого магнитного поля частотой 8 Гц на метаболические процессы, происходящие в разных отделах головного мозга у животных с разными конституциональными особенностями. Обнаружен разнонаправленный характер метаболических изменений в мозге у животных с разными индивидуально-типологическими особенностями поведения в «открытом поле». Выявлено доминирование правого полушария в системных реакциях организма на низкочастотные вариации магнитного поля.

Ключевые слова: переменное магнитное поле, головной мозг, конституциональные особенности.

В настоящее время надежно установлена высокая чувствительность живых организмов к действию слабых переменных магнитных полей крайне низких частот (ПеМП КНЧ). ПеМП в данном диапазоне частот рассматривают как один из важных экологических факторов, который участвует в осуществлении связи между солнечной активностью и биосферой [1]. Анализ реакций организма животных и человека на действие ПеМП указывает на ведущую роль ЦНС в восприятии и формировании системного ответа. При этом кора больших полушарий, гиппокамп и гипоталамус являются главными отделами ЦНС, реагирующими в ответ на действие указанного физического фактора [2].

В исследованиях отдельных авторов указывается на необходимость учета индивидуальных свойств организма которые в конечном итоге определяют направление метаболических и физиологических изменений, вызванных действием ПеМП [2,3].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение влияния ПеМП на метаболические процессы в разных отделах ЦНС

Сокращения: ПеМП КНЧ – переменные магнитные поля крайне низких частот, НДА – низкая двигательная активность, СДА – средняя двигательная активность, ВДА – высокая двигательная активность, ТБК – тиобарбитуровая кислота, ОРЭТЦ – оксипредуктазы электрон-транспортных цепей, МАО – моноаминоксидаза.

животных с разными конституциональными особенностями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть настоящей работы проведена на кафедре физиологии человека и животных и биофизики и кафедре биохимии Симферопольского госуниверситета.

Объектом исследования служили белые беспородные крысы-самцы весом 180–210 г, полученные из опытно-экспериментального питомника лабораторных животных «Глеваха» Киевской области. Исследовано 130 животных.

Исследовали состояние отдельных метаболических процессов у интактных животных и у животных, подвергшихся однократному действию ПеМП, с учетом индивидуальных особенностей их поведения в тесте «открытого поля». Тест «открытого поля» позволяет оценить целостную физиологическую реакцию животных на новую обстановку, которая является своеобразным стрессирующим фактором. Данная реакция включает элементы двигательного и ориентировочно-исследовательского поведения и тесным образом связана с эмоциональной сферой животных, которую традиционно рассматривают как один из основных элементов конституции организма [4]. Тестирование животных в открытом поле проводили в соответствии с [5]. По показателю горизонтальной двигательной активности животные были разделены на три группы: животные с низкой двига-

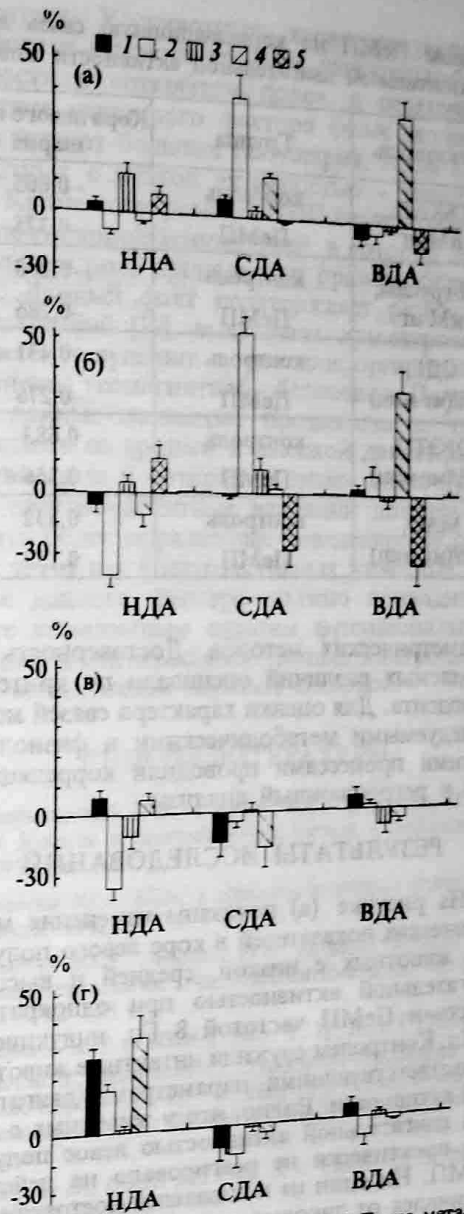
тельной активностью (НДА) – $15,0 \pm 0,5$; животные со средней двигательной активностью (СДА) – $31,2 \pm 0,5$; животные с высокой двигательной активностью (ВДА) – $45,5 \pm 0,7$.

Исследовали различные отделы головного мозга: таламус, гипоталамус, а также кору левого и правого больших полушарий. После экспозиции ПеМП животных декапитировали. Мозговые структуры быстро выделяли на холоду и помещали в морозильную камеру.

Активность процессов перекисного окисления оценивали по количеству продуктов окисления, активно реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБКАП) [6]. Для определения содержания суммарных тиоловых групп использована реакция сульфгидрильных групп с реактивом Элмана [7]. Активность моноаминоксидазы (МАО) определяли по скорости окислительного дезаминирования серотонина [8]. Образующиеся в ходе ферментативной реакции альдегиды выявляли с помощью 2,4-динитрофенилгидразина по характерной полосе поглощения шиффовых оснований в области 400 нм. Определение суммарной активности оксидоредуктаз электрон-транспортных цепей (ОРЭТЦ) проводили по [9]. В качестве искусственного акцептора электронов использовали феррицианид калия. Определение активности сукцинатдегидрогеназы проводили согласно [10].

Выбор частоты ПеМП 8 Гц, индукции 5 мкТл ПеМП и трехчасовой экспозиции осуществляли на основе физиологической и экологической значимости данных параметров [11]. Синусоидальное переменное магнитное поле в экспериментах создавали кольцами Гельмгольца, обеспечивающими однородность магнитного поля в зоне расположения опытных животных в пределах 5–10%. Источником тока, подаваемого на кольца, служил генератор Гб–28. Индукцию магнитного поля контролировали микротесламетром Г–79. Вектор напряженности создаваемого поля располагался в горизонтальной плоскости и был перпендикулярен горизонтальной составляющей геомагнитного.

Опытную группу, которая включала животных с низкой, средней и высокой двигательной активностью, помещали во внутреннюю область колец Гельмгольца. Контрольная группа животных находилась в той же лаборатории при всех прочих равных условиях. В месте ее расположения индукция ПеМП в диапазоне частот 5 – 20000 Гц не превышала фоновых значений 0,02 – 0,10 мкТл, характерных для данной лаборатории. Животные как опытных, так и



Влияние магнитного поля частотой 8 Гц на метаболические процессы в коре левого (а) и правого (б) полушария, а также в таламусе (в) и гипоталамусе (г) у животных с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в «открытом поле»; 1 – суммарные тиоловые группы; 2 – ТБК-активные продукты; 3 – оксидоредуктазы электрон-транспортных цепей; 4 – сукцинатдегидрогеназа; 5 – моноаминоксидаза.

контрольных групп во время проведения эксперимента могли свободно перемещаться в пределах своих клеток, сделанных из немагнитного материала.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием

Влияние ПеМП на корреляционную связь метаболических показателей в головном мозге с уровнем горизонтальной двигательной активности животных

Показатель	Группа	Кора левого полушария	Кора правого полушария	Таламус	Гипоталамус
ТБКАП, нМ/мг	контроль	-0,605	-0,583	0,055	0,594
	ПеМП	-0,375	-0,136	0,285	0,092
SH-группы, нМ/мг	контроль	-0,283	-0,415	0,077	0,577
	ПеМП	-0,286	-0,165	0,086	0,127
СДГ, нМ/(мг-мин)	контроль	-0,431	-0,480	-	-
	ПеМП	-0,276	-0,061	-	-
ОРЭТЦ, нМ/(мг-мин)	контроль	0,683	0,671	-0,172	0,490
	ПеМП	0,356	0,253	-0,207	0,580
МАО, нМ/(мг-мин)	контроль	0,332	0,640	0,338	0,484
	ПеМП	0,158	-0,060	0,163	-0,167

параметрических методов. Достоверность наблюдаемых различий оценивали по критерию Стьюдента. Для оценки характера связей между исследуемыми метаболическими и физиологическими процессами проводили корреляционный и регрессионный анализы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рисунке (а) показаны изменения метаболических показателей в коре левого полушария животных с низкой, средней и высокой двигательной активностью при однократном действии ПеМП частотой 8 Гц, индукцией 5 мкТл. Контролем служили интактные животные с соответствующими параметрами двигательной активности. Видно, что у животных с низкой двигательной активностью левое полушарие практически не реагировало на действие ПеМП. Ни один из показателей достоверно не отличался от таковых в интактной группе животных. Гораздо более выраженные изменения были характерны для животных с СДА и ВДА. У данных групп в ответ на действие ПеМП изменялись разные биохимические показатели. В левом полушарии животных со средней двигательной активностью происходил заметный рост содержания ТБКАП, тогда как у животных с ВДА повышалась активность сукцинатдегидрогеназы. Следует отметить, что для остальных показателей достоверные изменения не зарегистрированы.

Несколько иной характер ответа на действие ПеМП имел место в правом полушарии (рисунк (б)). У животных с НДА в ответ на действие физического фактора происходило

достоверное снижение содержания продуктов свободнорадикального окисления. Изменения остальных показателей носили недостоверный характер. У животных со средней двигательной активностью в ответ на действие ПеМП, так же как и в левом полушарии, наблюдался рост содержания ТБКАП, но несколько больший по величине. Данное увеличение содержания продуктов перекисного окисления липидов сопровождалось заметным снижением активности МАО (рисунк (б)). В правом полушарии животных с ВДА действие ПеМП приводило к достоверному повышению активности сукцинатдегидрогеназы и снижению активности МАО (рисунк (б)).

Анализ экспериментальных данных по влиянию ПеМП на функциональное состояние таламуса показал, что у животных с СДА и ВДА в данной структуре не происходило заметных изменений в протекании метаболических процессов (рисунк (в)). Наибольшие сдвиги в функциональном состоянии таламуса обнаружены у животных с НДА. Однако указанные изменения характеризовались только достоверным снижением уровня ТБКАП.

В гипоталамусе у животных с НДА действие ПеМП вызывало значительное изменение метаболических параметров (рисунк (г)). Это проявлялось в около 30%-м достоверном увеличении содержания суммарных тиоловых групп и активности МАО. Эти сдвиги сопровождались также незначительным, но достоверным увеличением уровня продуктов свободнорадикального окисления. Следует обратить внимание, что у животных с СДА и ВДА в гипо-

гипоталамусе в ответ на действие магнитного поля не происходило статистически значимых изменений.

Таким образом, если в коре больших полушарий действие ПемП вызывало более выраженные метаболические сдвиги у животных с СДА и ВДА, то в таламусе и гипоталамусе существенные перестройки метаболической ситуации были характерны для животных с НДА. Данные факты, видимо, свидетельствуют о том, что у животных с СДА и ВДА в системном ответе на действие ПемП более активную роль играет кора больших полушарий, а у животных с НДА – гипоталамус.

Следует отметить еще одну особенность действия ПемП. Анализ экспериментальных данных в группе интактных животных свидетельствовал о достаточно выраженной связи состояния обменных процессов в коре больших полушарий и гипоталамусе с уровнем двигательной активности в «открытом поле» (таблица). Причина таких связей пока малопонятна и должна быть предметом специальных исследований. Одновременно с этим, корреляционный анализ вскрывает достаточно интересную особенность однократного действия ПемП. Как видно, в коре и левого, и правого полушарий действие магнитного поля разрушает исходную связь практически всех метаболических показателей с уровнем активности животных в «открытом поле». Следует отметить, что нарушение связей имеет более глубокий характер в коре правого полушария. Данный факт дополнительно свидетельствует о ведущей роли правого полушария в реакции ЦНС на действие ПемП.

В таламусе при исходном отсутствии или очень низких уровнях связи метаболических показателей с горизонтальной двигательной активностью влияние ПемП не приводит к заметной перестройке структуры связей. Что касается гипоталамуса, то в данной мозговой структуре действие ПемП разрушает зависимость между уровнем двигательной активности и содержанием ТБКАП, суммарных тиоловых групп, а также активности MAO. В тоже время экспозиция животных ПемП приводит к незначительному усилению связи активности оксидоредуктаз с уровнем активности.

Подводя итог, отметим основные закономерности реакции ЦНС животных на действие ПемП. Характер метаболических изменений в разных отделах ЦНС в ответ на действие ПемП зависит от конституциональных особенностей

животных. У животных, характеризующихся средним и высоким уровнем двигательной активности в «открытом поле», в реакции на действие указанного фактора более активную роль играют большие полушария, тогда как у животных с низкой активностью – гипоталамус. Кроме того, реакция ЦНС характеризуется межполушарной асимметрией, в которой доминирующая роль принадлежит правому полушарию. Данный факт подтверждает результаты исследований [12], выявивших доминирование правого полушария в реакции организма на изменение геомагнитной обстановки. Полученные данные позволяют предположить, что у животных со средней и высокой двигательной активностью в «открытом поле» низкочастотные электромагнитные вариации должны вызывать более выраженные поведенческие реакции, тогда как у низкоактивных животных действие данного фактора должно приводить к более выраженным сдвигам функционального состояния висцеральных систем, контролируемых вегетативной нервной системой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. и др. Космос и биологические ритмы. Симферополь, 1995. 206 с.
2. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982. 123 с.
3. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. М.: Наука, 1992. 135 с.
4. Маркель А.Л. // ЖВНД. 1981. Т. 31. № 2. С. 301-307.
5. Buresh J., Bureshova O., Huston P. Techniques and Basic Experiments for the Study of Brain and Behavior. Amsterdam-N. Y.: Elsevier Science Publishers BV, 1983. 339 с.
6. Ohkawa H., Ohishi M., Gagi K. // Analytical Biochem. 1979. V. 95. P. 351-358.
7. Веревкина Н.В., Точилкин А.И., Попова Н.А. // Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. С. 223-231.
8. Горкин В.З. Аминокислоты и их значение в медицине. М.: Медицина, 1981. 336 с.
9. Карулина И.И., Арчаков А.И. // Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. С. 49-62.
10. Кривченкова Р.С. // Там же. С. 44-46.
11. Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Максим В.Б., Владимирский Б.М. Космическая экология. Киев: Наукдумка, 1985. 175 с.
12. Макарова И. // Тез. докл. 2-го Междунар. конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». 3-7 июля 2000. Санкт-Петербург. 2000. С. 42.