

УДК 57.043

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ
И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЦА КРЫС ПОД
ДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

Подковкин В.Г.¹, Иванов Д.Г.²¹Самарский государственный университет,²Институт экспериментальной медицины и биотехнологии

Самарского медицинского университета,

Самара, Россия

В работе исследовано действие постоянного магнитного поля на эндокринную функцию коры надпочечников, щитовидной железы, семенников и метаболизм сердечной мышцы крыс в условиях тепловой нагрузки. Под действием повышенной температуры у животных активизировалась функция коры надпочечников и подавлялась эндокринная функция семенников. Воздействие постоянного магнитного поля с индукцией 9 мТл через 30 минут после тепловой нагрузки предотвращало активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и возвращало уровень тестостерона в крови в пределы физиологической нормы. Кроме того, магнитное поле предотвращало повреждение сердца, наблюдавшееся в условиях тепловой нагрузки.

Ключевые слова: магнитное поле, эндокринные железы, сердце, крысы.

Введение

Использование магнитных полей (МП) в лечебных целях представляется перспективным направлением. Однако с точки зрения гигиенического нормирования не все МП безопасны для организма [1]. В литературе неоднократно отмечено повреждающее действие магнитных полей высокой напряженности на различные органы и ткани. Поэтому наибольшую ценность для применения во врачебной практике имеют МП с низкой индукцией.

Согласно ранее опубликованным данным [2] для предупреждения деградации костного матрикса и потери костной массы найден оптимальный режим применения ПМП с индукцией 9 мТл, используя ежедневные краткосрочные сеансы воздействия.

Учитывая тот факт, что реакция организма на МП реализуется с участием сис-

тем, обеспечивающих адаптацию [3], и затрагивает функции сердечно-сосудистой системы [4], представляет интерес исследовать влияние выработанного нами ранее [2] режима воздействия ПМП на функциональное состояние систем эндокринной регуляции и сердечной мышцы, как в условиях тепловой нагрузки, так и изолированно.

Материалы и методы

Исследования были проведены на 32 белых беспородных крысах-самцах массой 120-180 г. Все экспериментальные процедуры проводились согласно международным правилам по содержанию и работе с лабораторными животными [5].

Животные были разделены на четыре группы, сформированные методом парных аналогов. Животные первой группы подвергались изолированному действию термического фактора. Крысы помеща-

лись в камеру с температурой воздуха 70⁰С ежедневно в течение 7 суток на 10 минут, как описано ранее [11]. Вторая группа животных ежедневно на протяжении 7 суток подвергалась изолированному действию ПМП с индукцией 9 мТл в течение 8 минут. Воздействие ПМП на животных производили на оригинальной установке УМ-7. Градиент индукции по продольной оси соленоида составляет 0,02±0,005 мТл/см. Одновременно в соленоид помещали 6-8 крыс. На крыс третьей экспериментальной группы воздействовали термический и магнитный фактор. Период между воздействиями факторов был равен 30 минутам. Интактные животные четвертой группы служили контролем.

Крыс выводили из эксперимента путем декапитации. На анализ отбирали левый надпочечник, плазму, сыворотку крови и сердце. Органы взвешивали. Массу надпочечников и сердца выражали в процентах от массы животного. Содержание 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) в левом надпочечнике, сердце и плазме крови

определяли по методу [6]. Концентрацию тестостерона, тироксина и трийодтиронина в сыворотке определяли методом иммуноферментного анализа с использованием наборов фирмы Adaltis. Содержание гликогена в сердце определяли антороновым методом [7]. Уровень малонового диальдегида (МДА) в сердце определяли по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой [8]. Результаты биохимических анализов пересчитывали на массу органа.

Для проверки однородности дисперсий в группах применяли критерии Ливена. Результаты исследований представляли в виде среднего плюс/минус стандартная ошибка среднего. Различие средних значений в группах сравнивали с помощью стандартного t-критерия Стьюдента с учетом поправки Бонферрони [9].

Результаты

Действие термического фактора активировало функцию коры надпочечников, что выражалось в изменении массы желез и содержания 11-оксикортикостероидов в них и плазме крови крыс (табл.1).

Таблица 1. Изменение массы надпочечных желез и уровня 11-ОКС в надпочечниках и плазме крови крыс под действием магнитного и термического факторов

Показатель	Способ воздействия			
	Контроль	70 °С, 10 мин	9 мТл, 8 мин	70 °С, 10 мин; 9 мТл, 8 мин
Относительная масса надпочечников, %	0,0078±0,0005	0,0108±0,0006*	0,0078±0,0005#	0,0100±0,0005
Содержание 11-ОКС в надпочечниках, мг/г	0,18±0,02	0,09±0,02*	0,14±0,02	0,17±0,03
Содержание 11-ОКС в плазме крови, мг/л	2,81±0,49	4,52±0,24*	2,55±0,38#	1,38±0,23#

* - отличие от контроля достоверно, p<0.05

- отличие от группы, подвергавшейся изолированному термическому воздействию достоверно, p<0.05

Как видно из результатов, представленных в таблице 1, под действием термического фактора увеличивалась масса надпочечников крыс, содержание 11-ОКС в плазме. Уровень глюкокортикоидов в надпочечниках снижался.

Ежедневные сеансы магнитного воздействия через 30 минут после действия термического фактора предупреждали реакцию на температурное воздействие со стороны гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы. Показатели, по которым оценивали функциональную

активность надпочечников, не отличались от контроля.

Вместе с тем, изолированное действие магнитного поля, также не оказывало существенного влияния на функциональную активность надпочечников, судя по анализируемым показателям.

Функциональная активность щитовидной железы крыс, оцениваемая по уровню тироксина и трийодтиронина в сыворотке крови, не изменялась под действием повышенной температуры и магнитного поля (табл.2).

Таблица 2. Уровень тироксина, трийодтиронина и тестостерона в крови крыс под действием магнитного поля и температуры

Показатель	Способ воздействия			
	Контроль	70 °С, 10 мин	9 мТл, 8 мин	70 °С, 10 мин; 9 мТл, 8 мин
Содержание Т3, пмоль/л	10,14±0,98	11,48±0,97	11,47±0,74	9,96±0,26
Содержание Т4, нмоль/л	5,17±0,80	4,53±0,41	6,08±0,41	6,40±0,47
Тестостерон, нмоль/л	20,13±0,61	15,63±0,40*	-	22,75±1,04#

* - отличие от контроля достоверно, $p < 0.05$

#- отличие от группы, подвергавшейся изолированному термическому воздействию достоверно, $p < 0.05$

При изолированном воздействии температурного фактора на организм животных активность эндокринной функции семенников снижалась, что проявлялось в уменьшении содержания тестостерона в плазме крови животных данной опытной группы относительно контроля. В тоже время, как видно из данных (табл.2), экспозиция крыс в ПМП полностью восстанавливала уровень содержания тестостерона в крови животных.

Относительная масса сердца животных, подвергавшихся действию повышенной температуры среды, была ниже контрольных значений (табл.3), что свидетельствует о неблагоприятном действии фактора на орган [11].

Действие ПМП каждый раз после термического воздействия возвращало значение данного показателя к норме. При

этом изолированное действие магнитного поля на животных не приводило к изменению относительной массы их сердца.

Изолированное действие повышенной температуры повышало интенсивность перекисного окисления липидов сердца, что выражалось в увеличении содержания малонового диальдегида.

Действие магнитного поля через 30 минут после воздействия термического фактора полностью предотвращало повышение активности перекисного окисления липидов, индуцируемого повышенной температурой среды, и возвращало содержание малонового диальдегида в сердце к норме.

Ни изолированное, ни сочетанное действие термического и магнитного факторов не изменяло концентрации гликогена в сердце животных.

Таблица 3. Изменение показателей, характеризующих функциональное состояние сердца, под действием постоянного магнитного поля в условиях тепловой нагрузки

Показатель	Способ воздействия			
	Контроль	70 °С, 10 мин	9 мТл, 8 мин	70 °С, 10 мин; 9 мТл, 8 мин
Относительная масса сердца, %	0,36±0,01	0,31±0,01*	0,34±0,01	0,36±0,01#
Содержание 11-ОКС, мкг/г	10,18±0,73	5,63±0,68*	11,65±1,04#	10,77±1,32#
Содержание гликогена, мкг/г	7,65±1,58	13,09±2,87	12,59±3,86	11,26±1,73
Уровень МДА, ×10 ⁻² мкмоль/г	0,49±0,05	0,83±0,08*	0,54±0,13	0,46±0,04#

* - отличие от контроля достоверно, p<0.05

#- отличие от группы, подвергавшейся изолированному термическому воздействию достоверно, p<0.05

Обсуждение

Увеличение уровня 11-ОКС в плазме крови и снижение их содержания относительно физиологической нормы в надпочечниках свидетельствует о развитии неспецифической реакции со стороны гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы крыс на действие термического фактора. Увеличение функциональной активности коры надпочечников животных при выбранном нами способе термического воздействия обнаруживается уже на третьи сутки действия фактора и носит фазный характер, с максимумами активности на пятые и седьмые сутки эксперимента [11]. Повышение содержания уровня глюкокортикоидов в крови приводит различным изменениям в организме на системном уровне [12], одним из которых является снижение эндокринной функции семенников, наблюдавшееся в эксперименте по снижению уровня тестостерона в плазме крови крыс.

Увеличение уровня глюкокортикоидов в крови крыс под действием термического фактора оказывало неблагоприятный эффект на функциональное состояние сердца животных, связанный с липотропным действием глюкокортикоидов. Как известно эти гормоны участвуют в реализации липидной триады, т.е. усиливают действие липаз, фосфолипаз, интен-

сивность перекисного окисления липидов и детергентное действие жирных кислот [13, 14]. По мнению авторов ряда работ, активация липидной триады способствует повреждению органа по свободнорадикальному механизму, снижению его массы и приводит к развитию патологий сердечно-сосудистой системы [15, 16]. При этом на протяжении семи суток температурного воздействия в органе происходят сложные биохимические процессы, определяющие нарастающее повреждение сердца [17].

Действие термического фактора не оказывало влияния на функциональную активность щитовидной железы, оцениваемую по содержанию тироксина и трийодтиронина в крови животных. Можно предположить, что наблюдаемый эффект термического фактора на сердце обусловлен активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС) и снижением уровня тестостерона в крови. Изменение массы этого органа у самцов крыс при активации ГГНС в условиях гипогонадизма показано [18].

Ежесуточное восьмиминутное воздействие ПМП с индукцией 9 мТл предотвращало активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы под действием термического фактора и возвращало уровень тестостерона в крови в преде-

лы физиологической нормы, а также предотвращало патогенное действие термического фактора на сердце. Изолированное действие ПМП не изменяло анализируемые показатели, что позволяет рассматривать его в качестве безопасного фактора, который может быть применен в медицинской практике.

Заключение

Таким образом, семисуточное воздействие термического фактора активировало ГГНС, подавляло секрецию тестостерона семенниками и не сказывалось на функции щитовидной железы крыс. Действие повышенной температуры приводило к снижению массы сердца и повышению активности перекисного окисления липидов в нем. Эффекты термического воздействия не обнаруживались, если на крыс воздействовало ПМП 8 мТл через 30 минут после термического фактора. Изолированное действие ПМП в течение 8 минут не вызвало изменений исследуемых показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Григорьев Ю.Г. Космическая радиобиология. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 176 с.
2. Подковкин В.Г., Иванов Д.Г., Иванов Г.А. // Успехи современного естествознания, № 7, 2008. С.13.
3. Подковкин В.Г., Слободянюк И.Л., Углова М.В. Влияние электромагнитных полей окружающей среды на системы гомеостаза Самара: Издательство «Самарский университет», 2000. – 108 с.
4. Бухарин Е.А., Богданов А.А., Бондарь И.И. // Материалы XXII итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава военно-медицинского факультета при Куйбышевском медицинском институте. Куйбышев, 1989. С.211.
5. Guide for the care and use of laboratory animals National Academy Press Washington, D.C. 1996. 128p.
6. Подковкин В.Г. Микромодификация метода определения 11-оксикортикостероидов. Деп. в ВИНТИ 4.7.1988 №5348-В 88
7. Практикум по биохимии / Под ред. Северина С.Е., Соловьевой Г.А. М.: Изд-во МГУ, 1989. - 509 с.
8. Современные методы в биохимии / под ред. В.Н. Ореховича. М.: Медицина, 1977. - 392с.
9. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. – 459с.
10. Экологическая физиология животных. Часть II. Физиологические системы в процессе адаптации и факторы среды обитания / Под. ред. Слоним А.Д. и др. Л.: Наука, 1981. - 582с.
11. Подковкин В.Г., Иванов Д.Г. // Вестник Самарского государственного университета. 2006. №9. С.237.
12. Егорова, Л.И. Лечение глюкокортикоидами и АКТГ. М.: Медицина, 1965. - 306с.
13. Елисеев, В.В., Сапронов Н.С. Аденозин и функции миокарда. СПб: Изд-во «Лань», 2000. - 160с.
14. Меерсон Ф.З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. М.: Медицина, 1984. - 270с.
15. Капелько В.И. // Русский медицинский журнал. Т. 11. №21. 2003. С. 15.
16. Шанин Ю.Н., Шанин В.Ю., Зиновьев Е.В. Антиоксидантная терапия в клинической практике. СПб: ЭЛБИ-СПб, 2003. - 128с.
17. Подковкин В.Г., Иванов Д.Г. // Вестник Самарского государственного университета. 2007. №8. С.198.
18. Кузьмина В.Е. // Вестник Самарского государственного университета. 2007. №8. С.129.

**THE ENDOCRINE GLANDS FUNCTIONAL STATUS AND HEART
BIOCHEMICAL MARKERS OF RAT UNDER CONSTANT MAGNETIC
FIELD EFFECT IN HEAT LOAD CONDITION**

Podkovkin V.G.¹, Ivanov D.G.²

¹*Samara State University,*

²*Experimental Medicine and Biotechnologies Institute of Samara Medicine University,
Samara, Russia*

In work was investigated the constant magnetic field effect on adrenal cortex, thyroid gland, testicle endocrine function and heart muscle metabolism of rat in heat load conditions. Under effect of high temperature adrenal cortex function was increased and testicle endocrine function were suppressed. The influence of magnetic field with 9 mT induction in 30 minutes after heat load was prevented hypothalamo-pituitary-adrenal axis activation and restore testosterone in blood to normal level. At the same time, magnetic field was averted heart damage, witch observed under high temperature effect.

Key words: magnetic field, endocrine glands, heart, rat.