УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия»

Том 18 (57). №2

СИМФЕРОПОЛЬ
2005

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. В. И. ВЕРНАДСКОГО

Научный журнал

Биология, химия.

Том 18 (57). № 2

Симферополь, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2005
Журнал основан в 1918 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ISBN 5-7763-9818-5
Журнал зарегистрирован 23 ноября 1999 года
Серия КМ № 534

Редакционная коллегия журнала:

Багров Н. В. – главный редактор
Бержанский В. Н. – заместитель главного редактора
Ена В. Г. – ответственный секретарь

Редакционная коллегия серии «Биология, химия»

Биологические науки
Темурьянц Н.А., доктор биологических наук, профессор – ***(редактор серии)***
Чуян Е.Н., доктор биологических наук, профессор ***(выпускающий редактор)***
Коренюк И. И., доктор биологических наук, профессор
Бугара А.М., доктор биологических наук, профессор
Павленко В.Б., доктор биологических наук, профессор
Юрахно М. В., доктор биологических наук, профессор
Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

Химические науки
Шульгин В. Ф., доктор химических наук, профессор – ***(соредактор серии)***
Дрюк В. Г., доктор химических наук, профессор
Земляков А. Е., доктор химических наук, профессор
Федоренко А. М., доктор химических наук, профессор
Чирва В. Я., доктор химических наук, профессор

© Таврический национальный университет, 2005 г.
Подписано в печать 01.12.2005. Формат 60x84 1/8 усл. изд. л. 10,6. Тираж 500. Заказ № 17/а.
Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ.
Проспект Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007

„Учьоніє запіскі Таврічєского іиаціональиого університєта ім. В. І. Вернадского"
Науковий журнал. Серія «Біологія, хімія». Том 18 (57), №2.
Сімферополь, Таврійський національний університет ім.. В.І.Вернадського, 2005
Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: Проспект Вернадского, 4, м. Сімферополь, 95007
Надруковано у інформаційно-видавничькому відділі Таврійського національного університету ім. В.І Вернадського.
Проспект Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 3-6.

УДК: 612.2:615.825.821-053.4

ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ СИНДРОМ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО КОРРЕКЦИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПОМОЩИ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Буков Ю.А., Алпеева А.В.

Гипервентиляция, как проявление дыхательной недостаточности, является часто встречающимся состоянием, характерным для лиц со сниженными резервами системы внешнего дыхания. Избыточная легочная вентиляция может быть отнесена к факторам, сдвигающим гомеостатические константы организма, провоцируя тем самым нарушения, связанные с изменением механизмов регуляции многих физиологических функций. Особенно важно поддержание определенного уровня гомеостаза в соответствии с возрастающими энергетическими потребностями организма в процессе постнатального онтогенеза, когда происходит становление функции системы внешнего дыхания [1]. В этой связи особо пристальное внимание должно быть уделено детям, часто болеющим простудными заболеваниями. Поскольку широкое распространение болезней органов дыхания у детей пагубно влияет не только на морфофункциональное состояние бронхолегочной системы, но и на общую резистентность организма и процессы физического развития ребенка. Любые изменения в функциональном состоянии системы внешнего дыхания связаны, в первую очередь, с искажением нейрореспираторного драйва – стимула, идущего из центральной нервной системы к работающим органам респираторной системы [2]. Ликвидация физиологических механизмов дыхательной недостаточности, проявлением которой является гипервентиляция, составляет главное звено в проведении комплексной коррекции. Сегодня достаточно широкое распространение получила так называемая респираторная тренировка, включающая в себя разнообразные режимы спонтанной вентиляции. Среди предлагаемых воздействий наиболее используемыми являются методы, основанные на применении возвратного дыхания и дыхания через дополнительное резистивное сопротивление [3, 4]. Однако до настоящего времени остаются неразработанными вопросы проведения респираторных тренировок для детей дошкольного возраста. В этой связи целью нашей работы явилось изучение возможностей нормализации функции системы внешнего дыхания у детей при помощи предложенной методики дыхания, основанной на увеличении объема дыхательных путей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях принимали участие 20 мальчиков в возрасте 5-6-ти лет, посещающих дошкольное учреждение санаторного типа. Функции системы внешнего

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

дыхания детей изучали спиропневмотахометрическим методом с помощью прибора "СпироТестРС" с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. При этом фиксировали следующие функциональные показатели: объём легочной вентиляции (VE, л/мин), дыхательный объём (VT, мл), частоту дыхательных движений (f, цикл/мин), форсированную ЖЕЛ (ФЖЕЛ, л), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ 1, л), пиковую объемную скорость (ПОС, л/с), максимальную объемную скорость на уровне 25, 50, 75 % ЖЕЛ ($МОС_{25}$, $МОС_{50}$, $МОС_{75}$, л/с). Фракционное содержание кислорода и углекислого газа в пробах выдыхаемого воздуха (FeO_2, $FeCO_2$, об. %) и альвеолярного воздуха (F_AO_2, F_ACO_2, об. %) определяли с использованием газоанализаторов ПГА-КМ и ПГ-ДУМ. Объемные показатели приведены к условиям BTPS. Исследования проводились как в состоянии относительного покоя, так и после стандартной физической нагрузки. В качестве нагрузочного теста использовали восхождение на ступеньку высотой 20 см в течение 5 минут. Респираторную тренировку проводили со всеми детьми. В качестве дополнительных дыхательных путей использовали трубочки различного диаметра, через которые осуществлялось дыхание. Величина респираторной нагрузки изменялась по мере прохождения курса коррекции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования паттерна дыхания у детей дошкольного возраста позволили выявить его особенности, свойственные гипервентиляционному синдрому (табл. 1).

Таблица 1.

Динамика функциональных показателей системы внешнего дыхания детей дошкольного возраста под влиянием корригирующих воздействий

Показатели	До коррекции		После коррекции		Достоверность	
	Покой	Нагрузка	Покой	Нагрузка	Покой	Нагрузка
VE, л/мин	6,38±0,24	11,72±0,9	4,5±0,2	9,2±0,3	p<0,001	p<0,01
VT, мл	219,0±9,2	367,0±41,0	237,0±14,0	382,3±21,9	p>0,05	p>0,05
f, цикл/мин	28,3±1,0	34,0±0,7	19,0±0,5	24,5±1,2	p<0,001	p<0,001
ЖЕЛ, л	0,624±0,03	0,932±0,07	1,415±0,04	1,542±0,04	p<0,001	p<0,001
$РО_{вд}$, мл	324±32,6	448,1±57,7	648,3±26,2	665,5±32,2	p<0,001	p<0,01
$РО_{выд}$, мл	72,0±16,7	120,0±34,0	516,5±33,6	528,2±40,0	p<0,001	p<0,001
$ОФВ_1$, л/с	0,849±0,03	0,706±0,05	1,282±0,05	1,260±0,4	p<0,001	p<0,001
ПОС, л/с	1,357±0,09	1,198±0,08	2,616±0,2	2,846±0,14	p<0,001	p<0,001
$МОС_{25}$, л/с	1,263±0,08	1,223±0,08	2,265±0,1	2,820±0,13	p<0,001	p<0,001
$МОС_{50}$, л/с	1,085±0,05	0,993±0,04	2,018±0,1	2,190±0,09	p<0,001	p<0,001
$МОС_{75}$, л/с	0,734±0,05	0,77±0,04	1,240±0,06	1,270±0,02	p<0,001	p<0,001
ΔFO_2, об. %	1,58±0,2	2,45±0,8	3,33±0,7	4,56±0,4	p<0,001	p<0,001
F_AO_2, мм рт.ст.	119,1±2,5	114,0±1,8	112,0±0,6	104,9±0,7	p<0,001	p<0,001
F_ACO_2, мм рт.ст.	21,4±0,6	22,0±0,6	27,65±0,2	31,67±0,4	p<0,01	p<0,001

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Характеристика частотно-объемных и временных параметров дыхания проводилась по частоте дыхательных движений, составляющих ЖЕЛ объемам, времени инспираторного потока.

Спирографические исследования позволили определить, что большинство детей обладают тахипноическим типом дыхания. Частотный компонент является ведущим в формировании объема легочной вентиляции, который в состоянии покоя в среднем равнялся 6,38±0,24 л/мин, что на 59,5 % превышает должные значения, свойственные этому возрасту. Частое и поверхностное дыхание сопровождалось снижением скорости инспираторного потока, а также изменением соотношения между длительностью инспираторной фазы и продолжительностью всего дыхательного цикла. Жизненная емкость легких, как интегральный показатель функциональных резервов системы внешнего дыхания, не превышала 624 мл, что на 55,5 % ($p \leq 0,001$) меньше должных значений. Особо следует отметить резко сниженный резервный объем выдоха, который равнялся 72,0±16,7 мл ($p \leq 0,001$). Ограниченные возможности для осуществления фазы выдоха являются следствием слабости респираторной мускулатуры. Отмечено также укорочение длительности экспираторной фазы дыхательного цикла. Анализ показателей поток-объем форсированного выдоха, позволил детально изучить возможности механики дыхания детей. Бронхиальная проходимость на всех уровнях бронхиального дерева была значительно снижена относительно должных величин. Так, пиковая объемная скорость форсированного выдоха составляла 0,849±0,03 л/с, а в больших, средних и мелких бронхах скорость воздушного потока не превышала 70,0 % должных показателей. Паттерн дыхания оказал значительное влияние и на массоперенос основных респираторных газов. Гипервентиляция способствовала вымыванию метаболической углекислоты из организма. Парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе уменьшилось до 21,4±1,3 мм рт.ст., что можно классифицировать как гипокапническое состояние [5]. Высокое PO_2 выдыхаемого воздуха свидетельствовало о резком снижении процессов утилизации кислорода, что, несомненно, сказывалось на кислородном режиме организма. Выполнение стандартной физической нагрузки оказало активизирующее влияние на вентиляторную функцию. Однако скорость воздушного потока в бронхах уменьшилась. Особенно значительное падение бронхиальной проходимости было зафиксировано в мелких бронхах и бронхиолах. Проведенные респираторные тренировки обеспечили изменение паттерна дыхания детей. Зарегистрировано снижение частоты дыхательных движений до 19,0±0,5 цикл/мин, ($p<0,01$). Объем легочной вентиляции при этом уменьшился до 4,5±0,2 л/мин, ($p<0,01$) при неизменной величине дыхательного объема. Возросла доля инспираторной фазы в длительности всего дыхательного цикла. Дыхание приобретало брадипноический тип. Использование дополнительного резистивного сопротивления дыханию обеспечило повышение активности главной респираторной мышцы – диафрагмы, а также усиление сократительной способности мышц выдоха и брюшного пресса. Повышение функциональных возможностей респираторной мускулатуры нашло свое отражение в увеличении

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

почти в 2 раза ЖЕЛ и перераспределении объемов её составляющих. Резервный объем выдоха возрос до 518,5±35,6 мл ($p<0,001$), а резервный объем вдоха достиг значений 648,5±26,2 мл ($p<0,001$). Изменение характера дыхания сопровождалось повышением напряжения CO_2 в альвеолярном воздухе до 24,9±0,9 мм рт.ст. ($p<0,05$). Усиление процессов ретенции метаболического CO_2 является крайне важным профилактическим эффектом, так как достижение изокапнического уровня PCO_2 создает необходимые предпосылки, обеспечивающие более выгодные условия для течения процессов газообмена в легких, улучшения гемодинамики малого круга кровообращения, поддержания кислородного гомеостаза [6]. Изменение газового состава альвеолярного воздуха благоприятным образом отразилось на параметрах бронхиальной проходимости. Вазодилятирующий эффект CO_2 обеспечил усиление скорости воздушного потока в бронхах различного калибра. При выполнении стандартной физической нагрузки отмечался значительный рост проходимости бронхов по отношению к показателям, зарегистрированным до проведения респираторной тренировки. Таким образом, проведенные корригирующие воздействия позволили значительно расширить функциональные резервы системы внешнего дыхания часто болеющих детей дошкольного возраста.

ВЫВОДЫ

1. Снижение функциональных резервов системы внешнего дыхания у часто болеющих детей дошкольного возраста проявляется изменением паттерна дыхания, рестриктивными процессами в бронхах, развитием состояния гипокапнии.

2. Использование респираторной тренировки, основанной на увеличении объема дыхательных путей, способствует формированию брадипноического типа дыхания, повышению эффективности механики дыхания, ретенции метаболического CO_2 в организме.

Список литературы

1. Шлыков И.И., Перельман Д.М. Возрастные изменения вентиляторной функции и гемодинамики малого круга кровообращения у детей и подростков // Физиология человека. – 1989. – Т. 15. – №4. – С. 56-62.
2. Бреслав И.С. Паттерн дыхания. – Л: Наука, 1984. – 204 с.
3. Зильбер А.П. Дыхательная недостаточность. – М.: Медицина, 1989. – 511 с.
4. Косицкий Г.И., Петровский Л.В., Зверькова Е.Е. Увеличение объёма дыхательных путей как способ тренировки организма. Превентивная кардиология. – М.: Медицина, 1987. – 430 с.
5. Малкин В.Б., Гора Е.П. Гипервентиляция. – М.: Наука, 1990. – 182 с.
6. Буков Ю.А. Физиологическая роль метаболического CO_2 в механизмах повышения физической работоспособности человека // Таврический медико-биологический журнал. – 2002. – Т. 4. – № 1-2. – С. 14-16.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 7-12.

УДК 612+591.1: 615.849.11

РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Грабовская Е.Ю., Малыгина В.И., Архангельская Е.В.

Возрастание региональной и глобальной антропогенной нагрузки на биосферу приводит в последнее время к ухудшению качества жизни, нарастанию экологического кризиса, снижению резервных возможностей организма и, следовательно, ухудшению здоровья человека. Установлено, что при действии стресс-факторов различной природы у человека и животных с неодинаковыми конституционными особенностями развиваются неоднозначные по интенсивности и направленности изменения в деятельности центральной нервной системы (ЦНС), систем нейрогуморальной регуляции, внутренних органов [1]. В последние годы к существенным экологическим факторам, обладающим высокой биологической активностью и способным влиять на неспецифическую резистентность организма, относят переменные магнитные поля инфранизкой частоты (ПеМП ИНЧ) [2-4].

В связи с этим не вызывает сомнений актуальность изучения индивидуальной чувствительности, и, следовательно, реактивности организма к действию различных агентов, и ПеМП ИНЧ, в частности.

Нами были проведены исследования, позволившие выявить индивидуальные различия между животными, а также особенности развития адаптационных процессов при действии ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл по изменению поведенческой адаптации в условиях «открытого поля» (ОП), по цитохимическому статусу нейтрофилов и лимфоцитов, а также по функциональному состоянию симпатоадреналовой системы (САС).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы выполнялась на беспородных крысах-самцах. Для формирования групп животных с различным уровнем двигательной активности была применена методика ОП. На основе этой методики были выделены животные с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнем двигательной активности. Как показали цитохимические исследования, у животных выделенных групп отмечались различия в уровне сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в лимфоцитах: у крыс с НДА, равной 7,2 ± 1,5 ед., уровень СДГ составил 27,8 ± 0,7 грн./лим.; у крыс со СДА, равной 31,9 ± 0,9 ед., уровень СДГ составил 21,5 ± 0,3 грн./лим.; у крыс с ВДА, равной 45,6 ± 1,5 ед., уровень СДГ составил 17,8 ± 0,6 грн./лим. ($p \leq 0,01$).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Во всех дальнейших экспериментах каждую из трех описанных групп животных разбивали на две подгруппы. Крысы одной подгруппы служили биологическим контролем и находились в обычных условиях вивария. Вторую подгруппу составили крысы, систематически подвергавшиеся воздействию ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл по 3 часа ежедневно в течение 9-ти дней.

У всех животных оценивали состояние защитно-приспособительных процессов системы крови до воздействия, а также на 1-е, 3-ьи, 5-е и 9-е сутки воздействия ПеМП по цитохимическому статусу нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови. Цитохимический показатель содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) определяли с помощью реакции Грэхема, ЦПС кислой фосфатазы (КФ) – методом азосочетания. Количественную оценку этих показателей осуществляли в соответствии с принципом Kaplow. Содержание сукцинатдегидрогеназы (СДГ) оценивали количественным цитохимическим методом по Нарциссову Р.П. [5].

О функциональном состоянии САС судили по уровню экскреции адреналина (А) и норадреналина (НА) с мочой, который определялся флюориметрическим методом по В.О. Осинской в модификации А.М. Бару [6]. Для количественного измерения использовали флюориметрическую приставку к спектрофотометру «Спекол–10» (Karl Zeiss, Jena).

Поведенческая адаптация животных к воздействию ПеМП ИНЧ исследовалась в условиях ОП [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования было установлено, что преобладающими в популяции являются крысы со СДА в ОП, на их долю приходится более 30 %. Поэтому можно считать, что типичная реакция на воздействие ПеМП развивается у животных этой группы.

Воздействие ПеМП на крыс со СДА в ОП приводит к двухфазным изменениям защитно-приспособительных процессов системы крови: на 1-3-ьи сутки воздействия произошло снижение ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах на 4 %, а уровня СДГ в нейтрофилах на 14 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Такое снижение уровня данных ферментов указывает на незначительное снижение уровня защитно-приспособительных процессов системы крови в целом. Изменение защитно-приспособительных функций крови на 1-3-ьи сутки эксперимента сопровождалось возрастанием активности САС: максимум экскреции как А, так и НА приходился на 1-3-ьи сутки эксперимента и достигал 132,3 ± 7,5 % ($p \leq 0,01$) и 134,4 ± 7,1 % ($p \leq 0,01$) соответственно относительно контрольного уровня. О преобладании экскреции А после первого воздействия свидетельствует снижение коэффициента НА/А на 12 % относительно контрольного уровня.

Исследование поведения крыс со СДА в ОП также выявило определенные изменения. Горизонтальная и вертикальная двигательная активность (ДА) животных в ОП возросла на 29,8 % и 123,0 % соответственно ($p \leq 0,01$) относительно контрольного уровня, что также свидетельствует о снижении адаптационных возможностей крыс.

К 7-9-му дню воздействия ПеМП показатели ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах повышаются до исходного уровня, а уровень СДГ превышает исходный на 8 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1). Оценка эффективности адаптации по морфологическому составу крови показала, что в условиях систематического воздействия ПеМП указанных

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

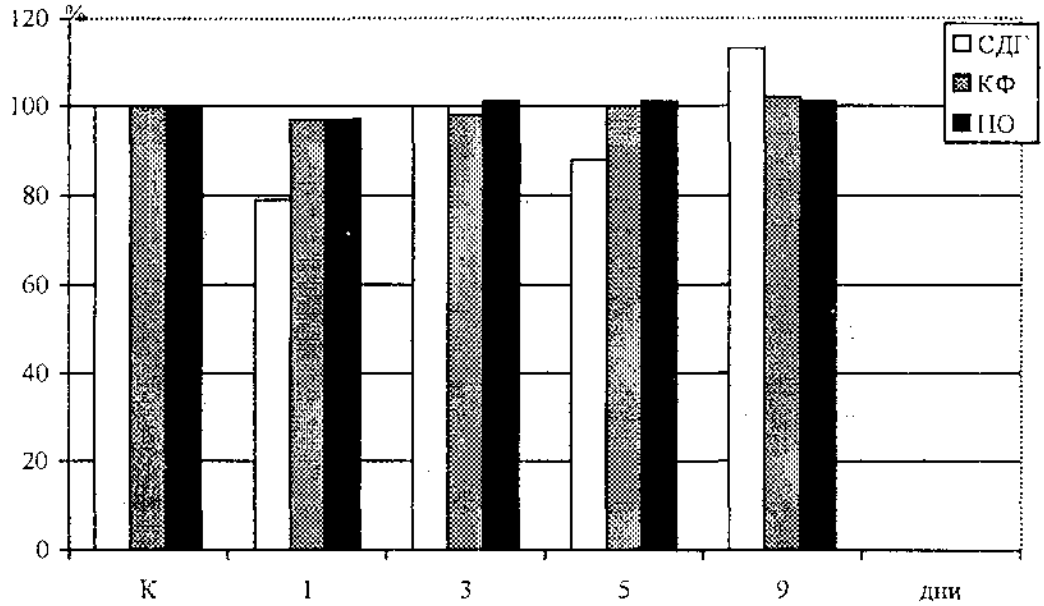


Рис. 1. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с СДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня – К).

параметров у животных со средней двигательной активностью развивалась адаптационная реакция активации, описанная Л.Х. Гаркави с соавт. [8], которую выявляли к 6 дню наблюдения по относительному увеличению числа эозинофилов, снижению коэффициента лимф./нс. на 49 % и 16,5 % ($p \leq 0,01$) соответственно.

Состояние САС стабилизировалось на новом уровне, а именно: экскреция А уменьшалась на 3 %, НА – на 32 % ($p \leq 0,05$) по сравнению с контрольным уровнем. Такое явление отражает увеличение потенциальной мощности САС. Горизонтальная и вертикальная ДА в ОП уменьшается на 80 % и 50 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Это говорит об усилении процессов торможения в ЦНС и развитии поведенческой адаптации к действию ПеМП ИНЧ, предохраняющей организм от неблагоприятных последствий первого периода адаптации, когда еще не сформировалась программа гомеостатического регулирования.

У крыс с ВДА в ОП первоначальная реакция на действие ПеМП отличалась от типичной, но развивалась гораздо позже – после 5-ти воздействий. ЦПС ПО и КФ в нейтрофилах снизился на 4 % и 7 % ($p \leq 0,05$) соответственно, уровень СДГ снизился на 27 % ($p \leq 0,001$) (рис. 2). У животных этой группы пик выделения А и НА приходится на 5-е сутки эксперимента, когда отмечено возрастание экскреции А на 30 % ($p \leq 0,001$), а НА – на 58 % ($p \leq 0,001$) относительно контрольного уровня. Изучение поведенческой адаптации показало, что у крыс с ВДА в ОП реакция на действие ПеМП развивается на 2-3 дня позже, чем у животных со СДА. У животных этой группы вертикальная и горизонтальная ДА возросли на 30 % и 32 % ($p \leq 0,05$) соответственно. К 9-ым суткам эксперимента отмечено снижение этих показателей.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

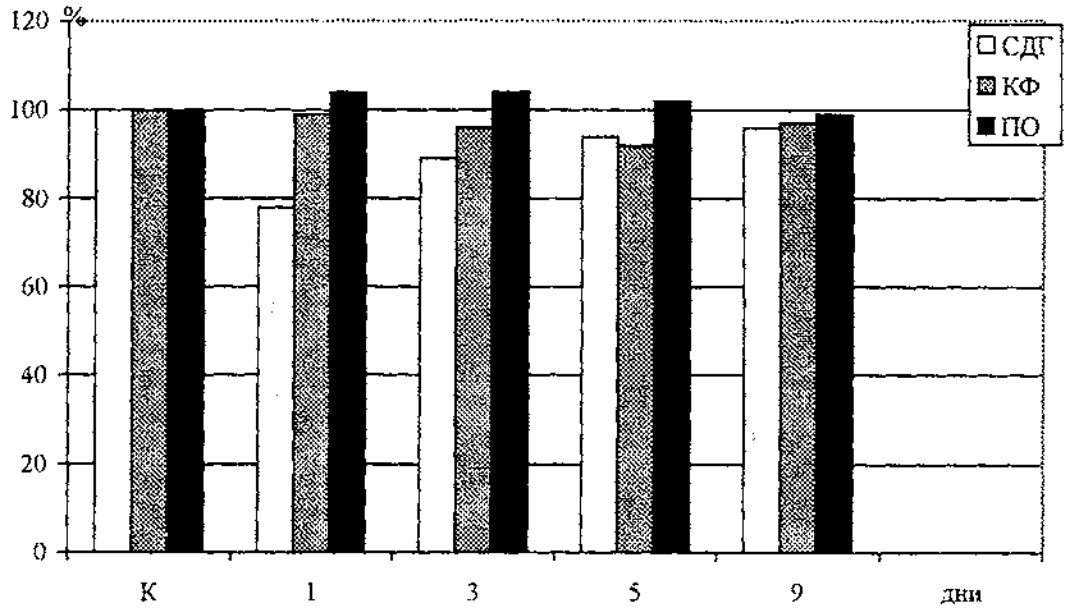


Рис. 2. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с ВДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня – К).

Сравнивая результаты исследования динамики адаптационных процессов у крыс со СДА и ВДА, мы установили одинаковую направленность и выраженность изменений, однако у животных с ВДА первоначальная реакция и адаптация к действию ПеМП развивается значительно позднее.

У крыс с НДА в ОП адаптационные процессы протекают по-иному: уже однократное воздействие ПеМП ИНЧ на животных этой группы приводит к дезорганизации поведения, повышению уровня горизонтальной и вертикальной ДА на 61 % и 12 % ($p \leq 0,05$) соответственно. После 3-х воздействий горизонтальная ДА остается повышенной на 45 %, а вертикальная ДА – на 140 % ($p \leq 0,001$) по сравнению с первым днем. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что у крыс с НДА в ОП ПеМП ИНЧ вызывает развитие эмоциональной реакции тревожности.

Поведенческая реакция на действие ПеМП обуславливается изменением медиаторных систем, и в первую очередь, норадренергической. Предполагается, что именно с активацией норадренергических структур связано превышение возбудимости ЦНС [9].

В проведенных исследованиях у животных данной группы обнаружено резкое увеличение экскреции с мочой как А, так и НА уже после 1-го воздействия ПеМП. После 3-го «облучения» уровень выделения с мочой А возрастает до 193,8 ± 7,8 % ($p \leq 0,001$), а НА – до 255,0 ± 3,0 % ($p \leq 0,001$) относительно контрольного уровня, причем преимущественно активировалось медиаторное звено этой системы. Об

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

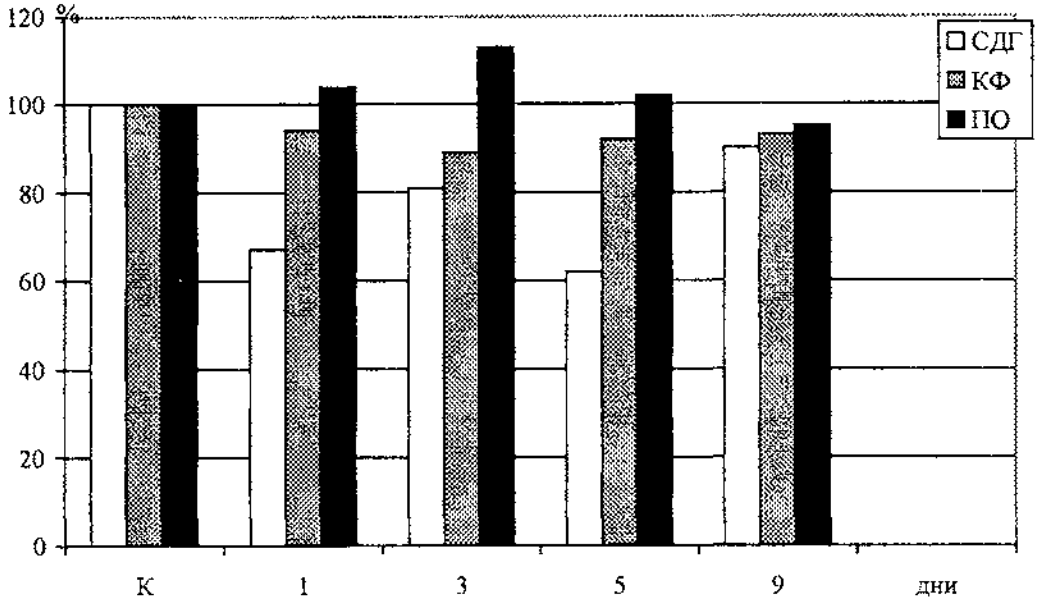


Рис. 3. Изменение активности ЦПС ПО, ЦПС КФ, СДГ в нейтрофилах крови крыс с НДА при действии ПеМП ИНЧ (% относительно контрольного уровня-К).

этом свидетельствует более выраженный рост экскреции НА, что выражается, в частности, и в возрастании коэффициента НА/А.

Снижение ЦПС КФ на 12 % ($p \leq 0,05$), повышение ЦПС ПО на 10 % ($p \leq 0,05$), снижение активности СДГ в нейтрофилах на 25 % ($p \leq 0,01$) (рис. 3) после 1-3-ех воздействий ПеМП свидетельствует об угнетении естественных защитных сил и функциональных возможностей клетки [1, 8].

В последующие сроки наблюдения уровень исследуемых показателей повышается, но ни один из них не достигает контрольного уровня: ЦПС ПО нейтрофилов снижен на 5 %, ЦПС КФ – на 7 %, уровень СДГ повышен на 4,6 %. Это свидетельствует о том, что после 9-ти воздействий ПеМП у крыс с НДА адаптация не развивается.

При проведении регрессионного анализа между уровнем горизонтальной двигательной активности в ОП и уровнем СДГ в лимфоцитах крови была выявлена высокая корреляционная связь ($r = -0,96$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что крысы с различным уровнем ДА неоднозначно реагируют на действие ПеМП ИНЧ. Наиболее выраженные изменения развиваются у животных с НДА. Результаты проведенного исследования согласуются с данными литературы о том, что один и тот же фактор у различных животных может вызвать разнообразные ответные реакции [1, 2, 10].

Выявленные закономерности могут быть использованы для изучения реакции на действие ПеМП у человека, а также для прогнозирования реабилитационного эффекта при применении физиотерапевтических воздействий.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ВЫВОДЫ

1. Крысы с различным уровнем двигательной активности в открытом поле неодинаково реагируют на действие переменного магнитного поля инфранизкой частоты, причем у крыс с низким уровнем двигательной активности изменения наиболее выражены.

2. Изменение цитохимического статуса нейтрофилов крыс при действии переменного магнитного поля инфранизкой частоты, заключающееся в снижении цитохимического показателя содержания пероксидазы и кислой фосфатазы, средней активности сукцинатдегидрогеназы с последующим восстановлением, регистрируется у животных с высоким уровнем двигательной активности на три - пять дней позже, чем у крыс со средним уровнем двигательной активности.

3. У крыс с низким уровнем двигательной активности адаптация к действию переменного магнитного поля сопровождается возрастанием возбудимости центральной нервной системы, а у крыс с высоким уровнем двигательной активности и со средним уровнем двигательной активности – снижением возбудимости центральной нервной системы, более выраженном у животных со средним уровнем двигательной активности.

Список литературы

1. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис. …канд. биол. наук. – Симферополь. – 1991. – 21 с.
2. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений.: Автореф. дис…докт.биол.наук. уровня – М. – 1993. – 43 с.
3. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П. – Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – 206 с.
4. Евстафьева Е.В. Изменение показателей липидного обмена и системы крови у крыс при адаптации к гипокинезии.: Автореф. дис. …канд.биол.наук. – Л. – 1985. – 24 с.
5. Нарциссов Р.П., Степанова Е.И. Проблемы прогнозирования здоровья детей – М. – 1987. – 62 с.
6. Бару А.М. Значение норадреналина головного мозга в возникновении гормонально-медиаторной диссоциации как формы изменения симпатико-адреналовой активности // Физиология и биохимия биогенных аминов. – М.: Наука, 1962. – С. 64-70.
7. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля.// Журн. высшей нервной деятельности. – 1981. – 31, №2. – С. 301-307.
8. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского ун-та, 1990. – 223 с.
9. Темурьянц Н.А., Грабовская Е.В., Малыгина В.И., Сиренко М.Д. Состояние адрено-медуллярной системы крыс при действии слабых переменных магнитных полей // Тез. докл. 4 Всесоюзн. конф. Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды. – Л-д. – 1991. – С. 226.
10. Судаков К.В., Юматов Е.А., Ульянинский Л.С. Системные механизмы эмоционального стресса // Механизмы развития стресса. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 52-79.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005. № 3. С. 13-20.

УДК 612.825; 616:613.6

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЕГО КОРРЕКЦИИ

Евстафьева Е.В., Сидякин В.Г., Павленко В.Б.

Загрязнение окружающей среды, негативное влияние физико-химических веществ техногенного происхождения и «технологических стрессов» на здоровье человека привело к формированию ряда новых научных направлений, что обусловлено задачами охраны физического и психического здоровья населения. К их числу относятся экологическая физиология и психология, разработка новых немедикаментозных средств коррекции и лечения неблагоприятных психофизиологических состояний человека. Особенно важным является развитие этих новых направлений в применении к охране здоровья учащихся – школьников и студентов.

Показано, что многие техногенные поллютанты, в частности, тяжелые металлы, обладают нейротоксическим действием даже в низких дозах, при уровнях, обнаруживаемых в окружающей среде [1]. Есть основания предполагать, что особенно неблагоприятное воздействие они оказывают на развивающийся организм ребенка. Кроме того, известно, что работа с применением персональных компьютеров (ПК) не только позволяет повысить производительность труда, но и является фактором риска для здоровья пользователя [2-4]. В то же время, ПК широко используются в процессе обучения в школе и ВУЗах, обеспечивая учащихся необходимой подготовкой к дальнейшей профессиональной деятельности.

Воздействие указанных неблагоприятных факторов на психофизиологический статус учащихся изучено недостаточно. В связи с этим, в 2000-2005 г.г. сотрудниками кафедр физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета и нормальной физиологии Крымского медицинского университета проведены совместные исследования нейро- и психофизиологических параметров организма при действии поллютантов и напряженной работе с использованием ПК. Целью настоящей работы является обобщение полученных данных и представление научно обоснованных рекомендаций по снижению неблагоприятных воздействий указанных факторов. Приведенные ниже рекомендации утверждены на заседании Ученого Совета биологического факультета ТНУ им. В.И. Вернадского от 22.09.05.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях приняли участие 131 здоровый ребенок возрастом 5-16 лет и 109 взрослых добровольцев студентов возрастом 19-35 лет (обоего пола). Психофизиологический статус испытуемых оценивался с помощью психологического тестирования, анализа ритма ЭКГ и изучения особенностей ЭЭГ-потенциалов. При этом исходили из представления, что особенности ЭЭГ и так называемых когнитивных вызванных потенциалов (ВП) являются индикаторами тонких внутримозговых изменений. В работах многих авторов показано, что изменения таких ВП могут отражать нарушения высших психических функций, а также функционирование отделов мозга, связанных с избирательным вниманием, восприятием и принятием решения, процессами формирования двигательных актов [5]. Наиболее информативными среди когнитивных ВП являются потенциалы связанные с вниманием (P1, N1, P2), подготовкой к действию (условная негативная волна – УНВ) и восприятием релевантной информации (P300).

Анализу психофизиологического состояния детей и влияния на него поллютантов была посвящена первая серия исследований. Содержание тяжелых металлов в организме детей определяли по наличию их в физиологически стабильных тканях (волосах) с использованием рентгено-флуоресцентного (свинец и кадмий) и атомно-абсорбционного (ртуть) методов. У детей также определяли показатели внимания (тест Шульте) и измеряли выраженность таких черт личности как тревожность, агрессивность, враждебность (тесты EPI Айзенка и тест Дом-Дерево-Человек).

Анализу психофизиологического состояния студентов и влияния на него напряженной работы с ПК была посвящена вторая серия исследований. Регистрация электрофизиологических показателей в этой серии исследований проводилась до и после напряженной работы с ПК (выполнение корректурной пробы Бурдона, заполнение тестов-опросников) в течение часа. В последействии функциональной нагрузки оценивали эффективность следующих методов коррекции: 15 минутной экспозиции цветовых таблиц (ЦТ) С.-А. Мадяра или двух последовательных сеансов биологической обратной связи по ЭЭГ (ЭЭГ-ОС) аналогичной длительности. Предъявленные в экспериментах ЦТ включают в себя гармонические триады 12-ступенчатого цветового круга. Сочетания цветов размещены на площади таблиц таким образом, чтобы субъект непроизвольно перемещал свое внимание от одной триады к другой. Сеансы ЭЭГ-ОС были направлены на увеличение соотношения альфа- и тета-ритмов испытуемого. Выявленные коррекционные эффекты сравнивали с показателями контрольной группы, участники которой в течение 15 минут сидели спокойно, глядя на экран, освещенный подобно ЦТ.

В обеих сериях исследования регистрировали текущую ЭЭГ и ЭКГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми и открытыми глазами, а также ВП в парадигме определения времени простой сенсомоторной реакции с предупреждением и сигналом обратной связи, информирующем о быстроте времени реакции. Определяли амплитудно-временные показатели следующих компонентов комплекса ВП: средне- и длиннолатентных волн P1-N2, развивающихся в ответ на предупредительный сигнал; УНВ, в промежутке между предупредительным и

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

исполнительным сигналами; волны Р300, возникающей при восприятии испытуемым сигнала обратной связи).

Отведение и анализ ЭЭГ, ЭКГ и ВП осуществляли в центральных отведениях по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-16S («Medicor», Венгрия), лабораторного интерфейса и компьютера IBM PC. Анализируя динамику R-R интервалов ЭКГ, рассчитывали индекс напряжения (ИН) вегетативной нервной системы по Р.М. Баевскому.

Данные электрофизиологического исследования и показатели психологического тестирования количественно обрабатывались с использованием стандартных методов вариационной статистики. Коэффициенты корреляций рассчитывали по Спирмену. Остальные подробности методики описаны ранее [6-12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам первой серии исследований следует отметить, что среднее значение содержания ртути в волосах детей составило 0,134±0,07 мкг/г (крайние значения 0,06–0,30) и было значительно ниже предела условной нормы [1]. Содержание кадмия и свинца составило 2,59±0,58 (0,79–4,75) и 3,43±2,01 (1,30–7,40), соответственно, что приближается к границе условной нормы, а в отдельных случаях превышает ее в два раза [13].

Увеличение содержания ртути в организме сопровождалось значимым снижением мощности низко- и среднечастотных ЭЭГ-ритмов правого и левого полушарий мозга, увеличением времени реакции (r=0,61) и латентного периода когнитивных ВП N1 (r=0,49) и Р300 (r=0,48), снижением амплитуды волны N1-P2 (r=-0,37) [6], ухудшением функционирования сердечно-сосудистой системы, ростом нейротизма, тревожности и враждебности. Имеет место отрицательная корреляция (r=-0,31) между содержанием ртути и скоростью "врабатывания", то есть включения в работу, требующую внимания [14-16]. Таким образом, с содержанием ртути в организме коррелировало значительное количество психофизиологических показателей. Можно заключить, что даже небольшое увеличение ее уровня в пределах условной нормы обусловливает заметные изменения широкого спектра нейро- и психофизиологических характеристик и функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Уровень кадмия был значимо и положительно связан с мощностью гамма-ритма ЭЭГ и латентным периодом волны Р2 (r=0,49), и, в наибольшей степени, с неблагоприятными изменениями в деятельности сердечно-сосудистой системы [8, 15].

Уровень свинца был значимо и положительно связан с мощностью гамма-ритма ЭЭГ, латентным периодом волны Р2 (r=0,65) и Р300 (r=0,47). В то же время, уровень этого тяжелого металла в исследованном диапазоне концентраций не выявил достоверных корреляций с состоянием сердечно-сосудистой системы [8, 15].

Таким образом, именно нейро- и психофизиологические показатели показали наибольшую чувствительность к присутствию в организме металлов-поллютантов, а

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

наибольшее влияние оказывали ртуть, затем кадмий и свинец. Для ртути характерным было влияние на низко- и среднечастотные ритмы ЭЭГ, для свинца и кадмия – на ее высокочастотный диапазон. Определенное ослабление низкочастотных и усиление высокочастотных ритмов ЭЭГ может приводить к дисбалансу процессов возбуждения и торможения в ЦНС, увеличивая общую возбудимость.

Корреляционный анализ показал, что среди детей 5-7 лет наилучшее развитие процессов внимания присуще тем, у кого выявлены максимальные амплитуды компонентов N1-P2 (r=0,47). В возрастной группе 10-12 лет оптимальные характеристики процессов внимания выявлены у испытуемых с максимально выраженными компонентами N1 (r=0,46), P2 (r=0,42), N1-P2 (r=0,40). В возрастной группе 15-16 лет оптимальные характеристики процессов внимания присущи подросткам с максимальными амплитудами компонентов P1 (r=0,38), P2 (r=0,61), УНВ (r=0,39), волны P300 (r=0,48) и минимальной амплитудой компонента N2 (r=-0,42) [9]. Указанные компоненты ВП можно считать индикаторами уровня развития произвольного внимания детей.

Логично предположить, что изменение пространственно-временного паттерна ВП, выявленное у детей с повышенным относительно среднего уровнем содержанием тяжелых металлов, свидетельствует о негативных изменениях в мозговых системах восприятия, внимания, принятия решения, что и отражается в показателях произвольного внимания. Для минимизации поступления ионов тяжелых металлов в организм детей родителям и администрациям школ необходимо более тщательно относится к качеству приобретаемых пищевых продуктов, разъяснять вред курения (основной источник ионов кадмия). В качестве индикаторов состояния ЦНС детей рекомендуется измерение латентных периодов следующих компонентов ЭЭГ-потенциалов: N1, P300 (ртуть), P2 (кадмий, свинец); чем выше их значения, тем выше содержание тяжелых металлов в организме. Для коррекции функционирования ЦНС детей можно также рекомендовать применение сеансов ЭЭГ-ОС, направленных на увеличение соотношения бета- и тета-ритмов ЭЭГ. Показано [16], что проведение таких сеансов способствует развитию уровня произвольного внимания.

Анализируя итоги второй серии исследований, необходимо отметить, что напряженная работа на ПК в течение часа приводила у испытуемых-студентов к статистически значимому изменению показателей ЭЭГ, зарегистрированных сразу после функциональной нагрузки [11]. Так обнаружено увеличение мощности бета-ритмов и рост их соотношения с альфа-ритмами ЭЭГ, снижение коэффициента реактивности ЭЭГ. Выявленная перестройка ритмов ЭЭГ свидетельствовала о росте напряженности в ЦНС. В бóльшей степени указанная активированность выявляется в левом полушарии головного мозга большинства испытуемых, что приводит к росту асимметрии альфа-ритма ЭЭГ. В то же время, в последействии функциональной нагрузки отмечается удлинение R-R интервалов и, как следствие, некоторое снижение ИН. Показатели теста САН также свидетельствуют о некотором снижении самочувствия, активности и настроения, что согласуется с динамикой электрофизиологических показателей.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Итоговая запись психофизиологических показателей (примерно через один час после окончания работы с ПК) свидетельствовала о сохранении наметившихся сдвигов у контрольной группы испытуемых. В то же время, у испытуемых экспериментальной группы, которым после работы с ПК предъявляли ЦТ, наблюдается быстрое восстановление исходных ритмов ЭЭГ [12]. При этом между средними значениями мощности ритмов ЭЭГ и соотношением разных ритмов у указанных групп выявлены значимые различия. Так, экспозиция ЦТ приводит к росту мощности тета-ритма правого полушария при закрытых глазах и к усилению альфа-ритма в обоих полушариях при открытых глазах. Отмечалось также значимое снижении соотношения бета- и альфа ритмов и, следовательно, достижение большого расслабления испытуемыми опытной группы, по сравнению с контрольной. Больший прирост альфа-, по сравнению с тета-ритмом, вслед за экспозицией ЦТ свидетельствует о восстановлении оптимального баланса процессов возбуждения и торможения в ЦНС [17].

Регистрация ВП до и после работы с ПК у испытуемых контрольной группы выявила некоторое увеличение их амплитуды в итоговой записи. В то же время, средние величины УНВ в левом полушарии у испытуемых после экспозиции ЦТ значимо выше, чем у контрольной группы. Можно также отметить тенденцию к бóльшей выраженности Р300 в экспериментальной группе. Поскольку большие амплитуды ССП выявляются у эмоционально стабильных, не тревожных индивидов в комфортном состоянии [18], то выявленные различия между группами свидетельствуют о более быстром восстановлении оптимального состояния ЦНС после визуальной цветостимуляции. Результаты проведенного нами исследования подтверждают имеющиеся представления о благоприятном влиянии визуальной цветостимуляции на психофизиологический статус человека [10]. Итоги настоящего исследования позволяют рекомендовать ограничить время напряженной работы с ПК пределами одного часа и применять ЦТ С.-А. Мадяра для более быстрого и эффективного восстановления исходного психофизиологического состояния студентов. Даже кратковременная (15 мин) экспозиция указанных ЦТ позволяет достичь благоприятного соотношения процессов возбуждения и торможения в ЦНС.

У испытуемых второй экспериментальной группы, которые после работы с ПК участвовали в сеансах ЭЭГ-ОС, также наблюдается быстрое восстановление исходных ритмов ЭЭГ [11]. При этом в последействии сеансов ЭЭГ-ОС в текущей ЭЭГ-покоя выявляется статистически значимый рост мощности альфа-ритма левого полушария при закрытых глазах и значительное снижение мощности бета2-ритма в обоих полушариях. Кроме того, обнаруживается тенденция к некоторому приросту тета-активности при закрытых глазах. Указанные изменения ведут к снижению соотношения бета2- и альфа- ритмов и следовательно к достижению большого расслабления испытуемыми опытной группы, по сравнению с контрольной. Выявлено также увеличение соотношения альфа- и тета- ритмов в последействии сеансов ЭЭГ-ОС, особенно выраженное в отведении от правого полушария и при открытых глазах. Как известно [19], увеличенная мощность тета-ритма по сравнению с альфа-ритмом, указывает на пониженную скорость обработки информации в ЦНС, дефицит психомоторной активности, внимания, трудности с извлечением информации из

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

семантической памяти, нарушения логического мышления и недостаточный уровень метаболизма в неокортексе. Больший прирост альфа-, по сравнению с тета-ритмом, свидетельствует об эффективности тренинга и в, конечном счете, о лучшем, по сравнению с контрольной группой, восстановлении оптимального баланса процессов возбуждения и торможения в ЦНС [20-21].

Регистрация ВП показала, что средние величины УНВ, а также потенциала Р300 в обоих полушариях у испытуемых после сеансов ЭЭГ-ОС значимо выше, чем у контрольной группы. Поскольку большие амплитуды ССП выявляются у эмоционально стабильных, не тревожных индивидов в комфортном состоянии [17-18], то выявленные различия между группами свидетельствуют о более быстром восстановлении оптимального состояния ЦНС после ЭЭГ-ОС. Таким образом, итоги настоящего исследования позволяют рекомендовать применение сеансов ЭЭГ-ОС для быстрой и эффективной коррекции психофизиологического статуса учащихся после напряженной работы на ПК.

ВЫВОДЫ

1. Выявление значимых связей между функциональными показателями ЦНС и содержанием токсичных металлов в организме детей даст основание рекомендовать использование физиологических и психофизиологических подходов с применением регистрации текущей ЭЭГ, вызванных ЭЭГ-потенциалов, а также проведение психологического тестирования для определения степени воздействия наиболее опасных тяжелых металлов на организм человека даже в тех случаях, когда их концентрация находится в пределах условных норм.

2. В качестве индикаторов состояния ЦНС детей рекомендуется измерение латентных периодов следующих компонентов ЭЭГ-потенциалов: N1, P300 (ртуть), P2 (кадмий, свинец); чем выше их значения, тем выше содержание тяжелых металлов в организме, выше тревожность и враждебность, ниже показатели развития произвольного внимания.

3. Для минимизации поступления ионов тяжелых металлов в организм детей необходимо более тщательно относится к рациону продуктов питания, разъяснять вред курения (основной источник ионов кадмия). Рекомендуется определение микроэлементного баланса в организме и составление, на основании этого, пищевого рациона, включение в него продуктов, способствующих выведению токсичных металлов и содержащих основные элементы, являющиеся антагонистами к токсичным. Для коррекции неблагоприятных нейро- и психофизиологических изменений рекомендуется проводить тренинги, направленные на снижение тревожности, агрессивности, развитие произвольного внимания, в том числе с применением методик биологической и психологической обратной связи.

4. При проведении занятий со студентами рекомендуется ограничить продолжительность напряженной работы с применением персональных компьютеров пределами одного часа. Тренинги с применением биологической обратной связи по ЭЭГ и визуальная цветостимуляция с использованием цветовых таблиц С.-А. Мадьяра позволяют достичь более быстрого восстановления оптимального состояния ЦНС после напряженной работы с компьютером.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Список литературы

11. Трахтенберг И.М. Современные аспекты экспериментального изучения воздействия химических веществ в малых концентрациях // Мат. Междунар. Конф. «Прогнозирование токсичности и опасности химических соединений». – М. – 1987. – С. 58-67.
12. Bartosinska M, Ejsmont J, Tukalska-Parszuto M. Morbidity among employees working with computers // Med. Pr. – 2001. – V. 52, № 3. – P. 185-195.
13. Arnetz B.B. Technological stress: psychophysiological aspects of working with modern information technology // Scand. J. Work/ Environ. Health. – 1997. – V. 23, № 3. – P. 97-103.
14. Тюнин В.Л., Павленко В.Б. Анализ неблагоприятных воздействий напряженной работы на компьютере на функциональный статус человека // Ученые записки ТНУ. – 2004. – Т. 17 (56), № 1. – С.82-88.
15. Шагас Ч. Вызванные потенциалы в норме и патологии. М.: "Мир". – 1975. – 314 с.
16. Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Евстафьева Е.В. Артов А.М. Биоэлектрическая активность мозга и психофизиологический статус у подростков в связи с содержанием ртути в организме // Таврический медико-биологический вестник.– 2000. – Т.4, №3-4. –С. 121-125.
17. Павленко В.Б., Конарева И.Н., Шутова Е.С., Черный С.В. Использование электроэнцефалографической биообратной связи для коррекции психофизиологического статуса человека // Таврический медико-биологический вестник. – 2001 – Т. 4, № 4. – С. 56-60.
18. Евстафьева Е.В., Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Слюсаренко А.Е., Гружевская В.Ф., Демченко В.Ф. Особенности функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем в связи с содержанием свинца и кадмия в организме // Таврический медико-биологический бюллетень . – 2002. – Т. 5, №4. – С. 52-56.
19. Павленко В.Б., Луцюк Н.В., Борисова М.В. Связь индивидуальных характеристик вызванных ЭЭГ-потенциалов у детей с индивидуальными характеристиками внимания // Нейрофизиология / Neurophysiology. – 2004. – Т. 36, № 4. – С. 326-333.
20. Мадяр С.-А.., Бержанский В.Н., Шинкаревский П.В., Куличенко А.М., Павленко В.Б., Ковалевская Е.Э., Радионова Т.А., Дьяченко Е.В. Психофизиологические эффекты воздействия цветовых таблиц С.-А. Мадяра. – Ученые записки Таврического национального университета. им. В.И. Вернадского. – 2004. – Т. 17 (56), № 1. – 48-54.
21. Тюнин В.Л., Павленко В.Б. Коррекция неблагоприятных эффектов напряженной работы на компьютере с помощью электроэнцефалографической обратной связи // Труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского. – 2004. – Т. 140 , часть 3 . – С. 174-178.
22. Тюнин В.Л., Мадьяр С.-А., Ковалевская Е.Е., Павленко В.Б. Коррекция неблагоприятных влияний напряженной работы на компьютере с помощью цветовых таблиц С.-А. Мадьяра // Ученые записки ТНУ. – 2005. – Т. 18 (57), № 1. – С. 138-145.
23. Valkonic V. Human hair. – Boca Raton: CRC Press, 1988. –164 p.
24. Евстафьева И.А. Содержание ртути в организме и психологические качества личности подростков // Таврический медико-биологический вестник. – 2001. – Т. 4, № 4. – С. 49-52.
25. Евстафьева И.А. Особенности состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем в связи с состоянием тяжелых металлов в организме подростков // Автореф. дис. канд. биол. наук. – Симферополь, 2003. – 20 с.
26. Сидякин В., Павленко В., Луцюк Н. Применение биологической и психологической обратной связи для развития внимания у детей // In: Health strengthening. Radom – 2003. – С.203-205.
27. Черный С.В., Павленко В.Б. Тревожность, ее ЭЭГ-корреляты и возможные механизмы // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2004. – Т. 17 (56), № 1. – С. 89-98.
28. Конарева И.Н., Павленко В.Б Взаимосвязь ритмической активности коры мозга, вызванных потенциалов и характеристик личности //Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2001. – Т. 14 (53), № 1. – С. 11-15.
29. DeLuca, J., Johnson, S. K., Beldowicz, D., Natelson, B. H. Neuropsychological impairments in chronic fatigue syndrome, multiple sclerosis, and depression // Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatr.. – 1995. – V 58, N 1. – P. 38-43.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

30. Sterman B. Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: implication for self-regulation // Biofeedback and self-regulation. – 1996. –21, № 1. – P.3-33.
31. Трибрат А.Г., Макарова Л.Е., Павленко В.Б. Стратегии направленной аутокоррекции психофизиологического состояния с использованием биологической обратной связи по ЭЭГ // Ученые записки ТНУ. – 2005. – Т. 18 (57), № 1. – С. 146-153.

Поступила в редакцию 03.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 21-33.

УДК 594.124 (262.5)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.) В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

Золотницкий А.П.

Исследование закономерностей прохождения половых циклов и реализация исторически сложившихся адаптаций, связанных с размножением различных видов гидробионтов, представляет теоретический интерес для сравнительной и эволюционной физиологии и экологии [1-3]. В то же время выявление экологических механизмов, обеспечивающих их устойчивое воспроизводство, является основой биотехнологий культивирования тех или иных видов водных организмов [4-6].

Двустворчатый моллюск мидия – *Mytilus galloprovincialis Lam.* является важным промысловым видом и одним из наиболее перспективных объектов культивирования в Черном море [7-9]. В связи с этим для разработки теоретических основ марикультуры моллюсков большое значение приобретает исследование закономерностей размножения мидии в связи с особенностями биотопа.

В большинстве имеющихся работ материалы о процессах размножения черноморской мидии базировались либо на результатах планктонных съемок, характеризующих сроки появления и концентрации личинок этого вида в различных районах моря, либо на анализе прижизненных (витальных) препаратов [10-13]. Вместе с тем, общеизвестно, что визуальное определение стадий зрелости не дает полного представления о процессах, происходящих в генеративной ткани [14], что и обуславливает проведение более детальных гистологических исследований закономерностей прохождения половых циклов в различных районах Черного моря, что и явилось целью настоящей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор проб осуществлялся в Керченском проливе, западном побережье Крыма (лиман Донузлав), северо-западной части Черного моря (Тендровский залив) и у побережья Северного Кавказа (мыс Большой Утриш). Моллюсков собирали с коллекторов и обрастаний пирса, распределяли на размерные группы с интервалом 5 мм. При индивидуальном анализе измеряли длину и высоту раковины, определяли общую массу соматических тканей, гонад, гепатопанкреаса. Отдельные участки половых желез фиксировали в жидкости Буэна и после 3 - 4-недельного выдерживания обрабатывали по общепринятым методикам – проводили через

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

спирты возрастающей концентрации и ксилол, после чего заливали в парафин. Серийные сагиттальные и фронтальные срезы, толщиной 5 - 7 мкм окрашивали железным гематоксилином и азаном по Гейденгайну [15]. Для выявления наличия гликопротеиновых веществ проводили ШИК-реакцию по Мак-Манусу и Хочкиссу, с докраской квасцовым гематоксилином и оранжем Ж с контролем амилазой [16].

Для характеристики функционального состояния гонад использовали следующие показатели: размеры ацинусов, число половых клеток, размеры их и ядер, количество ядрышек, степень заполнения цитоплазмы желтком. Всего обработано 282 проб гонад мидии, собранные в разные периоды годового цикла.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения состояния желез в различные сезоны года в репродуктивном цикле мидии было выделено 6 стадий зрелости гонад: 1 – половой инертности (индифферентного состояния), 2 – начало гаметогенеза, 3 – интенсивного гаметогенеза, 4 – преднерестового состояния, 5 – созревания и нереста, 6 – посленерестовой перестройки (рис. 1). В целом, сходную картину этапности развития половых желез черноморской мидии выявили и другие авторы [17-19]. На основе выделенных стадий зрелости нами проанализированы сезонные изменения в гонадах самок в течение годичного репродуктивного цикла.

Описание состояния половых желез мы начнем с летнего периода, когда завершается нерест мидии и большая часть особей переходит в стадию половой инертности (рис.1). Как правило, в июне, в гонадах основной части популяции моллюсков, завершаются процессы резорбции невыметанных зрелых яиц и ооцитов различных фаз периода трофоплазматического роста. Гонады в это время представлены практически одной соединительной тканью с "вкраплениями" мелких (140 - 170 мкм) сжатых ацинусов (ампул) с гониями, размером 7 - 10 мкм неопределенной половой принадлежности – индифферентное состояние или 1 стадия зрелости (рис. 1.1). У отдельных особей пол можно определить по наличию в ампулах мелких ооцитов генеративной фазы Указанное состояние половых желез обычно продолжается до середины июля, после чего начинается новый цикл гаметогенеза.

Со второй половины июля в гонадах самок начинается процесс перехода оогоний в ооциты генеративной фазы (малого роста), во время которого наиболее значительные изменения происходят в ядре – период ядерных преобразований (2-ая стадия зрелости). Размеры ацинусов увеличиваются до 240 – 250 мкм, ооцитов до 20 – 25 мкм (рис.1.2), в соединительной ткани появляются включения гликогена. В августе процессы гаметогенеза резко интенсифицируются, в гонадах самок видны ооциты разных фаз трофоплазматического роста, в цитоплазме которых происходят процессы вителлогенеза – синтеза и отложение в цитоплазме желтка (3-я стадия зрелости). Размеры ацинусов увеличиваются до 280 – 300 мкм (рис. 1.3), площадь соединительной ткани заметно уменьшается. В это время в ацинусах наблюдается заметная асинхронность роста ооцитов, которые находятся на разных стадиях роста.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

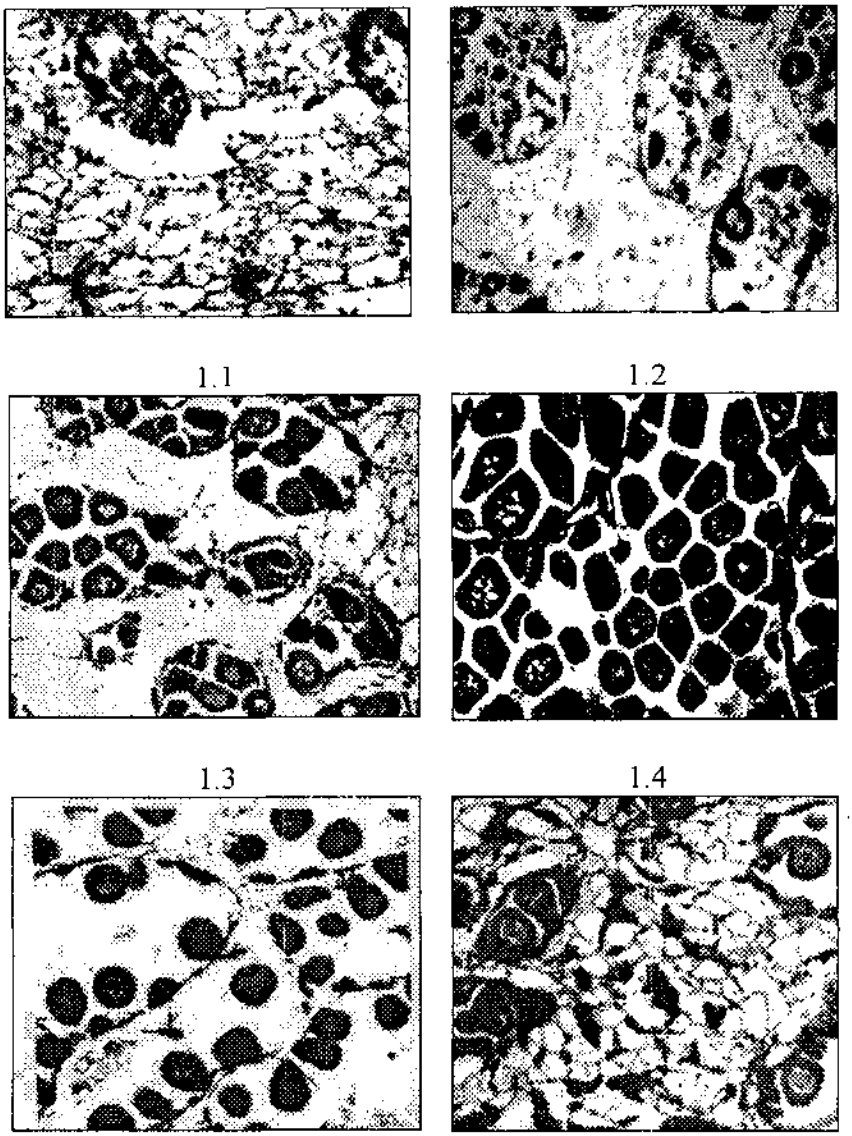


Рис. 1. Стадии зрелости половых желез черноморской мидии. 1.1 – индифферентное состояние (1 стадия); 1.2 – начало гаметогенеза (2 стадия); 1.3 – интенсивный гаметогенез (3 стадия); 1.4 – преднерестовое состояние (4 стадия); 1.5 – созревание и нерест (5 стадия); 1.6 – посленерестовой перестройка (6 стадия).

К концу августа в гонадах моллюсков происходит завершение процессов гаметогенеза – в ооцитах самок заканчиваются процессы дейтоплазматического

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

роста, они достигают размера 50 – 55 мкм, но все они еще остаются связанными с базальной мембраной своеобразным цитоплазматическим выростом – «ножкой». Такое состояние гонад можно определить как 4-ую стадию зрелости (рис. 1.4).

Процессы нереста обычно протекают до середины октября, хотя могут и сдвигаться в ту или иную сторону в зависимости от гидрометеорологических условий. С конца октября до конца ноября в гонадах моллюсков начинается посленерестовая перестройка – атрезия невыметанных зрелых половых клеток (6-я стадия зрелости) и фагоцитоз некротической клеточной массы. Вместе с тем, в отличие от завершающих фаз весеннего нереста эти процессы не заканчиваются переходом гонад в индифферентное состояние. Параллельно с резорбцией невыметанных гоноцитов, в конце ноября – начале декабря в гонадах начинается новая волна гаметогенеза, с той лишь разницей, что развитие половых клеток протекает более медленно, чем летом, что обусловлено значительно более низкой, чем летом температурой воды. Однако, несмотря на это процессы оогенеза завершаются в сжатые сроки, и уже к концу января – началу февраля особи вновь готовы к очередному нересту.

Зимой картин массовой резорбции половых клеток в гонадах не наблюдались, атрезии подвергались лишь наиболее крупные, готовые к нересту ооциты, завершившие трофоплазматический рост. Параллельно этому процессу происходил рост других вителлогенных ооцитов, которые, достигнув дефинитивного состояния, вновь подвергались некробиозу и лизису. Кроме того, в это время наблюдалось появление новых ацинусов, при одновременном уменьшении площади соединительной ткани. Низкая температура воды в зимнее время синхронизирует завершающие процессы трофоплазматического роста и переход разных размерных групп моллюсков в преднерестовое состояние. Сопряженное протекание процессов резорбции и возобновления роста ооцитов осуществлялось до тех пор, пока физиологическое состояние особей не приходит в соответствие с экологическими условиями, необходимыми для перехода моллюсков в нерестовое состояние. Следует отметить, что в весенний преднерестовый период гонады мидии хорошо отличаются от «августовских» особей более сильным развитием генеративных элементов и у моллюсков летней генерации между ампулами наблюдается более значительное развитие соединительнотканной прослойки.

Основным триггером этих процессов являлся прогрев воды до 8 – 9°С, инициирующий нерест, которые по мере последующего повышения температуры воды еще больше интенсифицируются, наиболее активно протекая при 14 – 15°С. О нижней границе нерестовых температур свидетельствует тот факт, что мидии, взятые из естественных условий обитания и перенесенные в аквариальные условия (где температура воды составляла 5 – 6°С) не нерестились. Однако при повышении температуры воды до 8 – 10°С начинался вымет половых клеток. Весенний нерест обычно протекает с апреля до начала или середины мая. Сравнительно быстрый прогрев воды до 15 – 17°С в значительной степени синхронизирует процессы размножения разноразмерных особей популяции и способствует массовому нересту особей.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Последующее возрастание температуры до 20^0C и выше блокирует гаметогенетические процессы и останавливает размножение, после чего начинается период посленерестовой перестройки. Поскольку циклы гаметогенеза протекают в разные сезоны года и при разной температуре воды, очевидно, что сумма эффективных температур (D, сумма градусо-дней) будет различна [10]. Сопоставление протекания цикла развития гонад с изменениями температуры воды показало, что для зимнего гаметогенеза величина D составляла 490 – 550 градусо-дней, тогда как для летнего периода развитие женских половых клеток происходило при "сумме тепла" почти в два раза большей: 860 – 1020 градусо-дней. Аналогичное явление отмечается не только у мидии, но также и у некоторых других видов моллюсков, например, гребешка, макры [16].

Указанная этапность прохождения годичного цикла развития гонад мидии характерна для некоторого "среднего" хода гаметогенеза, синхронизированного со среднемноголетней динамикой термического режима и трофическими условиями Керченского пролива. Гидрометеорологические условия, в первую очередь температура и, по-видимому, соленость и трофическая база, могут вносить существенные коррективы как на сроки прохождение полового цикла, так и синхронизацию нереста популяции.

Гистологический анализ гонад и данные планктонных съемок по распределению и численности личинок в акватории свидетельствовали, что весенний нерест может заметно сдвигаться или даже не реализовываться, особенно в весенний нерестовый период. У мидии Керченского пролива в отдельные годы наблюдаются значительные изменения в годичном цикле развития гонад и нересте особей и популяций. Нами обнаружено [20], что зимой, при благоприятных термических условиях, мидии могут нереститься не только весной и осенью, но и зимой. В отдельные теплые зимы, например, 1983, 1986 и 1991 гг., при гистологическом обследовании гонад моллюсков Керченского пролив наблюдались процессы опустошения ампул в феврале, указывающие о прошедшем частичном нересте особей. Реализация третьего нереста характерна для мидии из южных акваторий Черного моря, с более высокой зимней температурой воды, о чем свидетельствуют данные об высокой концентрации личинок этого вида у южного берега Крыма [13, 19, 21].

Зимний нерест может происходить при более низкой, чем 8 – 10^0C температуре воды, но при дополнительном влиянии других факторов, в частности, при изменении солености воды. Нами было обнаружено, что зимой (в феврале) при температуре 4 – 5^0C, после ветров южного направления, при быстром возрастании (перепаде) солености на 2 – 3 ‰, в проливе происходило значительное увеличение концентрации личинок. Этот факт можно было бы отнести за счет переноса личинок с более теплого предпроливного пространства. Однако, оказалось, что температура воды в этом районе также была субнерестовой, близкой к 5 – 6^0C, т.е. несколько ниже 8^0C. Вероятно, перепад температуры и солености инициирует продуцирование биологически-активных веществ нейроэндокринной системы (НЭС) моллюсков, которые вызывают изменение гормонального баланса половых и стероидных

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

гормонов (гидрокортизона, кортикостерона и др.), в результате чего происходит эмиссия половых клеток – нерест особей [6, 22, 23].

Каждый год характеризуется своими специфическими гидрометеорологическими условиями, которые могут существенно изменить прохождение репродуктивного цикла. В условиях затяжной холодной весны и медленного прогрева воды, когда вплоть до мая температуре может сохраняться на уровне 10 – 12^{0}С происходит смещение сроков массового размножения моллюсков на более поздний период – май – июнь, что зарегистрировано нами и другими авторами в разные годы. Это приводит к более длительному во времени, вялотекущему нересту особей разных размерных групп, обусловленному неполным (частичным), порционным выметом зрелых половых клеток, что приводит к нарушению синхронности размножения популяции. Но в данном случае картин полной атрезии желтковых ооцитов и перехода гонад в индифферентную стадию не наблюдается. Температура воды, превышающая нерестовую, блокирует нерест и вызывает процессы массовой резорбции половых клеток. Однако, после непродолжительного периода остановки развития половых клеток, в июле начинается новая волна гаметогенеза, причем трофический материал, образующийся в процессе атрезии гамет, используется на последующие синтетические процессы в гонадах. Следствием этого является раннее и более мощное развитие генеративной ткани и соответственно, более высокий репродуктивный потенциал популяции. Иными словами, основной период весеннего нереста мидии как бы переносится на осеннее время. Начинающееся понижение воды инициирует более раннее начало осеннего нереста, что удлиняет личиночный период жизни мидии, ввиду продолжительного, более растянутого, чем обычно периода оседания различных генераций (когорт) спата на естественные или искусственные субстраты.

В предельном случае, при холодной зиме и весне, с последующим очень быстрым прогревом воды (когда в конце мая температура становится выше 18 – 20^{0}С) размножение моллюсков, едва начавшись, прекращается – происходит «срыв» нереста. Однако полной атрезии желтковых ооцитов и их переходе в индифферентную стадию не происходит. На гистологических препаратах гонад самок в это время видно, что в половых железах вновь возобновляются процессы гаметогенеза. Вследствие этого в августе гонады особей представлены ацинусами, заполненными, преимущественно, зрелыми половыми клетками, с узкими тяжами соединительной ткани между ними. Следовательно, нереализованный в полной мере весенний нерест как бы переносится на осень. Таким образом, с помощью резорбционных процессов к осени популяция моллюсков в значительной мере сохраняет и реализует свой биотический потенциал, недоиспользованный в весенний период. Сдвиги в процессах размножения в значительной степени десинхронизирует период нереста популяции, делая его более растянутым.

Если теперь обратиться к материалам по другим районам Черного моря, то можно обнаружить, что отклонения от обычного хода гаметогенеза, имеющие место в Керченском проливе вызванные гидрометеорологическим условиями, для других районов являются не исключением, а уже правилом. Изучение полового цикла мидии в оз. Донузлав показало, что развитие половых желез мидии в нем протекало по

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

схеме, аналогичной таковой для моллюсков Керченского пролива [5]. В этой акватории так же наблюдались два четко выраженных цикла гаметогенеза – короткий летне-осенний (июль – август) и растянутый – зимнее-весенний. Зимний нерест, вследствие пониженной температуры воды (-0,7 – 2°С) и практически ежегодного образования в акватории залива льда, как правило, не реализуется. Последующий, сравнительно быстрый прогрев воды, начинающейся с мелководий и захватывающий более глубокую часть озера, инициирует синхронный нерест моллюсков, пик которого происходит, как правило, на май. После весеннего нереста, как и в проливе, наблюдалось кратковременное состояние половой инертности, после чего в июле начинается новая волна гаметогенеза и в конце августа – начале сентября мидии уже готовы к размножению. Однако в связи со значительной закрытостью залива и, как следствие этого, более высокой прогреваемостью вод в летний период, снижение температуры до 18 – 19°С.- нерестового порога происходит лишь в сентябре, что сдвигает период массового нереста на конец сентября – начало октября. В свою очередь это приводит к более позднему завершению процессов атрезии не выметанных половых клеток и посленерестовая перестройка в гонадах совпадает с новым гаметогенетическим циклом. Таким образом, половой цикл мидии оз. Донузлав протекает практически аналогично таковому Керченского пролива [20], с небольшими сдвигами во времени периодов массового весеннего и осеннего размножения.

В то же время, при анализе планктонных проб обнаружено, что весеннее оседание спата на коллекторы часто бывает немногочисленным и не обеспечивает необходимого количества моллюсков на искусственных субстратах. В значительной степени это было обусловлено тем, что весной, в период установки ГБТС в планктоне озера регулярно наблюдалась низкая концентрация личинок (5 – 30 экз./м^3), что и обуславливало весьма слабое оседание молоди на коллекторы, тогда как осенью численность осевшей молоди была высокой (в пределах 3 – 5·10^3 экз./м). Анализ изменений, происходящих в гонадах и сопоставление их с динамикой ряда абиотических факторов среды (Т°С, S ‰, pH, O_2) показал, что в марте – апреле в период созревания гонад и нереста моллюсков в верховьях оз. Донузлав наблюдается сильное распреснение воды. Оно обусловлено таянием снега и дождями, вследствие чего соленость снижается с 17 – 17,5 до 11 – 12 ‰ (рис. 2).

Так, имеющиеся в литературе данные свидетельствуют, что пониженная соленость наиболее отрицательно воздействует на зрелые половые клетки у *M. edulis* [24, 25]. В то же время показано, что наиболее чувствительными к изменению осмотической концентрации оказались клетки, находящейся в фазе синтеза белка и при гипотонии происходит блокирование мейотических процессов на стадии промета-, мета- и анафазе [26]. Если учесть, что вымет ооцитов у моллюсков происходит на метафазе I деления созревания профазы мейоза, то весьма вероятно, резкий перепад солености приводит к абберациям мейотического аппарата и массовой аномалии выметываемых половых клеток. Кроме того, возможен и третий механизм влияния гипотонии на высокую смертность мидии в раннем онтогенезе.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

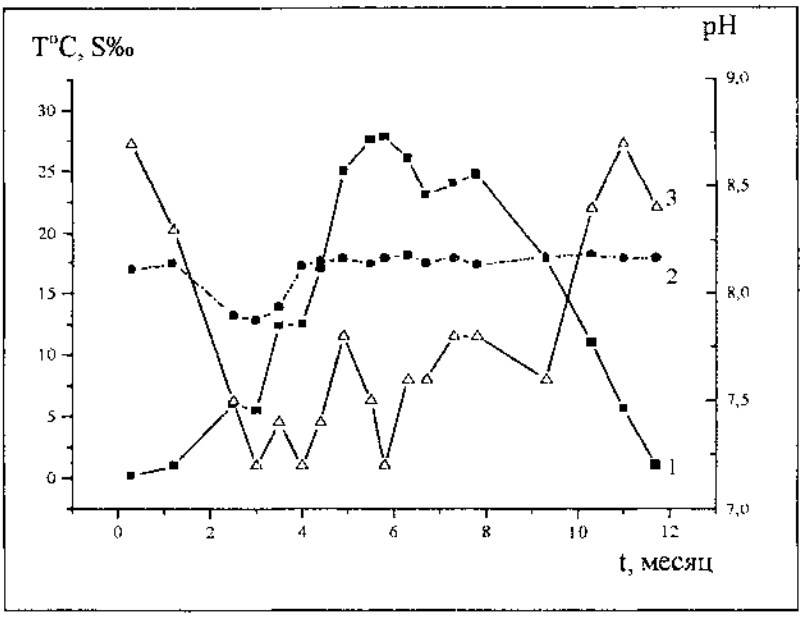


Рис. 2. Динамика температуры (1), солености (2) и pH (3) воды в оз. Донузлав в течение года.

Как видно на рис. 2, параллельно с резким снижением солености значительно уменьшается и pH.

Между тем, хорошо известно, что изменение pH вызывает изменение клиренса нейросекреторных и стероидных гормонов и переход моллюсков в нерестовое состояние, на чем основан метод получения от них зрелых половых клеток путем добавки в воду перекиси водорода (H_2O_2). В связи с этим, вполне вероятно, что перепад солености индуцирует абортивный нерест моллюсков в фазе незавершенного трофоплазматического роста, т.е. особей, половые клетки которых не достигли дефинитивного состояния.

Анализ имеющихся данных по другим районам Черного моря показал, что описанная выше схема прохождения полового цикла характерна и для других районов моря. При гистологическом анализе половых желез мидии, собранных нами у мыса Б. Утриш (побережье Северного Кавказа) обнаружено, что там цикл развития гонад был во многом сходен с таковым в проливе, но в то же время наблюдались определенные различия. Основное отличие заключалось в том, что в этой акватории зимний нерест моллюсков происходил не эпизодически, а достаточно регулярно, что отмечено и другими авторами.

Это обусловлено тем, что зимой в указанном районе моллюски существуют при субнерестовой температуре воды, близкой к 6-7°C (рис. 2), и даже небольшие перепады температуры воды вызывают нерест моллюсков. Кроме того, раннее начало и достаточно длительное протекание нерестового периода часто приводит к т. н. «капельному» выметy половых клеток, т. е. растянутости и десинхронизации нерестового периода. Это подтверждает существующее эмпирическое обобщение о

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

том, что вид, распространенный в зоне умеренного климата, характеризуется более длительным нерестовым периодом в южной части его ареала. В осенний период, по мере постепенного снижения температуры воды, вымет зрелых половых продуктов мидии северного побережья Кавказа осуществляется сравнительно в сжатые сроки, сходно с таковым Керченского пролива.

Аналогичный ход полового цикла наблюдается и у мидии южного берега Крыма. Судя по материалам разных авторов, полученных на основе изучения планктонных проб и гистологического анализа, у мидии в зимнее время, как правило, осуществляется 3-й нерест. Поскольку он происходит в условиях нижней границы нерестовых температур, то по данным А. В. Пирковой [4, 19] он нередко приводит к растянутости (размытости) весеннего периода размножения моллюсков. В связи с этим весной часто отсутствует четкий пик массового размножения мидии, синхронное размножение популяции моллюсков, большей частью, осуществляется осенью. В то же время при сравнительно холодных веснах зимнее размножение не реализуется, а это, в свою очередь, приводит к синхронизации нереста популяции. Об этом свидетельствуют данные, полученные на мидиях черноморского побережья Болгарии [9], где годовой ход температуры близок к таковому берегов Крыма и Кавказа.

Заметно иное прохождение полового цикла наблюдается в северных районах Черного моря. При общей схожести этапности прохождения полового цикла в Тендровском заливе с другими районами Черного моря, здесь имели место заметные различия в хронологии его отдельных фаз, что существенно отражается на процессах нереста популяции, численности личинок в планктоне и, соответственно, на интенсивности и продолжительности оседания на естественные или искусственные субстраты. Судя по среднемноголетним данным, в Тендровском заливе в течение года наблюдается более низкая температура воды, составляющая около 10°С [29]. Зимой на акватории происходит образование льда, что приводит к более позднему ее прогреву весной, а также более низким значениям температуры воды летом (рис. 2).

Гистологический анализ гонад, а также материалов планктонных съемок, собранных в Тендровском заливе, показал, что зимний нерест в этом районе, как правило, не реализуется из-за значительно пониженной температуры воды и замерзания его вод. Поздний прогрев и более медленное возрастание температуры воды весной сдвигает начало нереста на май – июнь, т.е. в более поздние сроки, чем в Керченском проливе. Как и в аномальные годы в проливе, в Тендровском заливе это приводит к растянутому, более продолжительному нересту особей разных размерных групп, обусловленному порционным вымстом зрелых половых клеток и десинхронизацией размножения всей популяции.

В этом случае картин полной атрезии желтковых ооцитов и перехода гонад в индифферентную стадию не наблюдается. В большинстве случаев, на фоне сравнительно кратковременного прекращения нереста, вызванного повышенной температурой воды, летом, в июле, начинается новая летне-осенняя волна гаметогенеза. Это удлиняет сроки пребывания личинок мидии в планктоне из-за более продолжительного и растянутого периода оседания различных генераций

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

(когорт) спата на естественные или искусственные субстраты. Вместе с тем, такой ход полового цикла не постоянен. В разные годы климатические условия и, в первую очередь, температурный режим, могут вносить значительные коррективы в протекание весеннего цикла гаметогенеза. При более благоприятных температурах воды в зимне-весенний период нерест мидии может осуществляться в более ранние сроки, причем протекать достаточно синхронно, о чем свидетельствуют характерные пики численности личинок и более раннее и интенсивное оседание спата на коллекторы.

Анализ собственных и имеющихся литературных материалов по всем акваториям показал, что независимо от биотопа начальные стадии гаметогенеза (пролиферация гоний и переход их в ооциты генеративной фазы, а также начало трофоплазматического роста) протекают у моллюсков в одни и те же сроки: летом (конец июня – начало июля) и поздней осенью – зимой (ноябрь-декабрь), что позволяет предполагать наличие у моллюсков эндогенного, генетически закрепленного, пускового механизма, инициирующего пролиферацию гоний и переход их к последующим фазам гаметогенеза.. Сигналом для реализации этих процессов могут быть абиотические факторы среды – фотопериод (принимая во внимание тот факт, что их начало совпадает с периодами, близкими к наибольшей и наименьшей длине светового дня), критические, выходящие за пределы биокинетической зоны, значения температуры воды или резорбционные процессы, происходящие в это время в гонадах.

Несмотря на огромную важность температуры воды в жизнедеятельности моллюсков, она вряд ли является триггером, инициирующим ранние стадии гаметогенеза мидии. Они осуществляются не только в холодные, но и теплые зимы, а в летнее время – как в условиях высокой температуры (до 30°С), так и при пониженном тепловом фоне, когда она не поднимается выше 20–22°С. Синхронизатором указанных процессов на наш взгляд является фотопериод, который наиболее устойчив в своей динамике, не зависит от других воздействий и имеет четкую сезонную периодичность [30, 31]; его влияние может быть лишь модифицировано комплексом внешних условий. По-видимому, длина светового дня, а также функциональное состояние организма – процессы резорбции и лизиса невыметанных половых клеток являются своеобразным сигналом, после которого включается НЭС моллюсков, индуцирующая синтез стероидных гормонов, которые, в свою очередь, стимулируют размножение половых клеток ранних фаз гаметогенеза. Это предположение подтверждается данными, указывающими на эндокринную регуляцию как процессов резорбции, так и митотических делений гоний, осуществляемых под влиянием нейрогормонов, синтез и продукция которых осуществляется церебро-плевральными и висцеральными ганглиями [6, 22, 23].

Прохождение последующих стадий трофоплазматического роста мидии зависит как от термического режима, так и трофических условий местообитания. Это предположение подтверждается тем, что процессы гаметогенеза быстрее протекают при высокой температуре воды, и лишь ее экстремальные значения могут приостанавливать оо- и сперматогенез, тогда как пищевой фактор может играть существенное значение в формировании фонда зрелых половых клеток и влиять на

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

их качество [1, 3, 19]. В настоящее время показано, что пищевой фактор может с успехом перекрывать действие температуры воды [3, 19]. В свете полученных данных, представляется весьма сомнительным, что для каждой стадии гаметогенеза необходимо строго определенная сумма тепла (градусо-дней), как это полагает С. Кауфман [2], определяя температурные требования разных стадий гаметогенеза по температуре, при которой они происходят.

Из приведенных данных видно, что одни и те же стадии гаметогенеза протекают совершенно при разных температурных условиях, что также отмечено как для мидии [2, 32, 33], так и для других видов моллюсков, например, гребешка [6].

Летний цикл гаметогенеза черноморской мидии протекает несколько быстрее, чем зимний, однако, сопоставление суммы градусо-дней для прохождения этих процессов свидетельствует, что для достижения преднерестового состояния зимой нужно значительно меньше общего «количества тепла», чем летом. Поэтому нам ближе точка зрения В.Л. Касьянова [1], который считает, что в более благоприятные периоды года осуществляются более ответственные и «рискованные», с точки зрения биологии вида, процессы, тогда как ранние стадии гаметогенеза, по-видимому, не связаны со значительными расходами вещества и энергии. В то же время нерест особей в определяющей степени зависит от сложившихся на данный момент экологических условий биотопа и, в первую очередь, температуры воды. Созревание и выход половых клеток в популяции осуществляется лишь при наличии комплекса необходимых факторов среды. Но нерест может прерываться при изменениях температуры, например, в период сгонно-нагонных ветров, при подъеме холодных глубинных вод, изменениях солености (при северных ветрах), pH, возрастании концентрации фитопланктона и др. В связи с этим полная реализация репродуктивного (биотического) потенциала популяции не всегда осуществляется в полной мере. Длительные подготовительные процессы к центральному периоду жизни популяции мидии – весеннему и осеннему нересту, отражаются на величине их индивидуальной плодовитости и, по-видимому, на качестве потомства.

Ранее отмечалось, что гонады весенненерестующих моллюсков перед овуляцией почти полностью представлены ацинусами, заполненными зрелыми ооцитами с узкими тяжами соединительной ткани между ними. В то же время после завершения летнего цикла гаметогенеза наблюдалось более значительное развитие соединительной ткани, а число ампул со зрелыми половыми клетками на единице площади среза было в среднем в 1,5 раза меньше, чем весной. Данный факт подтверждает мнение ряда авторов [2, 19, 34] об определяющей роли весеннего нереста на величину пополнения естественных популяций мидии. Об этом также свидетельствует и то, что в весенний период продукция фитопланктона представлена в значительной степени мелкими диатомовыми водорослями, наиболее предпочитаемыми моллюсками, с более высоким содержанием липидов, чем у динофлагеллат. В то же время летом, в ходе сукцессии фитопланктонного сообщества, происходящей вследствие истощения биогенов альгофлора представлена преимущественно перидинеями, т.е. менее ценной для мидии пищей.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Этот факт, а также небольшой промежуток времени для формирования зрелых половых клеток летом может служить дополнительным подтверждением настоящего предположения. О заметных различиях размеров ооцитов весной и осенью, косвенно свидетельствующих о разном уровне депонирования в них трофических веществ, указывают также материалы других авторов [1, 4, 19].

ВЫВОДЫ

1. Полученные данные свидетельствуют о весьма широкой экологической пластичности процессов размножения у черноморской мидии.

2. Выраженная цикличность развития половых клеток, связанная с сезонными изменениями функционального состояния половых желез, обусловлена исторически сложившимися и генетически закрепленными адаптивными реакциями к наиболее общим, генерализованным параметрам среды обитания, каковыми являются климатические факторы.

3. Для реализации репродуктивного цикла большое значение имеют лабильные адаптивные механизмы, связанные с регуляцией плодовитости и временными изменениями периода массового размножения и числа нерестов, в которых важнейшую роль играют процессы резорбции.

4. Процессы автолиза и некробиоза в зависимости от сложившейся текущей ситуации в одних случаях затрагивают лишь отдельные генерации половых клеток, тогда как в других происходит массовая атрезия половых клеток всех фаз их развития.

Список литературы

1. Касьянов В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. – Л.: Наука, 1989. – 182 с.
2. Кауфман З.С. Особенности половых циклов беломорских беспозвоночных (как адаптация к существованию в условиях высоких широт). Морфологические и эволюционные аспекты. – Л.: Наука, 1977. – 264 с.
3. Sastry A.N. Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates. – Physiology and Ecology of Estuarine Organisms (Ed F. J. Vernberg). – Columbia – Carolina, 1975. – P.279–299.
4. Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий. – Киев: Наукова думка, 1989. – 97 с.
5. Золотницкий А.П., Орленко А.Н., Вижевский В.И. Репродуктивный цикл черноморской мидии в оз. Донузлав // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 7. – С. 62 – 64.
6. Мотавкин П.А., Хотимченко Ю.С., Деридович И.И. Регуляция размножения и биотехнология получения половых клеток у двустворчатых моллюсков. – М.: Наука, 1990. – 216 с.
7. Иванов А. И. Распределение и запасы мидий в Керченском проливе // Океанология. – 1987. – 27. – № 5. – С. 839-843.
8. Иванов А. И., Решетникова В.И., Крук Л.С., Ковальчук Г.Ф. Оседание и рост мидии на коллекторах у западных берегов Крыма // В сб.: Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 100–105.
9. Консулова Ц. Размножаване развитие на култивирани миди (*Mytilus galloprovincialis Lam.*) в Черно море пред българския бряг // Хидробиология. – 1988. – 33 –С.75-86.
10. Виноградова З.А. Материалы по биологии черноморских моллюсков // Тр. Карад. Биол. стан. – Севастополь, 1950. – В. 9 – С. 100–158.
11. Долгопольская М.А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море // Труды Севаст. биол. стан. – Севастополь, 1954. – № 8. – С. 155-173.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

12. Киселева Г. А. Размножение и развитие скальной и иловой мидии в Черном море // Биология моря. – Киев: Наукова думка, 1972. – С. 88–98.
13. Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И. Экологическая энергетика черноморской мидии//Биоэнергетика гидробионтов. – Киев: Наукова думка, 1990. – С. 32–71.
14. Кудинский О.Ю., Мартынова Н.В., Столетова Т.В. Половое созревание мидии в современных условиях северо-западной части Черного моря // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. – М.: Наука, 1986. – С. 169–180.
15. Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Иностр. лит-ра, 1953. – 718 с.
16. Пирс Э. Гистохимия. – М.:, Иност. лит-ра, 1962. – 906 с.
17. Кудинский О.Ю., Мартынова Н.В., Мешер С.А., Супрунович А.В. Различия в размножении мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. из одесского и карадагского регионов// VIII Всес. совещ. по изучению моллюсков: авторефераты докладов. – Л.: Наука, 1987. – С. 356–358.
18. Остроумова Т.В., Садыхова И.А., Лучинская Н.Н., Казакова Н.И. Сравнение цикла гаметогенеза у двух групп черноморской мидии в районе мыса Большой Утриш // Биология и культивирование моллюсков. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 159– 169.
19. Пиркова А.В. Размножение мидии *Mytilus galloprovincialis Lam.*и элементы биотехнологии ее культивирования: автореф. дисс. … канд. биол. наук. – Севастополь. – 1994. – 25 с.
20. Золотницкий А.П., Штыркина Л.Ф. Оогенез и половой цикл мидии *(Mytilus galloprovincialis* Lam.) Керченского пролива // Экология, систематика и экогенез двустворчатых моллюсков. – М.: Наука, 1984. – С. 34 - 35.
21. Переладов М.В. Распределение в планктоне, сезонная динамика численности и оседания личинок мидии в Судакском заливе Черного моря // Биология и культивирование моллюсков. – М.: ВНИРО, 1987. – С.99 - 108.
22. Houtteville P. Lubet P. Analyse experimentale en culture organotypipique de l'action des ganglions cerebro-pleursux et viscraux sur le manteau de la moule male, *Mytilus edulis L.* (mollusque, pelecypode) // C. r. Acad. Sci. – 1974 – V. 5, № 278. – P. 2469 – 2472.
23. Lubet P.E. Limited letales thermiques et action de la temperature sur les gametogeneses et l'activite neurosecretrice chez la moule // Haliotis. – 1987. – V. 16. – P. 309–316.
24. Бергер В.Я. Адаптации морских моллюсков к изменениям солености воды. – Л.. Наука, 1986. – 216 с.
25. Хлебович В.В. Осмотические и соленостные отношения в онтогенезе // Проблемы биологии развития: внешняя среда и развивающийся организм. – М.: Наука, 1977. – С. 257-292.
26. Поликар А., Бесси М. Элементы патологии клетки. – М.: Мир, 1972. – 127 с.
27. Loosanoff V. L., Davis H.C. Rearing of bivalve mollusks // Mar. Biol. – 1963. – V. 1. – P. 1-136.
28. Mann R. On the selection of aquaculture species: a case study of marine mollusks // Aquaculture. – 1984. – V. 39, № 1-4. – P. 245–253.
29. Черное море / Ред. А. Выпканов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 407 с.
30. Наумов Н.П. Экология животных. – М.: Высшая школа, 1963. – 514 с.
31. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
32. Яковлев Ю.М. Репродуктивный цикл съедобной мидии в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. – 1986. – № 4. – С.47–51.
33. Caceres-Martinez J., Figueras A. Long-term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) reproductive cycles in the Ria de Vigo (NW Spain). // Aquaculture. – 1998. – V. 162, № 1-2. – P. 141–156
34. Митейковский С.А. Зависимость размножения и нереста морских шельфовых донных беспозвоночных от температуры воды // Труды ИОАН СССР. – 1970. – Т.88. – С.113–148.

Поступила в редакцию 21.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 34-42.

УДК 612.822.3:612.828:615.214.547.78

ВЛИЯНИЕ СТВОЛОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ПАТТЕРН МАССОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БОДРСТВУЮЩИХ КОШЕК

Колотилова О.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О., Павленко В.Б.

Выяснение функциональной организации взаимодействия стволовых структур с неокортексом имеет принципиальное значение для понимания механизмов деятельности мозга в целом. К таким структурам относят голубое пятно (ГП), нейроны которого образуют норадренергическую (НА) систему и ядра шва (ЯШ), где в основном сосредоточены серотонинергические (СТ) нейроны ствола мозга. Эти нейронные группы относят к моноаминергическим системам мозга, они иннервируют практически все основные отделы центральной нервной системы (ЦНС) [1]. Известно, что они играют ключевую роль в общей регуляции поведения, принимая участие в настройке важнейших структур ЦНС на восприятие значимого для данной обстановки сигнала, модулируют многие соматические и висцеральные рефлексы, участвуют в регуляции цикла бодрствование – сон [2–4] и др. Одной из важнейших функций аминергических систем мозга является обеспечение разнонаправленных влияний на общее функциональное состояние нейронов неокортекса: подобное модуляторное действие должно отражаться в изменениях частотных компонентов электроинцефалограммы (ЭЭГ). Установлено, что импульсная активность нейронов аминергических систем непрерывно варьирует, всегда опережая на сотни миллисекунд последующие изменения ЭЭГ компонентов [5, 6]. Однако конкретный характер взаимосвязи с различными ритмами процессов модуляции суммарной электрической активности мозга, реализуемой аминергическими системами, пока остаются недостаточно изученным. С учетом этих соображений и было предпринято данное исследование.

В проведенных ранее нами поисковых исследованиях [7] на небольшом числе нейронов (18 НА-, и 18 СТ- нейронов) указанных структур мозга мы получили несколько неожиданные и противоречивые результаты, указывающие на положительную связь низкочастотных компонентов ЭЭГ с уровнем их фоновой импульсной активности (ФИА). До настоящего времени считалось, что имеется прямо пропорциональная зависимость импульсной активности нейронов ГП с ритмами ЭЭГ, характерными для реакций активации [8]. Для детальной проверки полученных нами результатов проведен еще ряд экспериментов, направленных на выяснение характера взаимосвязи между импульсной активностью нейронов аминергических систем и спектральной мощностью ритмов ЭЭГ в условиях поведения животных, приближенного к свободному.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты проведены на пяти бодрствующих кошках (рис. 1) обоего пола, массой 2–4 кг. Животных предварительно оперировали под общим наркозом (нембутал 40 мг/кг, внутрибрюшинно). В процессе операции в мозг кошек вживляли направляющую канюлю из нержавеющей стали, кончик которой располагался в 5-ти мм над областью ГП. Канюля вводилась в мозг в соответствии со стереотаксическими координатами ГП и ЯШ под наклоном, что позволяло отводить активность нейронов как ГП, так и ЯШ, а также во избежание попадания в костный намет (21 град к фронтальной плоскости и 29 град – по отношению к сагиттальной). Нейронную активность отводили в зоне с координатами Р –1, L 1...3, H 7...10 (ГП) и Р –1...–2, L 2...0, H 4.5...9.0 (дорсальное и верхнее центральное ЯШ), где расположены НА- и СТ-нейроны соответственно. К аминергическим клеткам исследуемые нейроны были отнесены на основании электрофизиологических критериев (относительно низкой частоты фоновой активности (менее 8 $с^{-1}$), полифазности потенциалов действия (ПД), их большой продолжительности (2,5–5,0 мс) и в соответствии с локализацией клеток в стволе мозга.

Рис. 1. Бодрствующее животное во время эксперимента

ЭЭГ регистрировали при среднем сагиттальном (лобном, центральном и затылочном), ипсилатеральном и контралатеральном отведении по отношению к отводящему нейронную активность электроду и подвергали стандартному спектральному анализу, выделяя следующие частотные компоненты: 1–3 Гц (дельта-ритм), 4–7 Гц (тета-ритм), 8–13 Гц (альфа-ритм), 14–30 Гц (бета-ритм) и 31–48 Гц (гамма-ритм) [9]. В условиях параллельного отведения ФИА нейронов аминергических систем и массовой электрической активности неокортекса прослеживались взаимосвязанные изменения обоих показателей. Анализ данных проводили, сравнивая взаимосвязи параметров ЭЭГ и нейронной активности аминергических систем.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Для верификации локализации областей отведения по окончании эксперимента животных подвергали эвтаназии путем введения нембутала в сверхдозе, мозг фиксировали в формалине и делали срезы на замораживающем микротоме (рис. 2), положение зоны коагуляции верифицировали на поперечных срезах согласно стереотаксическим координатам атласа Рейнозо-Суареца [10].

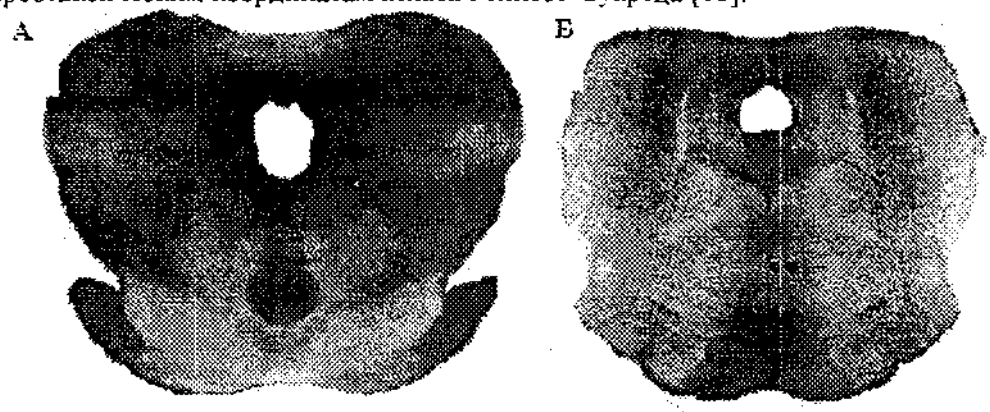


Рис. 2. Срезы ствола мозга, проходящие через области локализации норадренергических нейронов голубого пятна – А и серотонинергических нейронов ядер шва – Б (области локализации соответствуют областям отведения от данных клеток). Стрелками отмечены электрокоагуляционные метки.

Статистические расчеты выполнялись с применением стандартных средств компьютерного анализа данных (программа "Statistica"). Корреляционный анализ производили с помощью непараметрического критерия Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследований была зарегистрирована активность 102 предположительно аминергических нейронов (50 НА- и 52 СТ-ергических).

Взаимосвязь импульсной активности серотонинергических нейронов ядер шва и ритмов ЭЭГ. В результате изучения взаимосвязи частоты ФИА СТ- нейронов и ЭЭГ показано, что активность большинства СТ- нейронов ЯШ, как и НА- нейронов ГП, также положительно коррелировала со всеми ЭЭГ ритмами. При анализе взаимодействия нейронной активности СТ- нейронов и ЭЭГ в разных отведениях (рис. 3, А), выявлено, что наиболее тесно связан с импульсной активностью СТ-нейронов ЯШ бета-ритм. В целом, доля СТ- нейронов, чья активность положительно и значимо коррелирует с ритмами ЭЭГ приблизительно составляла 30–57%. Следует отметить, что при ипсилатеральном отведении ЭЭГ (рис. 3, Б) доля положительных статистически значимых корреляций ФИА нейронов ЯШ с бета- ритмом была наибольшей (69%).

Интересным является факт схожести распределения положительных статистически значимых корреляций, наблюдающихся при лобном (рис. 3, В), контралатеральном височном (рис. 3, Г) и затылочном (рис. 3, Д) отведении ФИА нейронов ЯШ. В центральном отведении ЭЭГ (рис. 3, Е) наиболее тесно положительно коррелировала при $p \leq 0,05$ с ФИА СТ- нейронов дельта-активность (52 % случаев).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

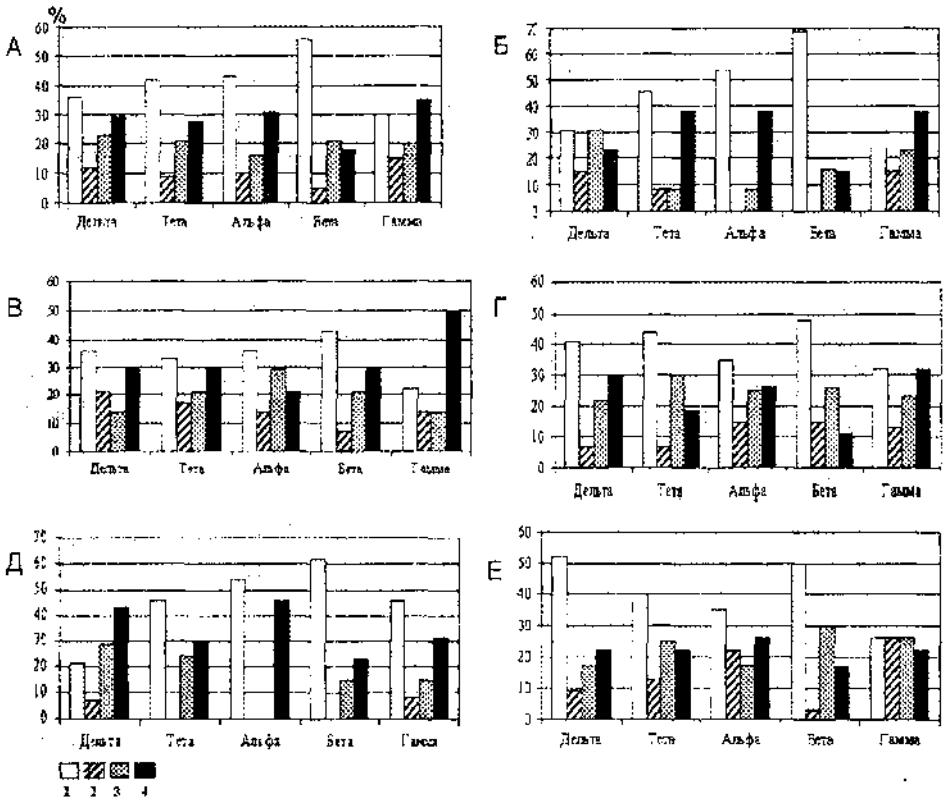


Рис. 3. Процентное отношение разных видов взаимосвязей активности серотонинергических нейронов и ритмов ЭЭГ. На фрагменте А – по всей совокупности отведений ЭЭГ; Б – с ЭЭГ в ипсилатеральном отведении (регистрирующие электроды расположены над височной областью коры); В – с ЭЭГ в лобном отведении (регистрирующие электроды расположены во фронтальной области коры); Г – с ЭЭГ в контралатеральном отведении (регистрирующие электроды расположены над височной областью коры); Д – с ЭЭГ в затылочном отведении; Е – с ЭЭГ в центральном отведении (регистрирующие электроды расположены над теменной областью коры). 1 – статистически достоверные положительные корреляции; 2 – статистически значимые отрицательные корреляции; 3 – положительные корреляции не достигающие уровня значимости; 4 – отрицательные корреляции не достигающие уровня значимости.

Взаимосвязь импульсной активности норадренергических нейронов голубого пятна и ритмов ЭЭГ. Наиболее часто уровень ФИА исследуемых нейронов ГП был положительно связан со всеми ритмами ЭЭГ. Анализируя активность ФИА нейронов ГП и ЭЭГ в разных локусах отведения обнаружили, что увеличение частоты импульсаций большинства (53%) предполагаемых НА- нейронов сопровождалось усилением альфа-ритма (Рис. 4, А). Также нами выявлено, что частота 38% нейронов положительно и значимо коррелировала с дельта-активностью, 37% – с тета-активностью, и 35% – с бета-ритмом.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

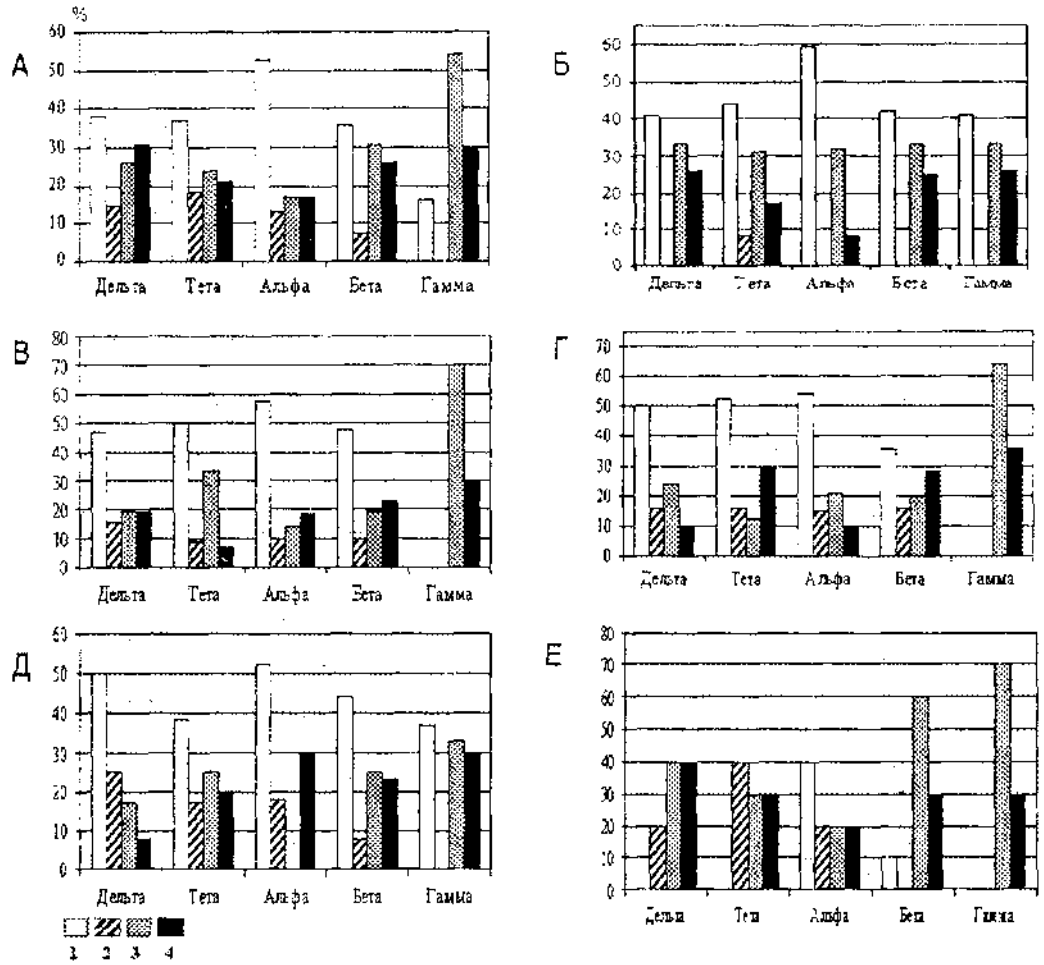


Рис. 4. Процентное отношение разных видов взаимосвязей активности норадренергических нейронов и ритмов ЭЭГ. На фрагменте А – по всей совокупности отведений ЭЭГ; на Б – с ЭЭГ в лобном отведении (регистрирующие электроды расположены над фронтальной областью коры); В – с ЭЭГ в контралатеральном отведении (регистрирующие электроды расположены в височной области коры); Г – с ЭЭГ в центральном отведении (регистрирующие электроды расположены над теменной областью коры; Д – с ЭЭГ в ипсилатеральном отведении (регистрирующие электроды расположены в височной области коры; Е – с ЭЭГ в затылочном отведении. Остальные обозначения такие же, как и на рис. 3.

Что касается взаимосвязи гамма-активности ЭЭГ и корреляции ИА нейронов ГП, то она была положительная и значимая (18%), однако большая часть положительных корреляций (53%) не достигала уровня значимости. Также не было выявлено негативных корреляций.

При рассмотрении различных локусов отведения массовой электрической активности мозга были выявлены следующие закономерности.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Корреляционный анализ взаимосвязи ИА нейронов ГП и ЭЭГ, зарегистрированной от лобного сагиттального отведения, показал, что наиболее значимые положительные взаимосвязи характерны для разрядов клеток нейронов ГП с альфа-ритмом ЭЭГ (58%), (рис. 4, Б). Остальные распределения также носили положительные взаимосвязи ФИА и ЭЭГ были выявлены и для следующих ритмов: тета-активность (44%), бета-ритм (42%), дельта-активность (41%), и гамма-ритм (41%). Следует отметить, что с дельта-, альфа-, бета-, гамма-компонентами ЭЭГ не наблюдалось значимых отрицательных корреляций. Что касается тета-активности, то здесь доля отрицательных корреляций при $p \leq 0,05$ составила лишь 8%.

Подобная картина наблюдается при контралатеральном (рис. 4, В) и центральном (рис. 4, Г) отведении, ЭЭГ по отношению к регистрирующему нейронную активность электроду. Однако процент отрицательных статистически достоверных корреляций по каждому ритму здесь более выражен. В то же время при анализе взаимосвязи ФИА с гамма-ритмом ЭЭГ, зарегистрированном в данном отведении, не удалось выявить статистически достоверных показателей.

Известно, что аксоны нейронов ГП, идут ипсилатерально в составе медиального переднемозгового пучка и имеют прямые (моносинаптические) контакты с нейронами неокортекса, гиппокампа, мозжечка и некоторых структур ствола мозга [11]. Поэтому логично было бы ожидать, что при ипсилатеральной регистрации ЭЭГ должна проявляться самая выраженная взаимосвязь компонентов ЭЭГ с нейронной активностью. Однако, в результате наших исследований этого не наблюдалось (рис. 4, Д). Причины этого факта нуждаются в дальнейшем изучении.

Среди всех локусов отведения количество значимых корреляций ФИА НА-нейронов ГП было наименьшим с ЭЭГ, зарегистрированной в затылочном отведении (рис. 4, Е).

Основным результатом настоящего исследования является выявление взаимосвязи ФИА нейронов аминергических систем и текущей ЭЭГ. При этом основная часть статистически значимых ($p<0,05$) корреляций между указанными показателями была положительной. Однако, при дифференцированном рассмотрении взаимосвязи влияний НА- и СТ- систем со спектральными компонентами массовой электрической активности коры головного мозга ЭЭГ нами были выявлены определенные тенденции. Так, при изучении взаимосвязи СТ-нейронов и текущей ЭЭГ обращает на себя внимание наличие высокой положительной корреляции мощности бета-ритма с импульсной активностью нейронов ЯШ в разных отведениях ЭЭГ. Известно, что у кошки бета-ритм хорошо выражен. Состоит он из быстрых волн частотой 14–30 Гц и соотносится с активным состоянием ретикулярной формации ствола мозга. Присутствие бета- ритма в ЭЭГ рассматривают как отражение активного состояния нейронных цепей [12]. Бета-ритм хорошо выражен в спектре ЭЭГ во время эмоционального напряжения, в состояниях тревоги, возбуждения, беспокойства. В связи с этим полагают, что он является выражением активации двигательной коры или ее афферентной системы [13]. Фоновая ритмика СТ- нейронов наиболее высока во время активного бодрствования, снижается во время медленного сна и почти полностью прекращается во время быстрого сна [14]. Результаты измерения внеклеточной

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

концентрации СТ в гиппокампе с помощью микродиализа in vivo во время цикла бодрствование – сон показали, что уровень СТ был максимальным в период активного бодрствования, при снижении уровня бодрствования он прогрессивно уменьшался [15]. В связи с вышеизложенным можно предположить, что увеличение ФИА СТ- нейронов ЯШ приводит к усиленному выбросу серотонина в период бодрствования животного, что в свою очередь отражается в ритмике ЭЭГ увеличением бета-ритма и, вероятно, может расцениваться как маркер уровня активации СТ- системы. Такое предположение подтверждается и данными других авторов, что активность СТ- нейронов ЯШ связана с поведенческой активацией [5, 8].

В настоящем исследовании также выявлено наличие высокой положительной корреляции мощности альфа-ритма с импульсной активностью нейронов ГП. Известно, что у человека альфа-волны имеют частоту 8–13 Гц, у животных их частота ниже, они не так регулярны, возникают группами или отдельными всплесками [16]. При этом признается сходство подобной ритмической активности коры мозга обезьяны, затылочных отделов мозга кошки и кролика с альфа-ритмом человека. Известно, что такие стимулы как свет и звук почти не оказывают модулирующего влияния на фоновую ритмику нейронов ГП [1]. В то время как подобные стимулы на альфа-ритм оказывают угнетающее влияние, вызывая реакцию десинхронизации. Альфа-ритм особенно хорошо регистрируется в условиях полного покоя исследуемого, находящегося в темноте с закрытыми глазами или при открытых глазах без сосредоточения внимания на объекте [17]. В связи с этим выявленная в нашей работе положительная взаимосвязь между ФИА нейронов ГП и альфа-ритмом ЭЭГ кажется неожиданной, особенно если учесть, что ГП исключительно широко проецируется на весь головной и спинной мозг и таламус [18]. Этот неожиданный результат, показывающий высокую прямо пропорциональную взаимосвязь альфа-ритма с нейронной активностью ГП, можно объяснить следующим образом. Когда животное находится в покое в состоянии дремоты, ФИА нейронов ГП снижается, при этом в ЭЭГ преобладает в основном дельта-активность. В случае, когда животное бодрствует и находится в спокойном расслабленном состоянии, частота импульсаций нейронов ГП увеличивается, при этом наблюдается увеличение мощности альфа-ритма ЭЭГ (рис. 5). Таким образом, нами впервые показана связь НА- нейронов ГП не только с ритмами ЭЭГ, характерными для реакции активации, но и для состояния спокойного бодрствования. Однако, на наш взгляд, эти вопросы, несомненно, нуждаются в дальнейшем изучении.

ВЫВОДЫ

1. Аминергические системы активно участвуют в формировании индивидуального паттерна ЭЭГ потенциалов.

2. Текущую ЭЭГ можно рассматривать как индикатор активности моноаминергических систем мозга.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

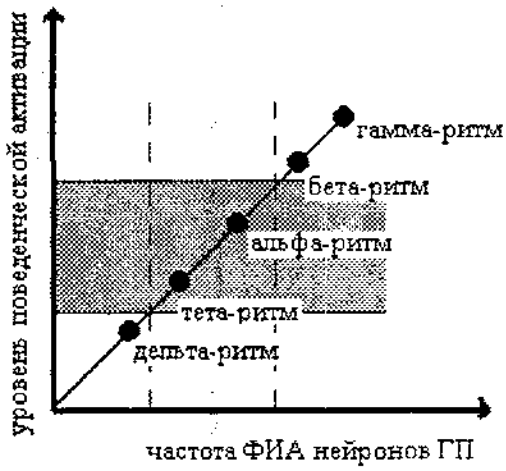


Рис. 5. Возможная взаимосвязь частоты норадренергических нейронов голубого пятна и частотных компонентов ЭЭГ в зависимости от уровня поведенческой активации. Выделенная область соответствует уровням активации животного в нашем исследовании.

Список литературы

1. Лиманский Ю.П. Рефлексы ствола головного мозга. – Киев: Наук. Думка, 1987. – 240 с.
2. Кругликов Р.И. Нейрохимические механизмы обучения и памяти. – Москва: Наука, 1981.
3. Лиманский Ю. П. Морфофункциональная организация аминергических систем и их роль в моторной деятельности мозга // Успехи физиологических наук. – 1990. – Т. 21, № 2. – С. 3-17.
4. Foote S.L., Bloom F.E., and Aston-Jones G. Nucleus locus coeruleus: new evidence of anatomical and physiological specificity // Physiol.Rev. – 1983. – Vol. 63, № 3. – P. 844-914.
5. Berridge C.W., Page M.E., Valentino R.J., Foote S.L. Effect of locus coeruleus in activation on electroencephalographic activity in neocortex and hippocampus // Neuroscience – 1993. – Vol. 55, № 2. – P. 381-393.
6. Foote S.L., Morrison J.H. Extrathalamic modulation of cortical function/In: Ann. // Rev. Neurosci. – 1987. – Vol 10. – P. 67-95.
7. Колотилова О.И., Павленко В.Б., Коренюк И.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О. Взаимосвязь активности нейронов аминергических систем головного мозга и ритмов ЭЭГ у кошки // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. –Том 18 (57). – №1. – С.131-137.
8. Berridge C.W., Espana R.A. Synergistic sedative effects of noradrenergic α1- and β-receptor blockade on forebrain electroencephalographic and behavioral indices // Neuroscience. – 2000. – V. 99, № 3. – P. 495-505.
9. Г. Н. Шевко. Типологические характеристики высшей нервной деятельности и особенности электрической активности головного мозга // Журн. высш. нерв. Деятельности. – 1975. – Вып. 2. – С. 342-349.
10. F. Reinoso-Suarez, Topographischer Hirnatlas der Katze fur Experimental-Physiologische. – Untersuchungen, Darmstadt, 1961.
11. Семенютин А.И., Майский В.А. Распределение в голубом пятне кошки норадреналинсодержащих нейронов, проецирующихся в теменную ассоциативную кору и спинной мозг // Нейрофизиология. – 1989. – Вып. 21, №1. – С. 112-121.
12. Porjesz B., Begleiter H., Wang K., Almasy L., Chorlian D.B., Stimus A.T., Kuperman S., O'Connor S.J., Rohrbaugh J., Bauer L.O., Edenberg H.J., Goate A., Rice J.P., Reich T. Linkage and linkage

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

disequilibrium mapping of ERP and EEG phenotypes // Biological Psychology. – 2002. – V. 61, № 1-2. – P. 229-248.
13. Жоров П.А. Электроэнцефалографические корреляты корково-подкорковых отношений //Проблемы дифференциальной психофизиологии / Под ред. В.Д. Небылицына. – М.: Наука, 1974. – С. 187-198.
14. Rasmussen K., Strecker R.E., Jacobs B.L. Single unit response of adrenergic, serotonergic and dopaminergic neurons in freely moving cats to simple sensory stimuli// Brain Res. – 1986. –V. 369, № 1-2. – P. 336-340.
15. S. P. Park, A. Lopes – Rodriguez, C.L. Wilson et al. In vivomicrodialysis measures of extracellular seroton in in the rat hippocampus during sleep – wakefulness // Brain Res. – 1999. – V. 833, № 2. – P. 291-296.
16. Частная физиология нервной системы. Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1983. – С. 606-615.
17. Гусельников В.И. Электрофизиология головного мозга. Курс лекций. – М.: Высшая школа, 1976. – 423 с.
18. Berridge C.W., Waterhouse B.D. The locus coeruleus-noradrenergic system: modulation of behavioral state and state-dependent cognitive processes // Brain Research Reviews. – 2003. – V. 42. – C. 33-84.

Поступила в редакцию 10.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 43-49.

УДК 612.014.46:615.214:547.78

ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ 2-ТРИФТОРМЕТИЛБЕНЗИМИДАЗОЛ ГИДРОХЛОРИДА НА ПАРАМЕТРЫ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА

Коренюк И.И., Гамма Т.В., Замотайлов А.А.

Разнообразие физико-химических свойств бензимидазолов определяет широкий спектр их биологической активности. Из литературы известно [1], что действие бензимидазолов проявляется в изменении состояния и функций молекулярных механизмов клеток, органов и всего организма. К настоящему времени синтезировано и проходит клиническое испытание большое количество производных бензимидазола с модификацией у второго атома углерода [2-7]. Одним из таких производных является 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорид (ТФМБ).

Поскольку структурным элементом ЦНС есть нейрон, мембрана которого является основной мишенью воздействия биологически активных веществ, то, очевидно, что механизмы их эффектов могут быть раскрыты при изучении изменений электрических характеристик мембраны. В связи с этим целью работы было изучение эффектов воздействия ТФМБ на параметры биоэлектрической активности нейронов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты проведены на идентифицированных нейронах ППа1 (n=14), ППа2 (n=15), ППа7 (n=10) и неидентифицированных нейронах правого париетального и висцерального ганглиев (n=21) моллюска Helix albescens Rossm. Внутриклеточно отводимые биопотенциалы усиливали с помощью универсальной физиологической установки УФУ-БКН (полоса пропускания 0-10 кГц) и через лабораторный интерфейс подавали на компьютер IBM PC. Наблюдение за импульсной активностью нейронов производилось на протяжении всего периода воздействия веществ. Наличие эффектов влияния соединений определялось по сопоставлению временных и амплитудных параметров электрических потенциалов в фоне с таковыми, регистрируемыми через 0.5, 1 и 5 мин от моментов аппликации и отмывания вещества. Регистрация параметров биоэлектрической активности нейронов и их обработка обеспечивалась компьютерной программой «Action Potential» [9], позволяющей также производить непрерывную запись показателей уровня мембранного потенциала (МП) и потенциала действия ПД в течение заданного времени с возможностью получения первой производной одного или нескольких ПД любого фиксированного участка записи осциллограммы. Основное

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

внимание в настоящей работе уделено анализу частотных и амплитудно-временных характеристики потенциалов нейронов и первой производной ПД, которую использовали для оценки максимумов скорости нарастания и спада ПД [8], что позволяло выяснить, на какие механизмы генерации ПД влияет ТМФБ.

ТФМБ разводили в растворе Рингера того же состава, что омывал препарат до концентраций 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} и 10^{-2} М. Количество однократно выводимого из пипетки раствора вещества составляло 1 мл. Поскольку, при этом перекрывался проток раствора Рингера, а объем ванночки, в которой находился препарат, составлял 0,5 мл, то это обеспечивало полную замену физиологического раствора на тестируемый раствор.

Обработка результатов проводилась с использованием t-критерия Стьюдента для зависимых выборок в программе Statistica 5.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первоначально нами для всех типов исследованных нейронов была определена пороговая концентрация ТФМБ. Она составляла 10^{-5} М, и при этом эффект воздействия соединения был слабовыраженным. Необходимо отметить, что у разных типов нейронов на воздействие ТФМБ проявлялись неодинаковые ответные реакции, то есть вещество обладало гетеронаправленными эффектами.

Так, у нейрона ППа1 достаточно выраженный эффект ТФМБ в концентрации 10^{-4} М проявлялся через 10-20 с. Типичная форма реакции нейрона ППа1 на аппликацию соединения представлена на рис. 1. Как видно из рисунка эффект воздействия соединения заключался в снижении уровня МП и амплитуды ПД и увеличении частоты генерации импульсов (ЧГИ). При этом, не наблюдалось существенного изменения порога генерации ПД. Тот факт, что после аппликации ТФМБ на фоне снижения МП увеличивается ЧГИ указывает на увеличение проводимости мембраны для ионов Na^+, а деполяризация мембраны свидетельствует о нарушении функционирования натрий-калиевого насоса [10]. К пятой минуте экспозиции ТФМБ МП и амплитуда ПД снижались (до -65,4±1,1 и 55,4±5,1 мВ от фонового уровня -70,2±2,7 и 90±3,8 мВ соответственно), а временной ход ПД не изменялся. При воздействии вещества постепенно снижался, а затем и вовсе отсутствовал овершут, который в фоне составлял 15,4±2,2 мВ. Это, по-видимому, может свидетельствовать о снижении входящего натриевого тока и/или раннем возрастании проницаемости мембраны для ионов калия, в результате чего амплитуда ПД значительно снижается.

После отмывания в течение 20 мин деполяризация мембраны сменялась гиперполяризацией (до -84±5,4 мВ) и прекращением генерации ПД.

Анализ скоростей нарастания и спада трансмембранных ионных токов (рис. 1, Б, внизу) позволил выяснить, что под влиянием ТФМБ в концентрации 10^{-4} М происходит постепенное снижение максимумов скоростей нарастания (от фоновых

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

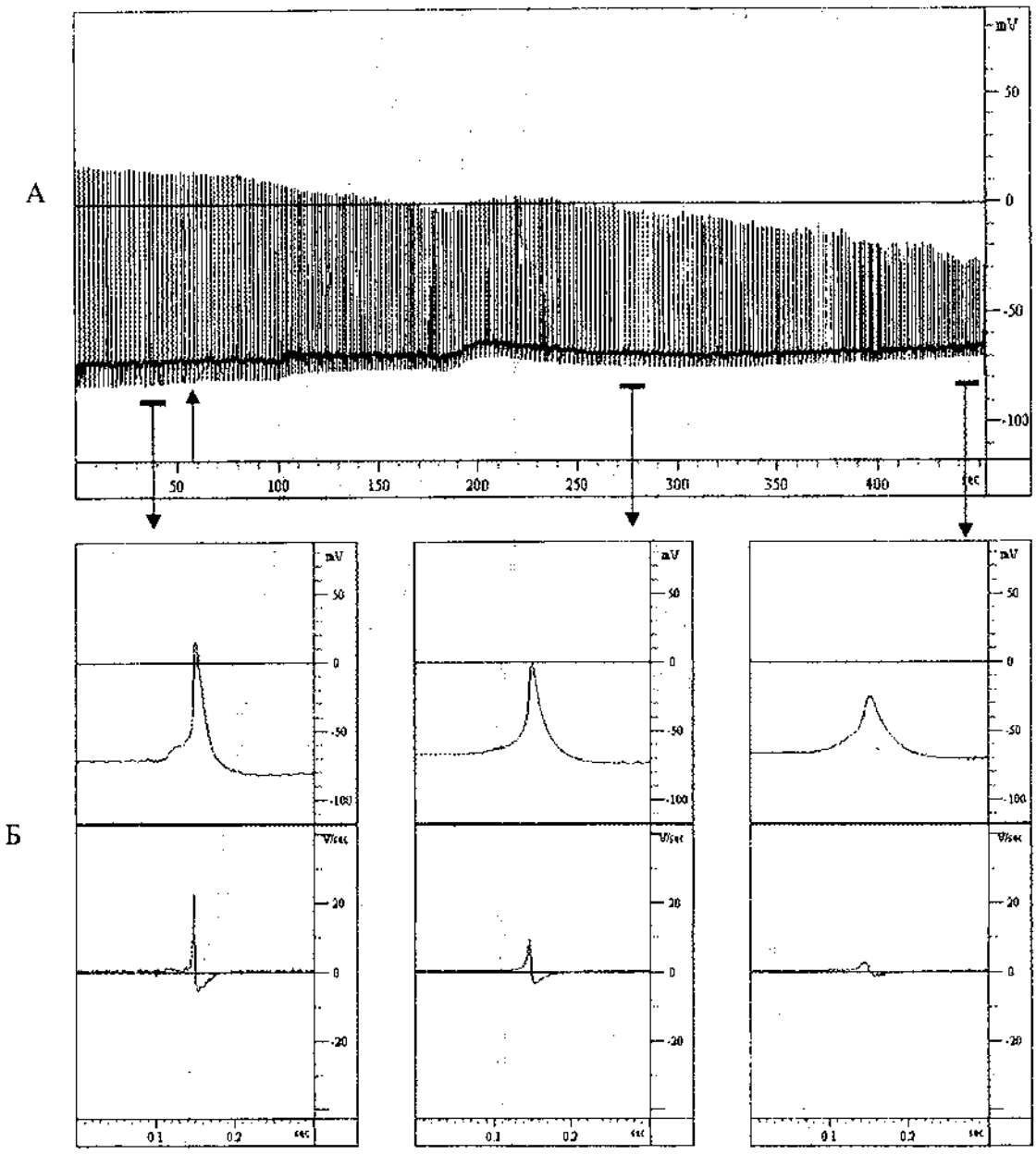


Рис. 1. Влияние 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорида в концентрации 10^{-4} М на электрические потенциалы нейрона ППа1:
А – полная запись; Б – усредненные ПД (вверху) и их первая производная (внизу) соответствующих (↓) подчеркнутым жирной линией на А участкам осциллограммы при большей скорости развертки; ↑ – момент аппликации вещества. По оси абсцисс на А и Б время в секундах, по оси ординат на А и Б, вверху, амплитуда ПД, мВ, на Б, внизу – скорость развития ПД, В/с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

23,0±1,4 до 3,4±0,8 В/с в опыте) и спада (от 7,2±1,3 до 1,1±0,4 В/с соответственно) ПД. Из приведенных данных следует, что к действию данного вещества чувствительными являются как входящие токи, которые, как известно [11], обеспечиваются ионами Na^+- и Ca^{2+}-, так и выходящие K^+-токи.

С увеличением концентрации ТФМБ до 10^{-3} и 10^{-2} М у нейрона ППа1 также наступало угнетение импульсной активности, характер изменений был таким же, как и при концентрации ТФМБ 10^{-4} М, а время наступления эффекта уменьшалось пропорционально концентрации. При отмывании в течение 20 мин ТФМБ в концентрации 10^{-3} М МП увеличивался до -88,2±4,7, а в 10^{-2} М – до -90,5±5,2 мВ и импульсная активность не восстанавливалась. Таким образом, ТФМБ первоначально изменяет функциональное состояние Na^+-, Ca^{2+}- и K^+-каналов, а затем увеличивает и проводимость мембраны для ионов Cl^-. При этом, стойкая гиперполяризация мембраны, мы полагаем, обусловлена необратимым связыванием молекул ТФМБ с рецепторными белковыми структурами мембраны. Не исключено, что это вещество изменяет вязкость мембраны, а именно, увеличивает текучесть ее липидной фазы, из-за изменения состава углеродных цепей жирных кислот в мембранных фосфолипазах, вследствие чего и происходит изменение функционального состояния ионных каналов и блокирование генерации ПД.

У нейронов ППа2, ППа7 и большинства (16-ти из 21) неидентифицированных клеток висцерального ганглия при аппликации ТФМБ в концентрации 10^{-4} М эффект начинал проявляться позже (через 40-60 с), чем у нейрона ППа1 и также выражался в снижении МП и увеличении ЧГИ. Отличием эффектов, наблюдаемых у этих нейронов было и то, что амплитуда их ПД снижалась незначительно (на 3,2±1,4 мВ 2,6±1,05 мВ соответственно) и сохранялся овершут (рис. 2). Как видно из рисунка 2, Б к действию ТФМБ чувствительны как Na^+- так и K^+- ионные токи, которые снижаются при экспозиции вещества.

С увеличением концентрации ТФМБ до 10^{-3} М у нейронов этих типов уменьшалось время наступления эффекта и, еще больше снижались МП, ЧГИ и амплитуда ПД. При этом у трех из 15-ти нейронов ППа2 были выявлены интересные особенности эффектов ТФМБ. Это заключалось в том, что через 180-200 с экспозиции вещества, на протяжении которых мембрана была деполяризована, МП резко достигал фонового уровня и, в течение 10-20 с прекращалась генерация ПД (рис. 3). Затем МП снова постепенно снижался и вместо нормальных ПД появлялись небольшой амплитуды с крутым передним фронтом «быстрые» пики (рис. 3, обозначены стрелками), которые по своим параметрам занимают промежуточное положение между ПД и локальным ответом. Амплитуда таких потенциалов варьировала от 4 до 20 мВ и была кратной наименьшему значению (4 мВ), а продолжительность составляла 10-30 мс. По мере деполяризации мембраны амплитуда этих пиков возрастала, однако они не достигали критического уровны деполяризации (КУД). Из этого следует, что ТФМБ при наружном приложении подавляет лавинообразное развитие на мембране сомы ПД, антидромно распространяющихся из активного локуса аксо-дендритного дерева. Кроме того, на фоне деполяризации мембраны у нейрона ППа2 среди этих быстрых пиков появлялись и медленные колебания МП.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

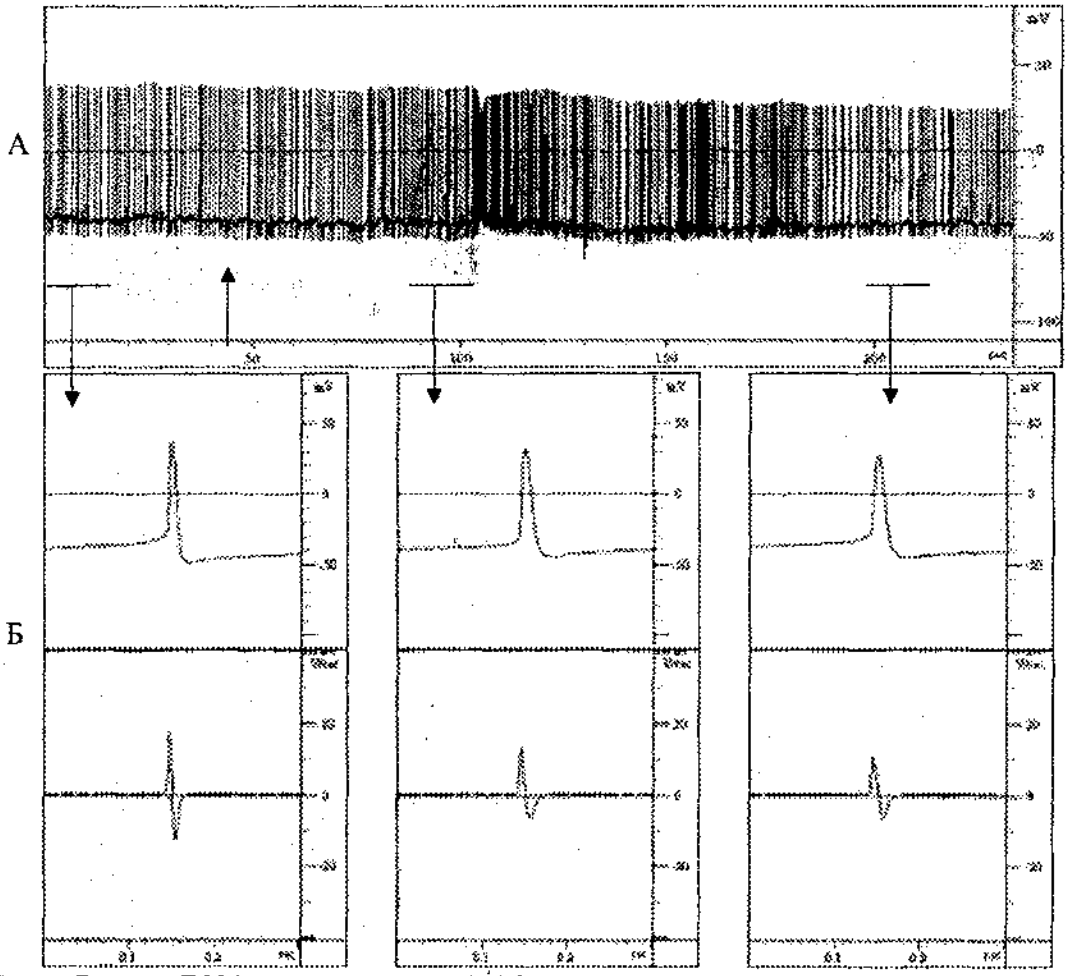


Рис. 2. Влияние ТФМБ в концентрации 10^{-4} М на электрическую активность нейрона ППа2. Обозначения такие же как и на рис. 1.

Причем, наблюдались как возбуждающие постсинаптические потенциалы (ВПСП), так и тормозные постсинаптические потенциалы (ТПСП). Амплитуда ВПСП и ТПСП находилась в пределах 5-15 мВ, а продолжительность – 20-100 мс. Со временем отдельные ВПСП достигали КУД и возникали одиночные, а затем и группы полномерных ПД (рис. 3, двойные стрелки). Важно отметить, что в фоне такие постсинаптические потенциалы не проявлялись. Исходя из этих данных мы полагаем, что у пейсмекерного нейрона ППа2 ПД могут иметь как эндо-, так и экзогенную природу. В случае эндогенной природы, ПД возникает в триггерной зоне аксо-дендритного дерева, а экзогенные ПД обусловлены трансинаптической активацией непосредственно мембраны сомы. Таким образом, полученные нами данные с большой долей вероятности позволяют считать, что на мембране пейсмекерных нейронов, по крайней мере, в нейроне ППа2, имеется как минимум

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

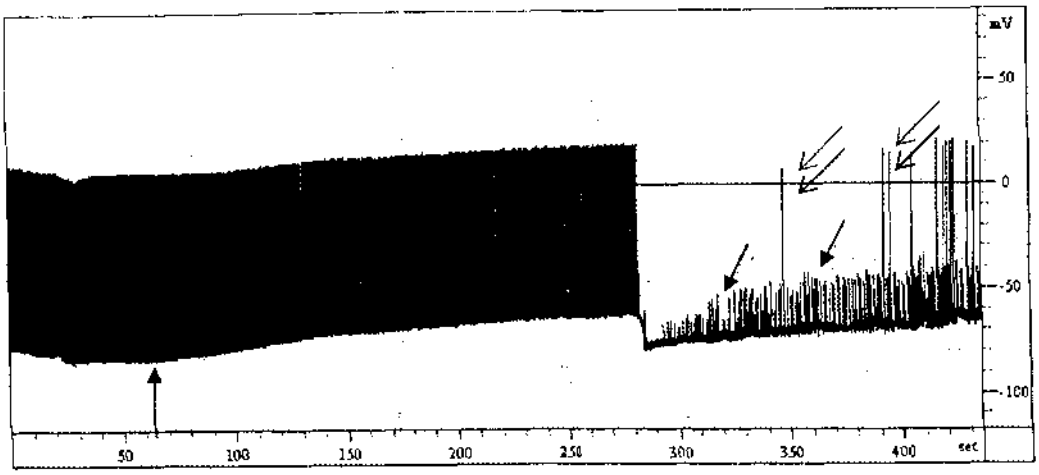


Рис. 3. Влияние 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорида в концентрации 10^{-3} М на электрические потенциалы нейрона ППа2:
↑ – момент аппликации вещества, ↓ – «быстрые» пики, ↓↓ – полномерный ПД.

две, пространственно разделенные, с разными механизмами запуска ПД триггерные зоны.

При аппликации ТФМБ в концентрации 10^{-2} М через 40-55 с от момента аппликации происходило полное угнетение генерации ПД у всех исследованных нейронов, которое также было обусловлено ингибированием как входящих, так и выходящих трансмембранных ионных токов.

В течение 20 мин отмывания после воздействия ТФМБ в концентрациях 10^{-4} и 10^{-3} М значения МП и амплитуды ПД у нейронов ППа2, ППа7 и неидентифицированных нейронов ВГ приближались к фоновому уровню, а после 10^{-2} М – существенно отличались от исходных значений. Таким образом, эффект ТФМБ в концентрациях 10^{-4} и 10^{-3} М был обратимый, а в 10^{-2} М – токсический, частично обратимый.

Особого внимания заслуживает и тот факт, что через 45-60 с экспозиции ТФМБ в разных концентрациях наблюдалась инициация стандартных ПД у пяти молчащих неидентифицированных нейронов висцерального ганглия. Такие ПД наблюдались в течение всего периода экспозиции вещества, имели крутой передний фронт, им не предшествовали ВПСП, что свидетельствует об их эндогенном происхождении. Тот факт, что генерация ПД происходила не сразу после приложения ТФМБ, а через некоторое время (по-видимому, необходимое для проникновения вещества вглубь ганглия), на наш взгляд, свидетельствует о том, что у этих нейронов потенциалы возникают в триггерной зоне аксо-дендритного дерева. На это указывает и тот факт, что от начала отмывания проходит две-три минуты, а затем внезапно прекращается генерация ПД. Таким образом, есть основания считать, что у этих нейронов эффекты ТФМБ связаны с непосредственным его воздействием на мембрану аксо-дендритного дерева исследованных нейронов.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

В целом, результаты настоящей работы указывают на то, что даже на отдельных нейронах в относительно «простой» нервной системе улитки имеется обширное разнообразие механизмов их функционирования.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорид дифференцированно влияет на разные типы фоновоактивных и молчащих нейронов правого париетального и висцерального ганглиев. Это является еще одним подтверждением установившейся точки зрения, что каждый тип нервных клеток имеет разнообразные специфические рецепторы, различную направленность и сформированность внутриклеточных процессов.

2. Выявлено, что 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорид может оказывать селективное влияние на разные участки мембраны одного и того же нейрона, то есть может облегчать аксо-соматические синаптические входы и угнетать развитие ПД в триггерном локусе аксо-дендритного дерева.

3. 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорид может применяться в качестве химического агента для выявления наличия возбуждающих и тормозных синаптических входов на мембране сомы пейсмекерных нейронов и, следовательно, позволяет выявлять новые особенности интегративных процессов на соматической мембране.

Список литературы

1. Спасов А.А., Иежица И.Н., Бугаева Л.И., Анисимова В.А. Спектр фармакологической активности и токсикологические свойства производных бензимидазола (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. – Т. 33, №5 – С. 6-17.
2. Бойко С.С., Жердяев В.П., Незнамов Г.Г. Роль фармакокинетики бемитила в реализации его терапевтической эффективности // Фармакология и токсикология. – 1991. – Т. 54, №2. – С. 64-66.
3. Бугаева Л.И., Спасов А.А., Веровский В.Е., Иежица И.Н. Исследование от острой токсичности бемитила и бромегала // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2000. – Т. 63, № 6. – С. 53-57.
4. Гамма Т.В., Коренюк И.И., Баевский М.Ю. Функциональное состояние нейронов ПНа1 под влиянием дибазола и бемитила // Ученые записки ТНУ, серия «Биология, Химия». – 2003. – Т. 16 (55), №4. – С. 20-27.
5. Гамма Т.В., Коренюк И.И., Баевский М.Ю., Подмарева И.Р. Влияние бемитила на физиологическую реакцию крыс // Ученые записки ТНУ, серия «Биология, Химия». – 2005. – Т. 18 (57), №1. – С. 161-166.
6. Gamma T.V., Korenyuk I.I., Baevsky M.Yu., Ravaeva M.Yu., Pavlenko V.B. The Effect Of The Influence Of Some Benzimidazole Derivatives On The Components Of Mollusc's Neuron Potentials // J. Neurophysiology. – 2002. – Vol. 34, № 2/3. – P. 147-149.
7. Гамма Т.В., Коренюк И.И. Баевский М.Ю., Замотайлов А.А., Кобылянская Л.А. Эффекты воздействия бензимидазола и некоторых его производных на параметры электрических потенциалов нейронов моллюска // Ученые записки ТНУ, серия «Биология, Химия». – 2001. – Т. 16 (55), №1. – С. 20-27.
8. Кононенко Н.И., Костюченко О.В. Механизмы генерации ритмоводящей активности в идентифицированных нейронах виноградной улитки // Нейрофизиология –2001. –Т.33, №1. –С.46-54.
9. Замотайлов А.А., Коренюк И.И. "Комп'ютерна програма для реєстрації, обробки і автоматизованого аналізу біоелектричних сигналів", Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 11642.
10. Хухо Ф. Нейрохимия. Основы и принципы. – М.: Мир, 1990. – 384 с.
11. Магура И.С. Проблемы электрической возбудимости нейрональной мембраны. – Киев: Наукова Думка, 1981. – 208 с.

Поступила в редакцию 25.10.2005 г

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 50-55.

УДК 581.524.13:581.526.52

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ОДНОЛЕТНИЕ СУККУЛЕНТНЫЕ ВИДЫ В СООБЩЕСТВАХ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КРЫМА

Котов С.Ф., Симагина Н.О.

Одним из факторов, определяющих функциональную структуру фитоценоза, является аллелопатия. Раскрытие механизмов аллелопатии представляет значительный интерес, так как позволяет решать многие теоретические и практические задачи современной ботаники [3, 16, 18]. Аллелопатические связи проявляются на всех уровнях организации живой материи [2, 6, 19]. Они вносят существенный вклад в создание среды сообщества и выступают как особый биотический фактор – аллелопатический. [10]. В фитоценозе вокруг каждого растения формируется своеобразная "аллелопатическая сфера", существующая за счет накопления в среде растительных выделений. Каждый компонент фитоценоза испытывает воздействие экзогенных органических соединений [5]. Степень влияния аллелопатического фактора в фитоценозе, зависит от качественного и количественного состава аллелопатически активных веществ в среде сообщества или от эффективности их совокупного влияния на растения [10]. Отдельные виды растений, представленные в фитоценозе, принимают неодинаковое участие в создании аллелопатического режима [3, 4]. Основная роль в большинстве случаев принадлежит эдификаторам и доминантам, так как они, преобладая по биомассе и численности, оказывают наибольшее средоопределяющее воздействие [5, 10, 19].

В последние годы перспективным направлением исследований мировых растительных ресурсов является оценка средообразующей функции галофитов [14]. Существуют единичные исследования, в которых указывается на аллелопатические взаимодействия между растениями соляных пустынь Пакистана [17, 20]. Однако в них не установлено значение аллелопатии на фитоценотическом уровне, не показано влияние аллелопатии на развитие вегетативной и генеративной сфер растений, не выявлена динамика аллелопатической активности галофитов. В настоящее время исследования галофитной растительности умеренного климата в большей мере посвящены установлению механизмов конкуренции [7, 9, 21]. Вместе с тем, нами проведен ряд экспериментов, в которых отмечена существенность влияния аллелопатического фактора на структуру сообществ галофитов [11, 13].

В предыдущих исследованиях с помощью битестов установлена высокая аллелопатическая активность *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., *Limonium gmelinii* (Willd.) O.Kuntze [11]. В модельных экспериментах

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

констатировано наличие действия аллелопатического фактора в сообществах ряда ассоциаций галофитной растительности [12].

Целью настоящего исследования является определение степени аллелопатического влияния *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii* на морфометрические параметры, отражающие жизненность и семенную продуктивность однолетних суккулентных галофитов *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. При этом решали задачи по определению корреляций между морфометрическими параметрами *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* и расстоянием до *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii*; выявлению различий побеговой системы *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* на разных участках трансект; определению реальной семенной продуктивности и репродуктивного усилия *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* при действии аллелопатического фактора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Северо-Западном Крыму, в прибрежной зоне озера Сасык в сообществах ассоциаций: *Artemisietum (santonicae) salicorniosum (europaea)*, *Artemisietum (santonicae) suaedosum (prostratae)*, *Artemisietum (santonicae) petrosimoniosum (oppositifoliae)*, *Halocnemetum (strobilacei) salicorniosum (europaea)*, *Halocnemetum (strobilacei) suaedosum (prostratae)*, *Halocnemetum (strobilacei) petrosimoniosum (oppositifoliae)*, *Limonietum (gmelinii) salicorniosum (europaea)*, *Limonietum (gmelinii) suaedosum (prostratae)*, *Salicornietum (europaea) suaedosum (prostratae)*, *Salicornietum europaea purum*, *Suaedetum prostratae purum*, *Petrosimonietum oppositifoliae purum*. В исследуемых сообществах рассматривалось влияние многолетних растений *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii* (действующих видов, доноров аллелопатических веществ) на однолетние растения *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* (подчиненные виды, акцепторы аллелопатических веществ).

Для определения аллелопатической активности растений в галофитных сообществах отбирали по 40 особей *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii*, различающихся по возрастному состоянию, которое определялось на основе качественных морфологических признаков. От основания стебля, с ориентировкой по сторонам света, закладывались полосные трансекты (ширина 10 см, шаг 10 см). Каждые две недели в течение периода вегетации на трансектах подсчитывали численность, измеряли морфометрические параметры (высота, степень ветвления), регистрировали фенологическое состояние *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia*. В конце вегетации растения изымали из почвы, закладывали в бумажные пакеты и высушивали в термостате (t=+60°C) в течение 10 дней. Затем измеряли воздушно-сухую массу однолетников [8]. Реальную семенную продуктивность и репродуктивное усилие *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* в разных условиях произрастания оценивали общепринятыми методами [1, 8]. Данные были обработаны методами математической статистики [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii* на жизненность однолетних галофитов распространяется в пределах их фитогенных полей. Радиус фитогенного поля *A. santonica* – 50-55 см, *H. strobilaceum* – 50-60 см, *L. gmelinii* – 20-25 см. Анализ эмпирических

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

линий регрессии позволил установить общую для всех исследуемых сообществ закономерность – с увеличением расстояния от основания стебля действующих видов возрастает численность подчиненных видов. При этом структура и напряженность фитогенных полей многолетних галофитов изменяется в течение онтогенеза.

В фитогенном поле *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii* жизненное состояние растений *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* хуже по сравнению с моноценозами. В течение периода вегетации относительная скорость роста подчиненных видов выше в моноценозах, чем в фитогенных полях действующих видов. С увеличением расстояния между действующим и подчиненными видами увеличиваются средние показатели морфометрических параметров *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia*. Установлена положительная коррелятивная связь между биомассой, высотой, диаметром, ветвлением растений подчиненных видов и расстоянием до *A. santonica*, *H. strobilaceum*, *L. gmelinii*. Это свидетельствует о том, что по мере удаления от центра фитогенного поля, снижается аллелопатическое воздействие действующих видов на подчиненные виды-однолетники.

В течение вегетационного периода напряженность межвидовых взаимодействий возрастает. На это указывает увеличение коэффициентов корреляции между расстоянием от донора аллелопатических веществ (*A. santonica*) и параметрами жизненности акцепторов – *S. europaea*, *S. prostrata*, *P. oppositifolia* (табл. 1).

Таблица 1.

Корреляционная зависимость параметров жизненности *S. europaea, S. prostrata, P. oppositifolia* по градиенту удаленности от *A. santonica* ($r \pm m_r$)

Пара	Вид	Июль		Август		Сентябрь	
		декада		декада		декада	
		I	II	I	II	I	II
Биомасса	*Sal.*	0,56±0,11	0,68±0,12	0,72±0,08	0,84±0,12	0,96±0,01	0,85±0,07
	Sua.	**0,35±0,06**	0,48±0,09	0,51±0,10	0,65±0,08	0,90±0,02	0,74±0,11
	Petr.	**0,39±0,23**	0,52±0,13	0,86±0,06	0,80±0,07	0,93±0,05	0,96±0,02
Высота	*Sal.*	0,68±0,09	0,88±0,04	0,90±0,03	0,92±0,04	0,95±0,01	0,98±0,04
	Sua.	0,46±0,10	0,53±0,06	0,59±0,12	0,60±0,05	0,63±0,11	0,70±0,06
	Petr.	**0,23±0,08**	0,45±0,10	0,75±0,12	0,86±0,05	0,94±0,02	0,91±0,08
Диаметр	*Sal.*	0,48±0,14	0,67±0,12	0,69±0,09	0,73±0,08	0,80±0,03	0,82±0,06
	Sua.	**0,18±0,12**	**0,09±0,04**	**0,30±0,17**	0,37±0,04	0,48±0,10	0,42±0,17
	Petr.	**0,15±0,09**	**0,25±0,16**	**0,31±0,11**	**0,36±0,18**	0,39±0,07	0,45±0,11
Ветвлени	*Sal.*	**0,35±0,07**	0,39±0,15	0,68±0,09	0,86±0,07	0,91±0,03	0,93±0,02
	Sua.	**0,24±0,11**	0,30±0,05	0,49±0,11	0,51±0,13	0,52±0,09	0,60±0,17
	Petr.	**0,22±0,17**	0,46±0,12	0,59±0,06	0,58±0,09	0,66±0,18	0,71±0,14

Примечание. В таблице приведены сокращенные обозначения для видов растений: *Salicornia europaea* L. – Sal., *Suaeda prostrata* Pall.- Sua., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. – Petr.. Здесь и в табл. 2 полужирным шрифтом выделены статистически недостоверные значения коэффициентов корреляции ($P<0,05$).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Во всех исследованных сообществах отмечен аналогичный характер воздействия действующего вида на подчиненные. У *S. europaea, S. prostrata, P. oppositifolia* проявляется общая ответная реакция на биотический стресс (конкуренцию за свет, элементы минерального питания и аллелопатию), заключающаяся в замедлении темпов морфогенеза и в целом онтогенеза.

В пределах фитогенных полей *A. santonica, H. strobilaceum, L. gmelinii* значительно ингибируется развитие побеговой системы однолетников. По мере удаления от основания стебля действующих видов увеличивается количество ветвящихся растений-акцепторов и количество ветвей I, II, III порядков на них. Установлена тесная корреляционная связь между средним количеством ветвей на растении-акцепторе и расстоянием до растения-донора аллелопатических веществ (в сообществах ас. *Artemisietum (santonicae) salicorniosum (europaea)* r=0,93+0,02; *Halocnemetum (strobilacei) salicorniosum (europaea)* r=0,84+0,06; *Limonietum (gmelinii) salicorniosum (europaea)* r=0,91+0,03). Отмечены единичные аномальные случаи отмирания апикальных меристем побегов *S. europaea*, при этом преимущественное развитие получала одна их боковых меристем. Нарушения морфогенеза приводят к редукции метамеров или даже изменению типов ветвления при действии стрессовых значений экологических факторов на ранних этапах онтогенеза.

В ходе онтогенеза многолетние виды-галофиты кумулятивно преобразуют среду. Средообразующая способность *A. santonica, H. strobilaceum, L. gmelinii* возрастает с увеличением их размеров. На это указывает отрицательная коррелятивная связь морфометрических параметров растений действующих видов с морфометрическими параметрами растений подчиненных видов (P<0,05).

Также установлена положительная коррелятивная связь морфометрических параметров, характеризующих жизненность *S. europaea* с удаленностью от растений-доноров аллелопатических веществ различных возрастных состояний. Наибольшая средообразующая роль *A. santonica* отмечена в виргинильный и генеративный периоды онтогенеза, а *H. strobilaceum, L. gmelinii* – в генеративный (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние *H. strobilaceum* различных возрастных состояний на жизненность *S. Europaea*

Период онтогенеза	Возрастное состояние	Средняя масса, m $(\bar{x} \pm m_x)$	Теснота связи расстояния от *H. strobilaceum* с показателями жизненности *S.europaea* ($r \pm m_r$)			
			Биомасса	Высота	Диаметр	Ветвление
Прегене-ративный	v	18,9±0,2	0,25±0,07	0,36±0,09	0,29±0.14	0,30±0,06
	j-im	34,3±0,1	0,39±0,06	0,38±0,11	0,31±0,16	0,44±0,12
Генера-тивный	g_1	45,6±0,2	0,84±0,05	0,90±0,03	0,77±0,08	0,84±0,06
	g_2	57,3±0,1	0,82±0,07	0,79±0,05	0,83±0,04	0,66±0,11
	g_3	55,9±0,3	0,69±0,10	0,68±0,08	0,69±0,01	0,54±0,17
Постгене-ративный	ss	31,7±0,3	0,58±0,04	0,49±0,15	0,44±0,12	0,39±0,09
	s	28,4±0,2	0,41±0,13	0,36±0,11	0,25±0,07	0,28±0,15

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Аллелопатически активные вещества, выделяемые различными органами растений, оказывают значительное влияние на формирование и прорастание семян. Репродуктивное усилие является одним из наиболее обобщающих показателей уровня репродукции особей [8]. Установлено, что репродуктивное усилие растений-акцепторов последовательно возрастает на отрезках трансект, удаленных от основания стебля *A. santonica, L. gmelinii* (табл. 3). На трансектах, заложенных от *H. strobilaceum*, у особей подчиненного вида было отмечено скачкообразное варьирование этого показателя, что связано с изменением напряженности фитогенного поля многолетника в разных концентрических микрозонах.

Таблица 3.

Зависимость репродуктивных характеристик особей *S. europaea* от интенсивности воздействия многолетников

Действующий вид	Отрезки трансекты, см	Реальная семенная продуктивность, шт ($\bar{x} \pm m_x$)	Всхожесть, %	Репродуктивное усилие (RE) шт/г
A. santonica	0 – 10	12,7 ± 1,0	63	15,6
	10 –20	18,1 ± 0,9	74	19,9
	20 – 30	29,4 ± 0,5	86	24,1
	30 – 40	37,5 ± 0,7	88	30,1
	40 – 50	48,0 ± 0,4	95	39,5
H. strobilaceum	0 – 10	15,5 ± 1,1	72	18,1
	10 –20	26,0 ± 1,2	86	19,6
	20 – 30	45,5 ± 0,6	90	43,3
	30 – 40	11,0 ± 0,9	71	16,9
	40 – 50	11,5 ± 0,8	78	15,8
	50 – 60	44,5 ± 0,4	93	42,0
L. gmelinii	0 – 10	19,4 ± 1,6	80	20,2
	10 –20	28,8 ± 1,0	86	26,1
	20 – 30	37,4 ± 0,9	90	38,6
	30 – 40	42,5 ± 1,2	95	40,7
	40 – 50	58,0 ± 0,7	95	43,9
S. europaea в моноценозах		152,0 ± 0,7	100	59,0

Полученные результаты позволяют заключить, что в галофитных сообществах многолетники обладают значительной средообразующей активностью. Она реализуется в наличии аллелопатических свойств. При аллелопатическом влиянии многолетних галофитов жизненность *S. europaea, S. prostrata, P. oppositifolia* снижается. Воздействие *A. santonica, H. strobilaceum, L. gmelinii* возрастает как в течение одного вегетационного сезона, так и онтогенеза в целом. Ингибирование процессов роста и ветвления в конечном итоге отражается в снижении уровня репродукции особей *S. europaea, S. prostrata, P. oppositifolia*. Аллелопатическое влияние многолетних галофитов

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

распространяется на все сферы развития однолетних галофитов и вносит существенный вклад в формирование структуры сообществ.

Список литературы

1. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, №6. – С. 826-837.
2. Головко Є.А. Історично-аналітичний погляд: від класичної фізіології рослин до сучасної алелопатії // Інтродукція рослин. – 2001. – № 1-2. – С. 5-17.
3. Головко Е.А., Грахов В.П., Засть І.М. Екосистемний аналіз фітоценозів з точки зору алелопатії // И.К. Пачоський та сучасна ботаніка. –Херсон: Айлант., 2004. – С. 194-196.
4. Горобец С.А., Назаренко Е.Н. Средообразующая роль растений в круговороте физиологически активных веществ // Аллелопатия и продуктивность растений: Сборник научных трудов. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 36-41.
5. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. – К.: Наукова думка, 1991. – 294 с.
6. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем. – К.: Наукова думка, 1983. – 368 с.
7. Жалдак С.Н. Влияние конкурентных взаимодействий между растениями на анатомо-морфологическое строение, рост и продуктивность некоторых эугалофитов: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.05 / Никитский ботанический сад – Национальный научный центр. – Ялта, 2005. – 20 с.
8. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. – Казань: Изд. Казанского ун-та, 1989. – 143 с.
9. Котов С.Ф. Механизмы конкуренции в сообществах однолетних суккулентных галофитов // Укр. ботан. журн. – 2001. – Т. 58, № 4. – С. 465-469.
10. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. – Самара: Изд. Самар. университета, 1994. – С. 3-20.
11. Симагина Н.О. Аллелопатические взаимодействия в сообществах галофитов Крыма // Ученые записки Таврического национального университета. Серия биология. – 2001. – Т. 14, № 1. – С. 203-206
12. Сімагіна Н.О. Біоіндикація фітотоксичної активності ґрунту угруповань галофітної рослинності Криму // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ, 2003. – С.13-20.
13. Симагина Н.О., Котов С.Ф. Аллелопатические эффекты во взаимодействиях растений галофитных сообществ Крыма// Природничі науки на межі століть Матер. наук.-практ. конф. (Ніжин, 23-25 березня 2004 р.) Ніжин, Б.и., 2004. – С.81.
14. Шамсутдинов Н.З., Шамсутдинов З.Ш. Мировые растительные ресурсы галофитов и проблемы их многоцелевого использования в сельском хозяйстве // Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология растений. – 1998. – № 1. – С. 3-17.
15. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. – Л.: ЛГУ, 1984. – 564 с.
16. Macias F.A., Castellano D., Oliva R.M., Cross P., Torres A. Potential use of allelopathic agents as natural agrochemicals // Abstr. Brighton Crop. Prot. Cong. –1997. – Vol. 1. – P. 33-38.
17. Mahmood K., Malik K.A., Lodni M.A., Sheikh K.H. Competitive interference by some invader species against Kallar grass (Leptochloa fusca) under different salinity and watering regimes // Pakistan J. Bot. – 1993. – Vol. 25. – P. 145-155.
18. Malik A.U. Challenges and opportunities in allelopathy research: a brief overview // J. of Chem. Ecology. – 2000. – Vol. 26, № 9. – P. 2007-2009.
19. Putnam A.R., Tang C.S. Allelopathy: State of the science // The science of allelopathy. – New York: John Wiley and Sons, 1986. – P. 1-19.
20. Saxena S.K. Banny grassland and halophytes // Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. – Kluwer. Pordrecht. – 1994. – P. 38-56.
21. Ungar I.A. Are biotic factors significant in influencing the distribution of halophytes in saline habitats? // Bot. Rev. – 1998. – V. 64, № 2. – P. 176 – 199.

Поступила в редакцию 22.10. 2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 56-64

УДК – 612.822.3.08; 612.821.2

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СЕАНСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ВНИМАНИЯ

Луцюк Н.В., Павленко В.Б.

В последние годы в лечении нарушений внимания как с гиперактивностью, так и без нее, используется метод биологической обратной связи по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-ОС) или нейротерапии, нейроуправления, биоуправления, при котором люди обучаются управлять своей собственной биоэлектрической активностью мозга при помощи сигнала обратной связи [1–9].

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют об эффективности данного метода в лечении синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), специфических проблем обучения [10–15]. Однако метод нейроуправления в коррекции нарушений внимания в данный момент еще не формализован, и остается много открытых вопросов относительно проведения самих сеансов, выбора протоколов биоуправления, формы представления сигнала обратной связи и т.д. [10, 12].

Поэтому целью данной работы является изучение существующих подходов и стратегий в организации сеансов биологической обратной связи, что позволит исследователям выбрать оптимальную стратегию проведения сеансов ЭЭГ-ОС.

Для реализации поставленной цели нами были выделены следующие задачи:

Изучить используемые в настоящее время подходы, протоколы, методы для проведения сеансов ЭЭГ-ОС.

Описать те или иные преимущества в подходах, методах, протоколах, применяемых для коррекции и развития показателей внимания.

ТОПОГРАФИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Расположение электродов является довольно сложным вопросом и зависит от многих факторов: типа тренинга, выбранных ритмов ЭЭГ, предпочтений исследователя и т.д. В результате систематических исследований были получены определенные результаты относительно различного расположения электродов.

Дж. Любар при лечении СДВГ располагает электроды биполярно на половине расстояния между Cz и Fz. Эти локализации являются областями, где регистрируются наиболее высокие уровни соотношения тета/бета ритмов, которые являются главными коррелятами данного нарушения. Если дисфункция наиболее выражена в орбито-фронтальной коре, наилучшей локализацией для записи будут Fp1 и Fp2, однако, движения глаз, мигательные движения сделают затруднительным использование этих электродов для работы [10].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Следует отметить, что одним из вопросов расположения электродов является феномен генерализации. Более чем в десяти клинических случаев, когда тренинг проводился в области центральной коры с расположением электродов на половине расстояния между Cz и Fz и между Cz и Pz, после сеанса отмечались изменения тета/бета соотношения во всех стандартных отведениях. Хотя изменения были максимальными в центральных отделах, они регистрировались даже в затылочных и височных областях. Это подтверждает то, что даже при центральном расположении электродов нейрофидбек охватывает широкие области коры головного мозга. Вопрос об их генерализации при регистрации электроэнцефалограммы не в центральных отведениях остается открытым [10].

Сеансы, направленные на увеличение низкочастотного бета или сенсомоторного ритма (СМР-ритм; 12–15 Гц), обычно проводят в центральной области правого полушария (локус С4). Данное отведение часто используется при лечении пациентов с выраженной гиперактивностью, импульсивностью [16, 17]. Другой наиболее типичный метод – это использование Cz отведения. Тренинги с использованием данного отведения приводят к улучшению концентрации внимания. Обычно тета-ритм подавляется, а СМР-ритм усиливается [12, 16, 18].

Другой общий подход состоит в увеличении бета-1 ритма и подавлении низкочастотной активности. В этом случае электроды размещают над лобной (Fz) или/и сенсомоторной (С3) зоной левого полушария [6, 7, 10].

В настоящее время все больше заметна тенденция в проведении ЭЭГ-ОС сеансов одновременно в правом и левом полушариях, используя при этом различные настройки. Например, увеличение СМР-ритма справа (С4) и увеличение бета-1 ритма слева (С3) при подавлении тета-ритма [11, 13, 19]. Отмер использует монополярное отведение в точках С3, Cz, С4 [20].

ВЫБОР ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Все протоколы нейроуправления основаны на увеличении или подавлении определенных частотных компонентов ЭЭГ. В большинстве случаев для достижения активного состояния, повышения концентрации внимания используется тренинг, направленный на увеличение высокочастотной активности (СМР-ритм, бета-1 ритм) и подавление низкочастотной активности (тета-ритм) [4, 6, 12, 20, 21].

Границы частотных диапазонов тета-ритма, СМР-ритма и бета-ритма по-разному определятся различными исследователями (см. табл. 1).

ВЫБОР ПРОТОКОЛОВ БИОУПРАВЛЕНИЯ

Протоколы биоуправления включают в себя выбор отведений, частотных диапазонов, которые будут усиливаться или подавляться, план для установления и модификации сложности нейроуправления (задание величины порогов для каждого ритма) а также организацию самих сеансов ЭЭГ-ОС. Результаты тренингов будут зависеть от выбора частот, отведений, а также от того, как будут установлены пороги для каждого ритма, объяснена инструкция и представлен сигнал обратной связи.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Таблица 1.

Границы частотных диапазонов ЭЭГ, определяемые различными исследователями

Название ритма	Частотный диапазон ритма	Исследователи
Бета-ритм	16-20 Гц	Любар
	15-18 Гц	Отмер, Пономарев, Гринь-Яценко, Кропотов
	12-20 Гц	Джанзен, Фитцсимонс
Сенсомоторный ритм	12-15 Гц	Любар, Отмер
	12-14 Гц	Стерман
	12-16 Гц	Джанзен, Фитцсимонс
Тета-ритм	4-8 Гц	Любар, Джанзен, Фитцсимонс
	4-7 Гц	Отмер, Пономарев, Гринь-Яценко, Кропотов

За последние 10 лет значительно увеличилась роль сложных протоколов. Наиболее значительным улучшением стала возможность усиливать один ритм, в то время как подавляется другой ритм или удерживается на определенном уровне [4, 7, 10, 12, 20]. Еще одним улучшением стала возможность предъявлять различные виды (аудиальный, визуальный) сигналов обратной связи, используемые в комплексе [11].

Ритмы ЭЭГ. Тренинг, направленный на увеличение высокочастотной активности (СМР-ритм, бета-1 ритм), используется для того, чтобы вызывать состояния, ассоциирующиеся с лучшими механизмами внимания; активность в диапазоне 13-21 Гц связана с внешним фокусом, высокой моторной готовностью. Бета-активность большинство исследователей рассматривает как отражение когнитивных процессов и фокусирования внимания. Функциональное значение бета-ритма в целом связывают с обработкой стимулов во фронтальной зоне коры, однако, изучение природы бета-ритма находится на стадии описания. Увеличение бета-ритма происходит в ситуации, связанной с предъявлением значимого стимула [22, 23].

СМР-тренинг. Тренинги, направленные на увеличение СМР активности применяются как для устранения импульсивности, гиперактивности [17], так и для улучшения показателей внимания в целом [24] Так, в результате многочисленных исследований было показано, что проведение сеансов биоуправления по СМР-ритму значительно увеличивает показатели внимания у индивидов с СДВГ [14]. В недавних исследованиях изучалось также влияние данного типа тренинга в группе здоровых испытуемых. Эгнер и Грузелье обнаружили, что увеличение СМР-ритма связано с увеличением амплитуды волны Р300, а также с уменьшением реакции на нецелевые стимулы, что служит доказательством влияния данного типа тренинга на показатели внимания [12]. Прямая взаимосвязь между СМР активностью и ее влиянием на обработку информации еще полностью не установлена. Тем не менее, существует предположение, согласно которому моторная активность, ассоциирующаяся с подавлением СМР-активности, может интерферировать с перцептивными и интегративными компонентами обработки информации [24]. Следовательно, обучение

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

произвольной регуляции СМР-активности позволяет облегчать обработку информации за счет уменьшения этой интерференции, поддерживая при этом наготове функции восприятия, внимания.

Бета-1 тренинг. Использование нейроуправления по бета-1 ритму для коррекции нарушений внимания исходит из клинических исследований [25]. Этот тип тренинга применяется при лечении СДВГ и при специфических проблемах обучения [7, 26]. У детей с СДВГ повышена мощность медленноволной активности в диапазоне тета-волн, преимущественно в лобных областях [9, 27-30] и уменьшена мощность волн в диапазоне 12-21 Гц [28, 31]. Предполагается, что такие признаки СДВГ как невнимательность, импульсивность и гиперактивность отражают недостаточную активацию лобной коры [28, 32].

В одном из исследований проведение сеансов биоуправления по ЭЭГ со здоровыми испытуемыми позволило выявить отрицательную корреляцию между количеством ошибок, связанных с ответами на нецелевые, иррелевантные стимулы и величиной бета-1 ритма; и позитивную взаимосвязь между величиной амплитуды волны Р300 и активностью в бета-1 диапазоне [13]. Также было обнаружено снижение времени реакции после проведения бета-1 тренинга. Такая тенденция к быстрым, но не обязательно точным, правильным ответам, в свою очередь, по-видимому, связана с увеличенной активностью норадренергической системы [33, 34].

Полученные данные позволяют предположить, что увеличение амплитуды Р300, связанной с бета-1 тренингом является отражением более высокого уровня активации мозга. Из данных литературы известно, что на величину амплитуды Р300 влияют не только когнитивные переменные, но и биологические детерминанты, связанные с уровнем бодрствования. Таким образом, более высокому уровню активации могут соответствовать большие амплитуды волны Р300 [35]. Тот факт, что в процессе тренинга не произошло улучшения показателей внимания, указывает на то, что для здоровых испытуемых увеличение уровня кортикального возбуждения может привести к уровню бодрствования, который находится за пределами состояния, оптимального для выполнения задачи.

Интерпретация полученных результатов находится в полном соответствии с общим положением, согласно которому бета-1 тренинг может быть использован для повышения уровня активации лобных зон коры у индивидов с СДВГ, со сниженным уровнем кортикальной активности [36, 37]. Эти результаты позволяют также заключить, что для здоровых индивидов увеличение уровня кортикальной активации не обязательно приводит к улучшению характеристик внимания.

Настройка сложности нейроуправления. Можно выделить три основных подхода к настройке сложности нейроуправления, т.е. порога, установленного для каждого ритма ЭЭГ, который тренируется, или величины соотношения определенных ритмов.

1) Пороги устанавливаются один раз во время первой записи и впоследствии не изменяются на протяжении всего тренинга. Этот подход основан на том, что установленные пороги соответствуют конкретному испытуемому, и их не следует изменять [7].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

2) Пороги изменяются полурегулярно, чтобы обеспечить определенный процент появления положительной обратной связи [4, 11]. Преимущество данного подхода состоит в том, что испытуемый всегда получает определенную величину положительной обратной связи. Однако следует заметить, что если испытуемый слишком часто получает положительное подкрепление, то он будет плохо различать свои состояния, и эффективность тренинга, вероятно, будет невелика. Если же положительная обратная связь будет встречаться слишком редко, то у испытуемого в этом случае будет мало возможностей для того, чтобы найти и «зафиксировать» нужное состояние, и обратная связь в таком случае также будет мало эффективной.

3) Пороги устанавливаются перед началом каждого сеанса и сохраняются постоянными на протяжении всего сеанса [6, 20].

В настоящее время не существует исследования, где бы четко была показана разница в эффективности применения того или иного подхода. Как правило, подходы к управлению сложностью биоуправления применяются главным образом на основе того, что позволяет или диктует оборудование, а не на основе выбора самого исследователя.

Организация сеансов. Тренинги ЭЭГ-ОС применяются как для детей, так и для взрослых, и состоят в среднем из 20-50 сеансов, длительностью порядка 30-50 минут. Некоторые исследователи сочетают проведение сеансов нейроуправления с образовательными и иными подходами [4, 7]. В таблице №2 приводятся различные парадигмы, используемые в тренингах, направленных на коррекцию СДВГ.

Результаты целого ряда исследований указывают на то, что изменения, достигнутые в ходе нейротерапии, будут существовать в течение более длительного отрезка времени, если нейрофидбек интегрируется с выполнением заданий, требующих участия произвольного внимания, а также образовательными, бихевиоральными и иными подходами по сравнению с применением изолированной процедуры [10].

ВЫБОР СИГНАЛА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Звуковая обратная связь. Можно выделить несколько подходов к использованию звукового сигнала в качестве сигнала обратной связи. Один из них – предъявление звукового сигнала всякий раз, когда регулируемые ритмы находятся выше/ниже установленных для них порогов [14]. Другой подход основан на том, что определенный звук звучит, когда какой-либо отдельный компонент изменяется в желаемом направлении. Например, один звук звучит, когда увеличивается альфа-ритм, а другой звук звучит, когда увеличивается тета-ритм [11]. Еще один подход – это регулировка громкости звука, выступающего в качестве индикатора определенного соотношения регулируемых ритмов [26]. Все эти подходы являются полезными и выбор одного из них определяется потребностями, целью нейроуправления. Например, если тренинг включает в себя «сложный» протокол, например, увеличение бета-ритма и подавление тета-ритма, то предпочтительным будет один звуковой сигнал, т.к. он является простым сигналом обратной связи. Другой пример, когда тренинг направлен на достижение глубоких медитативных состояний, и альфа- и тета-ритмы усиливаются, то в данном случае желательно иметь различные сигналы для каждого ритма, чтобы тренирующийся получал дополнительную информацию об изменении своего состояния.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Таблица 2.

Варианты биоуправления, используемые в коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности

Исследователи	Возраст, лет	Количество сеансов (общее в неделю)	Длительность сеансов, (мин)	Сочетание нейроуправления с другими подходами
Линден	5-15	40 сеансов, два раза в неделю	45	Нейроуправление и образование
Розитер, Лавагю	8-21	40 сеансов, 3-5 раз в неделю	50	Нейроуправление
Отмер, Крайзер	Дети и взрослые	30-40 сеансов	30-45	Нейроуправление
Любар	10-19	2 сеанса в неделю	40	Изолированный нейрофидбек или в сочетании с образовательным подходом
Любар, Швортвуд	8-19	40 сеансов	50	Тренинги биологической обратной связи сочетаются с выполнением различных заданий: чтение, слушание рассказа и т.п.
Хаймович Е.В., Скок А.Б., Шубина О.С.	7-12	15-20 сеансов, 3 раза в неделю	15	Нейроуправление (игровой вариант)
Кропотов Ю.Д., Гринь-Яценко В.А., Чутко В.А., Яковенко Е.А., Пономарев В.А.	9-14	15-20 сеансов, 2-5 раз в неделю	45	Нейроуправление

Визуальная обратная связь. Здесь можно выделить два основных подхода. Один из них состоит в предъявлении сигнала обратной связи, представленном в виде столбчатых, круговых диаграмм, линий и подобных изображений [13-15].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Преимуществом данного подхода является то, что такая информация проста и дает ясную картину о происходящих изменениях.

Другой подход основан на использовании игрового биоуправления, когда игровой процесс контролируется с помощью изменений ритмов ЭЭГ [38, 39]. Данный вариант биоуправления имеет преимущество в том, что в нем имеется развлекательный, соревновательный компонент, позволяющий таким образом поддерживать внимание в течение длительного времени. Это является особенно актуальным при работе с детьми, поскольку процедура нейроуправления утомительна для ребенка, так как требует непрерывной усидчивости в течение пяти-семи минут, что для детей весьма затруднительно. Поэтому возникает необходимость сделать эту работу интересной, для этого в тренинг включается игровой компонент, содержащий соревновательный сюжет. Ребенок, работающий за компьютером, видит эволюцию сюжета игры, т. е. он, набирая, например, очки, энергию и т.п., либо проигрывает, либо выигрывает. Выиграть он может только в одном случае: если научится регулировать свою биоэлектрическую активность мозга. Показано, что эффективность сеансов игрового биоуправления превышает эффективность обычного традиционного тренинга (графическое изображение и аудиальная обратная связь) [39].

Визуальный сигнал обратной связи может также сочетаться со звуковым сигналом обратной связи, представляя таким образом информационно «богатую» обратную связь [11, 12]. Предполагается, что такой подход позволит ускорить обучение, что в итоге приведет к уменьшению количества сеансов, необходимых для достижения устойчивых и положительных результатов [13].

ВЫВОДЫ

1. В сеансах ЭЭГ-ОС, направленных на коррекцию нарушений внимания, отмечается тенденция к использованию более сложных протоколов, включающих регулирование нескольких ритмов, одновременное предъявлению сигналов обратной связи различной модальности, а также использование вариантов игрового биоуправления.

2. Одним из перспективных направлений является интеграция нейротерапии с выполнением различных заданий, требующих участия произвольного внимания, а также с образовательными, бихевиоральными и иными подходами, что приводит к более устойчивым результатам, сохраняющимся в течение длительного времени.

Список литературы

1. Штарк М.Б., Джафарова О.А., Скок А.Б., Хаймович Е.В., Шубина О.С. Электроэнцефалографическое биоуправление при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (add/hd синдром – предвестник аддиктивных расстройств) // Наркология. – 2004.– №1. – С. 56-64.
2. Lubar J.F. Changing EEG activity through biofeedback applications for the diagnosis and treatment of learning disabled children // Theory Into Practice. Ohio State Universi. – 1985. – V.24. – P.106-111.
3. Lubar J.O., Lubar J.F. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting // Biofeedback and self-regulation, – 1984. – V.9. – P. 1-23.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

4. Lubar J.F., Swartwood M.O., Swartwood, J.N., O'Donnell, P.H. Evaluation of the effectiveness EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance // Biofeedback and Self-Regulation. – 1995. – V.20, №1. – P.83-99.
5. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биофидбека в клинической практике // Биоуправление – 3: теория и практика, под ред. М. Б. Штарка, А. Б. Скока. – Новосибирск, 1998. – С. 131-141.
6. Никишена И.С., Пономарев В.А., Гринь-Яценко В.А., Кропотов Ю.Д. Топография изменений спектральной мощности ЭЭГ в ходе сеанса биологической обратной связи по бета-ритму // Физиология человека. – 2004. – Т. 30, №4. – С.19-24.
7. Linden M., Habib T., and Radojevic V. A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities // Biofeedback and self-regulation. – 1996. – V.21, № 1. – P.35-49.
8. Rossiter T., LaVague T.J. A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit hyperactivity disorders // Journal of Neurotherapy. – 1995. – V. 6. – P. 48-59.
9. Janzen T., Graap K., Stephanson S., Marshall W., Fitzsimmons G. Differences in baseline EEG measures for ADD and normally achieving preadolescent males // Biofeedback and Self-Regulation. – 1995. – V.20, № 1. – P.65-82.
10. Любар Д. Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность // Биоуправление – 3: теория и практика. Под ред. М. Б. Штарка, А. Б. Скока. – Новосибирск, 1998. – С.142-162.
11. Egner T., Zech T.F., Gruzelier J.H. The effects of neurofeedback on the spatial topography of the electroencephalogram // Clin. Neurophysiology. – 2004. – V.115. – P. 2452-2460.
12. Egner T., Gruzelier J.H. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials // Clin. Neurophysiology. – 2004. – V. 115. – P. 131-139.
13. Egner T. Gruzelier J.H. Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans // Cognitive Neuroscience and Neurophysiology. – 2001. – V. 12. № 18. – P. 4155-4159.
14. Vernon D., Egner T., Cooper N., Compton T., Neilands C., Sheri A., Gruzelier J.H. The effects of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance // Int. J. Psychophysiol. – 2003. – V.47. – P.75-85.
15. Кропотов Ю.Д., Гринь-Яценко В.А., Чутко В.А., Яковенко Е.А., Пономарев В.А. Лечение детей с синдромом нарушения внимания с гиперактивностью при помощи метода ЭЭГ-биологической обратной связи // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2002. №3. – С.37-40.
16. Tansey M. Bruner R. EMG and EEG biofeedback training in the treatment of a 10 year old hyperactive boy with a developmental reading disorder // Biofeedback and Self-Regulation. – 1983. – V.8. – P.25-37.
17. Lubar J.F., Shouse M.N. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): a preliminary report // Biofeedback Self regul. – 1976, №3. – 293-306.
18. Tansey M. EEG sensorimotor rhythm biofeedback training: Some effects on the neurologic precursors of learning disabilities // International Journal of Psychophysiology. – 1984. – V.1. – P.163-177.
19. Fuchs T., Birbaumer N., Lutzenberger W., Gruzelier J.H., Kaiser J. Neurofeedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison With Methylphenidate // Applied Psychophysiology and Biofeedback. – 2003. – V.28. – P. 1-12.
20. Othmer S., Othmer S.F., Kaiser D. A. EEG biofeedback: An emerging model for its global efficacy // In J.R. Evans A. Abarbanel (Eds.). Quantitative EEG and neurofeedback, San Diego: Academic Press, – 1999. – P. 243-310.
21. Никишена И.С., Кропотов Ю.Д., Пономарев В.А., Гринь-Яценко В.А., Яковенко Е.А., Белякова Е.Н. Динамика спектров мощности и когерентности ЭЭГ в ходе курса бета1-тренинга у детей с нарушениями внимания // Бюлл. СОРАМН. Новосибирск. – 2004. – №3. – С. 74-80.
22. Gomez C.M., Vazquez M., Vaquero E. Frequency analysis of the EEG during spatial selective attention // Int. J. neurosci. – 1998. – V. 95, №1-2. – P.17.
23. Bertrand O., Tallon-baudry C. Oscilatory gamma activity in humans: possible role for object representation // Int. J. neurosci. – 2000. – V. 38. – P.211.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

24. Sterman M. B. Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: Implications for self-regulation // Biofeedback and Self-Regulation. – 1996. – V.21, № 1. – P.3-33.
25. Lubar J.O., Lubar J.F. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting // Biofeedback and self-regulation, – 1984. – V.9. – P. 1-23.
26. Tansey M. Ten year stability of EEG biofeedback results for a 10 year old hyperactive boy who failed fourth grade in a class for the perceptually impared // Biofeedback and Self-Regulation, – 1993. – V. 18. – P. 33-44.
27. Chabot R.J., Serfontain G. Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder // Biol. Psychiatry. – 1996. – V.40, №10. – P.951.
28. Mann C.A., Lubar J.F, Zimmerman A.W, Miller B.A., Muenchen R.A. Quantitative analysis of EEG in boys with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). A controlled study with clinical implications // Pediatric Neurology. – 1992. – V.8. – P.30-36.
29. Suffin S.C. Emory W.H. Neurometric subgroups in Attentional and effective disorders and their association with pharmacotherapeutic outcome // Clin. Electroencephalogr. – 1995. – V.26, №2. – P.76.
30. Горбачевская Н.Л., Заваденко Н.Н., Якупова Л.Н. Электрофизиологическое исследование детской гиперактивности // Физиология человека. – 1996. – Т. 22, №5. – С.49.
31. Clarke A.R., Barry R.J., McCarthy R., Selikowitw M. Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit / hyperactivity disorder // Psychophysiology. – 2001. – V.38, №2. – P.212.
32. Zametkin A. J., Nordahl T. E., Gross M. Cerebral glucose metabolism in adults with hyperactivity of childhood onset // New England Journal of Medicine. – 1990. – V. 323. – P. 1361.
33. Posner M.I., Peterson S.E. The attention systems of the human brain // Annu. Rev. Neurosci. – 1990. – V.13. – P.25-42.
34. Posner M.I., Raichle M.E. Images of mind // Scientific American Library. – 1994.
35. Polich J., Kok A. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative view // Biol. Psychol. – 1995. – V. 41. – P. 103-146.
36. Lubar J. Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention deficit/hyperactivity disorders // Biofeedback and Self-Regulation. – 1991. – V.16. – P.201-225.
37. Lubar J.F., Lubar J.O. Neurofeedback assessment and treatment for attention deficit/hyperactivity disorders // In: Evans J.R., Abarbanel A., editors. Introduction to quantative EEG and neurofeedback. San Diego, CA: Academic Press. – 1999. – P.103-146.
38. Великохатный Р.И., Джафарова О.А., Допская О.Г., Зубков А.А., Иутин В.С., Лазарева О.Ю. и др. Игровое биоуправление (история и современное состояние) // Бюлл. СО РАМН. – 1999. – №1. – С.23-29.
39. Хаймович Е.В., Скок А.Б., Шубина О.С. Игровое биоуправление при синдроме дефицита внимания // Бюлл. СО РАМН.– 2004. – №3. – С.81-84.

Поступила в редакцию 10.11.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 65-68.

УДК 577.322: 537.632.5

РЕНАТУРАЦИЯ МЕТГЕМОГЛОБИНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОФОБНЫХ ЛИГАНДОВ

Мартынюк В.С., Цейслер Ю.В., Мирошниченко Н.С.

Экспериментальные данные по биологической активности микродоз факторов различной природы [1–3] однозначно свидетельствуют о высокой чувствительности живых систем к действию даже крайне слабых раздражителей [4 – 5]. Исследования влияния микродоз являются актуальными как в теоретическом плане, так и с точки зрения их практического применения в медицине, экспериментальной биологии и биотехнологии. Однако молекулярные механизмы действия низкоинтенсивных факторов различной природы остаются мало изученными.

Предполагается, что белки и вода являются одними из основных сенсоров сверхслабых воздействий. Однако данное предположение нуждается в серьёзной экспериментальной проверке. Результаты ранее проведенных нами исследований на модели неспецифического связывания низкомолекулярных веществ неполярной природы с такими белками как цитохромом с и сывороточный альбумин, свидетельствуют о том, что слабое магнитное поле крайне низкой частоты (МП КНЧ) изменяет структурно-функциональные свойства белков посредством влияния на гидрофобные взаимодействия. Широко известно, что гидрофобные взаимодействия играют ведущую роль в формировании пространственной укладки белков [6–7] при их синтезе в процессе ренатурации, а также в молекулярном распознавании структурно-модифицированных («дефектных») белковых молекул с целью их утилизации [8–9].

В связи с этим целью данной работы была разработка новой экспериментальной модели гидрофобных взаимодействий на примере ренатурации белка, т.е. самопроизвольного сворачивания белковой глобулы после её частичной денатурации в условиях нагрузки белка низкомолекулярными неспецифическими лигандами неполярной природы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом модельного исследования служили 0,02%-е растворы лиофильного электрофоретически чистого препарата метгемоглобина крови быка (Fluka) с молекулярной массой 64 500 Да.

В качестве экспериментальной модели было использовано явление ренатурации белковых молекул после кислотной денатурации в сочетании с насыщением белка низкомолекулярными веществами гидрофобной природы, в частности хлороформом или бензолом. Метгемоглобин предварительно денатурировали посредством

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

добавления к 0,02%-м растворам белка 0,1 Н HCl в соотношении 50:1 и регистрировали интегральные спектры биополимера (рис. 1, А). Сразу после добавления кислоты опытные пробы насыщали хлороформом и бензолом в стеклянных бюксах объёмом 5 мл путем наслаивания 3 мл раствора белка на 1,5 мл лиганда с последующей инкубацией образцов при комнатной температуре. Все пробы инкубировали в течение 1, 2, 4 и 24 часов, после чего растворы подвергали ренатурации с помощью добавления 0,1 мл 0,2 М фосфатного буфера pH=7,0. Процесс ренатурации регистрировали по увеличению оптической плотности метгемоглобина с момента начала нейтрализации pH растворов через каждые 20 мин на протяжении 2 часов на спектрофотометре СФ-16 при длине волны λ=408 нм, которая соответствует пику Соре, т.е. максимуму поглощения гема в метгемоглобине (рис.1, Б).

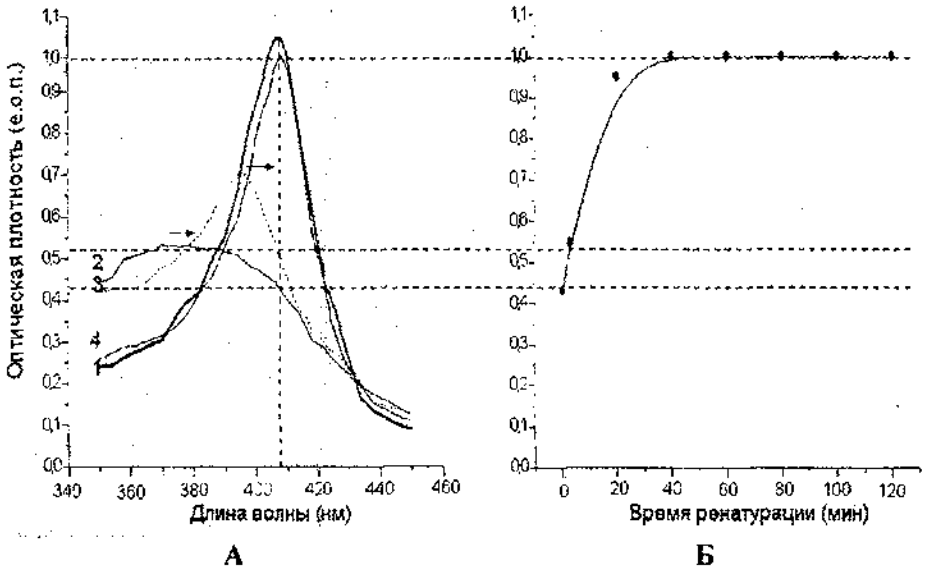


Рис. 1. Оптические спектры поглощения при различных структурных состояниях метгемоглобина (А) и кинетическая кривая ренатурации белка (Б): 1 – контрольный белок; 2 – денатурированный белок; 3 – переходная форма белка в процессе ренатурации через 3 минуты; 4 – ренатурированный белок.

Математический анализ полученных результатов исследования проводили в соответствии с общепринятыми правилами вариационной статистики. Для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1, А видно, что при кислотной денатурации метгемоглобина происходит существенное снижение оптической плотности в области пика Соре (λ=408 нм) в среднем на 50% вследствие смещения максимума поглощения в коротковолновую, «голубую», область на 28-30 нм (линия 2 на рис. 1, А). При нейтрализации pH раствора до специфических для белка значений (pH≈7,0) он постепенно ренатурирует (линия 3 на рис. 1, А), что сопровождается почти полным

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

возвратом его спектральных характеристик к исходным значениям (линия 4 на рис. 1, А) с незначительным снижением значений оптической плотности (гипохромный эффект) на 3-5% в области пика Соре. Таким образом, анализ спектров поглощения белка показывает, что разворачивание метгемоглобиновой глобулы, которое имеет место при данном виде денатурации, сопровождается раскрытием гидрофобных полостей макромолекулы и взаимодействием гема с полярными молекулами воды.

Нейтрализация pH раствора приводит к обратном процессу – ренатурации, т.е. сворачиванию денатурированных молекул с возвратом к исходным структурным и функциональным свойствам биополимера, что хорошо проявляется в оптических спектрах ренатурированного белка (линия 4 на рис. 1, А).

Анализ кинетических кривых показал, что процесс ренатурации метгемоглобина зависит от времени его кислотной денатурации в сочетании с инкубацией с гидрофобными лигандами (рис. 2). Чем дольше процесс инкубации с хлороформом и бензолом, тем ниже значения оптической плотности при выходе кинетических кривых на плато при ренатурации, что соответствует меньшему количеству молекул метгемоглобина, которые возвращается к своему первоначальному структурному состоянию. Это указывает на то, что хлороформ и бензол оказывают выраженное ингибирующее действие на процесс ренатурации белков.

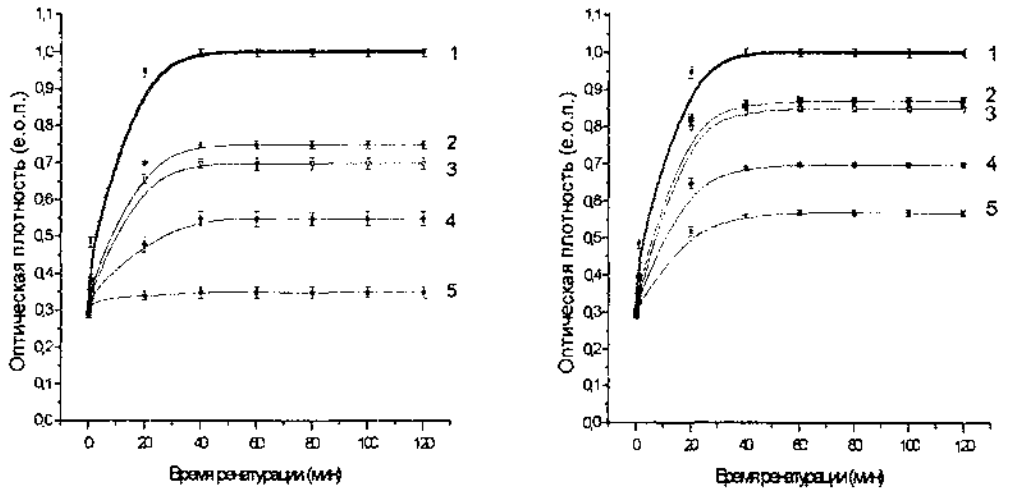


Рис. 2. Кинетические кривые метгемоглобина в процессе ренатурации после кислотной денатурации и взаимодействия с хлороформом (А) и бензолом (Б):
1 – белок, неподвергавшийся инкубации с лигандом; 2 – белок через 1 час инкубации; 3 – белок через 2 часа инкубации; 4 – белок через 4 часа инкубации; 5 – белок через 24 часа инкубации.

Сравнение интенсивности влияния используемых в эксперименте неспецифических гидрофобных лигандов на метгемоглобин показало, что хлороформ в

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

целом обладает бóльшим денатурирующим действием в сравнении с бензолом. Это отражается, в первую очередь, в более низком уровне плато на кинетических кривых в процессе инкубации (рис. 2). Одновременно с этим кинетические кривые ренатурации белка после инкубации с бензолом выходят на плато на 20 минут позже, чем при взаимодействии с хлороформом, т.е. бензол контактирует и изменяет структуру молекулы метгемоглобина так, что замедляет процесс ренатурации. Таким обратом, процесс восстановления пространственной структуры молекул метгемоглобина зависит от наличия в среде неспецифических низкомолекулярных веществ гидрофобной природы, при этом специфика влияния на процесс ренатурации определяется их химической природой.

Модель, разработанная в данном исследовании, может быть использована для дальнейшего изучения молекулярных механизмов влияния различных сверх слабых факторов, в том числе и МП КНЧ.

ВЫВОДЫ

1. Хлороформ и бензол оказывают ингибирующее действие на ренатурацию *метгемоглобина*, при этом возврат в исходное структурное состояние белка после его кислотной денатурации зависит от времени инкубации белка с данными низкомолекулярными неспецифическими гидрофобными лигандами.

2. В процессе ренатурации *метгемоглобина* влияние хлороформа характеризуется более выраженным денатурирующим эффектом, тогда как действие бензола проявляется в замедлении выхода кинетических кривых на плато.

Список литературы

1. Бурлакова Е.Б. Эффекты сверхмалых доз // Вестник РАН. – 1994. – Т. 64, № 5. – С. 425-434.
2. Кисловский Л. Д. Реакция биологической системы на адекватные ей слабые низкочастотные электромагнитные поля // Проблемы космической биологии. – 1992. – Т. 431. – С. 148-165.
3. Гатовский С.И., Перов Ю.В. Особенности биологического действия физических факторов малый и сверх малых интенсивностей и доз. – М.: «ИМЕДИС», 2000. – 192 с.
4. Lednev V. V. Electric field ion cyclotron resonance // Bioelectromagnetics. – 1997. – V. 18. – P. 85-87.
5. Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А., Мартынюк В. С. Космическая погода и наша жизнь. – Фрязино: Изд-во «Век 2», 2004. – 224 с.
6. Мартынюк В. С., Калиновский П. С., Цейслер Ю. В. Влияние слабого магнитного поля крайне низкой частоты на спектральне характеристики цитохрома С в присутствии хлороформа // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология» – 2001. – Т. 14., №3. – С. 121-126.
7. Мартынюк В.С, Цейслер Ю.В., Калиновский П.С. Влияние электромагнитного поля крайне низкой частоты на конформационное состояние сывороточного альбумина при его насыщении хлороформом // Таврический медико-биологический вестник. – 2004. – Т. 7, № 1. – С. 86-91.
8. Aaron Ciechanover. The ubiquitin – proteasome pathway: on protein death and cell life. // EMBO Journal. – 1998 – V. 17, № 24. – P. 7151-7160.
9. Jeffrey D. Laney and Mark Hochstrasser. Substrate targeting in the ubiquitin system. Cell. – 1999 – V. 97 – P. 427-430.

Поступила в редакцию 13.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 69-74.

УДК 612: 796. 015. 86

ЭФФЕКТ ТРАКЦИОННОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ

Мельниченко Е.В., Ефименко А.М., Озерова Л.А., Мишин Н.П., Пархоменко А.И., Снапков П.В., Ромашевский Д.В.

Согласно современным представлениям, нейрогуморальный контроль скелетной мускулатуры – это электрохимические влияния мотонейрона на мышечные клетки, выражающиеся в поддержании ее дифференцированного состояния и осуществляемые в соответствии с функциональным состоянием супраспинальных структур [1]. Конечным звеном центрального контроля движений является организация активности отдельных двигательных единиц (ДЕ), согласованное действие которых является основой проявления мышечной силы и координации движений [2]. Как показывают исследования [3], сила сокращения мышцы находится в прямой зависимости от времени ее релаксации, что наиболее ярко проявляется в случаях прерывного (динамического) регулирования. С учетом вводимых констант, чем больше скорость и качество релаксации мышечных волокон ДЕ, тем больше упругая сила мышцы и выполняемая ими механическая работа [3, 4].

Такая закономерность обнаруживается не только на уровне отдельных ДЕ, но также и в региональных двигательных системах. В формировании их динамического сократительного режима принимают участие все уровни центральной нервной системы (ЦНС), организующие реципрокный паттерн активности рекрутированных ДЕ [5, 6]. Электромиографические исследования показывают, что при выполнении физической нагрузки коэффициент активации антагонистов обратно пропорционален амплитуде сигналов в сокращающейся мышце. При патологических состояниях, высокий коэффициент активации мышц-антагонистов в режиме динамических сокращений приводит к существенному снижению силы и координации активных движений [7].

Последующие исследования, посвященные изучению роли миорелаксации в феномене проявления произвольной силы показывают, что рост спортивных результатов у высококвалифицированных спортсменов в большей степени коррелирует со способностью мышц к расслаблению, чем с ростом ее силовых характеристик [8], что наблюдается у спортсменов с низкой квалификацией. Ярким примером нарушения процессов миорелаксации является мышечный тетанус (судорога), обусловленный нарушением нейротрофических процессов на уровне ЦНС и исполнительного аппарата и приводящая к резкому снижению

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

двигательных качеств мышц. Одной из возможных причин нарушения гармоничного динамического паттерна режима «сокращение-расслабление» в мышце является утомление. В спортивной практике для профилактики развития утомления и мышечных «судорог» используются восстановительные упражнения, направленные на миорелаксацию рабочих цилиндров ведущих групп мышц.

Анализ механизмов, лежащих в основе развития мышечного утомления, показал, что наиболее вероятно они локализуются в супраспинальной системе управления двигательного аппарата, ответственного за снижение произвольной силы [9]. Однако эффект миорелаксации, играющий важную роль в проявлении мышечной силы, на функциональное состояние этих систем малоизучен.

В связи с этим, целью настоящих исследований являлось изучение влияния тракционной миорелаксации на электроэнцефалографическую активность головного мозга у спортсменов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 20 спортсменов – правшей 18-25 летнего возраста (экспериментальная группа), специализирующихся в спортивных единоборствах (бокс, кикбоксинг, таэквондо, каратэ и др.), и 10 испытуемых, не занимающихся спортом (контрольная группа). В обеих группах регистрировали ЭЭГ до и после комплекса аутотракции, оказывающей выраженный релаксирующий эффект в форме снижения мышечного тонуса [10].

Отведения ЭЭГ осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-168 ("Medicor", Венгрия), интерфейса и компьютера IBM PS. Для регистрации ЭЭГ была выбрана стандартная полоса частот усилительного тракта (верхняя граница частотного диапазона 70 Гц, постоянная времени, определяющая нижнюю границу – 0,3 с.). Сигналы обрабатывались с использованием преобразования Фурье, получая спектры мощности ЭЭГ.

ЭЭГ - потенциалы отводили монополярно, с расположением электродов по системе '10-20%", что соответствует проекции на центральную область ассоциативной коры. Считается, что регистрация ЭЭГ в этих точках отражает тип доминирующего ритма ЭЭГ. Указанные зоны наиболее информативны при исследовании межполушарных отношений [11].

Локализация электродов была следующей:

1. С 3 - левый центральный.
2. С 4 – правый центральный.
3. Два объединенных референтных электрода – над сосцевидной костью череп (позади уха).
4. Заземляющий электрод – на запястье левой руки.

Испытуемый располагался в удобном кресле с подголовником в экранированной затемненной камере. Для крепления электродов использовали ЭЭГ-шлем и резиновых поясс. В местах наложения электродов кожу тщательно обезжиривали спиртом. Чашеобразные электроды, покрытые слоем хлорированного серебра, заполняли электропроводным гелем. Электроды С3 и

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

С4 прижимали лентами шлема, референтные фиксировали клейкой лентой, электрод заземления – резиновой манжетой.

Эксперимент в обеих группах проходил в два этапа:

1. Регистрация ЭЭГ до сеанса аутотракции (фон. Ф).

2. Регистрация ЭЭГ после сеанса аутотракции (П).

Запись ЭЭГ потенциалов проводилась в три эпохи по 15 серий в каждой:

1 эпоха – закрытые глаза (З);

2 эпоха – открытые глаза (О);

3 эпоха – закрытые глаза (З).

Анализировали коэффициент реактивности (КР), который характеризует динамические свойства корковых нейронов при поступлении зрительных сигналов в кору (З – О), прерывании потока сенсорных (зрительных) сигналов (О – З) в экспериментальной парадигме "закрытые глаза – открытые глаза – закрытые глаза". КР рассчитывали по формуле (1):

$$КР = \frac{X(закрытые_глаза)}{X(открытые_глаза)}, \text{ где} \qquad (1)$$

X – средние значения мощности альфа-ритма (мкВ^2) на каждом из этапов исследования и наоборот, согласно экспериментальной парадигме [11, 12].

Величина КР больше 1,0 свидетельствует о снижении альфа-ритма и, соответственно, повышении реактивности, а меньше 1,0 – об увеличении альфа-ритма и снижении реактивных свойств нейронов коры мозга

Сравнивали КР в контрольной и экспериментальной группах в аспекте изучения устойчивости или пластичности нервных процессов в корковых нейронах в условиях действия тракционной миорелаксации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показано в табл. 1 и рис. 1, существенных различий в реактивности нейронов коры мозга на этапах "З – О – З" по сравнению с фоном у обследуемых не обнаружено, что свидетельствует о функциональной однородности экспериментальной выборки и сравнимом исходном уровне функционального состояния коры мозга у спортсменов и неспортсменов по альфа-ритму ЭЭГ.

Как показывают данные таблицы, КР в правом и левом полушариях у обследуемых контрольной и экспериментальных групп не имеет существенных различий до воздействия тракционных физических упражнений.

Действие комплекса аутотракции, направленного на растяжение корпусных мышц и мышц поясов конечностей, оказало разное влияние на КР альфа-ритма в левом полушарии у обследуемых контрольной и экспериментальной групп. Так, в эпохе "закрытые – открытые глаза" КР альфа-ритма увеличился в экспериментальной группе на 1,74±0,14 ед., а в контрольной группе обнаружено существенно меньшее увеличение КР альфа-ритма до 1,41±0,22 ед. ($P = 0,007$; $t = 2,93$). Такая динамика, вероятно, свидетельствует о большей реактивности альфа-ритма и более выраженном седативном эффекте миорелаксации на состояние корковых нейронов в условии активации зрительного анализатора у спортсменов.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Таблица 1.

Значения коэффициента реактивности до и после действия массажа у испытуемых контрольной (n=10) и экспериментальной (n=10) групп

Эпоха	Контрольная группа (Mean±Std.Dv.)	Экспериментальная группа (Mean±Std.Dv.)	t	P
ФЗ О АЛЬФЛ	1,49±0,57	1,54±0,36	-0,29	0,778
ФЗ О АЛЬФП	1,39±0,50	1,56±0,36	-1,03	0,313
ФО З АЛЬФЛ	0,78±0,44	0,69±0,16	0,79	0,436
ФО З АЛЬФП	0,81±0,47	0,69±0,16	1,05	0,305
ПЗ О АЛЬФЛ	1,74±0,41	1,41±0,22	2,93	0,007
ПЗ О АЛЬФП	1,60±0,37	1,41±0,21	1,89	0,069
ПО З АЛЬФЛ	0,61±0,17	0,73±0,12	-2,12	0,043
ПО З АЛЬФП	0,67±0,18	0,73±0,11	-1,21	0,236

Обозначения: Ф – фон, до комплекса аутотракции; П – после комплекса аутотракции; О – открытые глаза; З – закрытые глаза; АЛЬФЛ – альфа-ритм левого полушария; АЛЬФП – альфа-ритм правого полушария.

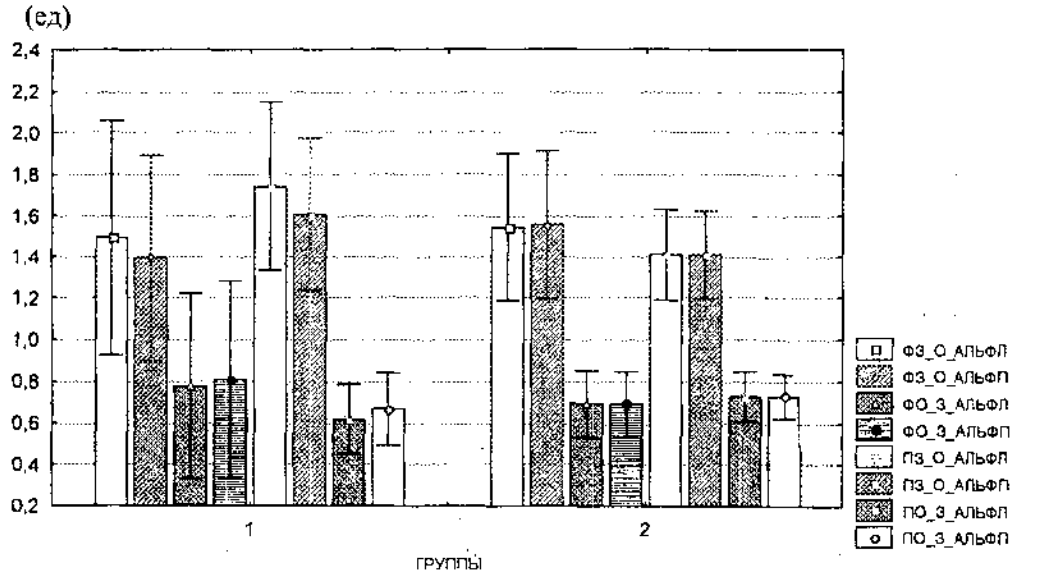


Рис. 1. Значения коэффициента реактивности до и после действия аутотракции у испытуемых контрольной (n=10) и экспериментальной (n=20) групп (Mean±Std.Dv.).
Примечания: 1- экспёриментальная группа; 2 – контрольная группа.

В эпохе "открытые глаза – закрытые глаза" также обнаружена существенная разница в динамических свойствах корковых нейронов у спортсменов и неспортсменов (P = 0,043; t = -2,12). Так, в контрольной группе КР составлял 0,73±0,12 ед., а в экспериментальной 0,61±0,17 ед., что отражает большую

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

устойчивость эффекта седатации коры мозга в условиях модуляции кортикопеталъных сигналов проприорецептивной информации от мышц при их растяжении. В правом полушарии КР у спортсменов и неспортсменов достоверно не различается (P = 0,069; P = 0,236).

В целом полученные результаты свидетельствуют о более выраженном влиянии эффекта тракционной миорелаксации на реактивность нейронов головного мозга у спортсменов, адаптированных к действию физических нагрузок в сравнении с неспортсменами. Физиологическим фундаментом такого эффекта, вероятно, служат морфо-функциональные предпосылки временных связей соответствующих двигательных стереотипов, затрагивающих функциональную организацию нейронов коры, что наиболее ярко проявляется в структуре альфа-активности. Одной из возможных причин такого эффекта может являться также усиление потока проприорецепции у спортсменов, связанное с увеличением рецептивных полей мышечных веретен и сухожильных рецепторов, а также их количества и метаболической активности.

Обращает на себя внимание тот факт, что существенные различия КР в контрольной и экспериментальной группах обнаружены только в левом полушарии, ответственном за осуществление процессов абстрактной, символической и интеллектуальной деятельности. Вероятно, это характеризует возросшую в условиях аутотракции асимметрию мощности альфа-ритма у спортсменов. Как показывают исследования, увеличение доминирующего альфа-ритма в сторону левополушарной представленности свидетельствует о более спокойном текущем функциональном состоянии головного мозга в условиях двигательной активности.

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют о выраженном седативном эффекте тракционной миорелаксации на функциональное состояние нейронов головного мозга у спортсменов, заключающемся в увеличении коэффициента реактивности альфа-ритма в условиях поступления зрительной информации и снижении КР при ее прерывании. При этом увеличивается асимметрия в сторону левополушарного доминирования.

Список литературы

1. Попелянский Я.Ю., Богданов Э.И., Хабиров Ф.А., Фасхутдинов Р.Р., Хабиров Р.А. Роль нарушения нейротрофического контроля в формировании вертеброгенных невральных и миодистрофических синдромов // Невропатология и психотерапия. – 1985. – №3. – С. 333-337.
2. Казаров Д.И., Шапков Ю.Т. Двигательные единицы скелетных мышц человека. – Л.: Наука, 1983. – 252 с.
3. Богданов В.А. Роль релаксационных свойств мышц в формировании движений // Биофизика. – 1985. – Т. XXX, №1. – С. 145-148.
4. Богданов В.А. Организация паттерна динамической активности мышц // Биофизика – 1980. – Т. XXV. – №8. – С. 1080-1081.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

5. Бердичевская Е.М. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные качества // Теор. и практ. физ. культ. – 1999. - №9. – С. 36-38.
6. Галеев А.Р., Игнашева Л.Н. Взаимосвязь типа вегетативной регуляции и потребности в двигательной активности // Физиология мышечной деятельности: Тез. докл. Междунар. конф. – М., 2000. – С. 43-44.
7. Юсевич Ю.С. Очерки по клинической электромиографии. – М.: Медицина, 1972. – С. 51-65.
8. Высочин Ю.В., Денисенко Ю.П., Гусев В.А., Гордеев В.А., Гордеев Ю.В. Влияние сократительных и релаксационных характеристик мышц на рост квалификации спортсменов // Теор. и практ. физ. культ. – 2003. – № 6. – С. 23-25.
9. Анисимова Н.П. Эффекты произвольного управления активности двигательных единиц // Сб. научных трудов «Регуляция и сенсорное обеспечение движений». – Л.: Наука – 1987. – С. 162-169.
10. Деклар. патент на винахід UA 71267A, 7A61H23/00 від 15.11.2004 р. Спосіб реабілітації хворих з ідеопатичним сколіозом 1-3 ступеня і остеохондрозу хребта. Опубл. Бюл. № 11., 2004 р. / Озерова Л.О., Мльніченко О.В., Пархоменко О.І., Сфіменко А.М.
11. Шинкаревский П.В. Індивідуальні варіації типів ЕЕГ людини при вербальному сприйнятті емотивної інформації: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Симферополь, 1998. – 18 с.
12. Пратусевич Ю.М., Сербиненко М.В., Орбачевская Г.Н. Системный анализ процесса мышления, – М.: Медицина, 1989. – 336 с.

Поступила в редакцию 23.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 75-78.

УДК 616. 1/9 – 02:614.7

ТИПЫ РЕАГИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БОКСЕРОВ НА ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ РАЗДРАЖЕНИЯ

Минин В.В.

Вестибулярная нагрузка вызывает у человека изменения в деятельности вегетативных функций. Показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем изменяются под влиянием вестибулярных раздражений. Эти изменения в научной литературе называют вестибуло-вегетативными реакциями. Вестибуло-вегетативные реакции изучены достаточно глубоко многими авторами [1–4].

Существует достаточное количество информативных методик позволяющих определить состояние вестибулярного анализатора и вестибулярную устойчивость по соматическим реакциям и нистагму и по вегетативным реакциям. [5–8].

Имеются современные данные о вестибуло-вегетативном типе реакций у спортсменов [9]. В связи с этим представляет интерес изучение вестибуло-вегетативных реакций в тех видах спорта, где функциональное состояние вестибулярного анализатора может быть фактором, лимитирующим работоспособность спортсмена. В боксе вестибулярный аппарат испытывает ударные нагрузки, что регламентировано самими правилами соревнований в этом виде спорта. Поэтому целью нашего исследования являлось определение реакций сердечно-сосудистой системы боксеров на вестибулярные раздражения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 67 спортсменов, занимающихся боксом. Стаж занятий спортом составлял от 3 до 8 лет. Квалификация спортсменов соответственно от 1 разряда до мастера спорта международного класса, что свидетельствует об устойчивом динамическом стереотипе, сложившемся под влиянием многолетних тренировок. Возраст спортсменов составлял от 16 до 24 лет.

При помощи реоанализатора РА5-01 исследовались показатели центральной кардиогемодинамики (ЦКГ). В приборе использован преобразователь электрических сигналов и блок-анализатор, который автоматически регистрирует и рассчитывает показатели по дифференцированной реограмме.

Датчики накладывались в тетраполярном грудном отведении по методу Кубичека в модификации Пушкаря. Для раздражения вестибулярного аппарата в исследовании была использована вращательная проба по Воячеку [10] – десятикратное вращение в кресле Барани.

До и после вестибулярных раздражений определяли следующие показатели центральной кардиогемодинамики: ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин;

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

СВ – сердечный выброс, л/мин; ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление, дин х с х см $^{-5}$; РБТ – механическая работа сердца, кг х м/мин; СИ – сердечный индекс, л/мин/м^2;

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований было обнаружено три реакции сердечно-сосудистой системы на вестибулярные раздражения: гиперкинетическая, когда показатели СВ и СИ увеличивались; гипокинетическая – показатели СВ и СИ уменьшались; эукинетическая – показатели СВ и СИ не изменялись. Таким образом, боксеры были разделены на три группы в соответствии с реакцией системы кровообращения на вестибулярные раздражения: с гиперкинетической реакцией – 30 спортсменов, (42,9% от общего числа исследуемых); с гипокинетической реакцией – 16 спортсменов (24,6%); с эукинетической реакцией – 21спортсмен (32,5%).

При измерении показателей ЦКГ у боксеров с гиперкинетической реакцией на вестибулярные раздражения было обнаружено, что ЧСС до и после вестибулярных раздражений существенно не изменялась (табл.1). Сердечный выброс до вестибулярных раздражений был 6,40±0,23 л/мин., а после 7,70±0,40 л/мин., что свидетельствует о существенном увеличении производительности сердца. Интересно отметить, что показатели ОПСС существенно снижались после вестибулярных раздражений от 1085,50±67,70 до 811,40±75,90 дин·с/см^5. Снижение ОПСС у боксеров с гиперкинетической реакцией на вестибулярные раздражения является следствием расширения кровеносных сосудов. Механическая работа сердца до и после вестибулярных раздражений существенно не изменялась, однако, имеет место тенденция к её увеличению. Амплитуда дифференцированной реограммы после вестибулярных раздражений увеличилась, что свидетельствует об увеличении тонуса сосудов. Сердечный индекс после вестибулярных раздражений существенно увеличился от 3,85±0,31 до 5,90±0,45 л/мин/м^2, что свидетельствует о гиперкинетической реакции системы кровообращения на вестибулярные раздражения и лежит в основе критерия разделения боксеров на группы.

Таблица 1

Показатели ЦКГ до и после вестибулярных раздражений у боксеров с гиперкинетической реакцией (n=30)

Показатели	Единицы изм.	X±sx покой	X±sx вест.раз.	P
ЧСС	уд/мин.	70,20±2,10	70,80±3,30	>0,05
СВ	л/мин.	6,40±0,23	7,70±0,40	<0,05
ОПСС	дин·с/см^5	1085,50±67,70	811,40±75,90	<0,05
РБТ	кг·м/ мин.	9,91±1,40	10,80±1,74	>0,05
АДР	Ом/с	2,09±0,22	2,60±0,13	<0,05
СИ	л/мин/м^2	3,85±0,31	5,90±0,45	<0,05

У боксеров с гипокинетической реакцией на вестибулярные раздражения показатели ЦКГ изменялись после вестибулярных раздражений следующим образом. Так, ЧСС находилась в пределах 65,80±4,60 уд/мин. в покое и после вестибулярных раздражений

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

62,40±5,33 уд/мин., т.е. существенно не изменялась (табл. 2). После вестибулярных раздражений сердечный выброс у спортсменов данной группы существенно снизился. Снижение производительности сердца произошло параллельно с сужением сосудов, т.к. ОПСС увеличилось с 788,60±54,30 дин дин·с/см^5 до 1313,10±77,90 дин·с/см^5. Механическая работа сердца при этом существенно не изменилась, однако, тенденция к снижению имела место.

Таблица 2

Показатели ЦКГ до и после вестибулярных раздражений у боксеров с гипокинетической реакцией (n=16)

Показатели	Единицы изм.	X±sx покой	X±sx вест.раз.	P
ЧСС	уд/мин.	65,80±4,60	62,4±5,33	>0,05
СВ	л/мин.	7,30±0,72	5,57±0,43	<0,05
ОПСС	дин·с/см^5	788,60±54,30	1313,10±77,9	<0,05
РБТ	кг·м/мин.	10,07±1,74	7,75±2,11	>0,05
АДР	Ом/с	2,34±0,23	2,57±0,16	>0,05
СИ	л/мин./м^2	4,30±0,17	3,07±0,22	<0,05

Амплитуда дифференцированной реограммы несколько увеличилась, однако, на не достаточном уровне достоверности.

Соответственно существенно снизился сердечный индекс у спортсменов данной группы с 4,30±0,17 до 3,07±0,22 л/мин/м^2.

У боксеров с эукинетической реакцией системы кровообращения на вестибулярные раздражения показатели центральной кардиогемодинамики существенно не изменялись (табл. 3).

Таблица 3

Показатели ЦКГ до и после вестибулярных раздражений у боксеров с эукинетической реакцией (n=21)

Показатели	Единицы изм.	X±sx покой	X±sx вест.раз.	P
ЧСС	1/мин.	63,40±4,90	68,10±6,40	>0,05
СВ	Л/мин.	5,53±0,31	5,34±0,25	>0,05
ОПСС	Дин с /см^5	1538,90±72,10	1572,70±87,6	>0,05
РБТ	Кг м/мин.	8,24±0,65	7,89±0,76	>0,05
АДР	Ом/с	2,97±0,24	2,77±0,30	>0,05
СИ	Л/мин/м^2	3,15±0,10	3,03±0,28	> 0,05

ВЫВОДЫ

Колебания основных параметров гемодинамики у боксеров после вестибулярных раздражений объясняется, видимо, в первой группе – доминирующим влиянием вегетативных центров, во второй группе – доминирующим влиянием вестибулярных центров, в третьей группе – невосприимчивостью вестибулярного анализатора к данному вестибулярному раздражению. В связи с этим весьма перспективным являлось бы

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

изучение вестибуло-вегетативных реакций у боксеров различного типа, перенесших различные травмы и заболевания.

Список литературы

1. Курашвили А.Е., Бабияк В.И. Физиологические функции вестибулярной системы. Л.: Медицина, 1975. – 279 с.
2. Гружевская В.Ф. Особенности вегетативных и соматических реакций у школьников на вестибулярные раздражения. Автореф. Дис... к.б.н. – Симферополь, 1978. – 25 с.
3. Гружевская В.Ф., Терентьева Н.Н., Молоткова В.И. Особенности адаптаций детей младшего школьного возраста к вестибулярным раздражениям в результате специальной тренировки. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю факультета фізичного виховання «Адаптаційні можливості дітей і молоді». – Одеса, 1996. – С. 24.
4. Кирьяпанс П., Лападрис К., Софиадис Н. Реакция сердечно-сосудистой системы на раздражение вестибулярного аппарата у представителей спортивной гимнастики // Теория и практика физической культуры. – 2002. – №8. – С. 20-24.
5. Гандельсман А.Б. Практические занятия по физиологии. Учебн. пособие для институтов физической культуры. – М.: ФиС. – 1968. – С. 103-106.
6. Левашов М.М. Нистагмометрия в оценке состояния вестибулярной функции. Л., 1984. – С. 66-103.
7. Корнилова Л.Н. и др. Вестибулярная функция и межанализаторное взаимодействие после космических полётов // Космическая биология и авиакосмическая медицина. М.: Медицина, – 1991. – Т. 25, №1. – С. 12-17.
8. Корнеева И.Т., Поляков С.Д. Ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности юных спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 2002. – №2. – С. 9-13.
9. Сышко Д.В. Вестибулярной реакции у спортсменов. Симферополь: Феникс, – 2005. – 248 с.
10. Воячек В.И. Военная отоларингология, 1941. – 84 с.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 79-87.

УДК 591.11.1: 577.3

ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Нагаева Е.И.

В последние десятилетия достигнуты значительные успехи в области изучения циркадианной ритмики многих физиологических показателей. Установлено, что циркадианные ритмы возникли в ответ на суточные изменения режима освещенности на Земле и закрепились адаптивным путем на всех уровнях сложных биологических систем [1–3]. Многочисленные исследования показали, что наряду с циркадианной ритмичностью большое значение имеют инфрадианные ритмы (ИР), которые проявляются в деятельности практически всех физиологических систем организма человека и животных и составляют часть временной организации биологических систем [4–6]. Предполагается, что датчиком времени для этого диапазона являются слабые переменные магнитные поля (ПеМП) сверхнизкой частоты (СНЧ), но для подтверждения этого предположения необходимо проведение специальных экспериментальных исследований влияния ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику. Дополнительным доказательством этого предположения могут быть данные об изменении инфрадианной ритмики под влиянием ПеМП у животных с различными индивидуальными особенностями. Так, типичные изменения ИР у крыс со средней двигательной активностью (СДА), преобладающих в популяции описаны [7], то время как ее изменения у животных с низкой чувствительностью к действию ПеМП СНЧ не изучены. В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования явилось сравнение влияния ПеМП СНЧ на ИР физиологических систем у крыс с типичной и высокой толерантностью к действию ПеМП. Показано, что животными с низкой чувствительностью являются крысы с высокой двигательной активностью (ВДА) в открытом поле (ОП) [8].

Известно, что нейтрофилы как форменные элементы крови высокочувствительны к действию слабых ПеМП СНЧ [9]. Эти клетки образуют универсальную регулирующую систему, являясь индикатором различных нарушений гомеостаза [10, 11]. Выбор в качестве объекта исследования цитохимических показателей пероксидазы (ПО) и катионных белков (КБ) был обусловлен тем, что именно они, являясь мощными бактерицидными системами, в значительной степени определяют функциональную полноценность нейтрофилов в осуществлении защитных реакций фагоцитарного и нефагоцитарного типа.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты были проведены на 40 беспородных белых крысах самцах массой 160-180 г., из которых были сформированы 2-е группы животных, обладающих СДА и ВДА, а также низкой эмоциональностью. Для формирования групп использовался тест «открытого поля» (ОП) [12], позволяющий с высокой степенью достоверности выявить индивидуальные различия между животными. Животные каждой группы делились на 2-е подгруппы, одна из которых подвергалась действию ПеМП СНЧ (частота 8 Гц и индукция 5 мкТл) ежедневно в течение 3-х часов, другая служила контролем. Кровь для исследований брали ежедневно в одно и то же время из хвостовой вены. В мазках крови цитохимическими методами определяли содержание ПО и КБ в нейтрофилах. Содержание ПО определяли по методу Graham J., а определение содержания КБ производили по способу, предложенному Шубичем М. Г. [13, 14]. Цитохимический показатель содержания (ЦПС) подсчитывали по Kaplow [15]. Анализ временной организации проводили с применением косинор-анализа. Достоверность выявленных изменений вычисляли с применением t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектры мощности бактерицидных систем нейтрофилов у животных со СДА характеризовались следующими параметрами. В спектре мощности ЦПС ПО выявлялось 13 периодов ($\approx 2^d,3$ – $\approx 22^d,1$). Отсутствовал только $\approx 19^d,6$ период (рис. 1). Спектры ЦПС КБ и ЦПС ПО/КБ состояли из 10 периодов, а именно, в спектре ЦПС КБ отсутствовали: $\approx 2^d,3$; $\approx 5^d,0$; $\approx 7^d,5$; $\approx 11^d,2$ периоды, а в спектре ЦПС ПО/КБ – $\approx 5^d,0$; $\approx 11^d,2$; $\approx 17^d,0$; $\approx 19^d,6$ периоды (рис. 2, 3). В данном спектре количество периодических составляющих было больше при сравнении с таковым ЦПС КБ (рис. 2, 3). Однако область выявления периодов во всех исследуемых спектрах практически совпадала (рис. 1-3). Доминирующий ритм выявлялся только в спектре ЦПС КБ и составил $\approx 6,2$ суток (рис. 2).

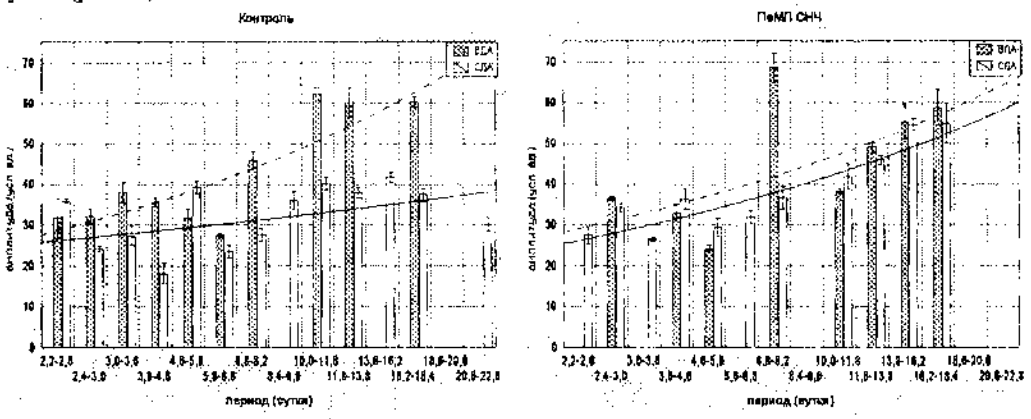


Рис. 1. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания пероксидазы (ЦПС ПО) в нейтрофилах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

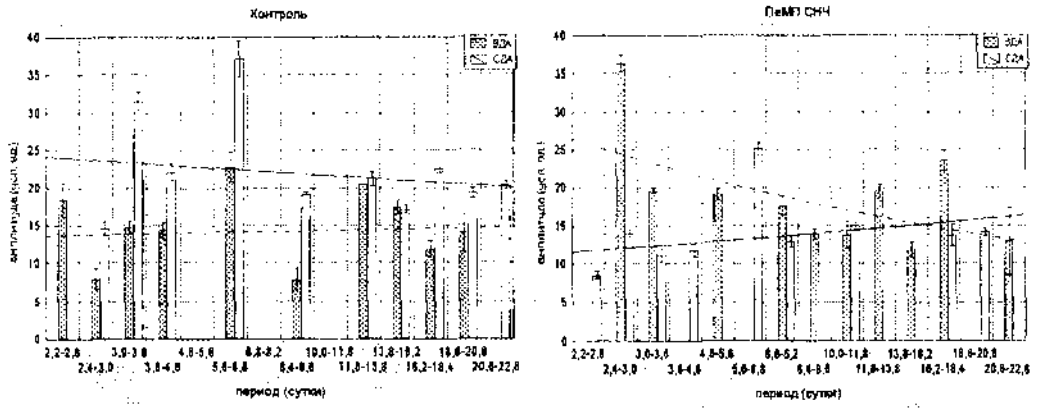


Рис. 2. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания катионных белков (ЦПС КБ) в нейтрофилах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

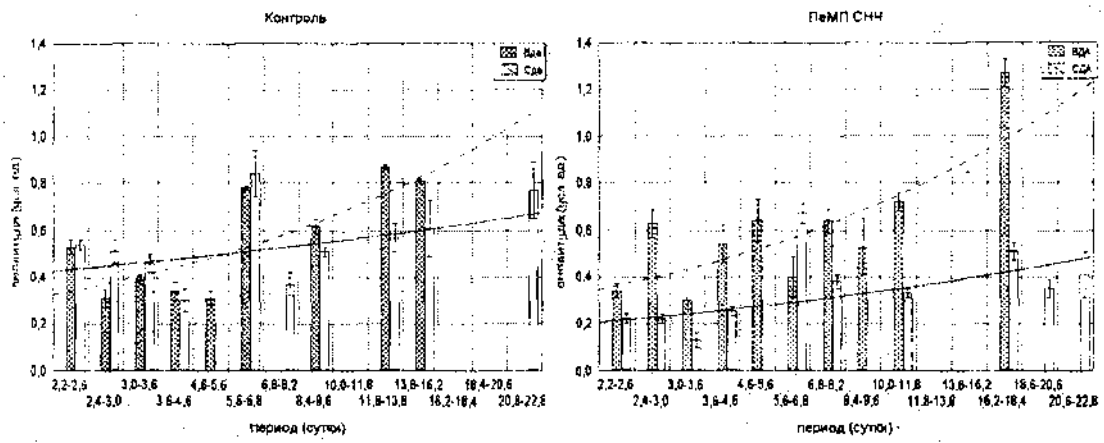


Рис. 3. Амплитуды спектра мощности отношения цитохимического показателя содержания пероксидазы (ЦПС ПО) к цитохимическому показателю содержания катионных белков (ЦПС КБ) в нейтрофилах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергнутых действию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля» (линиями определены экспоненты).

Амплитуды спектра ЦПС ПО/КБ были значительно ниже (0,30 – 0,84 усл. ед.) соответствующих амплитуд в спектрах ЦПС ПО и ЦПС КБ (14,62 – 40,10 усл. ед.). Экспоненциальный анализ спектров ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ выявил тенденцию к повышению амплитуд, а в спектре ЦПС КБ – к их снижению с ростом длины периода (рис. 1-3).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Инфрадианным ритмам показателей бактерицидной активности нейтрофилов у крыс со СДА свойственны определенные фазовые параметры. Разность фаз между ЦПС ПО и ЦПС КБ у крыс со СДА в периодах: ≈2^d,7; ≈3^d,3; ≈4^d,1; ≈6^d,2; ≈9^d,0; ≈12^d,8; ≈15^d,0; ≈17^d,0; ≈22^d,0 колебалась в пределах от 0,67 – 3.57 рад. соответственно (рис. 4).

Инфрадианная периодичность обнаружена и в показателях бактерицидной активности нейтрофилов крови крыс с ВДА. Так, было выделено 10 периодов в спектре мощности ЦПС ПО и ЦПС КБ: ≈2,3; ≈2,7; ≈3,3; ≈4,1; ≈5,0; ≈6,2; ≈7,5; ≈11,2; ≈12,8; ≈17,0 суток (рис.1, 2). Однако в спектре ЦПС КБ отсутствовали ≈5,0; ≈7,5; ≈11,2; периоды, и присутствовали – ≈9,0; ≈15,0 и ≈19,6-исуточные (рис. 2). Спектр мощности ЦПС ПО/КБ содержал меньшее количество периодов (n = 9), чем спектр ЦПС ПО и ЦПС КБ (рис. 3). Несмотря на выявленные различия в исследуемых спектрах, доминирующий период в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ различался всего лишь на 1,9 суток. Однако в спектре ЦПС КБ доминирующим стал ≈6,2 суточный период (рис.1–3).

Экспоненциальный анализ показал, что во всех спектрах ЦПС бактерицидных систем нейтрофилов отмечалась тенденция к повышению амплитуд с увеличением длины периодов (рис. 1–3).

В исследуемых спектрах обнаруживались и определенные фазовые соотношения между ЦПС ПО и ЦПС КБ. В ≈2^d,4; ≈2^d,7; ≈3^d,3; ≈4^d,1 ; ≈6^d,2 ≈12^d,8 и ≈17^d,0 периодах разность фаз между данными показателями составила 0,13 – 4,37 рад. (рис. 5), что является свидетельством большей степени синхронизации между показателями бактерицидной активности нейтрофилов по сравнению с животными, характеризующимися СДА.

Сопоставление инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями позволило выявить меньшее количество периодов в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ (на 3 и 1 период) у животных с ВДА, более узкую область выявления периодов во всех исследуемых спектрах (меньше на 2,5 – 6,88 суток), а также более длинные доминирующие периоды для ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ. Кроме того, у животных с ВДА амплитуды были выше в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ и ниже в спектре ЦПС КБ. У животных со СДА отмечалась меньшая разность фаз между показателями бактерицидной активности нейтрофилов, чем у животных с ВДА.

Следовательно, инфрадианная ритмика бактерицидных систем нейтрофилов у животных с различными типологическими особенностями не одинакова. Полученные данные об инфрадианной периодичности физиологических процессов у крыс со СДА согласуются с литературными данными [5, 16]. Однако они существенно дополняются новыми данными благодаря меньшему шагу косинор-анализа (шаг составил 0,2 суток), примененному в данном исследовании. Нами выявлено большее число периодов, и определены различия в их числе, области выявления периодов, структуре спектров различных показателей. Кроме того, анализ фазовых взаимоотношений показателей, характеризующих состояние каждой функциональной системы, позволил выявить увеличение синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов. ПеМП вносило существенные изменения и в инфрадианную ритмику бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

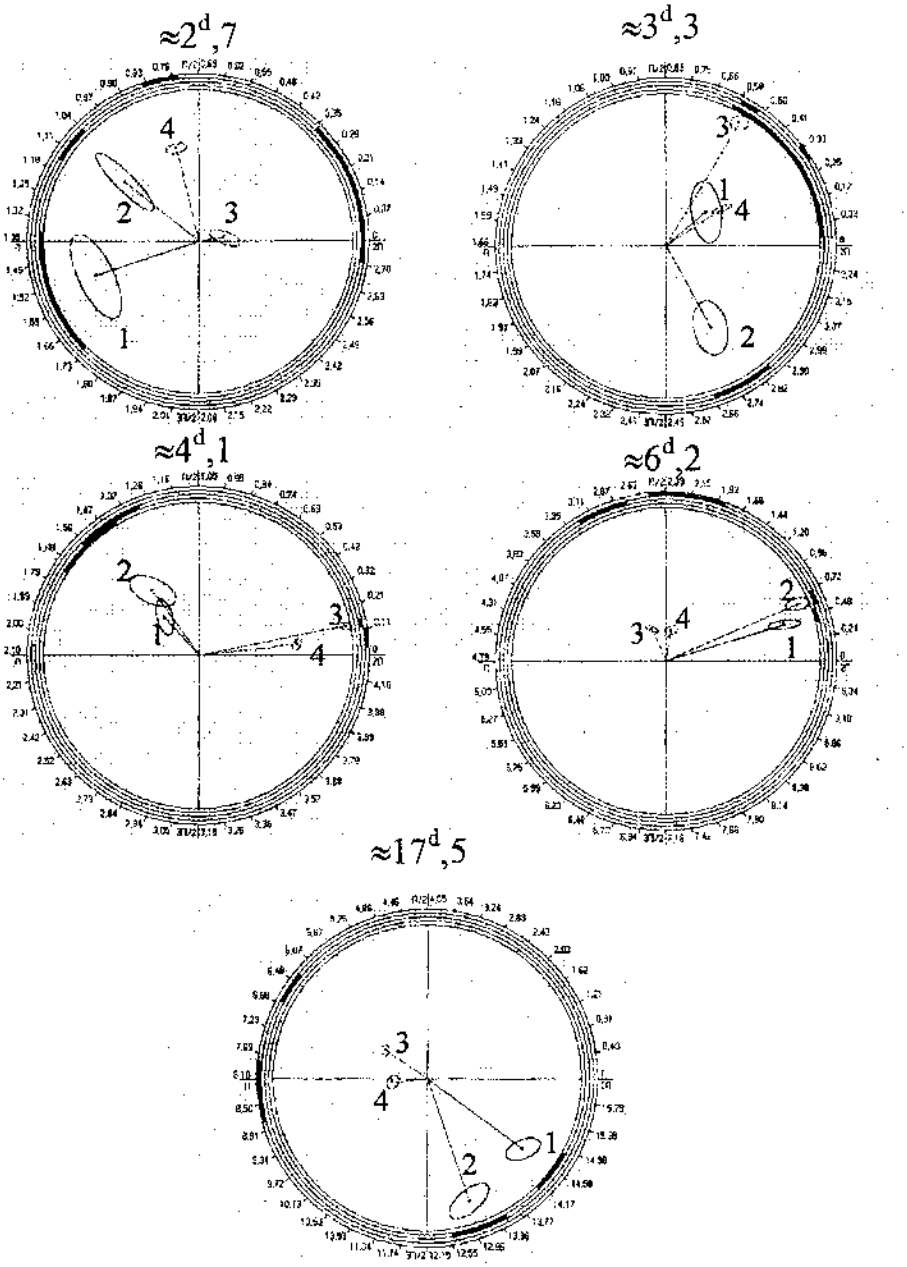


Рис. 4. Косинорограммы периодов (радианы), длительностью ≈2,7; ≈3,3; ≈4,1; ≈6,2 и ≈17,5 суток цитохимических показателей содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) (1) и катионных белков (КБ) (3) у интактных крыс и у животных, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ (ЦПС ПО – 2 и ЦПС КБ – 4) со средней двигательной активностью.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

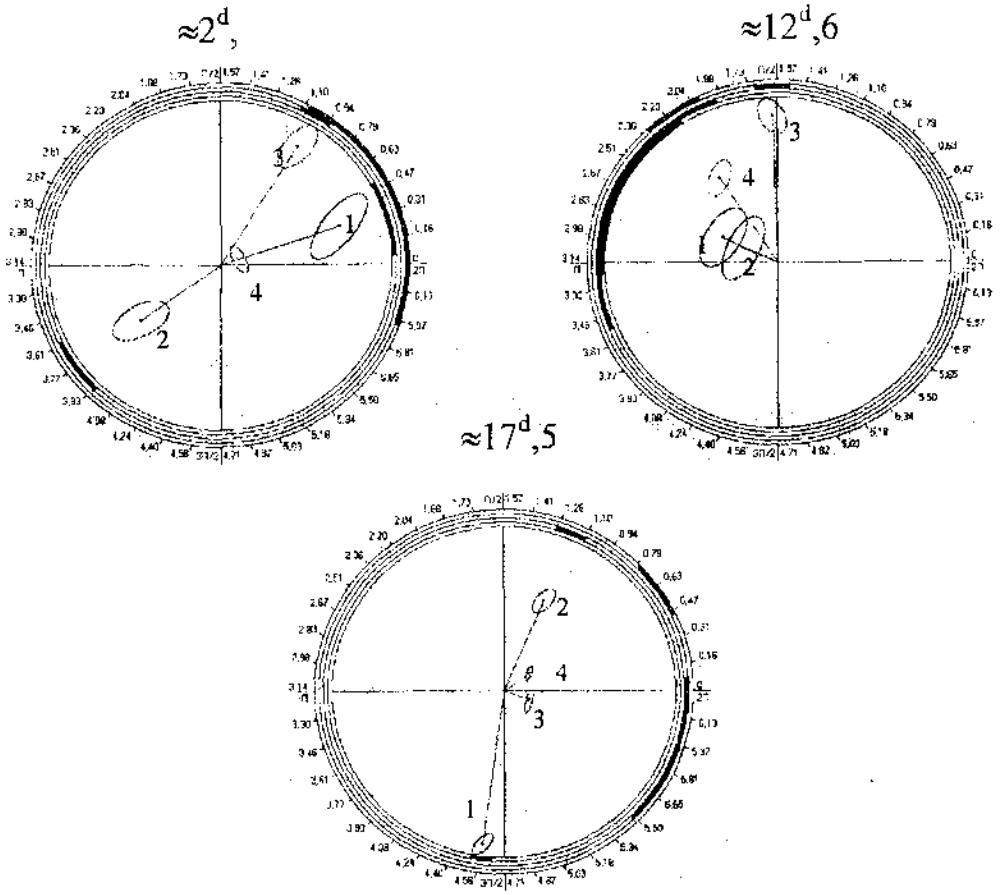


Рис. 5. Косинорограммы периодов (радианы), длительностью ≈2,7; ≈12,6 и ≈17,5 суток цитохимических показателей содержания (ЦПС) пероксидазы (ПО) (1) и катионных белков (КБ) (3) у интактных крыс и у животных, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ (ЦПС ПО – 2 и ЦПС КБ – 4) с высокой двигательной активностью.

У животных со СДА обнаружены значимые перестройки спектров, проявляющиеся в изменениях количества периодов (рис. 1 – 3). Так, в спектре ЦПС ПО их количество уменьшилось с 13 до 11 периодов, а в спектре ЦПС КБ, наоборот, увеличилось на один период. Кроме того, менялась структура периодов: не выявлялись ≈9^d,0 и ≈22^d,1 периоды в спектре ЦПС ПО; ≈9^d,0; ≈12^d,8; ≈15^d,0 – в спектре ЦПС К; ≈9^d,0; ≈12^d,8; ≈15^d,0 суток в спектре ЦПС ПО/КБ, отмечено также появление новых периодов, таких как: ≈2^d,3; ≈7^d,5; ≈11^d,2 суток в спектре ЦПС КБ и ≈11^d,2; ≈17^d,0; ≈19^d,6 периодов в спектре ЦПС ПО/КБ. Вместе с данными перестройками периодов изменялась и область выявления периодов (рис. 1 – 3). Данная область увеличивалась на 5,1 суток в спектре ЦПС ПО и уменьшалась на 2,7 суток в спектре ЦПС КБ. Количество периодических составляющих уменьшалось в спектрах ЦПС ПО на 1,1 усл. ед. и ЦПС КБ на 1,7 усл. ед. (рис. 1, 2). Воздействие ПеМП

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

приводило к увеличению амплитуд в спектре ЦПС ПО, а в спектрах ЦПС КБ и ЦПС ПО/КБ – к их снижению с увеличением длины периодов (рис. 1 – 3). Наиболее выраженные фазовые изменения относительно контрольных значений воздействие ПеМП вносило в спектр ЦПС ПО крыс со СДА (фазовый сдвиг зарегистрирован в шести периодах: в периодах ≈2^d,3; ≈2^d,7; ≈7^d,5 выявлялась задержка фаз, а в периодах ≈3^d,5; ≈4^d,1; ≈5^d,0, наоборот, их опережение); тогда как в спектре ЦПС КБ фазы в двух периодах (≈2^d,7 и ≈19^d,5) продвигались вперед, а в спектре ЦПС ПО/КБ, наоборот, отмечалась задержка фаз в двух периодах (≈4^d,1 и ≈7^d,5) при сравнении с контролем (рис.4). В показателях бактерицидной активности нейтрофилов (ЦПС ПО и КБ) крыс данной группы при воздействии ПеМП в периодах: ≈2^d,7; ≈4^d,1; ≈6^d,2; ≈12^d,8; ≈17^d,5 обнаружено уменьшение разницы фаз на 51,56°; 1,71°; 83,07°; 70,47°; 107,71° по сравнению с контролем (рис. 4). Исключение составил период длительностью ≈3,3 суток, в контроле отмечалось увеличение разности фаз на 41,82°.

Таким образом, полученные нами данные убедительно свидетельствуют о том, что под влиянием ПеМП у крыс со СДА в исследованных показателях отмечалось изменение количества периодов, области их выявления, перестройки доминирующего ритма, амплитуд, а также фаз, что сопровождалось усилением синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов.

Анализ спектров мощности бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с ВДА, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ, обнаружил существенные перестройки ритмики, проявляющиеся в уменьшении числа периодов в спектре ЦПС ПО (на 2 периода) и увеличении ЦПС ПО/КБ (на один период). Количество периодов в спектре ЦПС КБ под влиянием ПеМП не изменялось. Структура спектров также перестраивалась как за счет появления новых в спектре ЦПС ПО: ≈15,0 суток; ЦПС КБ: ≈5,0; ≈7,5; ≈11,2; ≈21,8 суток; ЦПС ПО/КБ: ≈7,5; ≈11,2; ≈17,3 суток. Так и за счет исчезновения старых периодов в спектре ЦПС ПО: ≈2,4; ≈3,3; ≈6,2 суток; ЦПС КБ: ≈2,4; ≈4,1; ≈6,2; ≈19,6 суток; ЦПС ПО/КБ: ≈12,8; ≈15,0 суток. (рис.1 – 3). К тому же, выявлялась тенденция к уменьшению количества периодических составляющих в спектрах ЦПС ПО, и увеличению в спектрах ЦПС ПО/КБ (рис. 1,3). Область выявления периодов увеличивалась на 1,55 суток в спектрах ЦПС ПО/КБ и уменьшалась в спектре ЦПС ПО на 0,62 суток, а для ЦПС КБ спектр сдвигался вправо в сторону более длинных периодов (рис. 2). ПеМП способствовало перестройке доминирующего периода в спектре ЦПС ПО (≈7,5 суток). В спектре ЦПС КБ ПеМП вызвало появление доминирующего ≈2,7-дневого ритма, а в спектре ЦПС ПО/КБ – ≈17,3-дневного ритма (рис. 2, 3). Амплитуды данных спектров также менялись (рис. 1–3). Так, в спектре ЦПС ПО отмечалось уменьшение амплитуд, а в спектре ПО/КБ их увеличение при сравнении с контрольными значениями. Экспоненциальная модель амплитуд выявила, что экспозиция ПеМП привела к уменьшению амплитуд периодов спектра ЦПС КБ с увеличением их длины.

Отмечены фазовые сдвиги относительно контроля. Так, в спектре ЦПС ПО – сдвиг фаз выявлен в одном периоде (≈7^d,6) и составил 0,32 рад. В спектре ЦПС КБ фазовый сдвиг выявлялся в периоде ≈2,6 суток – 3,45 рад., а в спектре ЦПС ПО/КБ сдвиг фаз наблюдался в пяти периодах (≈2^d,2; ≈2^d,6; ≈3^d,4; ≈5^d,0 и ≈6^d,2), где их запаздывание составило 3,98; 0,33; 4,05; 1,93; 1,23 рад. соответственно (рис. 5). Обнаружено также, что при воздействии ПеМП

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

СНЧ происходила перестройка фазовых отношений между показателями бактерицидных систем нейтрофилов (рис. 5). Так, у животных с ВДА наблюдалось уменьшение разности фаз в двух периодах (≈12^d,2 и ≈17^d,3) на 58,4° и 19,5° и увеличение – в одном коротком периоде (≈2^d,7) на 175,9° при сравнении с контролем (рис 5). Т.е. при воздействии ПеМП СНЧ у крыс с ВДА имело место уменьшение фазовых различий в отдельных периодах относительно контрольных значений между показателями бактерицидных систем (ЦПС ПО и КБ), что сопровождалось усилением синхронизации между показателями бактерицидных систем нейтрофилов.

При сопоставлении параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс со СДА и ВДА, подвергнутых воздействию ПеМП, выявлено уменьшение различий в спектрах ЦПС ПО, в которых наборы периодов, их амплитуды практически совпадали у животных с различными типологическими особенностями, а доминирующие периоды не выявлялись.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что слабое ПеМП СНЧ вызывает существенные изменения параметров инфрадианной ритмики физиологических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями, но более выражены они у крыс со СДА. Таким образом, результаты проведенного исследования значительно дополняют литературные данные сведениями о неодинаковом изменении ритмических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями на действие ПеМП СНЧ.

Следует отметить, что существенные изменения параметров ритмики отмечаются даже в том случае, когда абсолютные их значения не меняются. Полученные данные согласуются с результатами Е.Ю. Грабовской [8], в которых показано, что крысы с различным уровнем двигательной активности неодинаково реагируют на воздействие ПеМП СНЧ, что проявляется в особенностях функциональных изменений цитохимического статуса нейтрофилов.

В результате действия ПеМП СНЧ изменения параметров инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов у животных со СДА и ВДА становятся менее выраженными. Синхронизирующее влияние ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, вероятно, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза [17], являющегося одним из основных пейсмекеров в изучаемом диапазоне периодов. Дальнейшие исследования позволят расширить и конкретизировать эти представления.

ВЫВОДЫ

1. Слабое переменное магнитное поле сверхнизкой частоты вызывает существенные изменения параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с различными типологическими особенностями.

2. Крысы с различным уровнем двигательной активности неодинаково реагируют на воздействие переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, что проявляется в особенностях изменений цитохимического статуса нейтрофилов.

3. Наиболее выраженные изменения наблюдаются у крыс со средней двигательной активностью.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

4. В результате действия переменного магнитного поля сверхнизкой частоты изменения параметров инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов у животных со средней и высокой двигательной активностью становятся менее выраженными.

5. Синхронизирующее влияние переменное магнитное поле сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, вероятно, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза, являющегося одним из основных пейсмекеров в изучаемом диапазоне периодов.

Список литературы

1. Алякринский Б.С., Степанова С.И. По закону ритма. М.: Наука, 1985 – 175 с.
2. Аппоff Ю. Обзор биологических ритмов // Биологические ритмы. М.: Мир, 1984. – Т. 1. С.12
3. Питендрих К. Циркадианные системы: Общая перспектива // Биологические ритмы. М.: Мир, – 1984. – Т. 1. – С.22
4. Шабатура Н.Н., Ткачук В.Г., Федько В.А., Пашенко С.Б. Период инфрадианных ритмов интенсивности физиологических процессов в организме человека // Физиол. Журн. УССР. – 1987. – Т. 33, №2. – С. 10-16.
5. Темурьянц Н.А., Макеев В.Б, Малыгина В.И., Влияние слабых переменных магнитных полей крайне низких частот на инфрадианную ритмику симпато-адреналовой системы крыс // Биофизика. – 1992 – Т. 37, №4. – С. 653-655.
6. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г, Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – С. 60.
7. Минко В.А. Инфрадианная ритмика физиологических процессов у крыс с низкой двигательной активностью в открытом поле при действии слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты. Автореф. дис. …канд. биол. наук. – Симферополь, – 2004. – 22 с.
8. Грабовская Е.Ю.Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПеМП СНЧ : Автореф. дис. …канд. биол. наук: – Симферополь, 1992. – 23 с.
9. Темурьянц Н.А.Влияние слабых электромагнитных полей сверхнизкой частоты на морфологию и некоторые показатели метаболизма лейкоцитов периферической крови: Автореф. дис. …канд. мед. наук – Симферополь, – 1972. – 20с.
10. Бахов Н.И., Александрова Л.З., Титов В.Н Роль нейтрофилов в регуляции метаболизма тканей // Лабораторное дело. – 1988, № 6. – С.3-12.
11. Маянский А.Г., Маянский Д.Н., Очерки о нейтрофиле и макрофаге. – Новосибирск: Наука, 1983. – 256 с.
12. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // J. Comp.Physiol. – 1934. – V. 18. – P.38-58.
13. Лилли Р.Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645 с.
14. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1974. – Т.16, № 10. – С. 1321-1322.
15. Kaplow L. S. A Histochemical procedure for localaizinq and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1955. – №10. – P. 1023-1029.
16. Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Шехоткин А.В. Инфрадианная ритмика функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс с различными конституциональными особенностями // Биофизика. – 1995. – Т.40., № 5. – С. 1121-1125.
17. Reiter R.J. Melatonin aspects of exposure to low frequency electric and magnetic fields // Advances in electromagnetic fields in living systems. – 1997. – V. 2. – P. 1-27.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 88-96.

УДК 612.825; 616:613.6

НЕЙРОЭТОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ АГРЕССИВНОСТИ

Павленко В.Б., Калашник О.А.

Изучение механизмов поведения человека в зависимости от индивидуальных особенностей его личности является важнейшей задачей физиологии высшей нервной деятельности. Анализируя структуру личности, большинство исследователей отказались от понятия типов и используют факторный подход, основанный на понятии ряда измерений личности. Так, один из наиболее известных персонологов XX столетия Г. Айзенк выделял три основных измерения, лежащих в основе свойств личности: экстраверсия, нейротизм, психотизм [1, 2]. Эти черты генетически предопределены, поэтому фактически являются чертами темперамента. Психотизм – склонность человека к конфликтному, асоциальному поведению – является одним из наиболее интересных (и спорных) измерений личности. Важнейшим компонентом психотизма как черты личности является агрессивность. Агрессия – это применение силы по отношению к другой особи с целью причинения ей того или иного ущерба [3]. Агрессия является важной социальной проблемой, которая требует разработки новых методов ее диагностики и коррекции.

Часть современных исследователей считают наличие фактора психотизма, как врожденной склонности к спонтанно агрессивному, асоциальному поведению, сомнительным (см. обзор [4]). В то же время в ряде работ показана частичная генетическая предрасположенность к насилию у животных и наследуемая предрасположенность к агрессии у человека (см. например [5, 6]). Исследования характеристик личности близнецов привели к предположению [7], что агрессивность имеет высокий коэффициент наследования, и ее индивидуальные проявления примерно в равной степени зависят от генетической предрасположенности и факторов окружающей среды. Однако вопросы о том, является ли агрессия инстинктом, требующим разрядки, проявляется ли она в психотизме или иной черте личности и действительно ли генетический фактор существенен по сравнению с факторами среды, остаются дискуссионными. Важным доказательством в пользу наличия биологических предпосылок агрессивности у человека могут являться результаты нейроэтологического исследования в области мозговых механизмов агрессии и связи соответствующих черт личности с паттерном биопотенциалов индивида.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы было проведение критического анализа современных (в основном за последние 20 лет) публикаций по

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

проблемам биологической природы агрессии и отражения склонности к агрессии в паттерне ЭЭГ-потенциалов. Были поставлены следующие задачи:

1) кратко описать нейроэтологические и нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе агрессивного поведения;
2) оценить вклад нейронных систем мозга в индивидуальные особенности уровня агрессии,
3) проанализировать возможные электрофизиологические индикаторы психотизма и агрессивности, как черт личности.

У человека выделяют два основных вида или формы агрессии: преднамеренная (заранее подготовленная, спланированная и продуманная) и импульсивная, часто возникающая в ответ на стимулы различной (иногда незначительной) интенсивности [8, 9]. По ряду параметров преднамеренная агрессия человека сходна со скрытой («холодной») агрессией хищника, а импульсивная – с аффективной («горячей») защитной агрессией у животных.

Упрощенная схема структур, контролирующих агрессию, приведена на рис. 1. Ключевой мозговой структурой, запускающей агрессию, является миндалевидное ядро (амигдала) [10]. Амигдала, являющаяся частью лимбической системы, служит коллектором путей от лобной доли коры, других регионов неокортекса. Ее эфференты поступают в разные отделы гипоталамуса. Амигдала занимает важные позиции в интеграции сенсорной, висцеральной, когнитивной и эмоциональной информации. Именно в этой структуре происходит переключение мотивации от тревожности к агрессивности, причем агрессивность может варьировать от импульсивной до целенаправленной. Базальный и медиальный комплекс амигдалы запускает импульсивную агрессию, сопровождающуюся активацией симпатического отдела нервной системы. Центральные ядра амигдалы запускают целенаправленные агрессивные реакции без вегетативной активации. У человека, в отличие от животных, обе формы агрессии могут развиваться одновременно.

Основными возбуждающими медиаторами нервных цепей, показанных на схеме, являются ацетилхолин, возбуждающие аминокислоты (прежде всего, глутаминовая), нейропептиды (нейрокинины, субстанция Р, холецистокинин); тормозящую роль выполняют опиоидные пептиды и ГАМК; в роли модуляторов выступают моноамины (дофамин, норадреналин, серотонин) [11]. Модулирующая роль моноаминов позволяет предположить, что нейронные системы, в которых они являются медиаторами, играют ключевую роль в формировании индивидуальных особенностей агрессивности.

Дофаминергическая (ДА-) система. Участие ДА-системы в контроле агрессивного поведения показано при исследовании влияния различных биологически активных веществ на защитную агрессию и агрессию нападения. Системное применение агонистов ДА и их микроинъекции в амигдалу, латеральный и медиальный гипоталамус, центральное серое вещество облегчают запуск агрессивных реакций. Ключевую роль при этом играют $Д_2$-рецепторы. Антагонисты $Д_2$-рецепторов клозапин и рисперидон блокируют повышенную агрессивность [10–13]. Роль ДА в формировании индивидуальных особенностей агрессивного поведения показана в исследованиях, в которых сравнивали функциональную

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

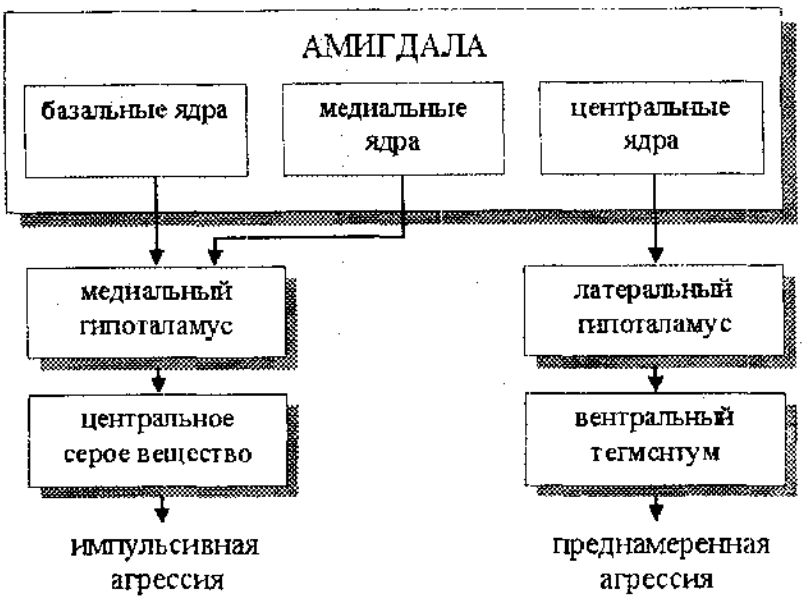


Рис. 1. Схема мозговых структур, принимающих основное участие в запуске и контроле импульсивной и целенаправленной агрессии (по Gregg T.R., Siegel A.; Siegel A., Rolling T., Gregg T., Kruk M.).

активность ДА-системы серых крыс, селектированных из дикой популяции на снижение агрессивной реакции в отношении человека, с линией, отобранной на выраженную агрессивность. В результате было обнаружено, что уровень ДА в стриатуме, его обмен в мезолимбической системе, а также плотность и чувствительность $Д_2$-рецепторов могут служить важными критериями агрессивности животных. Линия, селектированная на ручное поведение, характеризовалась достоверно более низким, по сравнению с таковым у агрессивных крыс, уровнем ДА в стриатуме и прилежащем ядре, а также более высокой чувствительностью постсинаптических $Д_2$-рецепторов в мезолимбической системе [14].

Исследования влияния стимуляции вентрального тегментума и черной субстанции среднего мозга (области расположения тел ДА-клеток) кошек на целенаправленную агрессию скрытного нападения выявили и возможность тормозной роли ДА-системы в этом виде поведения. Агрессивное поведение вызывалось стимуляцией латерального гипоталамуса. Одновременная стимуляция среднего мозга в этих условиях вызывала подавление поведения нападения [15].

В последнее время К. Блумом и коллегами высказывается предположение, что определенные генетически предопределенные варианты рецепторов ДА-системы могут лежать в основе «синдрома дефицита подкрепления». Синдром проявляется при сочетании ряда наследуемых черт с неблагоприятными воздействиями среды

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

(ранние стрессы, родительский алкоголизм и т.д.). Главной особенностью является пониженная активность ДА-системы. Синдром приводит к повышенному риску возникновения насильственного и асоциального поведения [16], что позволяет предположить его участие в становлении психотизма и агрессивности как черт личности.

Серотонинергическая (СТ–) система. Наиболее явственно проявляется роль СТ в сдерживании агрессии. В период конфронтационного столкновения у крыс уровень данного медиатора в префронтальной коре снижается на 20% ниже исходного. Эти изменения противоположны сдвигам концентрации ДА в указанном регионе [17]. Показано также, что с развитием СТ-системы связаны индивидуальные особенности агрессивности у крыс и мышей. Выявлена положительная корреляция между чувствительностью 5-HT_{1A}-рецепторов и уровнем агрессии у этих животных. Повышенную чувствительность рецепторов объясняют компенсацией снижения базального уровня СТ-передачи [18]. Клинические симптомы истощения СТ-передачи у человека часто сопровождаются психическими нарушениями, выражающимися в агрессивности, попытках суицида и росте тревоги [10, 11, 19].

Взаимосвязь между активностью СТ-системы и уровнем агрессии носит причинный характер. Показано, что разрушение ядер шва (где локализованы тела СТ-нейронов) у крыс приводит к росту практически всех известных разновидностей агрессии – увеличивался уровень агрессивности хищника; внутривидовой агрессии самцов; агрессивности, вызванной изоляцией; агрессии, вызванной страхом; агрессии защиты территории; агрессии матери, защищающей потомство [20]. Снижение уровня СТ при применении специального пищевого рациона также увеличивает агрессивность. Этот факт был установлен при длительном кормлении обезьян пищей, не содержащей триптофана (предшественника СТ) [21]. У здоровых людей подобная диета также снижает уровень СТ в крови на 75%. При этом наблюдается нарушение контроля импульсивного, агрессивного поведения [22].

Повышенное содержание СТ ингибирует проявления агрессии. Так, у ручных серебристо-черных лисиц (содержащихся на фермах) и серых крыс-пасюков, прошедших длительную селекцию на ручной тип поведения по отношению к человеку, в среднем мозгу выявлено значительное повышение активности триптофангидроксилазы – ключевого фермента биосинтеза СТ, по сравнению с дикими животными. Считают, что одним из генетических механизмов селекции на низкую агрессивность у одомашненных и ручных животных является изменение в генах, контролирующих биосинтез СТ [20, 23]. Агрессивность у крыс снижается также при действии агонистов и блокаторов обратного захвата СТ [24].

Показано, что активность СТ-системы контролируется у человека определенными генами [25]. Психологическое тестирование свидетельствует, что эти же гены определяют индивидуальный уровень агрессивности и импульсивности у здоровых испытуемых.

Норадренергическая система участвует в реакциях активации и запуске агрессии, выделяя в окружающей среде сигнализирующие об угрозе стимулы и активируя нейронные сети неокортекса [10, 26].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Как видно из предыдущего краткого обзора, агрессивность может быть тесно связана с различными нарушениями нейромедиаторных систем и иными видами дисфункций мозга. Исходя из этого, предложен целый спектр фармакологических препаратов для контроля и снижения патологической агрессивности. Сюда входят антиконвульсанты, антипсихотические агенты, препараты для снижения избыточной возбудимости (бензодиазепины и бета-блокаторы), а при задержках психического развития – психостимуляторы [27].

Известно, что изменения активности нейромедиаторных систем мозга отражаются в паттерне ЭЭГ-потенциалов [28, 29]. Логично предположить, что именно этим объясняется наличие зависимости между выраженностью агрессивности и рисунком текущей ЭЭГ и вызванных ЭЭГ-потенциалов. Так, показано [30], что агрессивные субъекты имеют замедленный паттерн спонтанной ЭЭГ – более выраженную дельта-активность и меньший по мощности альфа-ритм, чем другие лица. У таких индивидов необычный рисунок реакции ЭЭГ в лобных отведениях на стимулы, связанные с угрозой – большая степень падения альфа-ритма и при этом отсутствие прироста бета-ритма [31]. В то же время состояние агрессивности у здоровых неагрессивных испытуемых сопровождается ростом когерентности альфа-ритма [32].

Значительное количество исследований было посвящено изучению взаимосвязи пространственно-временных характеристик вызванных ЭЭГ-потенциалов (ВП) экзогенной и эндогенной природы с индивидуальным уровнем агрессивности. Такая взаимосвязь была обнаружена для всех компонентов ВП, начиная с самых коротколатентных, в частности, стволовых. Установлено [30], что у более агрессивных субъектов стволовые слуховые ВП возникают с большей задержкой, чем у менее агрессивных.

С уровнем агрессивности и показателями психотизма связаны как амплитуда, так и латентные периоды средне- и длиннолатентных ВП. Однако полученные данные весьма противоречивы. Так, показано, что у здоровых испытуемых уровень психотизма негативно коррелирует с амплитудой компонентов N1 и P2 слуховых ВП [33]. В то же время, среди подростков с психическими нарушениями индивиды, склонные к импульсивному агрессивному поведению, обладали и большей амплитудой компонента P1 на вспышки света и реверсию изображений [34]. Исследование, проведенное с привлечением здоровых студентов, дает несколько иные результаты [35]. В нем сравнивали характеристики ВП у лиц, склонных к импульсивной агрессии, и контрольной группы. Авторами показано, что студенты, склонные к импульсивной агрессии, обладали меньшей амплитудой P1, но большей N1, а также меньшей латентностью P1, N1 и P2 в ответ на вспышки света. Кроме того, у таких испытуемых наблюдалось увеличение амплитуды волны P1-N1 с ростом интенсивности раздражения по сравнению с контрольной группой. Т.е., индивиды, склонные к импульсивной агрессии, относятся к так называемым аугментерам, у которых активация развивается без ограничения со стороны запредельного торможения.

Наиболее характерным для агрессивных лиц является изменение амплитуды и латентного периода эндогенного потенциала P300. Редукция потенциала P300,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

зарегистрированного при использовании oddball парадигмы (с применением частых и редких акустических тональных посылок), выявлена у импульсивных агрессивных здоровых людей во фронтальных отведениях [36]. Обнаружена и положительная связь увеличения латентного периода Р300 в подобной ситуации с показателями уровня агрессивности у здоровых испытуемых [37]. Аналогичное исследование с применением визуальных частых и редких стимулов показало одновременное снижение амплитуды данной волны и увеличение ее латентного периода [38]. Редукция Р300 показана у агрессивных алкоголиков по сравнению с неагрессивными [39], а увеличение латентного периода указанной волны выявлено у склонных к насилию заключенных [40]. Снижение амплитуды Р300 у преступников выражено тем больше, чем выше импульсивность агрессивных субъектов [41]. В ситуации, когда Р300 возникает в ответ на сигнал обратной связи, информирующий об успешности выполнения задания, с психотизмом индивида положительно и значимо коррелирует разница между амплитудами Р300 на положительный и отрицательный сигнал [29]. Т.е., участники исследования, имеющие высокие показатели по шкале психотизма, демонстрируют существенно бóльшие Р300 в ответ на положительные сигналы обратной связи, чем на отрицательные сигналы. Данное наблюдение согласуется с представлением о подобных индивидах, как людях, игнорирующих предупреждения об ошибках, опасности, малочувствительных к наказанию, но стремящихся к поощрению [1, 2].

С уровнем психотизма связаны и показатели медленного эндогенного потенциала – потенциала готовности. Так, амплитуда потенциала готовности, предшествовавшего самоинициируемому движению при отмеривании последовательных отрезков времени отрицательно коррелировала с величиной психотизма [42]. Нужно, однако, отметить, что вопрос о тождестве нейрофизиологических коррелятов агрессии и психотизма остается открытым. Исследования гормональных реакций показывают, что уровни этих показателей позитивно связаны с выбросом разных гормонов: агрессивность – с уровнем кортизола, психотизм – пролактина [43].

Данные, полученные при исследовании паттерна ЭЭГ-потенциалов, остаются дискуссионными, но ряд авторов предлагает следующую интерпретацию, объясняющую основные наблюдения. Уменьшение частоты текущей ЭЭГ связывают с пониженным уровнем внутренней активации (arousal) у лиц, склонных к агрессии. Именно недостаточный уровень arousal такие индивиды пытаются компенсировать погоней за новыми, острыми ощущениями, невзирая на неблагоприятные последствия подобного поведения [30, 35]. Изменение паттерна коротко- и среднелатентных ВП объясняют нарушениями в ранней селекции значимых сигналов, что требует усиленной ориентации внимания на более поздних стадиях обработки информации. Снижение латентных периодов среднелатентных компонентов ВП свидетельствует об усилении автоматизированной обработки информации. Увеличение амплитуд отдельных компонентов таких ВП при значительном увеличении интенсивности раздражения свидетельствует и о дефиците тормозных процессов [35].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Мы предполагаем, что основной глубинной причиной дисбаланса процессов возбуждения и торможения, нарушения обработки информации в центральной нервной системе у лиц с агрессивным поведением является дисфункция аминергических и иных нейромедиаторных систем. В то же время, паттерн ЭЭГ-потенциалов может служить маркером таких нарушений лишь при условии их регистрации в таких экспериментальных парадигмах, которые в определенной степени (например, по сложности выполняемой задачи) приближены к условиям реальной жизни.

ВЫВОДЫ

1. Анализ современных публикаций показывает, что агрессивность контролируется определенными мозговыми механизмами, что свидетельствует о частичной биологической предопределенности ее выраженности и о реальном существовании личностного фактора психотизма как предрасположенности к конфликтному, асоциальному поведению.

2. Индивидуальный уровень развития агрессивности человека определяется, в частности, особенностями развития его нейромедиаторных систем и отражается в паттерне текущих и вызванных ЭЭГ-потенциалов, однако, данные исследований в этой области весьма противоречивы.

3. Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск ЭЭГ-коррелятов агрессивного поведения в таких экспериментальных ситуациях, которые в полной мере вовлекают мотивационные, когнитивные и аффективные ресурсы индивида.

Список литературы

1. Eysenck H., Eysenck M. Personality and individual differences. A natural science approach //Plenum Press. – New York, – London, – 1985.
2. Eysenck H. Dimensions of personality: 16, 5 ore 3? – Criteria for taxonomic paradigm // Personality and individual differences. – 1991. – V. 12. – P. 773-790.
3. Лоренц К. Агрессия (так называемое зло). – М.: Прогресс, 1994. – 272 с.
4. Бурлачук Л.Ф. Психодиагностика. – СПб.: Питер, 2003. – 351 с.
5. Mednick S., Brennan P., Kandel E. Predisposition to violence // Aggress. Behav. – 1988. – V. 14, № 1. – P. 25-33.
6. Tecott L.H., Barondes S.H. Genes and aggressiveness. – 1996. – V. 6, № 3. – P. 238-240.
7. Seroczynski A.D., Bergeman C.S., Coccaro E.F. Etiology of the impulsivity/aggression relationship: Genes or environment? // Psychiatry Research. – 1999. – V. 86, № 1. – P. 41-57.
8. Barratt E.S., Felthous A.R. Impulsive versus premeditated aggression: implications for mens rea decisions // Behav Sci. Law. – 2003. – V. 21, № 5. – P. 619-630.
9. Stanford M.S., Houston R.J., Mathias C.W., Villemarette-Pittman N.R., Helfritz L.E., Conklin S.M. Characterizing aggressive behavior // Assessment. – 2003. – V.10, № 2. – P. 183-190.
10. Gregg T.R., Siegel A. Brain structures and neurotansmitteres regulating aggression in cats: implications for human aggression // Progress in Neuro-Psychopharmacol. and Biol. Psychiat.. – 2001. – V. 25, № 1. – P. 91-140.
11. Siegel A., Rolling T., Gregg T., Kruk M. Neuropharmacology of brain-stimulation-evoked aggression // Neuroscience and Biohav. Rev. – 1999. – V. 23, № 3. – P. 359-389.
12. Piazza P.V., Ferdico M., Russo D., Crescimanno G., Beningo A., Amato G. Facilitatory effect of ventral tegmental area 10 region on the attack behaviour in the cat: possible dopaminergic role in selective attention // Exp. Brain Res. – 1988. – V. 72, № 1. – P. 109-116.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

13. Sweidan S., Edinger H., Siegel A. D2 dophamine receptor-mediated mechanisms in the medial preopticanterior hypothalamus regulate affective defense behavior in the cat // Brain Res. – 1991. – V. 549, № 1. – P. 127-137.
14. Nikulina E.M., Avgustinovich D.F., Popova N.K. Selection for reduced aggressiveness towards man and dopaminegic activity in norway rats // Aggress. Behav. – 1992. – V. 18, № 1. – P. 65-72.
15. Piazza P.V., Crescimanno G.L, Beningo A., Amato G. The control exerted by the substantia nigra on the quiet bitting attack elicited by hypothalamic stimulation in the cat // Neurosci. Lett. – 1985. – V. 53, № 1. – P. 75-79.
16. Blum K., Braverman E.R., Holder J.M., Lubar J.F., Monastra V.J. Reward deficiency syndrome: a biogenetic model for the diagnosis and treatment of impulsive, addictive, and compulsive behaviors // J. Psychoactive Drugs. – 2000. – V. 32, Suppl. I-IV. – P. 1-112.
17. Van Erp A M., Miczek K.A. Aggressive behavior, increased accumbal dopamine, and decreased cortical serotonin in rats // J. Neurosci. – 2000. – V. 20, № 24. – P. 9320-9325.
18. Van der Vegt B.J., De Boer S.F., Buwalda B., De Ruiter A.J., De Jong J.G., Koolhaas J.M. Enhanced sensitivity of postsynaptic serotonin-1A receptors in rats and mice with high trait aggression // Physiology and Behavior. – 2001. – V. 74, № 1-2. – P. 205-211.
19. Лиманский Ю.П. Морфофункциональная организация аминергических систем и их роль в моторной деятельности мозга // Успехи физиол. наук. – 1990. – Т. 21, № 2. – С. 3-17.
20. Попова Н.К., Науменко Е.В., Колпаков В.Г. Серотонин и поведение. Новосибирск: Наука, 1978. – 304 с.
21. Kaplan J.R., Botchin M.B., Manuck S.B., Mann J.J. Relationships among brain serotonin, aggression and diet in Macaca fascicularis\\ Amer. J. Phys. Antropol. – 1993. – Suppl. – № 16. – P. 121-122.
22. Young S.N., Leyton M. The role of serotonin in human mood and social interaction: Insight from altered tryptophan levels // Pharmacology Biochemistry and Behavior. – 2002. – V. 71, № 4. – P. 857-865.
23. Куликов А.В., Жанаева Е.Ю., Попова Н.К. Изменение активности триптофангидроксилазы в мозге серебристо-черных лисиц и серых крыс-пасюков в ходе селекции по поведению //Генетика. – 1989.– № 2.– С. 346-350.
24. Mos J., Olivier B. Serotonin, sex and aggression in male rats // Psychopharmacology. – 1990. – V. 101, Suppl. – P. 39.
25. Manuck S.B., Flory J.D., Ferrell R.E., Mann J.J., Muldoon F.M. A regulatory polymorphism of the monoamine oxidase-A gene may be associated with variability in aggression, impulsivity, and central nervous system serotonergic responsivity // Psychiatry Research – 2000. – V. 95, № 1. P. 9-23.
26. Haller J., Makara G. B., Kruk M. R. Catecholaminergic involvement in the control of aggression: hormones, the peripheral sympathetic, and central noradrenergic systems // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. – 1997. – V. 22, № 1. – P. 85-97.
27. Fava M. Psychopharmacologic treatment of pathologic aggression // Psychiatr. Clin. North. Am.. – 1997. – V.20, № 2. – P. 427-451.
28. Lubar J.F. Neocortical dynamics: implication for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention // Applied Psychophysiology and Biofeedback. – 1997. – V. 22, № 2. – P. 111-126.
29. Павленко В.Б. Роль коры мозга и подкорковых аминергических структур в организации целенаправленного поведенческого акта. – Дис. доктора биол. наук. 03.00.13 – физиол. чел. и жив. – Институт физиологии НАН Украины им. А.А. Богомольца, Киев, – 2004. – 338 с.
30. Fishbein D.H., Herning R.I., Pickworth W.B., Haertzen C.A., Hickey J.E., Jaffe J.H. EEG and brainstem auditory evoked response potentials in adult male drug abusers with self-reported histories of aggressive behavior // Biol. Psychiatry. – 1989. – V. 26, № 6. – P. 595-611.
31. Finn P.R., Ramsey S.E., Earleywine M. Frontal EEG response to threat, aggressive traits and a family history of alcoholism: a preliminary study // J. Stud. Alcohol. – 2000. – V. 61, № 1. – P. 38-45.
32. Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences // Int.J. Psychophysiol.. –1992. – V.13, № 3. – P. 225-232.
33. Schlör K.H., Moises H.W., Haas S., Rieger H. Schizophrenia, psychoticism, neuroleptics, and auditory evoked potentials // Pharmacopsychiatry. – 1985. – V. 18. – P. 293-296.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

34. Bars D.R., Heyrend F.L., Simpson C.D., Munger J.C. Use of visual evoked-potential studies and EEG data to classify aggressive, explosive behavior of youths // Psychiatr. Serv.. – 2001. – V. 52, № 1. – P. 81-86.
35. Houston R.J., Stanford M.S. Mid-latency evoked potentials in self-reported impulsive aggression // International J. of Psychophysiology. – 2001. – V. 40, № 1. – P. 1-15.
36. Gerstle J.E., Mathias C.W., Stanford M.S. Auditory P300 and self-reported impulsive aggression // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 1998. – V. 22, № 4. – P. 575-583.
37. Bond A.J., Surguy S.M. Relationship between attitudinal hostility and P300 latencies // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 2000. – V. 24, № 8. – P. 1277-1288.
38. Mathias C.W., Stanford M.S. P300 under standard and surprise conditions in self-reported impulsive aggression // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 1999. – V. 23, № 6. – P. 1037-1051.
39. Branchey M.H., Buydens-Branchey L., Lieber C.S. P3 in alcoholics with disordered regulation of aggression // Psychiatry Res.. – 1988. – V. 25, № 1. – P. 49-58.
40. Drake M.E., Pakalnis A., Brown M.E., Hietter S.A.. Auditory event related potentials in violent and nonviolent prisoners // Eur. Arch. Psychiatry. Neurol. Sci.. – 1988. – V. 238, № 1. – P. 7-10.
41. Barratt E.S., Stanford M.S., Kent T.A., Felthous A. Neuropsychological and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression // Biol. Psychiatry. – 1997. – V. 41, № 10. – P. 1045-1061.
42. Павленко В.Б., Конарева И.Н. Индивидуальные личностные особенности связанных с событиями ЭЭГ-потенциалов, регистрируемых в экспериментальной ситуации с отсчетом временных интервалов // Нейрофизиология / Neurophysiology. – 2000. – Т. 32, № 1. – С. 48-55.
43. Netter P., Hennig J., Rohrmann S. Psychobiological differences between the aggression and psychoticism dimension // Pharmacopsychiatry. – 1999. – V. 32, № 1. – P. 5-12.

Поступила в редакцию 06.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 97-102.

УДК 612.769:796.015.572

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ К ТРЕНИРОВОЧНЫМ НАГРУЗКАМ

Погодина С.В.

Основным дидактическим принципом процесса спортивной подготовки является принцип готовности, который в одном из своих положений предусматривает адекватность функционального состояния организма спортсменов применяемым физическим нагрузкам [1]. На сегодняшний день существует большое количество методов определения уровня функциональной готовности организма спортсменов, но зачастую из-за отсутствия необходимого оборудования или сложности его использования тренер не имеет возможности вовремя получить необходимую информацию [2, 3]. В этой связи является актуальным поиск и применение в тренерской практике наиболее простых и в тоже время достаточно информативных методов и критериев оценки функциональной готовности спортсменов [4]. Одним из таких интегральных критериев является физическое развитие индивида, наиболее точно отражающее этап его биологической зрелости [5]. Методы, позволяющие определить уровень физического развития, достаточно информативны и весьма несложны [6]. Исходя из этого, целью нашей работы явилось изучение параметров физического развития юных пловцов для оценки их функциональной готовности к физическим нагрузкам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях приняли участие 678 пловцов мужского пола в возрасте 9 – 18-ти лет. Для оценки физического развития использовали антропометрию, динамометрию, спирометрию [5, 6]. Также в покое измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД). Расчетным методом определяли такие интегральные показатели физического развития как силовой индекс (СИ), индекс массы тела (ИМТ), жизненный индекс (ЖИ), экскурсию грудной клетки, двойное произведение (ДП) [5]. Результаты исследований обрабатывались с помощью методов математической статистики в адекватной программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс спортивной подготовки включает в себя несколько этапов. Каждый последующий этап сопровождается решением новых задач, предъявляющих к организму спортсменов соответствующие требования [1]. Например, развитие

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

двигательных способностей, детерминирующих эффективность и качество специальной подготовки в спорте, наиболее интенсивно происходит в детском и подростковом возрасте [7]. Особенно важным является пубертатный период, на который приходится базовый этап подготовки юных спортсменов, связанный с выполнением больших тренировочных нагрузок. Бурная эндокринная перестройка в сочетании с неблагоприятными внешними факторами определяют существенные изменения в функционировании организма, что проявляется в избыточной активности всех органов и систем в состоянии покоя. Низкая, а часто парадоксальная реактивность к внешним воздействиям приводит в этом возрасте к снижению работоспособности и адаптивных возможностей организма подростков [8, 9]. Таким образом, точное определение сенситивных периодов на различных этапах физического развития юных спортсменов имеет важное значение в обеспечении приспособительных реакций организма, что должно учитываться при составлении многолетних тренировочных программ. Как показали результаты лонгитудинальных исследований физического развития юных пловцов в возрасте 9-18-и лет, большинство частных и интегральных морфофункциональных показателей спортсменов изменялись по мере их взросления. Так, длина и масса тела обследуемых детей и подростков увеличились в среднем с 133,50±4,12 см и 32,18±3,83 кг в возрасте 9-и лет, до 187,30±3,78 см и 72,95±,16 кг в возрасте 18-и лет. Причем имело место существенное увеличение этих показателей между 10-ю и 12-ю, 13-ю и 15-ю годами, что свидетельствовало о вступлении подростков в период развития, характеризующийся интенсивным ростом длины тела и его конечностей. При оценке физического развития важное значение имеет определение соотношения между массой тела и его длиной [6]. Наиболее полную информацию о соответствии между этими соматометрическими показателями даст расчет массо-ростового индекса [5]. Полученные таким образом данные позволяют определить периоды наиболее интенсивного роста и связанные с ними морфофункциональные изменения. На рис. 1 представлена возрастная динамика прироста массы тела на единицу роста юных пловцов.

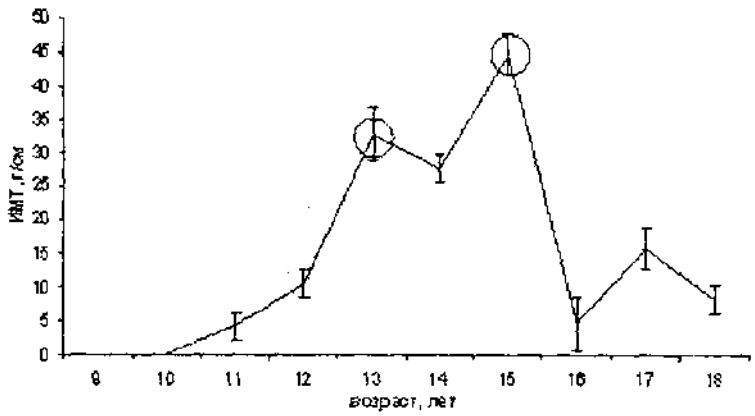


Рис. 1. Возрастная динамика прироста массы тела на единицу роста юных пловцов.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Как видно из графика, этапы физического развития сопровождались различной интенсивностью увеличения массы тела обследуемых. В этой связи можно выделить два возрастных пика, когда относительное увеличение массы тела претерпевало резкие изменения. Наиболее существенные сдвиги зарегистрированы в возрасте 12–13-и лет. Прирост массы тела в среднем составил в этот возрастной период 32,4 г/см. У подростков 14–15-и лет показатель был еще выше и равнялся 44,7 г/см. По мере увеличения массо-ростовых показателей совершенствовались и другие антропометрические характеристики. Например, величины окружности грудной клетки на вдохе и на выдохе возрастали ежегодно вплоть до 15–16-и лет. Значительный прирост этих показателей наблюдался между 13–14-ю годами, после чего данные параметры стабилизировались. Подвижность грудной клетки в этом возрасте достигала значений в среднем 7,80±0,69 см и по своей величине была приближенно равной показателям взрослых спортсменов.

Также по мере роста и развития спортсменов совершенствовались и другие интегральные показатели, отражающие уровень физического развития обследуемых. В частности, большое значение имеет оценка силовых резервов мышц, т.к. их уровень определяет мышечную активность в поглощении кислорода [4]. Оценка силовых характеристик была проведена нами по величинам силового индекса для мышц сгибателей кисти рук обследуемых спортсменов. Исследования показали, что значительный скачек в приросте силового индекса, зарегистрированный в возрасте 13-и и 15-и лет, совпал с пиковыми увеличениями массо-ростового индекса, свойственного этим возрастным этапам физического развития (рис. 2).

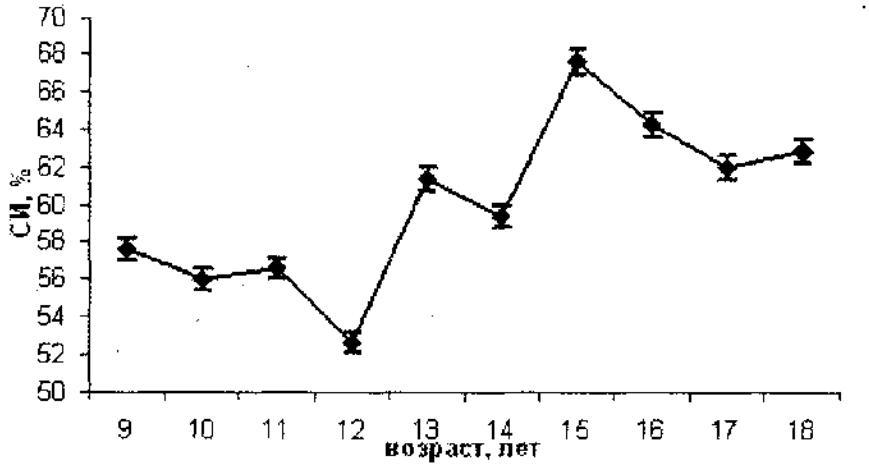


Рис. 2. Динамика силового индекса у пловцов различного возраста.

Значительное увеличение силовых возможностей юных спортсменов, очевидно, следует связать с переходом подростков на более высокий спортивно-квалификационный уровень, который совпал с вступлением спортсменов в фазы полового созревания.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Увеличение тотальных размеров тела, являющихся количественной характеристикой уровня физического развития, должно сочетаться с адекватным расширением функциональных резервов, которые в свою очередь характеризуют качественные изменения, происходящие в организме в процессе роста [6]. К числу интегральных показателей резервных возможностей кардио-респираторной системы следует отнести индекс двойного произведения и жизненный индекс [5, 10]. На рис. 3 представлена возрастная динамика этих показателей.

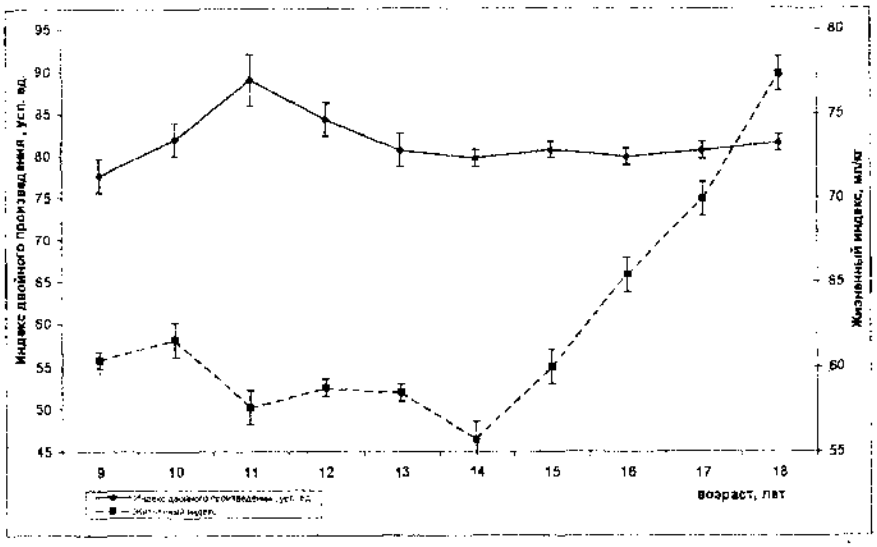


Рис. 3. Возрастная динамика индекса двойного произведения и жизненного индекса у юных пловцов.

Индекс двойного произведения, характеризующий систолическую работу сердца, значительно увеличился в возрасте 11-и лет по сравнению с предшествующими годами (его величина была равной 88,97±3,76 усл. ед.). Это свидетельствовало о снижении экономичности работы миокарда, что является характерным для начала периода полового созревания. В дальнейшем, на рассматриваемом участке онтогенетического развития, экономичность работы сердца возрастала, причем, чем старше были спортсмены, тем меньше потреблялось кислорода миокардом для удовлетворения своих метаболических потребностей. Индекс снизился до 80,59±2,34 усл.ед. в возрасте 17-и лет ($p<0,01$). Выявлена также возрастная динамика показателей жизненного индекса. Соотношение ЖЕЛ/кг значительно уменьшилось к 11-и годам до 57, 61±0,84 мл/кг и к 14-и годам до 55,72±1,61 мл/кг, что свидетельствовало о сокращении функциональных резервов дыхательной системы. По мере взросления подростков величина этого показателя увеличивалась вплоть до 18-ти лет, и в среднем составила 77,30±0,46 мл/кг ($p<0,01$).

ВЫВОДЫ

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

1. В определенные возрастные периоды у пловцов наблюдается различная интенсивность ростовых процессов в организме. Причем их большая интенсивность, носящая скачкообразный характер, совпадает по времени со вступлением подростков в различные фазы периода полового созревания.

2. Наиболее выраженные ростовые скачки зарегистрированы в возрасте двенадцати – тринадцати и четырнадцати – пятнадцати лет, что позволяет говорить о значительных морфофункциональных изменениях, происходящих на этих возрастных этапах. Причем зарегистрированные скачки массо-ростового индекса совпадают по времени с пиковыми увеличениями силового индекса. Значительное увеличение силовых возможностей в этом возрасте можно связать как с увеличением в организме подростков гормонов половых желез [6, 9], так и с повышением уровня тренированности спортсменов [3, 11].

3. По мере протекания ростовых процессов изменяется также форма и размеры жизненно важных органов - легких и сердца, обеспечивающих как в покое, так и при физической нагрузке адекватные метаболическому запросу дыхание и кровообращение.

4. Наибольшее повышение дыхательной функции в связи с соответствующим увеличением окружности грудной клетки при вдохе и выдохе, а также ее экскурсии, наблюдается между 13-ю и 14-ю годами. Выявленные возрастные особенности динамики жизненного индекса указывают на его значительное снижение к 11-и годам. Уже начиная с 15-тилетнего возраста, функциональные резервы дыхательной системы планомерно возрастают, что свидетельствует о снижении интенсивности протекания различных ростовых процессов. Индекс двойного произведения, характеризующий систолическую работу сердца, значительно увеличивается в 11-тилетнем возрасте, что свидетельствует о снижении экономичности работы миокарда. После 11-тилетнего возраста экономичность работы сердца возрастает, что связано с влиянием и тренирующим воздействием ежедневных тренировок, увеличивающихся с каждым годом.

5. Полученные данные позволяют не только адекватно планировать величину физических нагрузок на данных возрастных этапах, но и правильно подбирать их специфическую направленность.

Список литературы

1. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
2. Юшкевич Т. Проблемы здоровья в современном спорте // Тез. докл. IV междунар. научного конгресса «Современный олимпийский спорт и спорт для всех». – К. – 2000. – С. 272.
3. Counsilman J. E. Swimming power // Biokinetic strength training: Copyringht. – 1980. – V. 1. – P. 41-48.
4. Апанасенко Г. Здоровье спортсмена // Наука в олимпийском спорте. – 2000. – № 1. – С. 92 – 95.
5. Апанасенко Г. Л. Физическое развитие детей и подростков. – К.: Здоров`я, 1985. – 80 с.
6. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений // М.М.Безруких, В.Д.Сонькин, Д.А.Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», – 2002. – 416 с.
7. Романенко В.А. Двигательные способности человека. – Донецк: Укцентр, 1999. – 336 с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

8. Матынин О.В. Сенситивные периоды для интенсивного формирования специальной подготовленности юных спортсменов в процессе многолетней тренировки в настольном теннисе // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 1. – С. 28-29.
9. Фарбер Д.А. Физиология подростка. М.: Просвещение, 1988. – 288 с.
10. Фомин Н.А., Фомин А.Н., Дятлова Н.Н. Морфофункциональные предпосылки возрастных изменений кардио и гемодинамики при занятиях спортом // Теория и практика физической культуры. – 2002. – №2. – С. – 21-25.
11. Maciasek J. Fatness and Trunk Strength of Girls so to 14 Years Old. – In: V. Stojnik and A. Usaj eds. Proceedins I of the 6-th Sport Kinetic Conference 1999. – P. 231-233.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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/см^2) разной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на 280 практически здоровых испытуемых 17-20-тилетнего 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: $К_п$= П–Л / П+Л х 100 %, где П и Л – количество предпочтений правого или левого глаза/уха соответственно. Положительный знак $К_п$ 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 GI(II) 4 – Хе-Гу правой руки; 3 – на область симметричной БАТ GI(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/см^2; частота излучения – 42,3 ГГц; габаритные размеры излучателя, выполненного в виде «точки» (18 х 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 = П–Л / П+Л х 100 %, где П и Л – 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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: Кас = П – Л / П + Л [21]. Все животные были разделены на 3 группы: «правши» (Кас > 20), «левши» (Кас < – 20) и «амбидекстры» (– 20< Кас <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 х 60 х 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 Exel 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,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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 ± m).

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

Примечание: P_{1-4} – 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±4,06; ВерДА – 10,20±2,30), у «правшей» – средняя двигательная активность (СДА) (ГДА – 27,00±1,02; ВерДА – 5,25±0,56), у

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

«амбидекстров» – низкая двигательная активность (НДА) (ГДА – 9,60±0,30; ВерДА – 2,06±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 функциональной МПА 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±0,65 гранул; $p<0,05$), чем у волонтеров со смешанными (ПгЛу – 18,30±0,35; ЛгПу – 18,95±0,35 гранул) и левосторонним (16,15±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±0,63 гранул) и минимальной у крыс с ВДА (8,60±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,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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).

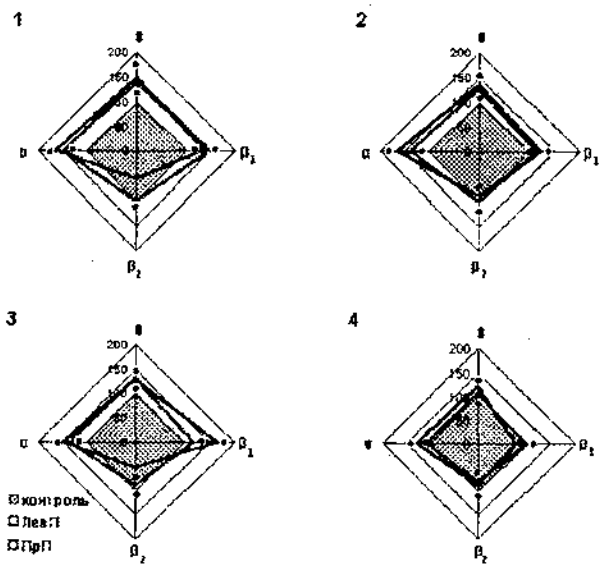


Рис. 1. Изменение основных ритмов ЭЭГ (α-альфа, θ-тета, β_1-бета-1, β_2-бета-2 ритмов) при закрытых глазах (1), при открытии глаз (2), решении арифметической (3) и пространственной (4) задач левого (ЛевП) и правого (ПрП) полушарий в контрольной (К) и экспериментальной (КВЧ) группах на 10-е сутки эксперимента.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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, усилением внимания, 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 Пг и/или Пу, 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 межкластерных 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 Пг и/или Пу, т.е. доминирующим ЛевП, наибольшая активация исследуемых систем

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

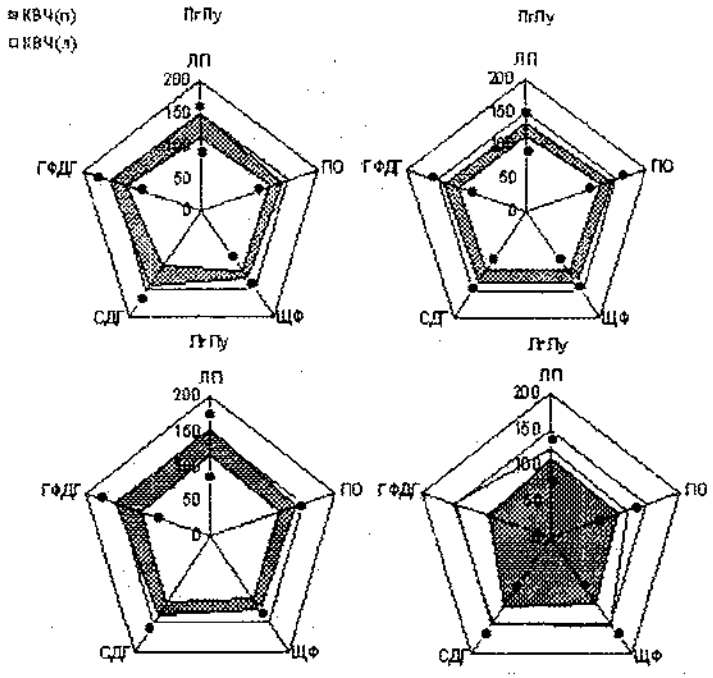


Рис. 2. Цитохимические показатели содержания липидов (ЛП), пероксидазы (ПО), щелочной фосфатазы (ЩФ) в нейтрофилах и средние активности сукцинат- (СДГ) и α-глицерофосфатдегидрогеназ (ГФДГ) в лимфоцитах крови испытуемых с разными сенсорными фенотипами (ПгПу – правый глаз, правое ухо; ПгЛу – правый глаз, левое ухо; ЛгПу – левый глаз, правое ухо; ЛгЛу – 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, контралатеральная 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

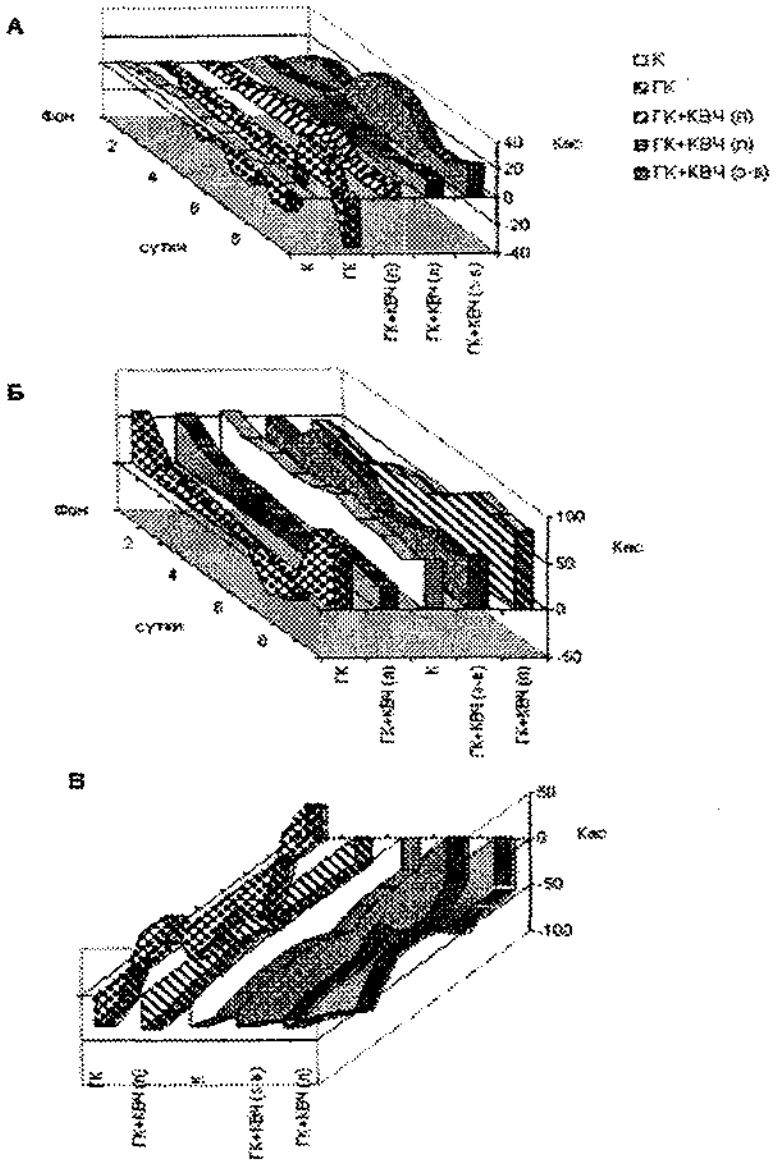


Рис. 3. Изменение коэффициента моторной асимметрии (Кас) у крыс «амбидекстров» (А), «правшей» (Б) и «левшей» (В) контрольной группы (К) и при воздействиях гипокинезии (ГК), комбинации гипокинезии и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ) при локализации воздействия ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковой области (з-в), левого (л) 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

лейкоцитов также свидетельствуют о зависимости развития ГК стресса от ИПФА животных. Так, у «правшей» 9-тисуточная ГК вызвала достоверное снижение ЦПС ЛП на 23 % ($p < 0,001$), ПО на 21 % ($p < 0,001$) в нейтрофилах, средних активностей СДГ на 46 % ($p < 0,001$) и α-ГФДГ на 36 % ($p < 0,001$) 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 «левшей» 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 ($p < 0,001$), снижение отношения л/сн до 0,5, что свидетельствует о развитии стресс-реакции. Напротив, в отличие от животных других фенотипических групп, ГК у «левшей» вызвала повышение ЦПС ЛП на 18 % ($p < 0,001$). 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 «левшей». По-видимому, это связано с тем, что крысы с лучшим развитием правосторонних корковых зон характеризуются худшей 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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, которые 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 контралатеральном по отношению к доминирующему полушарию положении источника ЭМИ асимметрия увеличивалась, при ипсилатеральном – асимметрия уменьшалась (рис. 3). Например, у «левшей» 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-

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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 корригировало и нарушения эмоциональной сферы при ГК животных, при этом уровень тревожности у «амбидекстров» 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, контралатерального доминирующему полушарию.

Изменения функционального статуса нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови у экспернментальных 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 «амбидекстров» 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 области 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 «амбидекстров» 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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 % ($p<0,001$), средних активностей СДГ и α-ГФДГ в 2-3 раза ($p<0,05$), 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 ипсилатеральном 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

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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. Профилю 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 тесте «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 тесте «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 тесте «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 тесте «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/см^2) не изменяет знак, но влияет на величину функциональной асимметрии у человека и животных, причем ее увеличение или уменьшение связано с локализацией воздействия: при

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

центральном и контралатеральном по отношению к доминирующему полушарию положений источника ЭМИ КВЧ асимметрия увеличивается, при ипсилатеральном – 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 «амбидекстров» 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 ипсилатеральном относительно доминирующего полушария расположении источника ЭМИ.

Список литературы

1. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. Нейропсихологические 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.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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 гемопоэзе у мышей (СВАхС57В1/6) F_1 // 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 лепгосориаза (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. VIII, № 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. Гнездицкий 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. Лилли 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.П. Применение п-нитротетразола 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.: «Имедис», 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 Risto. 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, Kyohei 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 disordes /// 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.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

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 // Пат. 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.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 121-125.

УДК 591.11: 547.466

МОДУЛЯЦИЯ БЕТА-АЛАНИНОМ И N-(1,2:3,4-ДИ-0-ИЗОПРОПИЛИДЕН-АЛЬФА-D-ГАЛАКТОПИРАНУРОНОИЛ)-БЕТА-АЛАНИНОМ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Равaева М.Ю., Коренюк И.И.

Аланин, или сеаминопропионовая кислота, является ациклической аминокислотой, которая широко распространена в живой природе. В составе белков β-аланин [$CH_2(NH_2)CH_2COOH$] не встречается, но является продуктом промежуточного обмена аминокислот и входит в состав некоторых биологически активных соединений, например азотистых экстрактивных веществ скелетной мускулатуры – карнозина и анзерина, коэнзима а, а также одного из витаминов в – пантотеновой кислоты [1]. β-аланин (β-ala) обнаруживается в свободном состоянии в мозге и действует на одни и те же рецепторы нейронов что и глицин [2], оказывая тормозное действие [3]. В настоящее время синтезировано большое количество соединений, имеющих в своем составе β-ala и одним из таких соединений относят N-(1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-α-D-галактопирануроноил)-β-аланин (DAGU-Ala). В предыдущей нашей работе [4] было показано, что DAGU-Ala при непосредственном воздействии на нейроны моллюска дозозависимо угнетает трансмембранные входящие и выходящие ионные токи, с преимущественным ингибированием последних. Поскольку ионные механизмы электрогенеза и закономерности функционирования нейронов моллюска принципиально сходны с таковыми для нейронов млекопитающих [5, 6], можно предполагать, что в случае проникновения через гематоэнцефалический барьер при системном введении млекопитающим β-ala и DAGU-ala проявят психотропную активность. В связи с этим, целью нашей работы явилось изучение влияния β-ala и DAGU-ala на поведение крыс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выяснение наличия психотропной активности соединений проводили с помощью теста «открытого поля» [7] на белых беспородных крысах-самцах со средней двигательной активностью, массой 180-220 г.

Исследуемые вещества вводили внутрибрюшинно в объеме 0,2 мл в дозе 50 мг/кг, предварительно растворив их в физиологическом растворе. Отдельной группе крыс вводили физиологический раствор того же объема (контроль).

Каждое соединение вводили 10 крысам, которых тестировали в течение 2 минут через 1.5, 3 и 24 часа после момента инъекций. Исследовали следующие

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

поведенческие феномены: горизонтальная двигательная активность (ГДА) – по числу пересеченных квадратов, причем засчитывалось пересечение квадрата в случае переход его границ обоими задними лапами; вертикальная двигательная активность (ВДА) – по числу вертикальных стоек, исследовательская активность (ИА) – по числу заглядываний в отверстия и обнюхивания фишек; груминг – по числу умываний передними лапками головы; дефекация (Деф) – по числу болюсов.

Экспериментальный материал обработан статистически с использованием непараметрического U-критерия Манна-Уитни. Оценивали значимость различий поведенческих показателей между контрольной и экспериментальной группами крыс в указанные часы эксперимента. Данные представлены как средние значения ± ошибка среднего. При проведении экспериментов биоэтические нормы были соблюдены.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения влияния β-Ala, DAGU-Ala представлены в таблице. Из таблицы видно, что аминокислотный остаток β-Ala достоверно повышал ГДА через 1.5 и 24 ч, ВДА через 3 и 24 ч, ИА через 1.5, 3 и 24 ч, груминг через 1.5 ч и количество болюсов через 3 и 24 ч от момента инъекции. Наиболее существенное изменение ГДА и ВДА наблюдалось через 24 ч от момента инъекции, а показатели ИА были достоверно выше контрольных на протяжении всего эксперимента.

DAGU-Ala достоверно повышал ГДА, ВДА и ИА через 1.5 ч после инъекции, груминг через 3 ч и количество болюсов через 1.5 и 24 ч (табл. 1).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что как β-Ala так и DAGU-Ala преодолевают гематоэнцефалический барьер и, взаимодействуя с элементами ЦНС, обуславливают изменения поведения животных. При этом, свободная аминокислота β-Ala оказывает более выраженное действие, чем в составе гликопептида DAGU-Ala, содержащего β-Ala в качестве радикала. Анализ динамики эффектов соединений в течении 24 ч эксперимента показал, что данные соединения обладают пролонгированной психотропной активностью.

Известно, что двигательная активность животных зависит от соотношения процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе (ЦНС) [8, 9], а показатели груминга и дефекации – от уровня возбуждения вегетативной нервной системы зависят [10]. Поскольку у крыс под влиянием данных препаратов происходит повышение двигательной активности можно полагать, что тестируемые соединения взаимодействуя с нервными элементами ЦНС, сдвигают баланс между центральными процессами возбуждения и торможения в сторону возбуждения. Благодаря этому повышается уровень ориентировочно-исследовательской и когнитивной активности животных.

Полученные при внутриклеточном отведении биопотенциалов нейронов моллюска данные, свидетельствуют, что гликопептид DAGU-Ala при непосредственном приложении оказывает возбуждающее влияние на нервную систему [4], что согласуется с результатами настоящего этологического исследования.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Таблица 1.

Показатели поведенческой активности крыс в тесте "открытое поле" при действии β-аланина (β-Ala) и N-(1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-α-D-галактопирануроноил)-β-аланина (DAGU-Ala)

Вид поведенческой активности	Время, часы	ВЕЩЕСТВА, ДОЗЫ И ПОКАЗАТЕЛИ		
		Физ.раствор (контроль)	β-Ala 50 мг/кг	DAGU-Ala 50 мг/кг
ГДА	1.5	17,4±3,9	15,2 ±2,1	24 ±2,8*
	3	14,6±3,9	20 ±6,6*	19,8 ±4,4
	24	12,2±3,6	33,8±4,05***	17 ±4,9
ВДА	1.5	3,1±1,02	5,6 ±1,6	6 ±0,9**
	3	3,6±0,9	6 ±1,3**	5,3 ±1,4*
	24	1,8±0,6	7,2 ±1,7**	4,5 ±1*
ИА	1.5	5,7±0,8	11 ±1,9**	9,8 ±0,8**
	3	5±0,9	16,4 ±2,1***	7,2 ±1,6
	24	5,1±0,7	12 ±0,8**	8,1 ±1,4*
Гр	1.5	0,2±0,1	0,4 ±0,1**	0,8 ±0,38*
	3	0,3±0,1	0,6 ±0,2	1 ±0,39**
	24	0,7±0,2	0,8 ±0,2	0,9 ±0,4
Деф	1.5	0,1±0,1	0,6 ±0,4	2,5 ±0,9**
	3	0,2±0,1	2 ±0,4**	1,7 ±0,7
	24	0,1±0,1	2,2 ±0,9**	1,9±0,75**

Примечания: * – $p = 0,05$; ** – $p < 0,05$; *** – $p < 0,01$. ГДА – горизонтальная двигательная активность, ВДА – вертикальная двигательная активность, ИА – исследовательская активность, Гр – груминг, Деф – количество дефекационных болюсов.

Вероятно, возбуждающее нервную систему действие тестированных агентов при системном введении, обусловлено способностью аланина катализировать биохимические процессы, увеличивать тем самым метаболизм сахаров и органических кислот [1].

Нельзя упускать из виду, что данные соединения могут влиять на поведение и изменяя соотношения концентраций соответствующих медиаторов в различных отделах головного мозга. Поскольку у крыс со средней двигательной активностью, используемых в наших экспериментах, активность серотонин- и дофаминергических систем доминирует над другими медиаторными системами [13, 14], и не исключено, что тестируемые соединения в первую очередь изменяют соотношение этих систем. В отношении серотонина известно, что в случае

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

повышения его уровня в структурах головного мозга, увеличивается эмоциональность и угнетается двигательная активность [15, 16]. Так как при системном введении β-Ala и гликопептида DAGU-Ala повышается двигательная активность, мы полагаем, что они или снижают уровень серотонина в ЦНС, или являются антагонистами серотонина, вследствие чего и активируется поведение животных. Серотониновые рецепторы как правило, связаны с G-белками, действуют на аденилатциклазу и фосфолипазу С и изменяют проницаемость для K^+ [17]. Наши данные о действии гликопептида на трансмембранные ионные токи нейронов моллюска [4], также указывают на ингибирующее влияние данного соединения преимущественно на выходящие K^+-токи. Это может быть косвенным доказательством участия серотонинэргической системы в реализации данных эффектов.

Нельзя исключить и влияния этих соединений на дофаминергическую систему, которая, также играет важную роль в регуляции движений [18]. Однако, наличие значительного количества серотониновых рецепторов на дофаминергических нигростриатных нейронах [19], предполагает опосредованное действие серотонина на дофаминергическую систему [20], в результате которого осуществляется контроль выделения дофамина в базальных ганглиях, являющихся основным двигательным центром у крыс [21].

ВЫВОДЫ

β-аланин и N-(1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-α-D-галактопирануроноил)-β-аланин могут представлять значительный интерес как психотропные средства, обладающие анксиогенным профилем и дальнейшая модификация структуры гликопептида представляет собой перспективный путь поиска психокоррегирующих средств среди производных нейроактивных аминокислот.

Список литературы

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Издание тринадцатое. – Харьков. «Торсинг». – Т. 1. – 1997. – С. 432-433.
2. Расвский К.С., Георгиев В.П. Медиаторные аминокислоты: нейрофармакологические и нейрохимические аспекты. – М.: Медицина, 1986. – 239 с.
3. Кернер С.Л., Баев К.В. Связь между строением кристаллической решетки и биологическим действием некоторых агонистов аминокислотных рецепторов // Нейрофизиология. – 1992. – Т. 24, № 1. – С. 44 – 51.
4. Раваева М.Ю., Коренюк И. И., Гамма Т.В., и др. // Ученые записки ТНУ, серия «Биология». – 2003. – Т. 16, №2 . – С. 115-123.
5. Костюк П.Г., Крышталь О.А. Механизмы электрической возбудимости нервной клетки. – М., 1981. – 286 с.
6. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость. – М., 1986. – 185 с.
7. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. (Bures J., Buresova O., Houston D.P.) Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения (пер. с англ.).- М., 1991. – 268 с.
8. Маркель А. Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // Журн. высш. нервн. деятельности. – 1981. – Т. 31, №2. – С. 301-307.
9. Симонов П.В. Модификация типологии Айзенка для крыс // ЖВНД. – 1984. – С. 953-957.
10. Калуев А.В. Стресс и грумминг. Москва: Авикс, 2002. – 146 с

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

11. Бондаренко О.М., Манухина Е.Б. Влияние различных методик стрессирования и адаптации на поведенческие и соматические показатели у крыс // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1999. – Т. 126, №8. – С. 157-160.
12. Самохвалов В.П. Эволюционная психиатрия. Симферополь: Движение, 1993. – 286 с.
13. Крупников Р.И., Орлова Н.В, Герцова В.М Содержание норадреналина и серотонина в симметричных отделах головного мозга крыс в норме, при обучении и введении пептидов // ЖВНД. – 1991. – Т. 41, №2. – С. 359-363.
14. Крупников Р.И., Герцова В.М., Орлова Н.В. Изменение содержания моноаминов в мозге влияет на реакцию эмоционального резонанса // ЖВНД. – 1995. – Т.45, №3. – С. 551-557.
15. Кулагин Д.А., Болондинский В.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиологических наук. – 1986. – №1. – С. 92-110.
16. Warbritton J.D., Stewart R.M., and Baldessarini R.J. Decreased locomotor activity and attenuation of amphetamine hyperactivity with intraventricular infusion of serotonin in the rat // Brain Res. – 1978. – V. 143, № 2. – P. 373-382.
17. Аноніг В.Ф. Фізіологія людини. Підручник. – Львів: БАК, 2002. – 784 с.
18. Кратин Ю.Г. Сотниченко Т.С. Неспецифические системы мозга. – Ленинград: Наука, 1997. – 342с.
19. Sershen H., Hashim A, and Lajtha A Serotonin-mediated striatal dofamine release involves the dopamine uptake sites and the serotonin receptors // Brain Res. – 2000. – V. 53, № 3. – P. 535-537.
20. Marby P.D., Campbel B.A Serotoninergic inhibition of catecholamine-induced behavioral arousal // Brain Res. – 1973. – V. 49, № 2. – P. 381-393.
21. Калуев А.В. Стресс, тревожность и поведение. – Киев: Энигма, 1998. – 92 с.

Поступила в редакцию 15.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 126-131.

УДК 616-036.82/86-056.32+616.7:615:577.115.4

ВЛИЯНИЕ МИЛДРОНАТА НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ РЕЗЕРВ ОРГАНИЗМА И ДВИГАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЛИЦ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ

Сафронова Н.С.

Недостаток двигательной активности в процессе онтогенетического развития организма приводит к значительному снижению уровня соматического здоровья уже к 18-20-тилетнему возрасту. Дальнейшее пребывание в состоянии относительной гиподинамии является главным фактором риска развития кардиоваскулярных и других серьезных патологий. Профилактика этих процессов возможна только при помощи правильно организованной физической тренировки [1]. Вместе с тем, в условиях современной жизни длительные физические тренировки оказываются недоступными для большинства людей, нуждающихся в них. Известно, что во время напряженной мышечной деятельности происходит активация свободнорадикального окисления липидов клеточных и субклеточных мембран, так называемое перекисное окисление липидов (ПОЛ). Если при этом протекторный потенциал антиоксидантной системы организма оказывается ограниченным, то возможна дестабилизация липидного слоя мембраны и возникновение необратимых деструктивных процессов в клетке [2, 3]. В конечном итоге это может привести к нарушению энергетического метаболизма всего организма. Поэтому возникает необходимость поиска адекватных методов повышения физической работоспособности лиц с ослабленным здоровьем. Существует возможность фармакологической коррекции этих процессов антиоксидантами, повышающими двигательную активность человека [4]. Одним из таких средств является милдронат – структурный аналог предшественника карнитина – γ-бутиробетаина. Антиоксидантные свойства этого препарата широко изучены в клинике и в эксперименте на животных, указана возможность сочетанного применения милдроната с физическими тренировками у больных инфарктом миокарда на санаторно-курортном этапе реабилитации [5, 6, 7]. В ряде работ приведены данные, доказывающие ингибирующее воздействие препарата на процессы ПОЛ у спортсменов в период тренировочного сбора [8]. Однако неосвещенной остается область применения милдроната в качестве средства профилактики на фоне умеренных тренирующих физических нагрузок аэробной направленности у лиц с ослабленным здоровьем.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Основной целью нашей работы являлось изучение влияния сочетанного воздействия дозированных аэробных физических тренировок и приема милдроната на протекание процессов ПОЛ в организме лиц с ослабленным уровнем здоровья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие студенты в возрасте 18-20-ти лет, относящиеся к группе с низким уровнем соматического здоровья. Из них были сформированы три группы. Первая группа (n = 10) тренировалась в течение 6-ти недель на велоэргометре 3 раза в неделю по 25 минут. Режим тренировки подбирался индивидуально, при этом частота сердечных сокращений у обследуемых не превышала 130-140 уд/мин. Вторая группа (n = 10) принимала милдронат по 0,5 г/сут в течение трёх недель. Третья (n = 10) тренировалась в таком же режиме, как и первая, но дополнительно принимала милдронат в течение первых трёх недель тренировочного цикла.

Интенсивность ПОЛ в эритроцитах крови оценивали по содержанию ТБК-активных продуктов [9]. Метод основан на образовании окрашенного комплекса при взаимодействии малонового диальдегида (МДА) с тиобарбитуровой кислотой. Состояние антиоксидантной системы определялось по общей антиокислительной активности (АОА) сыворотки крови [10], уровню активности супероксиддисмутазы (СОД) в мембранах эритроцитов [11], каталазоподобной активности (КА) эритроцитов [12], уровню церулоплазмина (ЦП) в сыворотке крови [13]. Состояние ПОЛ оценивалось до и после проведенных воздействий.

Уровень физической работоспособности (МПК/кг) определялся при помощи двухступенчатого велоэргометрического теста [14]. Материалы исследования обработаны методом вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В нормально развивающемся и функционирующем организме постоянно происходит обновление липидов биологических мембран за счет их перекисного окисления. Учитывая, что развертывание процесса ПОЛ протекает в условиях физиологического покоя, необходимо знание количественных характеристик этого процесса в условиях базальной интенсивности [15]. Поэтому мы использовали базальные показатели интенсивности ПОЛ, которые у всех обследуемых были практически одинаковыми, как точку отсчета при анализе изменений, активизированных последующими воздействиями.

Под влиянием 6-тинедельных систематических физических нагрузок концентрация ТБК-активных продуктов в эритроцитах крови достоверно увеличилась с 89,59 ± 3,67 нМоль/л до 109,00 ± 4,84 нМоль/л ($p<0,01$), что безусловно свидетельствует об активации ПОЛ (Рис. 1). Вместе с тем, выявлено угнетение общей антиокислительной активности (АОА) сыворотки крови, которая достоверно снизилась с 0,295 ± 0,021 мкМ/мл до 0,198 ± 0,026 мкМ/мл ($p<0,01$). Параллельно уменьшилось содержание антиокислительных внутриклеточных ферментов супероксиддисмутазы (СОД) с 2,41 ± 0,09 Ед/мгHb до 1,85 ± 0,10 Ед/мгHb ($p<0,001$) и каталазы (КА) с 0,588 ± 0,029 мМ/гHb*с до 0,489 ± 0,034

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

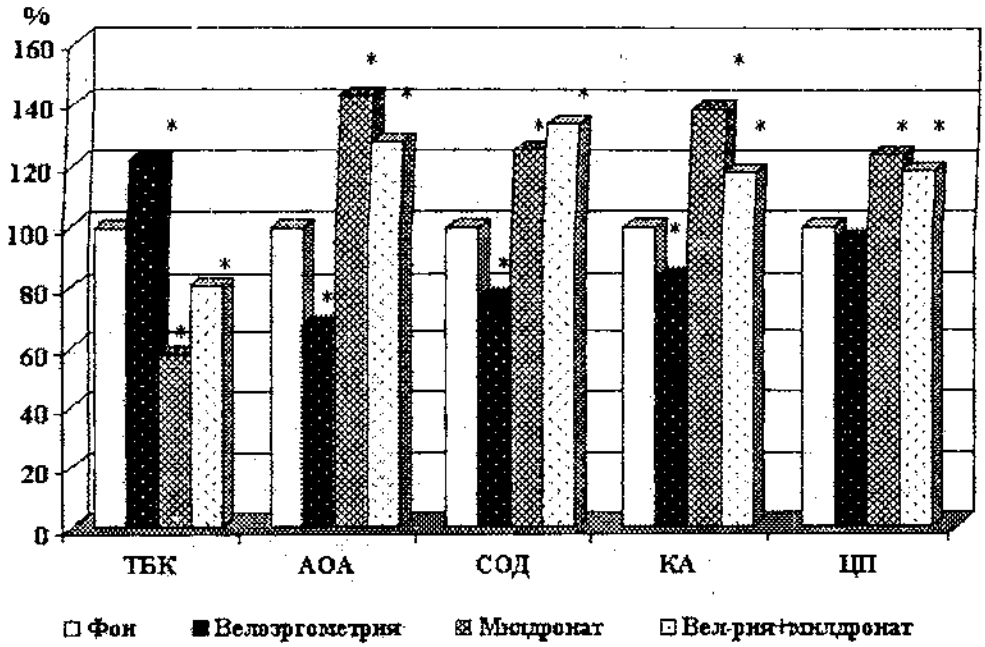


Рис. 1. Изменения основных показателей ПОЛ под влиянием применяемых воздействий.
Примечание : * – различия статистически достоверны относительно фоновых данных.

мМ/гНb*с ($p<0,05$). Однако концентрация основного внеклеточного антиоксиданта крови церулоплазмина (ЦП) после проведенных воздействий была приближена к исходным показателям. Представляет интерес тот факт, что, несмотря на продолжающуюся активацию ПОЛ и снижение функционального состояния ферментативного звена АО-системы, наблюдалось повышение физической работоспособности обследуемых. Значение МПК/кг выросло на 18,0 %, ($p<0,05$), (табл. 1).

Это можно объяснить тем, что на стадии формирования долговременной адаптации к физической нагрузке механизмы специфического и неспецифического ответа живой системы функционируют в теснейшем единстве и взаимосвязи, причем стресс-реализующая и стресс-лимитирующая системы играют в этом процессе решающую роль. И лишь по мере завершения формирования структурного системного следа – субстрата долговременной адаптации – и достижения более или менее совершенного приспособления к стресс-агенту и его воздействию стресс-реакция постепенно угасает [16]. Очевидно, что 6-тинедельный срок оказался недостаточным для полноценной реализации адаптивных потенций организма обследуемых к тренирующим воздействиям.

Следующий этап наших исследований был посвящен изучению протекания процессов ПОЛ при приеме милдроната с профилактической целью. Как видно из рис. 1, прием препарата вызвал значительное ингибирование реакций свободнорадикального окисления, о чем свидетельствует уменьшение концентрации в эритроцитах крови продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

кислотой с 92,38 ± 4,57 нМоль/л до 53,31 ± 2,20 нМоль/л ($p<0,001$). Наряду с этим, выявлено заметное усиление возможностей антиокислительного комплекса. Так, показатель общей АОА сыворотки крови достоверно вырос с 0,287 ± 0,026 мкМ/мл до 0,409 ± 0,052 мкМ/мл ($p<0,05$). Отмечено увеличение содержания основных АО-

ферментов клетки - СОД с 2,40 ± 0,12 Ед/мгНb до 3,19 ± 0,29 Ед/мгНb ($p<0,05$) и КА с 0,583 ± 0,017 мМ/гНb*с до 0,807 ± 0,022 мМ/гНb*с ($p<0,001$). Уровень ЦП также повысился с 256,20 ± 13,64 мг/л до 315,79 ± 14,97 мг/л ($p<0,01$). Очевидно, это является подтверждением полученных ранее данных о том, что милдронат повышает в организме концентрацию γ-бутиробетаина, способного индуцировать образование NO, который действует как один из наиболее эффективных природных агентов, связывающих свободные радикалы в организме, ингибируя тем самым развитие процессов ПОЛ [17]. Показательно в этом отношении увеличение физической работоспособности студентов 2-ой группы на 11,6 %, ($p<0.05$). Вместе с тем, необходимо отметить лимитирующие стороны обнаруженных изменений. Во-первых, использование милдроната в качестве пролонгированного средства увеличения функциональных возможностей организма ограничено временем, как и любого другого фармакологического препарата. Во-вторых, повышение уровня общей физической работоспособности, являющейся многокомпонентной системой, без тренировки основных энергообеспечивающих звеньев, таких как нейромышечный аппарат, является неполноценным [18].

Таблица 1.

Изменение физической работоспособности обследуемых под влиянием применяемых воздействий

Условия	МПК/кг, мл/мин/кг					
	группа 1 (n = 10)	группа 2 (n = 10)	p_{1-2}	группа 3 (n = 10)	p_{1-3}	p_{2-3}
до воздействий	35,73 ± 2,00	37,66 ± 1,37	> 0,05	38,79 ± 1,76	> 0,05	> 0,05
после воздействий	42,17 ± 1,73	42,04 ± 1,56	> 0,05	47,27 ± 1,58	< 0,05	< 0,05
p внутри группы	< 0,05	< 0,05	—	<0,01	—	—

Далее нами были изучены особенности реакций липопероксидации под влиянием сочетанного приема милдроната и 6-тинедельного тренировочного цикла. Обнаружено снижение интенсивности процессов ПОЛ, что подтверждается достоверным уменьшением концентрации ТБК-активных продуктов в эритроцитах крови с 89,99 ± 3,71 нМоль/л до 72,62 ± 4,47 нМоль/л ($p<0,01$). Одновременно отмечен рост общей антиокислительной активности (АОА) сыворотки крови с 0,292 ± 0,044 мкМ/мл до 0,373 ± 0,033 мкМ/мл ($p<0,05$). Увеличилось содержание супероксиддисмутазы с 2,41 ± 0,11 Ед/мгНb до 3,20 ± 0,24 Ед/мгНb ($p<0,05$) и каталазы с 0,590 ± 0,037 мМ/гНb*с до 0,693 ± 0,030 мМ/гНb*с ($p<0,01$). Уровень ЦП также повысился с 262,06 ± 16,65 мг/л до 309,14 ± 16,71 мг/л ($p<0,01$).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Примечательно, что именно в этой группе студентов отмечено самое значительное увеличение показателя МПК/кг – на 21,9 %, (p<0,01). Не вызывает сомнений, что физические нагрузки активировали первичную вспышку реакций ПОЛ. Однако протекторные свойства милдроната не только стабилизировали, но и оказали ингибирующее воздействие на развертывание процессов липопероксидации. Кроме этого, повысилось функциональное состояние основных компонентов АО-системы. Таким образом, под влиянием проведенных воздействий у студентов всех групп обнаружено повышение общей физической работоспособности. Однако пути увеличения уровня функциональных способностей организма в каждой группе обследуемых были различными. Очевидно, что наиболее эффективный способ достижения максимально возможного оптимума с минимальными потерями для организма отмечен у студентов, применявших милдронат на фоне аэробных велоэргометрических нагрузок. Это сочетание можно рекомендовать в качестве средства повышения физической работоспособности лиц с ослабленным здоровьем.

ВЫВОДЫ

1. Под влиянием 6-тинедельного тренировочного цикла и приема милдроната произошла рациональная перестройка основных механизмов регуляции процессов ПОЛ. На фоне ингибирования реакций липопероксидации отмечено усиление основных звеньев системы антиоксидантной защиты.

2. Сочетанное применение милдроната и дозированных физических нагрузок аэробной направленности способствует повышению физической работоспособности лиц с ослабленным уровнем здоровья на 21,9 %, (p<0,01).

Список литературы

1. Хутиев Т.В., Антомонов Ю.Г., Котова А.Б., Пустовойт О.Г. Управление физическим состоянием организма. Тренирующая терапия. – М.: Медицина, 1991. – 256 с.
2. Karlson J. Antioxidants and Exercise. – Human Kinetics, 1997. – 210 p.
3. Alessio H.M. Exercise-induced oxidative stress // Med. Sci. Sports Exers. – 1993. – V. 25. – P. 218-224
4. Сейфулла Р.Д. Фармакологическая коррекция факторов, лимитирующих работоспособность человека // Эксп. и клин. фармакол. – 1998. – Т. 61., №1. – С.3-12.
5. Akahira M, Hara A, Abiko Y Effect of MET-88, a gamma-butyrobetaine hydroxylase inhibitor, on myocardial derangements induced by hydrogen peroxide in the isolated perfused rat heart // Fundam. Clin. Pharmacol. – 1997. – V. 11, 4. – P.356-364.
6. Грушко В.С. Изучение эффективности лечения сердечной недостаточности милдронатом и витамином Е путем исследования процессов перекисного окисления липидов и транспорта кальция в мембранах эритроцитов: (Клинико-эксперим. исслед.): Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.25, 14.00.06 / Киев. НИИ фармакологии и токсикологии. – Киев, 1990. – 18 с.
7. Темная Е.В. Клинико-экспериментальное обоснование сочетанного применения милдроната и α-токоферола у больных инфарктом миокарда на этапе санаторной реабилитации: Автореф. дисс. … канд. мед. наук. – Киев. – 1990. – 16 с.
8. Воронина Л.Н. Коррекция биоэнергетических процессов препаратом антигипоксического и антиоксидантного действия – милдронатом – в тренировке гребцов // Фармакологическая коррекция гипоксических состояний: Материалы 2-й Всесоюзной конференции. (Гродно, 24-27 сент. 1991). - Ч. II. – Гродно – 1991. – С. 257-258.
9. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Минск: «Белорусь», 2000. – С. 241-242.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

10. Семенов В.А., Ярош В.В. Метод определения антиокислительной активности сыворотки крови человека// Украинский биохимический журнал. – 1985. – Т. 57. – № 3. – С. 50-52.
11. Чевари С., Чаба И., Секей П. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки, метод определения ее в биологических материалах // Лаб. дело – 1985 – № 11 – С. 578-681.
12. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.
13. Комаров Ф.И., Коровкин Б.Ф. и др. Биохимические исследования в клинике. – Ленинград: Медицина, 1976. – С. 102-106.
14. Лудик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М: Медицина, 1990. – 192 с.
15. Барабой В.А., Сутковой Д.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии // Под ред. Ю.А.Зозули. – Киев, 1997. – Ч.1. – С. 30-96.
16. Каган В.Е. Механизмы структурно-функциональной модификации мембран при перекисном окислении липидов: Автореф. дис. …д-ра биол. наук. – М. – 1981. – 48 с.
17. Кальвини И.Я. Милдронат и триметазин: сходство и различие // Terra medica. – 2002. – №3. - С. 42-45.
18. Фомин Н.А. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы. – М.: Изд. «Теория и практика физ. культуры», 2003. – 383 с.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 132-139.

УДК 612.135-055.2(477).7

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ И ЧАСТОТА ИХ ВСТРЕЧАЕМОСТИ У ДЕВУШЕК ЮГО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

Станишевская Т.И.

Одним из важных показателей состояния микроциркуляции крови наряду с интенсивностью капиллярного кровотока является активное перераспределение потоков крови в капиллярных сетях, что обеспечивает поддержание аэробного метаболизма в тканях. Это перераспределение потоков крови в тканях обусловлено активной вазомоцией прекапиллярных артериол, отличающихся чрезвычайно высокой реактивностью входящих в состав их стенки гладких миоцитов [1]. В определенной степени о состоянии вазомоторного механизма можно судить по данным лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ), которая даёт интегральную оценку кожного капиллярного кровотока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследуемый контингент составили 340 девушек-студенток Мелитопольского государственного педагогического университета, относящиеся к юношеской возрастной группе (16–18-ти лет). В этническом аспекте большинство обследуемых составляли украинки, постоянно проживающие на юго-востоке Украины.

В целях изучения функционального состояния микроциркуляции крови в женском организме был использован метод ЛДФ, позволяющий оценить состояние тканевого кровотока и выявить признаки изменения микроциркуляции под влиянием различных факторов. ЛДФ осуществляли лазерным анализатором кровотока «ЛАКК-01» (производство НПП «Лазма», Россия) с лазерным источником излучения на длине волны 0,63 мкм. Лазерный анализатор соединен с компьютером на базе процессора Pentium II. Исследование состояния микроциркуляции проводили у девушек в положении сидя. Головка оптического зонда (датчика прибора) фиксировалась на вентральной поверхности 4-го пальца левой руки; рука располагалась на уровне сердца. Длительность стандартной записи составляла 2 мин.

Записи ЛДФ-грамм производились в соответствии с методическими рекомендациями Козлова В.И. [2].

Как показали исследования Козлова В.И. [2], интегральная характеристика кровотока регистрируемая при ЛДФ, представляет собой параметр микроциркуляции (ПМ), который является функцией от средней скорости движения эритроцитов, показателя капиллярного гематокрита (Htk) и числа функционирующих капилляров в измеряемом объёме тканей (Nk). ПМ = Vср. х Htk

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

х Nk. ПМ измеряется в усл. ед. и характеризует величину перфузии кровью единицы объёма ткани за единицу времени.

Компьютерная программа обработки ЛДФ-граммы, позволяла определять следующие характеристики микроциркуляции: ПМ – параметр микроциркуляции; СКО – среднее квадратичное отклонение регистрируемых допплеровских сигналов.

$$\left(Kv = \frac{СКО}{ПМ} \cdot 100 \right). \qquad (1)$$

Важным этапом ЛДФ-метрии является амплитудно-частотный анализ (АЧС) гемодинамических ритмов колебаний тканевого кровотока. АЧС-анализ производится с помощью специальной компьютерной программы. В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие появляется возможность судить о степени выраженности или доминировании тех или иных колебаний тканевого кровотока в тканевой гемодинамике [3, 4]. Программное обеспечение основывается на спектральном разложении ЛДФ-граммы с использованием математического аппарата Фурье. При этом амплитуда каждой гармоники автоматически определяется в диапазоне частот от 0,01 до 1,2 Гц.

При амплитудно-частотном анализе ЛДФ-граммы вычислялись: амплитуда (А) миогенных метаболических колебаний в диапазоне частот от 0,01 до 0,03 Гц (1 – 2 колебания в минуту) (AVLF), вазомоторных колебаний в диапазоне частот от 0,05 до 0,15 Гц (4 – 8 колебаний в мин.) (ALF), дыхательных колебаний в диапазоне частот от 0,2 до 0,3 Гц (AHF) и пульсовых волн (ACF). Вклад различных ритмических составляющих (Р) оценивался по их мощности в процентном отношении к общей мощности спектра флаксмоций:

$$P = \frac{ALF2}{(AVLF2 + ALF2 + AHF2 + ACF2)} \times 100\% \qquad (2)$$

Соотношение активных модуляций кожного кровотока, обусловленных миогенным и нейрогенным механизмами, и дополнительных парасимпатических влияний на него рассчитывали как индекс эффективности флаксмоций (ИФМ):

$$ИФМ = \frac{ALF}{(AHF + ACF)} \qquad (3)$$

Запись ЛДФ-грамм осуществляли у испытуемых в положении сидя, датчик прибора фиксировали на вентральной поверхности 4-го пальца левой руки, расположенной на уровне сердца. Время стандартной записи – 2 мин.

Оценка достоверности различий между данными, полученными в исследуемых группах, проводилась с использованием t-критерия Стьюдента для выборок с неравным числом наблюдений (Оуэн Д. Б., 1973). Статистическая обработка результатов исследования проводилась на IBM-PC посредством стандартного программного продукта Microsoft Excel. Обработка полученных данных

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

производилась с использованием базового пакета программ для статистической обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У большинства из обследованных девушек преимущественно регистрировались высокоамплитудная ЛДФ-грамма с выраженными вазомоторными волнами второго порядка. ПМ в коже пальцев кисти колебался от 3,4 до 27,4 перф. ед.; в среднем он составил 19,6±0,43 перф. ед. Такой разброс значений ПМ свидетельствует о том, что трактовать состояния микроциркуляции по изменчивости ПМ без учета индивидуальных особенностей микроциркуляции нецелесообразно. Сам по себе этот критерий указывает лишь на уровень кровотока и без анализа флакса, коэффициента вариации и особенно амплитудно-частотного спектра не может характеризовать состояние микроциркуляции.

ЛДФ-метрия свидетельствует о том, что скорость движения эритроцитов по микрососудам также, как и их концентрация, подвержены значительным временным колебаниям, среди которых выявляются различные периодические составляющие, в совокупности и образующие амплитудно-частотный спектр. Поскольку в гемодинамическом отношении микроциркуляторное русло является связующим звеном между артериями и венами, то и в микрососудах наблюдается влияние как со стороны артериального, так и венозного полюсов микроциркуляторной системы.

Уровень колебаний тканевого кровотока – СКО варьировал от 0,57 до 3,23 перф. ед., в среднем составляя 2,06±0,05 перф. ед. Коэффициент вариации (Kv) в среднем составлял 13,20±0,51 %. Представленные параметры микроциркуляции следует рассматривать как нормативные для обследованной возрастной группы девушек.

Для количественной оценки периодических процессов в системе микроциркуляции применяется спектральный анализ допплерограмм, физиологический смысл которого состоит в анализе соотношения различных ритмических составляющих колебаний тканевого кровотока, по которым можно судить о состоянии регуляторных влияний на кровоток в микрососудах. Приведённые данные свидетельствуют о различном вкладе ритмических составляющих колебаний кожного кровотока в общий спектр флаксмоций. Так, амплитуда очень низкочастотных VLF колебаний составляет 4,3 перф. ед., в результате их вклад в общий спектр флаксмоций равен 55,9 %. Средняя амплитуда низкочастотных LF колебаний составляет 3,4 перф. ед., а их вклад в спектр – 36,1 %. Высокочастотные (HF) колебания кровотока, обусловленные дыхательными колебаниями [5], по амплитуде не превышают 1,3 перф. ед., что составляет 6,8 % от мощности всего спектра. Амплитуда пульсовых (CF) колебаний в норме самая низкая – 0,5 перф. ед., что составляет 1,2 % от мощности всего спектра. ИФМ, показывающий соотношение активных модуляций кожного кровотока, обусловленных миогенным и нейрогенным механизмами и дополнительных парасимпатических влияний на него, у здоровых девушек составляет 1,88±0,03. Таким образом, у здоровых лиц доминирующим ритмом флаксмоций является вазомоторный ритм, обусловленный как активностью гладкомышечных

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

компонентов в стенке микрососудов прекапиллярного звена микроциркуляторного русла, так и метаболическими влияниями на их активность, что отражают представленные гистограммы амплитудно-частотного спектра. Особенно отчетливо это видно при сопоставлении вклада низкочастотных и высокочастотных ритмических флуктуаций кровотока в микрососудах, оцениваемых по соотношению мощностей спектра. Самый существенный вклад принадлежит колебаниям с очень низкой (VLF) и низкой (LF) частотой. Максимальный вклад в общую мощность спектра (55,9 %) составляют VLF-колебания. LF-колебания составляют вклад в мощность спектра 36,1 %. Вклад в мощность спектра высокочастотных колебаний не превышает 6,8 %, а сердечных колебаний – 1,2 %. Эти соотношения ритмических составляющих колебаний тканевого кровотока отражают сбалансированность активных вазомоторных влияний и относительно пассивных влияний высокочастотных и сердечных колебаний на модуляцию тканевого кровотока.

Вместе с тем, изучение индивидуальных особенностей микроциркуляции у обследованных методом ЛДФ девушек позволило выявить у них разные типы микроциркуляции крови. В результате исследования нами были выделены 3 типа ЛДФ-грамм, отражающих состояние микроциркуляции крови у обследованных девушек.

К I типу микроциркуляции были отнесены те девушки, которые при записи имели четко выраженную апериодическую ЛДФ-грамму. Таких было выявлено 98 человек, что составило 28,8 % от общего числа обследованных девушек.

Апериодическая ЛДФ-грамма характеризовалась средними значениями ПМ: от 8-9 до 20 перф. ед. и относительно высоким уровнем временных колебаний кровотока (уровнем флакса) от 2 до 3 перф. ед. В среднем ПМ для этого типа составил 15,3±0,44 перф. ед.; СКО составило 2,97±0,10 перф. ед.; Kv имел значение 19,8±0,6 % (табл. 1).

Таблица 1.

Параметры микроциркуляции при монотонной ЛДФ-грамме с высоким показателем ПМ (II тип)

Параметры статистической обработки	Параметр микроциркуляции ПМ, перф. ед.	Уровень флакса, СКО, перф. ед.	Коэффициент вариации, Kv, %	ИФМ
M	25,70	1,67	6,50	1,73
σ	4,50	0,67	0,93	0,84
m	0,51	0,11	0,14	0,04

Спектральный анализ амплитудно-частотного спектра апериодических ЛДФ-грамм показал, что для данного типа максимальный вклад в общую мощность спектра наблюдается со стороны VLF-колебаний – 54,10±0,9 % и LF-колебаний – 41,60±0,83 %. Высокочастотные HF-колебания (3,70±0,17 %) и пульсовые колебания CF-колебания (0,6±0,02 %) занимают незначительную часть в общем

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

спектре (табл. 2). Показатель ИФМ, характеризующий эффективность флаксмоций и высокую сбалансированность "активных" и "пассивных" модуляций тканевого кровотока, в среднем составлял 2,20±0,05.

Данный тип микроциркуляции нами был обозначен как "нормоемический", который характеризуется высокой сбалансированностью регуляторных влияний со стороны симпатического и парасимпатического звеньев регуляции.

Таблица 2.

Спектральная характеристика флаксмоций при апериодической ЛДФ-грамме

n=98	VLF-колебания (частотный диапазон от 2-3 колеб./мин)		LF-колебания (частотный диапазон от 4-12 колеб./мин)		HF-колебания (частотный диапазон от 13 -30 колеб./мин)		CF-колебания (частотный диапазон от 50-90 колеб./мин)	
	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %
M	5,70	54,10	5,00	41,60	1,50	3,70	0,60	0,60
σ	1,50	9,88	1,34	8,34	0,41	1,67	0,18	0,27
m	0,19	0,90	0,15	0,83	0,11	0,17	0,02	0,02

Из обследованных девушек 193 человека (56,7 %) имели второй тип ЛДФ-граммы, который характеризовался сравнительно высокими параметрами ПМ и относительно монотонным характером флаксмоций.

Для данного типа ЛДФ-грамм ПМ в среднем составлял 25,70±0,51 перф. ед. Параметры, характеризующие данный тип ЛДФ-грамм, приведены в табл. 3. Среднее квадратическое отклонение (СКО) для данного типа ЛДФ-грамм составило 1,67±0,11 перф. ед., что существенно ниже, чем при I типе. Коэффициент вариации Kv составил 6,50±0,14 %, в то время как при I типе он был равен 19,80±0,6 %.

Таблица 3.

Параметры микроциркуляции при монотонной ЛДФ-грамме с высоким показателем ПМ (II тип)

Параметры статистической обработки	Параметр микроциркуляции ПМ, перф. ед.	Уровень флакса, СКО, перф. ед.	Коэффициент вариации, Kv, %	ИФМ
M	25,70	1,67	6,50	1,73
σ	4,50	0,67	0,93	0,84
m	0,51	0,11	0,14	0,04

Амплитудно-частотный спектр девушек II типа представлен в табл. 4. Максимальный вклад отмечен со стороны VLF-колебаний 53,80±1,32 % и LF-

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

колебаний – 38,50±0,99 %. HF-колебания по своей амплитуде равнялись 1,20±0,08 перф. ед., CF-колебания – 0,40±0,02 перф. ед., что соответствовало вкладу в общую мощность спектра – 6,90±0,62 % и 0,80±0,09 % (соответственно). ИФМ в среднем составил 1,73±0,04. У девушек со II типом ЛДФ-граммы также наблюдается преобладание вазомоторных ритмов, однако, оно выражено в несколько меньшей степени, чем у девушек с I типом ЛДФ-грамм. В результате у девушек со II типом ЛДФ-грамм возрастает вклад "пассивных" модуляций тканевого кровотока в формирование амплитудно-частотной структуры спектра флаксмоций. В сочетании с повышенным показателем перфузии тканей (ПМ) это характеризует относительно высокой уровень тканевой гиперемии. Учитывая гиперемический характер микроциркуляции, а также снижение вклада вазомоторного ритма в модуляцию тканевого кровотока, данный тип микроциркуляции был нами обозначен как "гиперемический".

Таблица 4.

Спектральная характеристика флаксмоций у девушек при монотонной ЛДФ-грамме с высоким показателем ПМ (II тип)

n = 193	VLF-колебания (частотный диапазон от 2-3 колеб./мин)		LF-колебания (частотный диапазон от 4-12 колеб./мин)		HF-колебания (частотный диапазон от 13-30 колеб./мин)		CF-колебания (частотный диапазон от 50-90 колеб./мин)	
	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %
M	3,30	53,80	2,80	38,50	1,20	6,90	0,40	0,80
σ	0,52	9,22	0,64	6,92	0,53	4,39	0,10	0,62
m	0,09	1,32	0,09	0,99	0,08	0,62	0,02	0,09

III тип ЛДФ-грамм, который наблюдался у 49 девушек (в 14,5 % случаев), напротив, характеризовался относительно низкими значениями ПМ и также сравнительно монотонным характером кривой. Для данного типа ЛДФ-грамм ПМ в среднем составлял 6,91±0,09 перф. ед. Параметры, характеризующие данный тип ЛДФ-грамм, приведены в табл. 5. СКО для данного типа ЛДФ-грамм составило 1,53±0,04 перф. ед., что существенно ниже, чем при I типе; Kv составил 22,10±0,09 %.

При анализе амплитудно-частотного спектра ЛДФ-грамм III типа отмечены параметры, представленные в табл. 5.

Основной вазомоторный ритм в частотном диапазоне от 4 до 12 колеб./мин имеет амплитуду 2,10±0,03 перф. ед., существенно ниже, чем в ЛДФ-граммах I и II типов. В результате вклад LF-колебаний в общую мощность спектра составляет только 32,00±0,5 %, в то время как в I типе он составлял 41,20±0,8 %, а во II типе – 38,50±0,99 %. Это во многом связано с тем, что у девушек, имеющх III тип ЛДФ-

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Таблица 5.

Парметры микроциркуляции при монотонной ЛДФ-грамме с низким показателем ПМ (III тип)

Параметры статистической обработки	Параметр микроциркуляции ПМ, перф. ед.	Уровень флакса, СКО, перф. ед.	Коэффициент вариации, Kv, %	ИФМ
M	60,91	1,53	22,10	1,86
σ	1,26	0,53	1,32	0,39
m	0,09	0,04	0,09	0,03

грамм, наблюдается относительно повышенный тонус со стороны симпатического звена и общая бледность кожного покрова. Вклад в мощность амплитудно-частотного спектра VLF-колебаний составил 60,10±0,51 %, HF-колебаний – 6,90±0,18 %, CF-колебаний – 1,00±0,06 % (табл. 6).

Основной вазомоторный ритм в частотном диапазоне от 4-х до 12-и колеб./мин имеет амплитуду 2,10±0,03 перф. ед., существенно ниже, чем в ЛДФ-граммах I и II типов. В результате вклад LF-колебаний в общую мощность спектра составляет только 32,00±0,5 %, в то время как в I типе он составлял 41,20±0,8 %, а во II типе – 38,50±0,99 %. Это во многом связано с тем, что у девушек, имеющих III тип ЛДФ-грамм, наблюдается относительно повышенный тонус со стороны симпатического звена и общая бледность кожного покрова. Вклад в мощность амплитудно-частотного спектра VLF-колебаний составил 60,10±0,51 %, HF-колебаний – 6,90±0,18 %, CF-колебаний – 1,00±0,06 % (табл. 6).

Таблица 6.

Спектральная характеристика флаксмоций у девушек при монотонной ЛДФ-грамме с низким показателем ПМ (III тип)

n = 49	VLF-колебания		LF-колебания		HF-колебания		CF-колебания	
	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %	A, перф. ед.	Вкл., %
M	2,90	60,01	2,10	32,00	0,90	6,90	0,40	1,00
σ	0,44	7,15	0,37	6,81	0,21	2,67	0,14	0,77
m	0,03	0,51	0,03	0,5	0,02	0,18	0,01	0,06

III тип ЛДФ-грамм соответствовал существенно сниженному уровню перфузии тканей кровью и был обозначен нами как "гипоемический". Для данного типа микроциркуляции характерно преобладание симпатического звена в регуляции тканевого кровотока, при котором, по-видимому, имеет место спазм сосудов прекапиллярного звена.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

ВЫВОДЫ

1. Существенные колебания основных показателей микроциркуляции в трёх типах лазерных допплеровских флоуметрограмм позволили выделить среди обследованных девушек три типа микроциркуляции: нормоемический, при котором наблюдается «апериодическая» лазерная допплеровская флоуметрограммма; гиперемический, которому соответствует «монотонная» флоуметрограммма с высоким показателем микроциркуляции; гипоемический тип, при котором выявлена «монотонная» лазерная допплеровская флоуметрограммма с низким показателем ПМ.

2. Одну треть обследованных составили девушки юго-восточного региона Украины (28,8 % от общего числа случаев), которые имели нормоемический тип микроциркуляции.

3. Большая часть девушек (56,7 %) имели гиперемический тип микроциркуляции.

4. Девушки с гипоемическим типом микроциркуляции наблюдались в обследованной популяции в 14,5 % случаев.

Список литературы

1. Козлов В.И., Соколов В.Г. Исследование колебаний кровотока в системе микроциркуляции // Применение лазерной допплеровской флоуметрии в медицинской практике. – М, 1998. – С. 8-14.
2. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. – М.: Медицина, 1976. – 464 с.
3. Hoffmann U., Yanar A., Bolinger A. The freaquency histogram – A new method for the evaluation of Laser Doppler Flux Motion // Microvascul. Res. – 1990. – V. 40. – P. 293-301.
4. Schmid-Schonbein H., Ziege S., et al. Synergetic interpretation of patterned vasomotor activity in microvascular perfusion // Inter. F. Microcircul. – 1997. – V. 17. – P. 346-359.
5. Zweifach B. Functional behavior of the microcirculation. – Springfield, Illinois, 1961. – P. 23-67.

Поступила в редакцию 27.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 140-152.

УДК 591.11.1:577.3

ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Темурьянц Н.А., Минко В.А., Яцкевич Т.В.

Одной из актуальных проблем современной экологической физиологии является исследование индивидуальной чувствительности и устойчивости человека и животных к действию разнообразных факторов, приспособленности и жизнеспособности при изменении условий обитания, экстремальных ситуациях [1, 2]. Наиболее полно изучена стрессоустойчивость, исследованы механизмы реализации адаптационных реакций при действии «чрезвычайных» раздражителей [3 – 6]. Однако накапливается все больше данных о том, что факторы различной природы, но малой интенсивности (микродозы), также обладают выраженным биологическим действием [7], вызывая наиболее яркие ответные реакции у особей с определенными индивидуальными особенностями [8], так называемых сенситивов. В связи с широким распространением таких факторов, изучение индивидуальной чувствительности к их действию представляет значительный интерес. Концепция биологического действия микродоз [9] оказалась плодотворной для решения и многих других, как фундаментальных, так и прикладных проблем физиологии и, в частности, для объяснения механизмов синхронизации биологической ритмики с ритмикой гелиогеофизических факторов [10, 11].

Согласно современным представлениям временная организация биологических систем является столь же важной их характеристикой, как и пространственная и характеризуется спектром периодов от нескольких минут до нескольких лет [11, 12]. Для решения проблем индивидуальной чувствительности к действию микродоз и их влияния на биологическую ритмику перспективно исследование физиологического действия низкоинтенсивных переменных магнитных полей (ПеМП) сверхнизкой частоты (СНЧ), т.к. этот фактор, являясь существенным элементом среды обитания [12 – 14], используется как датчик времени биологических ритмов в широком диапазоне периодов [15].

Изменения инфрадианной ритмики физиологических показателей у крыс со средней двигательной активностью (СДА) в тесте «открытого поля» (ОП), которые преобладают в популяции и у которых развивается типичная реакция на действие ПеМП СНЧ, изучены достаточно полно [16, 17]. Описаны реакции крыс с различными индивидуальными особенностями на его действие, выделены животные

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

(сенситивы), обладающие повышенной чувствительностью к действию ПеМП СНЧ, т.е. крысы с низкой двигательной активностью (НДА) в тесте ОП [8]. По-видимому, сенситивы воспринимают сигналы-предвестники землетрясений и изменений погоды. Однако изменение биологической ритмики под влиянием данного фактора у сенситивов остается неизученным. Поэтому представляет значительный интерес изучение реакции крыс с гиперчувствительностью к действию ПеМП сравнительно с крысами, преобладающими в популяции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное изучение влияния ПеМП СНЧ на инфрадианную ритмику физиологических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями выполнено на 120 белых беспородных крысах-самцах массой 200-250 г., полученных из опытно-экспериментального питомника Института гигиены и медицинской экологии (г. Киев, фирма «Феникс»).

Исследовались животные с различными индивидуально-типологическими особенностями двигательной активности, которые определялись при помощи теста ОП. В соответствии с задачами исследования было обследовано две группы животных с НДА и СДА и низкой эмоциональностью. Согласно литературным данным, преобладающими в популяции являются крысы со СДА и низкой эмоциональностью [18]. Поэтому можно считать, что типичная реакция на воздействие ПеМП СНЧ развивается у животных этой группы. Крысы каждой выделенной группы делились на три подгруппы по 20 особей в каждой подгруппе, одна из которых подвергалась действию ПеМП СНЧ, другая – мнимому воздействию ПеМП (плацебо), а третья служила контролем.

Для оценки возможного влияния фоновых электромагнитных полей в местах расположения опытных и контрольных групп животных проводили исследования средней активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) у крыс с НДА и СДА в эксперименте с ложным воздействием. В данном случае опытные образцы помещали в кольца Гельмгольца, но не подвергали воздействию ПеМП.

Исследование функциональной активности лимфоцитов и нейтрофилов проводили ежедневно в течение 32-х суток после очередного трехчасового воздействия ПеМП частотой 8 Гц, индукцией 5 мкТл. Кровь для исследований брали из хвостовой вены в одно и то же время суток. Условия взятия материала для исследований во всех экспериментах были стандартизированы.

Функциональное состояние лимфоцитов оценивали на основании исследования окислительно-восстановительных ферментов – СДГ и α-глицерофосфатдегидрогеназы (α-ГФДГ). Для выявления указанных дегидрогеназ и определения их средней активности использовали метод, предложенный Нарциссовым Р.П. [19]. Для определения доминирования аэробных процессов в клетке вычисляли отношение средних активностей СДГ/α-ГФДГ в лимфоцитах периферической крови крыс в течение 32-х суток эксперимента [20].

Функциональную активность нейтрофилов оценивали на основании исследования бактерицидных систем нейтрофилов: (пероксидазы (ПО) [21] и катионных белков (КБ) [22]. Для объективной оценки полученных результатов

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

подсчитывали цитохимический показатель содержания (ЦПС) в расчете на 100 нейтрофилов [23], который выражали в условных единицах.

Для изучения изменений поведенческих реакций под влиянием экспериментальных воздействий ежедневно, с 8.00 до 12.00 часов сразу после воздействия ПеМП СНЧ, в затемненном и звукоизолированном помещении проводили тестирование в ОП [24], в течение 2-х минут регистрируя горизонтальный (число пересеченных квадратов) и вертикальный (число подъемов на задние лапы) компоненты двигательной активности, количество реакций дефекации (число фекальных болюсов).

Статистическая обработка материала проводилась вычислением среднего значения исследуемых величин (M), среднего квадратического отклонения (δ), ошибки среднего арифметического (m). Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента. За достоверную принималась разность средних при $p<0,05$. Для изучения внутри- и межсистемных взаимоотношений изученных показателей использовали корреляционный и кластерный анализы.

Продолжительность периодов и амплитудно-фазовые характеристики исследуемых физиологических процессов рассчитаны с помощью косинор-анализа, дающего полное представление о структуре физиологических ритмов [25].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты проведенных исследований, динамика показателей поведения у интактных крыс с различным уровнем двигательной активности различалась. У животных со СДА угашение вертикальных и горизонтальных компонентов двигательной активности в ОП происходило на четвертые сутки исследования, а у крыс с НДА – на вторые. В последующие сутки наблюдений отмечались периодические возрастания исследуемых показателей поведения, т. е. при многократном тестировании крыс в ОП адаптация к условиям эксперимента не сводилась к полному угашению исследовательской активности животных, как считалось ранее [26]. Экспоненциальная модель данных позволила выявить у животных со СДА в течение наблюдения тенденцию к возрастанию горизонтальной и к снижению вертикальной двигательных активностей. У животных с НДА экспоненциальной моделью данных не выявлено изменений моторной активности на протяжении всего времени эксперимента. Экспоненциальный анализ выявил разнонаправленные изменения дегидрогеназ в лимфоцитах и бактерицидных систем в нейтрофилах периферической крови обеих групп животных: средняя активность СДГ и ЦПС КБ повышались относительно исходного уровня, а α-ГФДГ и ЦПС ПО, наоборот, снижались. Однако следует отметить более выраженные изменения в динамике как ЦПС ПО, так и ЦПС КБ в течение эксперимента у интактных крыс с НДА.

В динамике исследованных показателей крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями присутствовала отчетливо выраженная ритмическая составляющая. С помощью косинор-анализа в показателях поведения, средней активности дегидрогеназ лимфоцитов и ЦПС ПО, ЦПС КБ нейтрофилов выявлен

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

набор инфрадианных ритмов, включающий в себя следующие периоды: ≈2^d,3; ≈2^d,7; ≈3^d,3; ≈4^d,1; ≈5^d,0; ≈6^d,2; ≈7^d,5; ≈9^d,0; ≈11^d,2; ≈12^d,8; ≈15^d,0; ≈17^d,0; ≈19^d,6 и ≈22^d,1 (рис. 1).

Обнаруженные в настоящем исследовании ритмы хорошо известны в деятельности различных биологических систем [15, 27]. Однако параметры инфрадианной ритмики исследованных показателей у интактных крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями различались.

При сравнении инфрадианной ритмики показателей поведения животных с НДА и СДА выявлено, что у крыс с НДА как в спектре горизонтальной двигательной активности (ГДА), так и в спектре вертикальной двигательной активности (ВерДА) обнаружено меньшее количество периодов (на 4 и 3 периода меньше), сужение области выявления периодов (для спектра ГДА – на 7,5 суток, а для спектра ВерДА – на 8,4 суток), наличие доминирующих периодов (рис. 1) и меньшее количество периодических составляющих в спектре ВерДА. Экспоненциальный анализ показал, что амплитуды выделенных периодов у животных с НДА в спектре ГДА снижались (рис. 1), а в спектре ВерДА повышались с увеличением длины периода. К тому же, фазовые отношения ГДА и ВерДА у крыс с НДА характеризовались большей разностью при сопоставлении с таковыми у крыс со СДА.

Сравнительный анализ инфрадианной ритмики показателей энергетических систем лимфоцитов периферической крови у животных с НДА и СДА показал, что наиболее выраженные различия проявлялись в спектре средней активности α-ГФДГ. В данном спектре у животных с НДА область выявления периодов была более широкой за счет наличия длинного ≈22^d,1 периода. Амплитуды ритмов обоих дегидрогеназ возрастали с увеличением периодов (рис. 3), но эта закономерность была выражена меньше, чем у крыс со СДА. Фазы выделенных ритмов у крыс со СДА и НДА также различались. Так, разность фаз в совпадающих ритмах между изучаемыми показателями была выражена гораздо ярче у животных с НДА, чем у крыс со СДА (рис. 2).

Сопоставление инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у интактных крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями позволило обнаружить меньшее количество периодов в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ (на 5 и 2 периода соответственно) (рис. 4) и периодических составляющих в спектре ЦПС ПО (на 1,3 усл. ед.); более узкую область выявления периодов во всех исследуемых спектрах (меньше на 2,5-5,1 суток); более длинные доминирующие периоды; наименьшую разность фаз между показателями бактерицидных систем нейтрофилов у животных с НДА. У особей данной группы амплитудные значения были выше в спектрах ЦПС ПО и ЦПС ПО/КБ и ниже в спектре ЦПС КБ при сравнении с таковыми животных со СДА.

ПеМП СНЧ изменяло динамику исследованных показателей у крыс с различными типологическими особенностями. Так, под влиянием ПеМП частотой 8 Гц угашение двигательной активности у крыс со СДА отмечалось в более ранние сроки эксперимента, а именно на 3-и сутки тестирования, а у крыс с НДА – в более поздние сроки наблюдений по сравнению с контролем, а именно ГДА снижалась на 7-е сутки, а ВерДА – на 6-е сутки.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

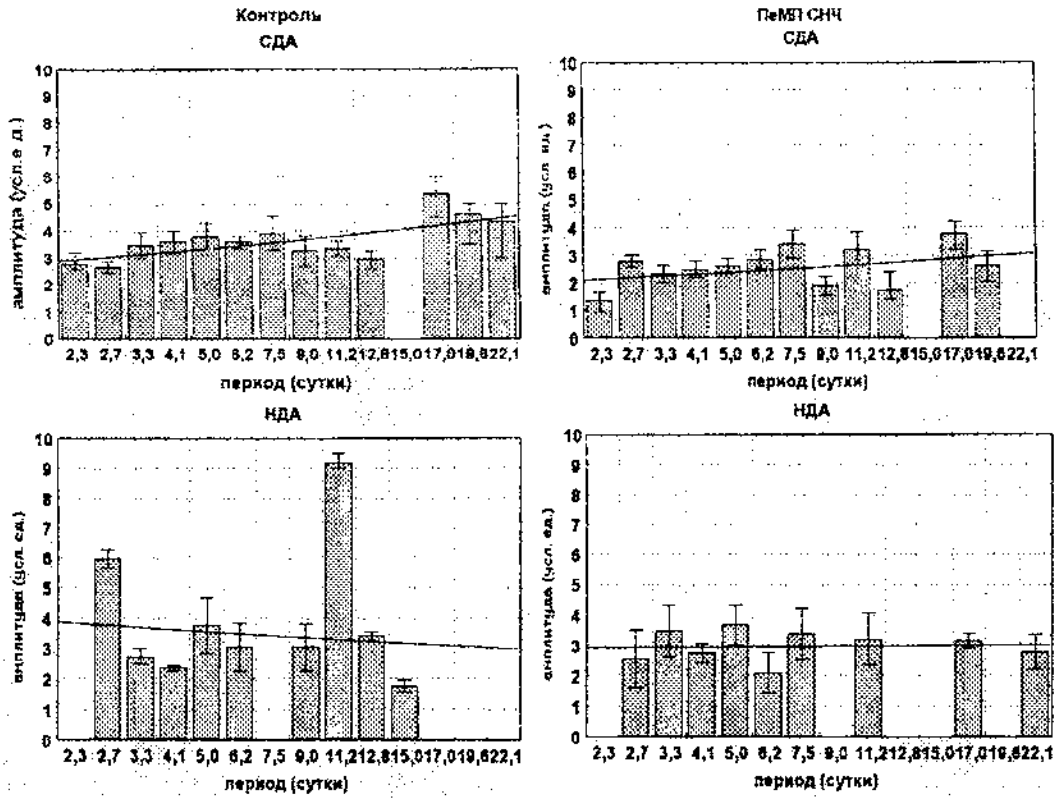


Рис. 1. Амплитуды спектра мощности горизонтальной двигательной активности у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергавшихся воздействию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» (сплошные линии – экспоненты).

У крыс со СДА ПеМП СНЧ трансформировало направленность изменений ГДА и ВерДА в течение эксперимента. Если у интактных крыс имела место тенденция к возрастанию ГДА при неменяющемся уровне ВерДА в течение 32-х суток эксперимента, то у крыс, подвергнутых действию ПеМП, снижались как ГДА, так и ВерДА. У крыс с НДА также выявлена тенденция к снижению обоих компонентов двигательной активности в ОП, тогда как у интактных животных с НДА изменений ГДА и ВерДА в течение эксперимента не отмечалось. Полученные данные свидетельствуют об усилении процессов торможения в центральной нервной системе (ЦНС) под влиянием ПеМП частотой 8 Гц, более выраженных у крыс со СДА. Эти результаты согласуются с литературными данными, свидетельствующими о том, что при воздействии слабых ПеМП происходит усиление процессов торможения в ЦНС у животных со СДА [28, 29].

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

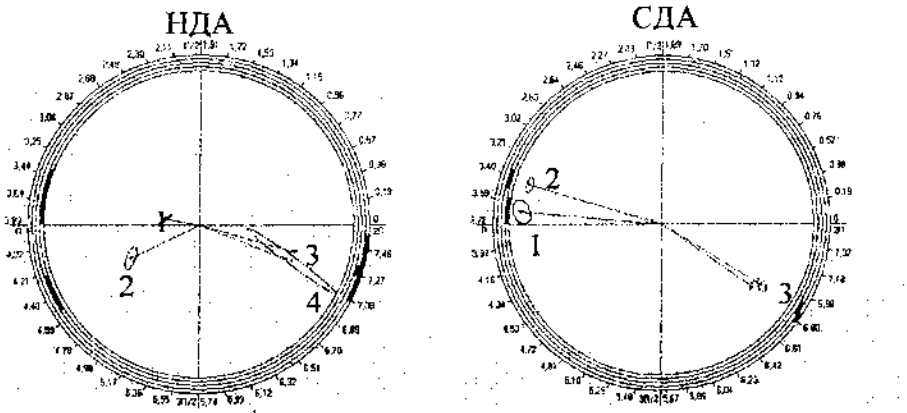


Рис. 2. Косинорограммы ≈9^d,0 периода (радианы) средней активности СДГ (1) и α-ГФДГ (3) у интактных крыс и животных, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ (СДГ – 2 и α-ГФДГ – 4) с низкой (НДА) и средней (СДА) двигательной активностью в тесте «открытого поля».

Следует отметить, что у крыс с НДА под влиянием ПеМП СНЧ средняя активность СДГ на 3-5-е сутки возрастала в 2 раза больше, чем у крыс со СДА относительно контрольных данных (рис. 5).

Оказалось, что и изменения бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с НДА в результате воздействия ПеМП значительно более выражены, чем у крыс со СДА (рис. 5). Однако у крыс обеих групп выявленные изменения ЦПС ПО при действии ПеМП СНЧ были менее выражены, чем изменения ЦПС КБ. Эти данные согласуются с результатами И.Б. Камыниной [30], в которых показано, что ЦПС ПО при воздействии ПеМП частотой 8 Гц достоверно не изменялось. Вместе с тем, у крыс с НДА первые воздействия ПеМП СНЧ вызывали значительное повышение ЦПС КБ, максимальное же увеличение данного показателя отмечалось на 7-ые сутки (ЦПС КБ выше контрольного уровня на 117%, $p<0,001$) с последующим возвращением к данным контроля, что следует расценивать как указание на повышение уровня функциональной активности клеток и неспецифической резистентности в целом.

Сравнительный анализ ритмических процессов показателей поведения у крыс с НДА и СДА показал, что систематическое воздействие ПеМП приводило к уменьшению различий между параметрами ритмики. Так, структура спектра ВерДА у животных с НДА стала более насыщенной периодами, области выявления периодов в спектрах ГДА и ВерДА стали идентичны, количество периодических составляющих в спектрах ГДА и ВерДА сравнялось (8,0-8,5 усл. ед.), доминирующий период в спектре ГДА исчез у крыс обеих групп (рис. 1). Под влиянием ежедневного воздействия ПеМП обнаружено уравнивание амплитуд относительно контрольных данных в спектрах показателей поведения у крыс с НДА и СДА.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

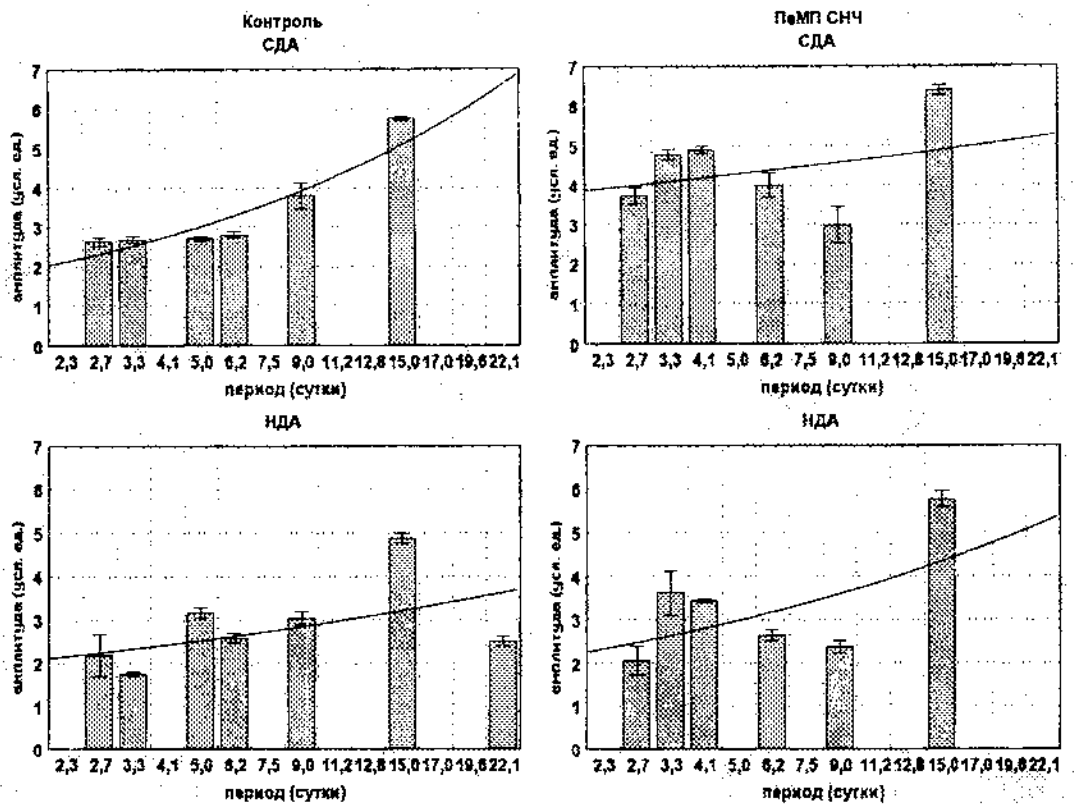


Рис. 3. Амплитуды спектра мощности средней активности α-ГФДГ в лимфоцитах крови у интактных крыс (Контроль) и крыс, подвергавшихся воздействию ПеМП СНЧ со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» (сплошные линии – экспоненты).

Сопоставление параметров инфрадианной ритмики показателей энергетических систем в лимфоцитах у животных с НДА и СДА под влиянием ПеМП СНЧ выявило, что спектр средней активности СДГ в лимфоцитах животных с НДА становился похож на таковой у крыс со СДА за счет появления короткого $\approx 2^{d},3$ периода и исчезновения $\approx 6^{d},2$ периода, а спектр средней активности α-ГФДГ – по количеству и набору выявляемых периодов идентичен таковому животных со СДА. В данном спектре у крыс двух групп оставался $\approx 15^{d},0$ доминирующий период (рис. 3), а в спектре средней активности СДГ данный ритм под влиянием ПеМП исчезал. Амплитуды ритмов в спектрах дегидрогеназной активности животных двух групп повышались с увеличением длины периодов. В настоящем исследовании установлено, что изменение инфрадианной ритмики дегидрогеназ в лимфоцитах крыс с НДА на действие ПеМП СНЧ более выражено, чем у животных со СДА.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

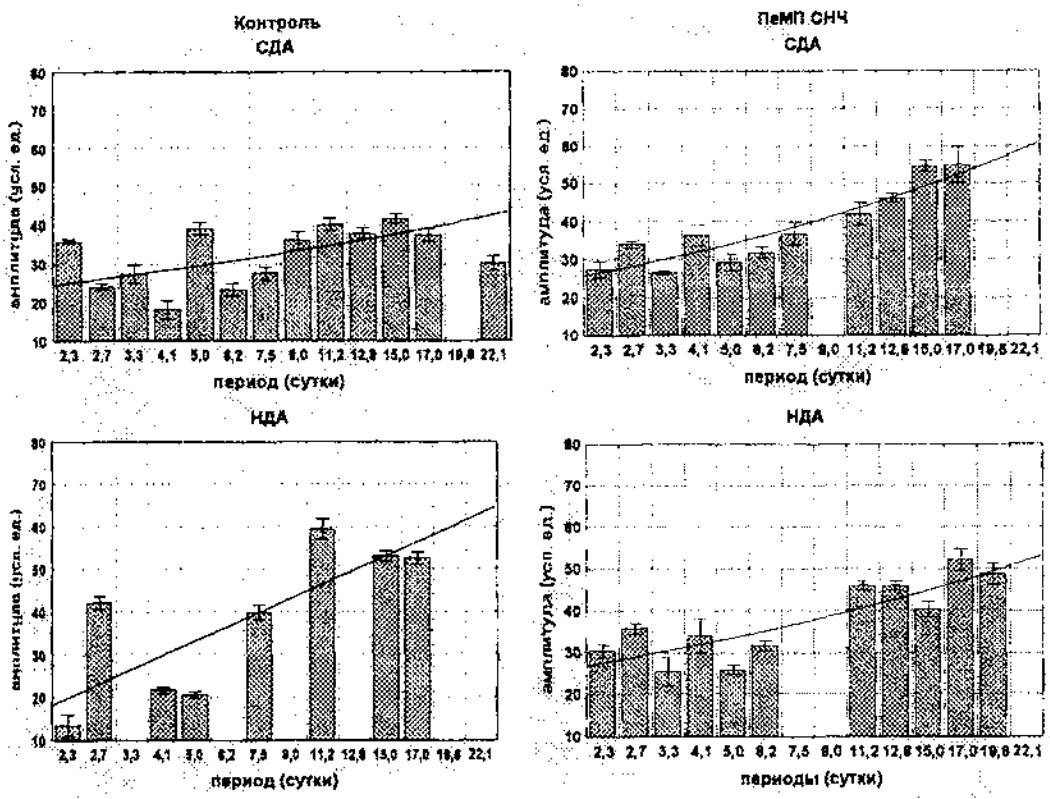


Рис. 4. Амплитуды спектра мощности цитохимического показателя содержания пероксидазы в нейтрофилах крови интактных крыс со средней (СДА) и низкой (НДА) двигательными активностями в тесте «открытого поля» и крыс, подвергнутых воздействию ПеМП СНЧ (сплошные линии – экспоненты).

При сравнении параметров инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс со СДА и НДА, подвергнутых воздействию ПеМП, показано уменьшение различий в спектрах ЦПС ПО (рис. 4), в которых наборы периодов, их амплитуды в большинстве выявленных периодов совпадали, а доминирующие периоды не выявлялись у животных с различными типологическими особенностями.

Изменения межфункциональных связей у животных с различным уровнем двигательной активности под влиянием ПеМП между изучаемыми системами нейтрофилов (ПО и КБ) и лимфоцитов (СДГ и α-ГФДГ) позволил выявить кластерный анализ (рис. 6).

У животных со СДА под влиянием ПеМП изменений в дендрограмме не выявлено, тогда как в дендрограмме животных с НДА происходила перегруппировка показателей внутри кластеров. Об этом свидетельствовал переход ЦПС КБ из одного кластера в другой. Воздействие ПеМП СНЧ на животных обеих групп приводило к сближению показателей внутри кластеров и самих кластеров, что проявлялось в значительном уменьшении дистанции между ними.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

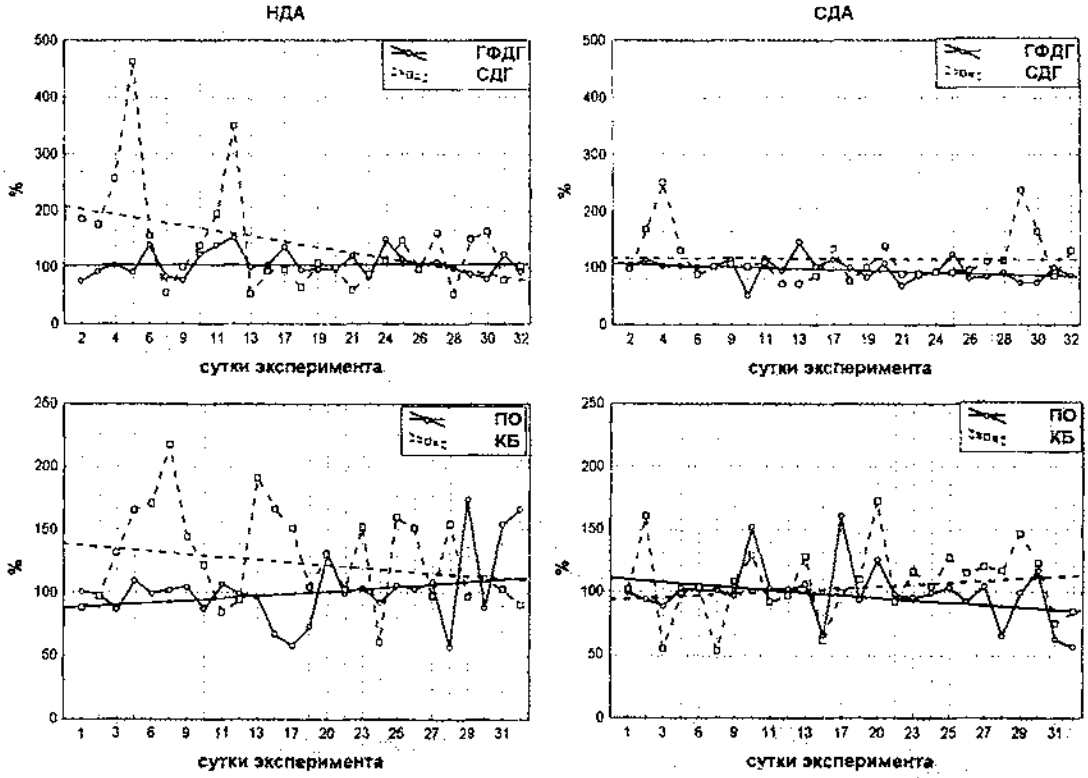


Рис. 5. Динамика показателей энергетических систем лимфоцитов (средние активности СДГ и α–ГФДГ) и бактерицидных систем нейтрофилов (ЦПС ПО и ЦПС КБ) у крыс с НДА и СДА при воздействии ПеМП СНЧ (в % относительно контроля).

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что наиболее значительные изменения как динамики, так и параметров инфрадианной ритмики изученных показателей под влиянием ПеМП СНЧ, зарегистрированы у крыс с НДА. Полученные данные согласуются с результатами Е.Ю. Грабовской [8], в которых показано, что крысы с НДА оказываются более чувствительными к действию ПеМП СНЧ. Полученные данные находятся в полном согласии с законом начальных значений [31], согласно которому эффективность воздействия различных факторов существенно зависит от исходного состояния организма.

Анализ результатов исследования и сопоставление их с данными литературы позволяет утверждать, что в ответ на действие ПеМП частотой 8 Гц развивается адаптационная реакция активации [16, 32 – 35]. Результаты проведенного исследования существенно дополняют характеристику неспецифической адаптационной реакции активации, развивающейся на действие ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл данными об изменении ритмических процессов, а именно: происходит оптимизация синхронизации между исследованными показателями как у крыс с НДА, так и у животных со СДА, т.е. реакция активации характеризуется оптимальной синхронизацией подсистем организма.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

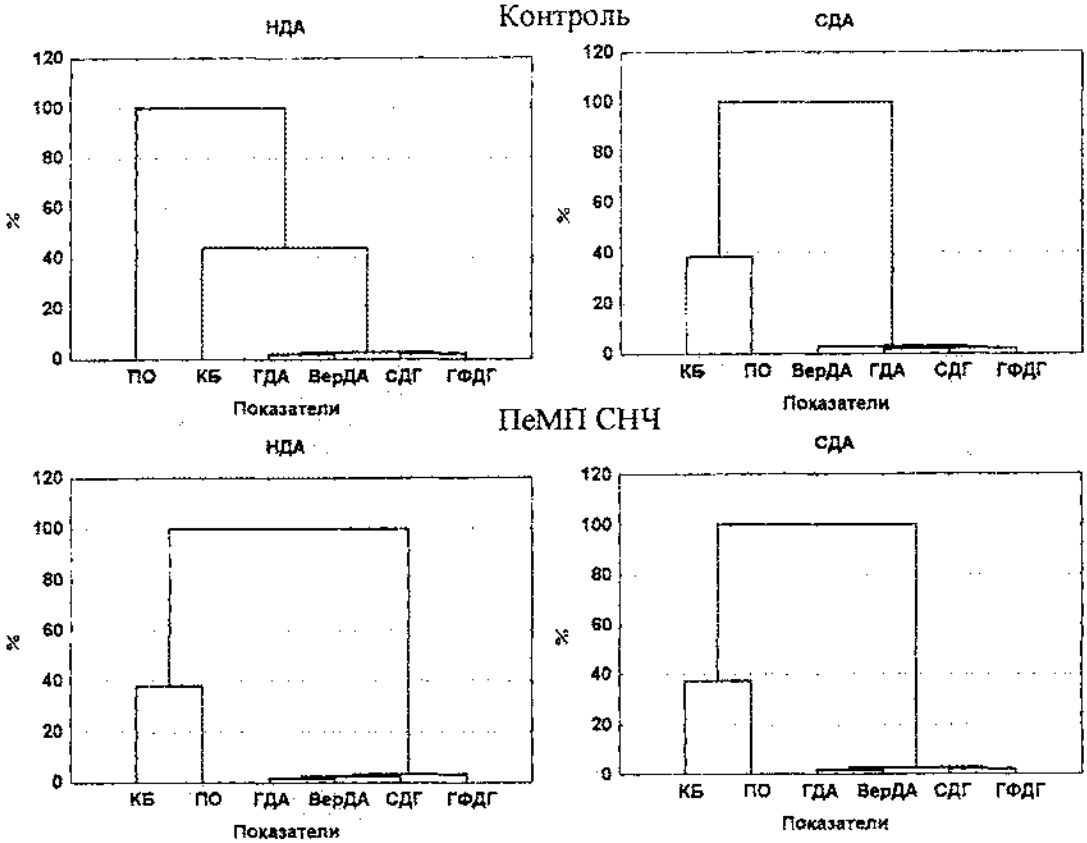


Рис. 6. Дендрограммы структуры связей показателей поведения (ГДА и ВерДА), функциональной активности лимфоцитов (СДГ и α-ГФДГ) и нейтрофилов (ПО и КБ) крови интактных животных (Контроль) со СДА и НДА и при воздействии ПеМП СНЧ.

Результаты проведенного исследования значительно дополняют литературные данные сведениями о различном изменении ритмических процессов у крыс с НДА и СДА на действие ПеМП СНЧ. В результате данного воздействия уменьшаются различия в параметрах инфрадианной ритмики исследованных показателей у крыс с НДА и СДА. Вероятно, такое явление становится возможным потому, что животные, характеризующиеся различным уровнем двигательной активности в тесте ОП, подвергались одинаковому ритмическому воздействию ПеМП СНЧ (по 3 часа в течение 32-х суток). Именно эти ритмические сигналы, по-видимому, привели к сближению параметров ритмики физиологических показателей. Выявленные ритмы присутствуют в вариациях геофизических индексов [36]. Такое совпадение указывает на справедливость вывода о том, что в отсутствие крупномасштабных возмущений ПеМП СНЧ могут являться датчиками времени, в том числе и для инфрадианного диапазона [37].

Полученные данные могут быть связаны с изменением функциональной активности эпифиза под влиянием ПеМП [38], и, следовательно, с изменением

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

концентрации его основного гормона – мелатонина. Литературные данные свидетельствуют о том, что в основе действия ПеМП на эпифиз лежит способность поля сдвигать акрофазу циркадианного ритма секреции мелатонина [39, 40]. Получены убедительные доказательства участия эпифиза в организации циркадианной и многодневной ритмики, а в частности, инфрадианной [41]. Следовательно, эпифиз является одним из основных датчиков для ритмов различных диапазонов. Изменение акрофазы его секреции, обусловленное действием ПеМП, ведет к изменению временной организации физиологических систем, в том числе и инфрадианной ритмики. Выявленные нами различия инфрадианной ритмики показателей поведения, бактерицидных систем нейтрофилов и энергетических систем лимфоцитов у животных с различной двигательной активностью в ОП могут объясняться зависимостью секреции мелатонина от индивидуальных особенностей животных, что согласуется с данными литературы [42].

ВЫВОДЫ

Обнаруженная синхронизирующая роль переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику животных с различными индивидуальными особенностями, объясняется способностью данного фактора изменять функциональную активность эпифиза, являющегося одним из основных пейсмекеров в изучаемом диапазоне периодов. Дальнейшие исследования позволят расширить и конкретизировать эти представления.

Список литературы

1. Семагин В.Н., Зухарь А.В., Куников М.А. Тип нервной системы. Стрессоустойчивость и репродуктивная функция. – М.: Наука, 1988. – 133 с.
2. Агаджанян Н.А., Власова И.Г. Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 681-689.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М.: Медицина, – 1960. – 254 с.
4. Меерсон Ф.З. Защитные эффекты адаптации и некоторые перспективы адаптационной медицины // Успехи физиологических наук. – 1991. – Т. 22, № 2. – С. 52 – 89.
5. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. – М.: Горизонт, – 1998. – 263 с.
6. Пшенникова М.Г., Попкова Е.В., Шимкович М.В. Адаптация к стрессорным воздействиям повышает устойчивость к повреждениям желудка при остром стрессе у крыс популяции Вистар и снижает у крыс линии Август: роль серотонина // БЭБМ. – 2002. – Т. 134, № 10. – С. 383-387.
7. Лиманский Ю.П., Колбун Н.Д. Возможные механизмы взаимодействия низкоинтенсивных электромагнитных излучений с организмом человека // Теория и практика информационно-волновой терапии / Под ред. Н.Д. Колбуна. – К., 1996. – С. 30-42.
8. Грабовская Е.Ю. Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПеМП СНЧ: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, – 1992. – 23 с.
9. Бурлакова Е.Б. Эффект сверхмалых доз // Вестник РАМ. – 1994. – Т.64, № 5. – С.425 – 431.
10. Блехман И.И. Синхронизация в природе и технике. – М.: Наука, – 1981. – 121 с.
11. Владимирский Б.М. Солнечно-земные связи в биологии и явление «захвата» частоты // Проблемы космич. биологии. – 1982. – Т. 43. – С. 166-173.
12. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л.Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF. To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

13. Моисеева Н.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы – Л.: Наука, – 1981. – 128 с.
14. Бреус Т.К. Влияние солнечной активности на биологические объекты: Автореф. дис. … доктора физ.-мат. наук: 01.03.03; 03.00.02. / Инст. Космич. исследований РАМ. – М. – 2003. – 31 с.
15. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. – Симферополь. – 1995. – 206 с.
16. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. – М. – 1989. – 44 с.
17. Шехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс: Автореф. дисс. … канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь. – 1995. – 25 с.
18. Кулагин Д.А., Болондинский В.Е. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. – 1986. – Т. 17, № 1. – С. 92.
19. Нарциссов Р.П. Прогностические возможности клинической цитохимии // Советская педиатрия. – М.: Медицина. – 1982. – Вып.2. – С.267.
20. Робинсон М.В., Топоркова Л.Б., Труфакин В.А. Морфология и метаболизм лимфоцитов. – Новосибирск: Наука. – 1986. – 125 с.
21. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир. – 1969. – 645 с.
22. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1974. – Т. 16, № 10. – С. 1321-1322.
23. Kaplow L.S. A Histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1955. – № 10 – P. 1023-1029.
24. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // J. Comp. Physiol. – 1934. – Vol. 18. – P. 38 – 58.
25. Емельянов И.П. Формы колебания в биоритмологии. – Новосибирск: Наука. – 1976. –127 с.
26. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте "открытого поля" // ЖВНД. – 1981. – Т. 31, № 2. – С. 301-307.
27. Шабатура Н.Н. Механизм происхождения инфрадианных биологических ритмов // Успехи физиол. наук. – 1989. – 20, №3. – С. 83–103.
28. Норекян Т.П., Гишанинова Л.В., Холодов Ю.А. Влияние низкочастотного переменного магнитного поля на формирование рефлексов избегания у крыс // ЖВНД. – 1987. – Т. 37, № 3. – С. 485-488.
29. Холодов Ю.А. Реакция нервной системы на электромагнитные поля. – М.: Наука. – 1975. – 207 с.
30. Камынина И.Б. Влияние слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику физиологических систем, контролируемых эпифизом: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ – М. – 1996. – 12 с.
31. 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.
32. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б. Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д: из-во Ростовского университета, 1990. – 224 с.
33. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: «Имедис», 1998. – 656 с.
34. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис… канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь. – 1985. – 25 с.
35. Евстафьева Е.В. Изменение показателей липидного обмена и системы крови у крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ – Л. – 1986. – 24 с.
36. Чичельницкий А.М. Волновая структура, квантование и мегаспектроскопия солнечной системы // Динамика космических аппаратов и исследование космического пространства – М.: Машиностроение. – 1986. – С. 57-74.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

37. Владимирский Б.М. О возможных факторах солнечной активности влияющих на процессы в биосфере // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. – М.: Наука. – 1971. – С. 126-141.
38. Semm P., Schneider T., Vollratch L. The effects of an earth strength magnetic field on the electrical activity of pineal cells // Nature. – 1982. – Vol. 288. – P. 607-608.
39. Arendt J. Impotence and relevance of melatonin to human biological rhythms // J. Neuroendocrinol. – 2003. – Vol. 15, № 4. – P. 427-431.
40. Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В., Насилевич В.А., Магниточувствительность эпифиза // Биофизика. – 1998. – Т. 43, № 5. – С. 761-765.
41. Темур'янц Н.А., Шехоткин О.В., Роль епіфіза в організації інфрадианної ритміки фізіологічних систем // Нейрофизиология. – 1999. – Т. 31, № 2. – С. 157-161.
42. Reiter R.J. Melatonin aspects of exposure to low frequency electric and magnetic fields // Advances in electromagnetic fields in living systems. – 1997. – Vol. 2. – P. 1–27.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С 153-160

УДК 612.822.3

ДИНАМИКА ПАТТЕРНА ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕАНСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ

Трибрат А.Г., Губкина Д.Г., Арбатов В.В., Павленко В.Б.

Под биологической обратной связью понимается использование электронного приспособления для обнаружения, усиления и представления в подходящей сенсорной форме обычно не воспринимаемых физиологических процессов. Биологическая обратная связь по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-ОС или нейрофидбек) – это такой вариант данного метода, при котором путем условнорефлекторного обусловливания подвергаются модификации отдельные ритмы ЭЭГ в различных комбинациях. В основе нейрофизиологических механизмов ЭЭГ-ОС лежит создание единого доминантного процесса для определенных условий. Считается, что сеансы ЭЭГ-ОС разрушают функциональные системы, определяющие устойчивое патологическое состояние и впоследствии заменяют их адекватными [1, 2]. В настоящее время разработаны различные протоколы ЭЭГ-ОС для коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности, эпилепсии, различных форм депрессии, тревожных нарушений и т.д.

Человек, включенный в цепь компьютерной биологической обратной связи по ЭЭГ, получает возможность реализовать адаптивное управление функциями, нуждающимися в коррекции. В основе метода лежат следующие принципы: возможность произвольного изменения мощности ритмов ЭЭГ человека при использовании обратной связи; условнорефлекторное обучение вегетативной нервной системы; повышение порога судорожной готовности как у животных, так и у человека после обучения усилению ритма 8-13 Гц в сенсомоторной зоне коры головного мозга.

По данным литературы, наибольшую востребованность метод биологической обратной связи находит в клинической практике [3, 4]. ЭЭГ-ОС применяют для лечения судорожных расстройств и для улучшения оперативных функций интеллекта: бета-тренинг используется в педиатрической практике, альфа-тета тренинг – как один из возможных методов лечения и профилактики невротических, соматоформных и дезаптационных расстройств [1, 5], являющихся следствием так называемых пограничных состояний (предболезни) и берущих начало в сильном хроническом стрессе, которому в нынешнее время подвержено множество людей [6].

Проведение сеансов обратной связи направлено на устранение самой причины болезни, в отличие от применяемых в подобных случаях анксиолитиков и антидепрессантов, обладающих одним существенным недостатком – снимая симптоматику, эти вещества нарушают нормальное функционирование мозга, препятствуют выполнению профессиональной и повседневной деятельности человека.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

В нашей лаборатории проводится серия исследований, в которых применяется альфа-тета тренинг, направленный на увеличение альфа- и снижение тета-ритма, что позволяет обучать участников исследования глубокой релаксации.

Как известно, тета-ритм складывается из ритмических медленных волн с частотой 4-7 Гц. У человека выраженность тета-ритма в ЭЭГ зависит от возраста, фона основной активности, степени умственного напряжения и других факторов. Рядом исследователей установлено, что упорядоченный тета-ритм чаще всего возникает при эмоциональных состояниях отрицательного характера [7, 8]. При обычных обстоятельствах у взрослых с уравновешенным характером тета-ритмы едва различимы, но при действительно неприятных раздражениях такие ритмы могут выявиться даже у выдержанных людей. В то же время, низкоамплитудный тета-ритм составляет один из компонентов нормальной ЭЭГ.

Альфа-ритм состоит из волн частотой 8-13 Гц. Альфа-ритм характерен для ЭЭГ взрослого человека в состоянии спокойного расслабленного бодрствования при закрытых глазах и является своеобразной характеристикой оптимального функционального состояния коры больших полушарий. Понижение либо повышение степени активации (сенсорной либо внутренней) ведет к угнетению альфа-активности. Следует также отметить, что обычно амплитуда альфа-волн испытывает определенную модуляцию: обычно то увеличивается, то ослабевает (сквик-эффект) [9], что важно учитывать в экспериментах по изменению его динамики в режиме реального времени.

В спектре альфа-активности выделяют три компонента, различные по локализации (в центральных, теменных и затылочных областях), частотным диапазонам и по характеру реакции на различные афферентные воздействия [10 – 12]. Частота доминирующего пика альфа-ритма является достаточно индивидуальным показателем и варьирует от испытуемого к испытуемому [13]. В текущей ЭЭГ в большинстве случаев доминирует альфа-2-ритм, лишь у некоторых испытуемых наблюдается доминирование альфа-1- или альфа-3-ритмов. В связи с этим при использовании спектрального анализа ЭЭГ пики альфа-1- или альфа-3-ритмов зачастую сложно обнаружить визуально. Для выделения поддиапазонов используют положение пика альфа-2-ритма: в области более медленных частот относительно его нижней границы расположен поддиапазон альфа-1-ритма, в области более быстрых частот – поддиапазон альфа-3-ритма. Ширина каждого из поддиапазонов составляет около 2 Гц.

Поскольку основные характеристики и функциональная роль поддиапазонов альфа-ритма изучены недостаточно, целью данного исследования стал анализ закономерностей изменений альфа-ритма ЭЭГ при использовании методики ЭЭГ-ОС, направленный на определение, какие именно из этих поддиапазонов подвергаются наибольшему воздействию и как именно изменяются в процессе проведения альфа-тета тренинга. Особое внимание уделено также динамике других ритмов ЭЭГ, чья мощность связана с уровнем альфа-активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментальном исследовании, посвященном изучению стратегий целенаправленной аутокоррекции психофизиологического состояния при помощи биологической обратной связи, принимало участие 70 испытуемых-добровольцев,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Испытуемые обоего пола являлись студентами ТНУ им. В. И. Вернадского в возрасте 18–30-ти лет и не находились в состоянии эмоционального стресса. Из общего числа участников исследования 37 человек входили в экспериментальную группу, 33 – в группу контроля.

Поскольку выраженные пики на спектре ЭЭГ во всех трех поддиапазонах альфа-ритма обычно можно выявить при отведении ЭЭГ от центральных локусов [10], то у основного числа испытуемых нами проводилась регистрация ЭЭГ в точках С3-С4 (по системе «10-20»). Сеансы ЭЭГ-ОС с последующим анализом амплитудно-частотных характеристик ритмов ЭЭГ, проводились по методике, описанной ранее [14]. Длину отрезков ЭЭГ используемых для анализа спектральной мощности, выбирали индивидуально для каждого испытуемого на основе предварительного исследования структуры ритмических компонентов альфа-диапазона.

Полученные в результате анализа данные обрабатывались с помощью программы "STATISTICA".

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении сеансов ЭЭГ-ОС, направленных на увеличение соотношения альфа- и тета-ритмов головного мозга, на протяжении первого сеанса чаще наблюдалось не усиление, а ослабление интенсивности альфа-ритма. Данный факт может быть объяснен новизной ситуации для испытуемого, а также определенным усилиям, которые прикладывал испытуемый при попытке выполнить поставленную задачу – усилить альфа-ритм. При последующих посещениях ослабление альфа-ритма становится менее значительным, что происходит вследствие адаптации испытуемых к незнакомой ситуации, а также за счет подбора оптимальной стратегии релаксации. Интенсивность альфа-ритма, регистрируемого в процессе ЭЭГ-ОС, растет от сеанса к сеансу. Особенно важно отметить, что от посещения к посещению наблюдается увеличение общего уровня интенсивности альфа-ритма текущей ЭЭГ (регистрируемой в начале сеанса), что свидетельствует об успешности тренинга (рис. 1).

В контрольной группе также наблюдается ослабление интенсивности альфа-ритма, уменьшающееся в последующих сеансах вследствие адаптации к незнакомой ситуации, однако, несколько увеличившись при втором посещении, общий уровень интенсивности альфа-ритма при дальнейших посещениях не изменяется. Логично предположить, что поскольку нет альфа/тета-тренинга, научение не происходит и паттерн текущей ЭЭГ не изменяется.

На рис. 1 обращает на себя внимание усиление мощности альфа-ритма как в затылочных, так и в лобных отведениях, после проведения сеансов ЭЭГ-ОС, в то время как до проведения сеансов альфа-активность умеренной выраженности наблюдалась только в затылочных отведениях. У испытуемых экспериментальной группы интенсивность тета-ритма в течение сеансов ЭЭГ-ОС значимо уменьшается как в течение каждого сеанса, так и между посещениями, в то время как в контрольной группе никаких закономерных изменений не наблюдается. Этот факт подтверждает эффективность применяемой методики ЭЭГ-ОС для увеличения соотношения альфа- и тета-ритмов в сторону альфа-ритма.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

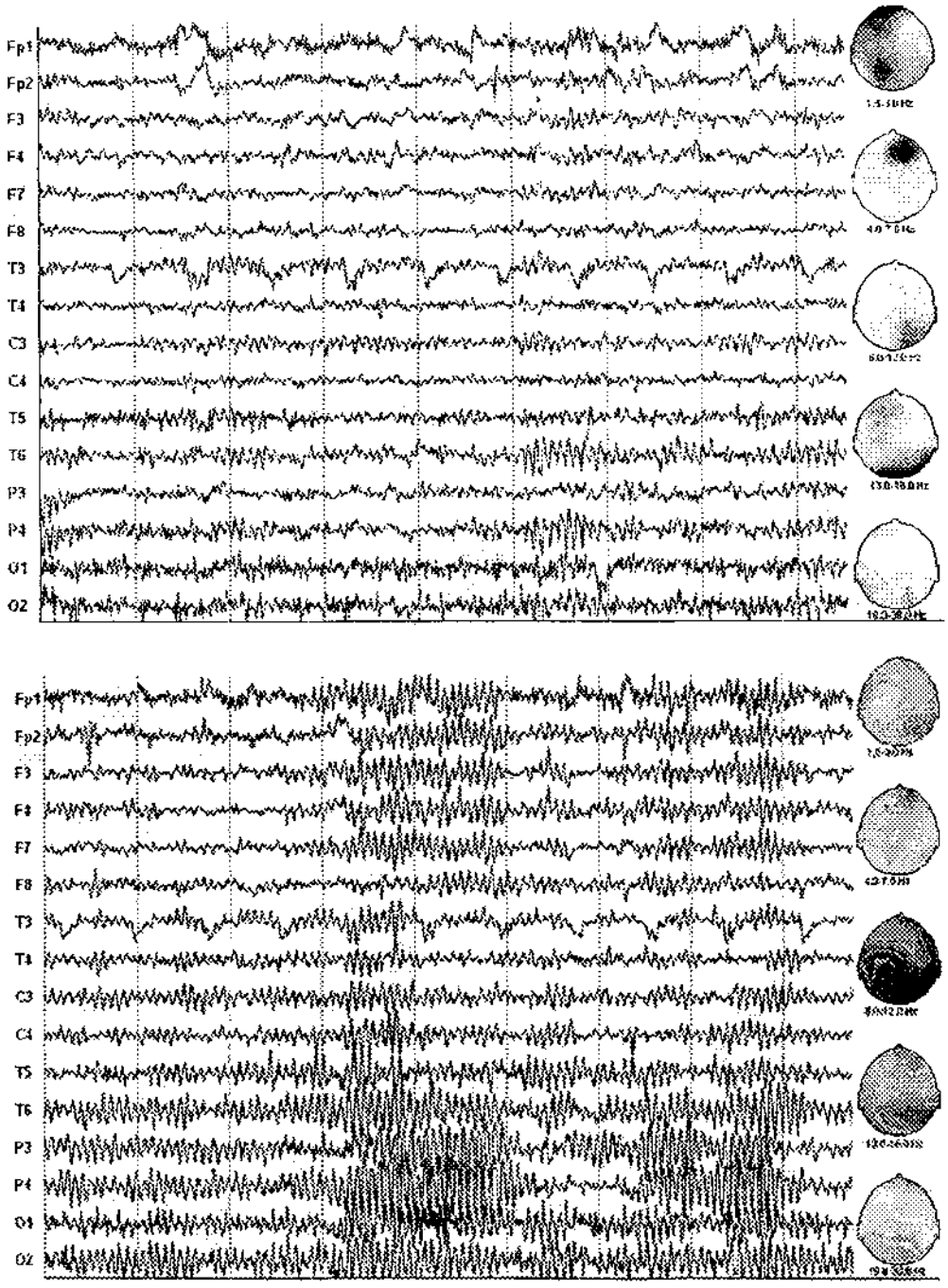


Рис. 1. Общий вид ЭЭГ испытуемого до (вверху) и после (внизу) сеансов биологической обратной связи. В правой части рисунка – картирование мощностей ритмов ЭЭГ.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Хотя в проведенных экспериментах протокол ЭЭГ-ОС был направлен на увеличение мощности альфа-ритма и снижение мощности тета-ритма, изменения наблюдались и в интенсивности ритмов других частот. Интенсивность бета-ритма у испытуемых как основной, так и контрольной группы несколько уменьшается в течение сеансов ЭЭГ-ОС и их имитации. Однако в экспериментальной группе испытуемых интенсивность бета-ритма текущей ЭЭГ несколько понижается от посещения к посещению, что может свидетельствовать об эффективности применяемых испытуемыми методик релаксации, в то время как в контрольной группе интенсивность данного ритма текущей ЭЭГ напротив растет.

При рассмотрении динамики мощности альфа-ритма в разных поддиапазонах на протяжении первого и последнего сеансов ЭЭГ-ОС, мы обнаружили статистически значимое увеличение мощностей альфа-1- и альфа-2-ритмов. В то же время достоверных изменений альфа-3-ритма не выявлено (рис. 2, верхний фрагмент). Такой паттерн ЭЭГ наблюдался во всех трех этапах сеанса ЭЭГ-ОС.

Данная закономерность может быть объяснена тем, что мощность альфа-1- и альфа-2-ритмов прямо пропорциональна состоянию функциональной психологической расслабленности и обратно пропорциональна степени напряженного ожидания [13]. Логично предположить, что в результате сеансов ЭЭГ-ОС повышается функциональная возможность произвольной психической релаксации. Мы также предполагаем, что поскольку мощность альфа-3-ритма отражает степень физического расслабления, то при проведении сеансов происходит, прежде всего, эмоциональное, а не мышечное расслабление.

В контрольной группе подобных закономерностей в изменении поддиапазонов альфа-ритма нами не обнаружено (рис. 2, нижний фрагмент).

Что касается механизмов наблюдаемых изменений паттерна ЭЭГ в результате проведения сеансов ЭЭГ-ОС, то можно высказать следующее соображение. Как известно, характер ритмической активности ЭЭГ связан со структурно-функциональными особенностями мозговой организации. Таким образом, изменение ритмической активности должно быть опосредовано изменениями в этой организации. Ключевую роль в модулирующем контроле ритмов ЭЭГ играют таламус и лимбическая система, многие нейроны которых обладают ритмической активностью; эта активность в значительной мере вызвана влияниями от синаптических входов других нейронов. Так, таламические нейроны in vitro обладают ритмической активностью в диапазоне 6–10 Гц. Нейромодуляция корковых биопотенциалов является наиболее важным звеном в механизме реализации действия ЭЭГ-ОС. Реорганизация модулирующих влияний от таламических и лимбических структур влияет на характер суммарной ритмической активности мозга, и как следствие – на текущее состояние человека.

Если действие ЭЭГ-ОС производит эффективные и длительные изменения в нейронных цепях, определяющих то или иное функциональное состояние головного мозга, то эти нейронные цепи должны не только меняться в течение сеанса ЭЭГ-ОС, но и фиксировать эти изменения в течение продолжительного времени; иными словами, эти системы должны быть достаточно пластичны [15]. Необходимы два следующих процесса, определяющих такую пластичность – модуляция нейронных

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

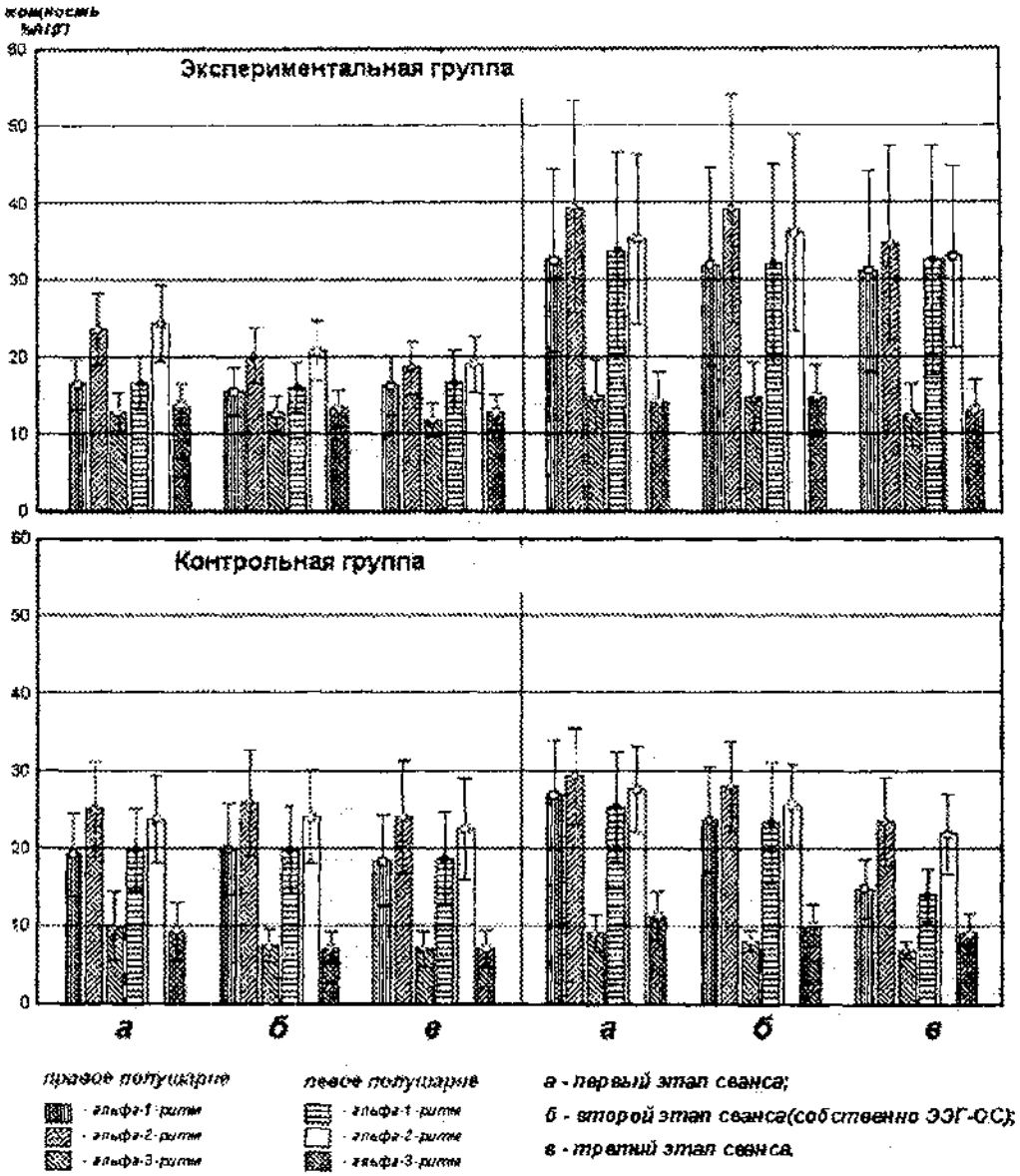


Рис. 2. Изменения паттерна ЭЭГ-потенциалов при использовании биологической обратной связи (вверху) и ее имитации (внизу). Фрагменты слева – исходная запись, фрагменты слева – итоговая запись ЭЭГ.

цепей и закрепление такой модуляции во времени. Хотя эти процессы представлены различными системами, их действия так или иначе связаны между собой.

В отношении генерации ритмов ЭЭГ, существуют два направления, взаимно дополняющие друг друга и дающие возможность объяснения принципов изменения

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

функционального состояния головного мозга и, как следствие, изменения паттернов ЭЭГ-потенциалов при применении ЭЭГ-ОС. Так, с одной стороны, считается, что все ритмы ЭЭГ возникают в интракортикальных петлях [16]. Указанное представление основано на том, что порядка 97% электрической активности головного мозга, регистрируемой как ЭЭГ, берет начало внутри коры. С другой стороны известно, что активность коры модулируется таламическими пейсмейкерами. Также, показано, что сонные веретена с частотой 12-17 Гц регистрируются даже в том случае, если кора отсутствует, иначе говоря, таламические пейсмейкеры могут генерировать некоторые ритмы ЭЭГ независимо от коры [17]. В норме такие пейсмейкеры запускают и поддерживают ритмическую активность разной частоты в зависимости от того, какие резонансные петли коры они активируют.

Предполагается [16], что в течение сеансов ЭЭГ-ОС в процесс обучения вовлекаются скопления нейронов, изменяющиеся по мере обучения и формирующие между собой новые связи. При этом цепи нервных клеток неокортекса работают как резонансные петли, чья частотная настройка плавно регулируется. Изменения в резонансных петлях, вызванные какими-либо причинами (не только обучением, но и текущими эмоциональными состояниями), могут вызывать изменения частоты возбуждения таламических пейсмейкеров и, как следствие, модифицировать присущий им паттерн возбуждения.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведения тренингов соотношение мощности альфа- к тета-ритму увеличивается пропорционально числу сеансов.

2. Статистически достоверный прирост альфа-ритма отмечен в альфа-1 и в альфа-2 поддиапазонах.

Список литературы

1. Сороко С И., Мурсалиев Т.Ж., Комаровер И.Н., Соложенкин В.В. Коррекция нервно-психических дезадаптационных нарушений с помощью метода функционального биоуправления с ЭЭГ-обратными связями // Физиология человека. – 1995. – Т. 21, № 6. – С. 14-28.
2. Бехтерева Н.П., Камбарова Д.К., Поздеев В.К. Устойчивое патологическое состояние при болезнях мозга. – Л.: Медицина, 1978. – 240 с.
3. Любар Дж. Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность. Биоуправление – 3: теория и практика. – Новосибирск, 1998.
4. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биофидбека в клинической практике (литературный обзор). Биоуправление – 3: теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С. 131-141.
5. Rice K., Blanchard E., Purcell M. Beofeedback treatments of generalized anxiety disorder: preliminary results // Biof. & Self Regulation. – 1993. – V. 18, № 2. – P. 93-105.
6. Прихожан А.М. Тревожность у детей и подростков: психологическая природа и возрастная динамика. – М., 2000. – 304 с.
7. Абрамов Ю. Б. Стресс и его патогенетические механизмы // Материалы Всесоюзного симпозиума. – Кишинев. – 1973. – С. 46-47
8. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга. – М., 1976.
9. Уолтер Грей. Живой мозг. – М.: Мир. – 1966 – 300 с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

10. Фарбер Д.А., Вильдавский В.Ю. Гетерогенность и возрастная динамика альфа – ритма электроэнцефалограммы. // Физиология человека. – 1996. – Т. 22, № 5. – С. 5-12.
11. Krause C.M., Astrom T., Karrasch M., Laine M., Sillanmaki L. Cortical activation related to auditory semantic matching of concrete versus abstract words // Clinical Neurophysiology. – 1999. – V. 110. – P. 1371-1377.
12. Roschke J., Fell J., Mann K. Non-linear dynamics of alpha and theta rhythm: correlation dimensions and Lyapunov exponents from healthy subject's spontaneous EEG // Int. J. Psychophysiology. – 1997. – V. 26. – № 1. – P. 251-261.
13. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Res. Rev. – 1999. – V. 29, № 2-3. – P. 169-195.
14. Трибрат А.Г., Макарова Л.Б., Павленко В.Б. Стратегии направленной аутокоррекции психофизиологического состояния с использованием биологической обратной связи по ЭЭГ // Ученые записки ТНУ. – 2005. – Т. 18 (57), № 1. – С. 146-153.
15. Sterman B. Physiological origins functional correlates of EEG rhytmic activites: implication for self – regulation // Biofeedback and self-regulation. – 1996. – V. 22, № 1. – P. 3-33.
16. Lopes da Silva, F. Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks. – 1991.
17. Nunez P.L. Toward a physics of neocortex // Neocortical dynamics and human EEG rhythms. – N.Y., 1995. – P. 68-132.

Поступила в редакцию 10.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 161-168.

УДК: 612.821 612.8:616.8

СВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКУЩЕЙ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ С ЧЕРТАМИ ЛИЧНОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННЫМИ С ПОМОЩЬЮ 16-ТИ ФАКТОРНОГО ОПРОСНИКА КЕТТЕЛЛА

Черный С.В., Махин С.А.

В последние десятилетия делались многочисленные попытки связать психологические и поведенческие феномены с лежащим в их основе биологическим субстратом. В частности, активно изучались физиологические корреляты между показателями ЭЭГ-активности и различными психологическими чертами и свойствами личности. Упор в исследованиях был сделан на электрической активности головного мозга, поскольку показатели ЭЭГ считаются достаточно устойчивыми для каждого отдельного испытуемого [1] и могут отражать степень выраженности тех или иных психологических черт и когнитивных стилей [2].

В результате влияния, оказанного биологической теорией личности Айзенка [3, 4], основные направления исследований сконцентрировались на поиске корреляций между параметрами ЭЭГ-активности и конструктом «интроверсия-экстраверсия». Причем подавляющая часть работ основывалась на использовании данных по шкалам личностного опросника Айзенка EPI [5].

Тем не менее, однозначного подтверждения и ясной интерпретации связь между выраженностью экстраверсии и характером ЭЭГ-активности не получила. Гэйл и Эдвардс [6] сообщают о многочисленных исследованиях с откровенно противоречивыми результатами, доказывающими не только наличие прямых или обратных корреляций между степенью экстравертированности и мощностью альфа-ритма, но и их полное отсутствие.

В обзоре, раскрывающем связь между характеристиками ЭЭГ и личностными чертами, Гэйл [7] заключил, что, несмотря на достоверность отличий в картине ЭЭГ между испытуемыми, принадлежащими к различным типам по шкалам ряда широко известных методик исследований личности, последние могут быть обнаружены лишь при определенных, стандартизированных условиях. Стандартизация условий, при которых осуществляется регистрации ЭЭГ, крайне необходима, поскольку инструкции испытуемым могут варьироваться от указания откинуться на спинку кресла в темной комнате и стараться не заснуть до отсчета звуковых тонов умеренной интенсивности или же других инструкций любого рода в зависимости от экспериментальной парадигмы. Соответственно, сравнивать результаты, полученные в экспериментальных условиях, даже незначительно отличающихся,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

но, тем не менее, необратимо отражающихся в картине так называемой «фоновой ЭЭГ», по меньшей мере некорректно.

Кроме того, удивляет малое количество исследований, использующих какие-либо другие методики (помимо вышеуказанного опросника Айзенка) для анализа связи между ЭЭГ и свойствами личности. В частности, несправедливо игнорируется 16-факторный опросник Кеттела. Отличительной чертой данного опросника является его ориентация на выявление относительно независимых 16 факторов (шкал, первичных черт) личности. В соответствии с методикой личность описывается 16-ю фундаментально независимыми и психологически содержательными факторами, каждый из которых имеет условное название и предполагает устойчивую вероятностную связь между отдельными чертами личности.

Несмотря на определенные теоретические недостатки теоретической позиции Кеттела [8], предложенная им факторная модель значительно богаче его теоретической концепции. Очевидно, опросник Кеттелла обладает двумя важными преимуществами перед другими методиками изучения личности. Во-первых, с его помощью можно хорошо охватить всю личностную сферу, а во-вторых, что доказано статистическими методами, в факторах, полученных Кеттеллом, отсутствует априорная предвзятость, свойственная факторам, выделенным на базе других теоретических концепций.

Основные факторы личности, получаемые при помощи методики Р.Кеттелла, достаточно согласованно анализируются, если опираться на выдвинутое Б.Г.Ананьевым положение о том, что структура личности строится не по одному, а одновременно по двум принципам: субординарному (иерархическому), при котором более сложные и более общие специальные свойства личности подчиняют себе более элементарные и частные, социальные и психофизиологические свойства; и координационному, при котором взаимодействие осуществляется на паритетных началах, допускающих ряд степеней свободы для коррелирующих свойств, то есть относительную автономию каждого из них [9].

В связи с вышеуказанной проблематикой нами были поставлены следующие задачи:

- во-первых, изучить степень возможной корреляционной связи между характером ритмической активности фоновой ЭЭГ покоя в поддиапазонах тета-, альфа-, бета1- и бета2-ритмов и показателями по шкалам личностных свойств человека, полученными с помощью 16-факторного личностного опросника Кеттелла (форма А);

- во-вторых, проанализировать отличия в результатах, полученных для двух экспериментальных парадигм регистрации фоновой ЭЭГ: в состоянии покоя с закрытыми и открытыми глазами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 48 человек в возрасте 17 – 25 лет, обоего пола, правши. ЭЭГ регистрировали монополярно, при закрытых и открытых глазах, в

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

отведениях С3 и С4 по системе «10-20»; индифферентным электродом служили объединённые датчики над сосцевидными отростками черепа (рис. 1).

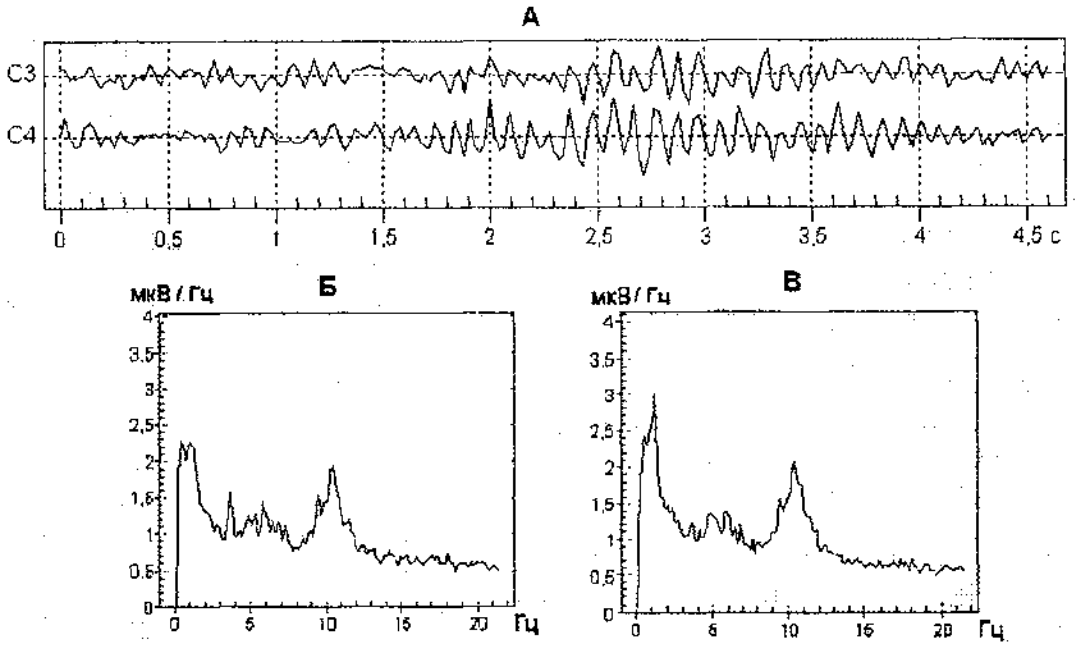


Рис. 1. Вид текущей ЭЭГ и ее спектра, построенного с помощью Фурье – анализа.
А - Общий вид текущей ЭЭГ, Б – спектр ЭЭГ левого полушария, отведенный в точке С3 по системе «10-20», В - спектр ЭЭГ правого полушария, отведенный в точке С4 по системе «10-20»

Перед регистрацией ЭЭГ испытуемые выполняли тест Кеттелла.

Для анализа использовались тета-, альфа-, бета1- и бета-2-ритмы энцефалограммы. Дельта-ритм был исключён из рассмотрения из-за большого количества артефактов. Отведения С3 и С4 были выбраны по той причине, что в этих отведениях регистрируются все три поддиапазона альфа-ритма.

Математическую обработку результатов проводили в соответствии с общепринятыми правилами вариационной статистики. Для выявления связей между исследуемыми признаками использовали корреляционный критерий Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статистический анализ корреляционных зависимостей между нормированной мощностью основных ритмов фоновой ЭЭГ и личностными показателями по шкалам 16-факторного опросника Кеттелла показал наличие достоверных положительных корреляций между нормированной мощностью альфа- и тета-ритмов обоих полушарий в состоянии покоя с закрытыми глазами, с одной стороны, и фактором «Q_3», измеряющим уровень внутреннего контроля поведения, так называемой интегрированности личности, с другой.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Также, были обнаружены положительные корреляции между нормированной мощностью бета1-ритма обоих полушарий в состоянии покоя с открытыми глазами и фактором I, обозначающим шкалу, низкие оценки по которой характеризуют выраженный реализм, отражающийся в жесткости поведенческих установок, а высокие оценки соответствуют высокой чувствительности и эмоциональной утонченности.

Значения обнаруженных корреляционных зависимостей и уровень их достоверности представлены в табл.1.

Таблица 1.

Показатели достоверных корреляционных зависимостей между значениями нормированной мощности тета-, альфа-, и бета1 – ритмов ЭЭГ и оценками по шкалам Q_3 и I 16-факторного личностного опросника Кеттелла

Параметры	Коэффициент корреляции
Тета-ритм, закрытые глаза, левое полушарие – Фактор Q_3	0,41**
Тета-ритм, закрытые глаза, правое полушарие – Фактор Q_3	0,37**
Альфа-ритм, закрытые глаза, левое полушарие – Фактор Q_3	0,33*
Альфа -ритм, закрытые глаза, правое полушарие – Фактор Q_3	0,29*
Бета1-ритм, открытые глаза, левое полушарие – Фактор I	0,29*
Бета1-ритм, открытые глаза, правое полушарие – Фактор I	0,30*

Примечание: * – уровень значимости $p \leq 0,05$, ** – уровень значимости $p \leq 0,01$.

Согласно интерпретации Р. Кеттелла, высоким оценкам по фактору «Q_3» соответствуют такие качества личности, как целенаправленность, сильная воля, умение контролировать свои эмоции и поведение. Люди с высокими оценками по этому фактору склонны к организаторской деятельности и добиваются успеха в тех профессиях, где требуются объективность, решительность, уравновешенность. Данный фактор является одним из наиболее важных для прогноза успешности деятельности [8].

Характер корреляционной зависимости между фактором «Q_3» и мощностью тета-ритма в обоих полушариях показан на рис.1.

Говоря о функциональном значении тета-ритма, следует обратиться к обзорной работе Сэйнсбэри [10], где делается заключение об особой роли тета-ритма в обработке сенсорной информации, а именно в торможении нерелевантных сенсорных систем, роль которых в наличной ситуации не представляется значимой. То есть, фактически, тета-ритм связывается с процессами селективного внимания. Очевидно, любой акт волевого усилия предполагает определенный уровень

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

концентрации произвольного внимания на поставленной цели. Иначе говоря, вполне естественно ожидать, что люди с высокой способностью к концентрации внимания будут обладать более выраженной способностью к самоконтролю, в пользу чего и свидетельствуют полученные результаты.

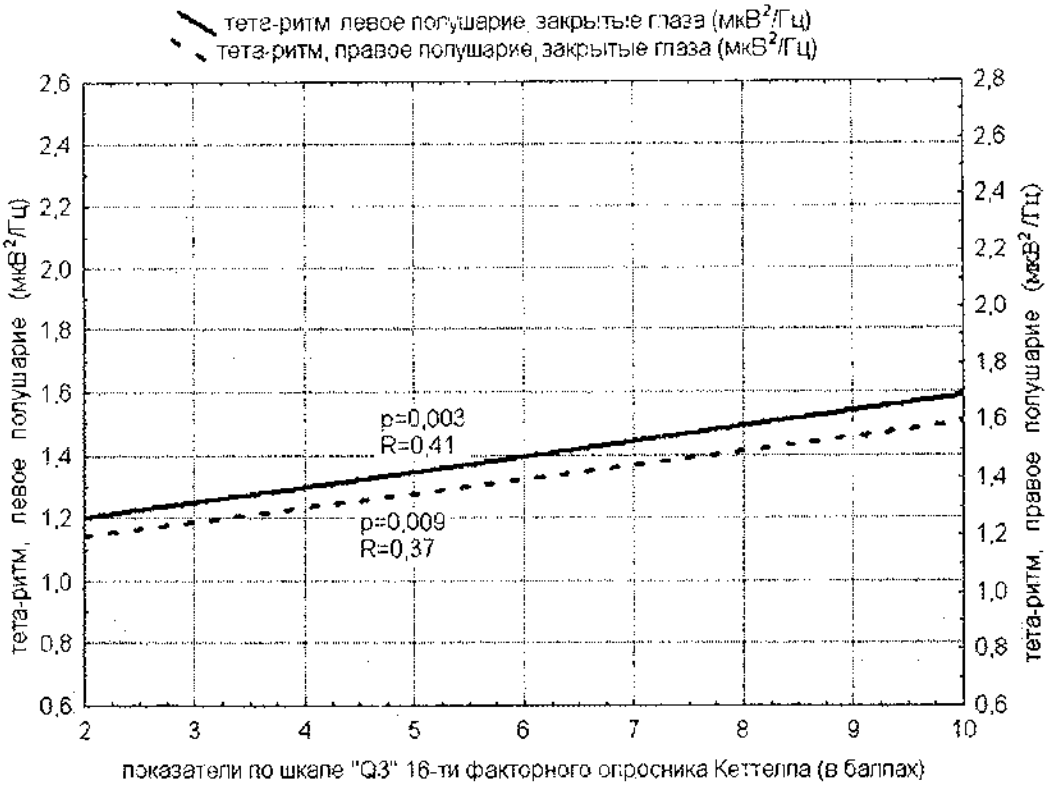


Рис. 1. Корреляционная зависимость между нормированной мощностью тета-ритма в левом и правом полушариях и показателями по шкале «Q_3» 16-факторного опросника Кеттелла.

Отдельно следует заметить, что корреляция между нормированной мощностью тета-ритма и фактором «Q_3» имела место лишь в случае отведения фоновой ЭЭГ в состоянии покоя с закрытыми глазами. При регистрации ЭЭГ с открытыми глазами данная зависимость оказывалась недостоверной. По-видимому, это связано с тем, что приток зрительной стимуляции существенно изменял картину фоновой ЭЭГ. Так, средние значения нормированной мощности тета-ритма снижались в случае отведения ЭЭГ в состоянии покоя с открытыми глазами.

Графическое изображение корреляционной связи между фактором «Q_3» и нормированной мощностью альфа-ритма в обоих полушариях при регистрации ЭЭГ в состоянии покоя с закрытыми глазами показано на рис. 2.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

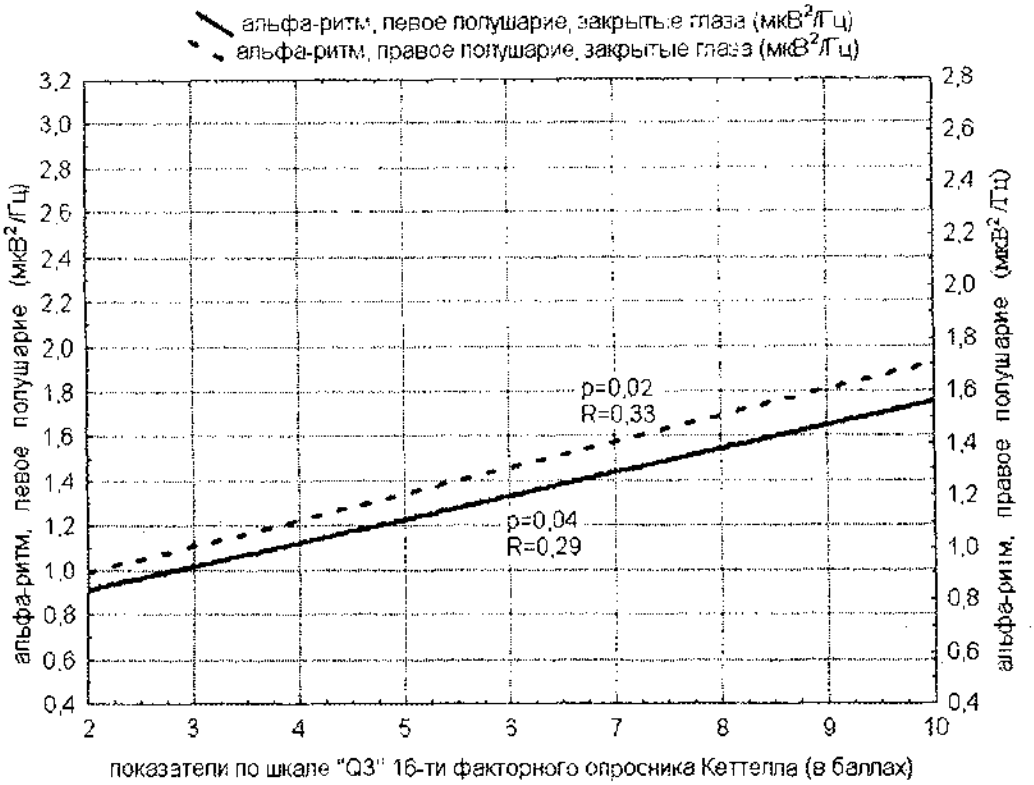


Рис. 2. Корреляционная зависимость между нормированной мощностью альфа-ритма в левом и правом полушариях и показателями по шкале «Q_3» 16-факторного опросника Кеттелла.

Обнаруженная зависимость может свидетельствовать в пользу теории о статистически большей выраженности ЭЭГ-активности в альфа-диапазоне в состоянии покоя для людей с высоким уровнем выраженности таких качеств личности, как самоконтроль и эмоциональная уравновешенность.

Рассматривая альфа-ритм как ритм «холостого хода» [11, 12], отражающий степень функциональной готовности головного мозга к какой-либо последующей деятельности, можно говорить о том, что чем более выражен данный ритм в состоянии физического и эмоционального покоя, тем более эффективной окажется дальнейшая функциональная перестройка нейронной активности для реализации каких-либо действий. И, соответственно, тем более успешной окажется деятельность, о чем и свидетельствуют более высокие показатели по шкале «Q_3» 16-факторного опросника Кеттелла.

Для альфа-ритма в состоянии покоя с открытыми глазами достоверной зависимости такого рода обнаружить не удалось. Как известно, при открытии глаз наблюдается реакция десинхронизации ритмической активности в альфа-диапазоне с существенным падением амплитудных показателей, что и наблюдалось в экспериментальной ситуации. Таким образом, отсутствие достоверных корреляций

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

между десинхронизированным альфа-ритмом и показателями шкал личностного опросника Кеттелла оказалось вполне закономерным.

Ниже представлено графическое изображение корреляционной зависимости между оценками по шкале «I» использованного личностного опросника и степенью выраженности бета1-ритма в обоих полушариях (рис. 3).

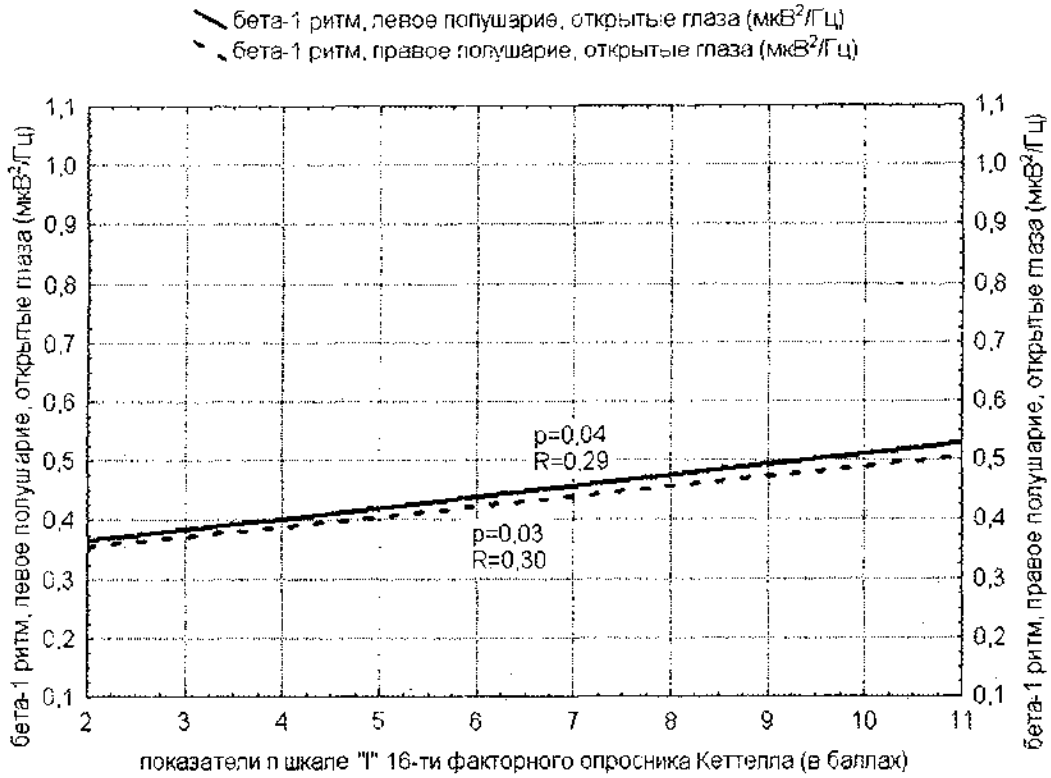


Рис. 3. Корреляционная зависимость между нормированной мощностью бета1-ритма в левом и правом полушариях и показателями по шкале «I» 16-факторного опросника Кеттелла.

Экспериментальная ситуация предполагала пребывание испытуемого в состоянии физического и умственного покоя, в котором обычно регистрируется низкочастотный бета-ритм, который мы обозначили как бета1-ритм. При этом есть данные, что повышенной бета-активности в состоянии покоя обычно ставится в соответствие бóльшая величина латентности Р300 и, как следствие, более низкие показатели когнитивной функции [13]. А, согласно интерпретации фактора «I», высокие оценки по данной шкале говорят о выраженной чувствительности, впечатлительности и богатстве эмоциональных переживаний, в то время как низкие

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

свидетельствуют о рассудочности, гибкости в суждениях, практичности, рациональности и логичности.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальная ситуация с отведением фоновой ЭЭГ покоя в состоянии с закрытыми глазами обнаружила достоверные положительные корреляции между нормированной мощностью тета- и альфа-ритмов обоих полушарий, с одной стороны, и оценками по шкале «Q_3» 16-факторного опросника Кеттелла, с другой стороны.

2. При отведении фоновой ЭЭГ покоя в состоянии ЭЭГ с открытыми глазами нормированная мощность бета1-ритма оказалась в прямой зависимости от оценки по шкале «I» 16-факторного опросника Кеттелла.

3. Полученные результаты для экспериментальных ситуаций с отведением ЭЭГ покоя в состояниях с закрытыми и открытыми глазами свидетельствуют о необходимости разводить две вышеуказанные ситуации при анализе корреляционных связей между степенью выраженности психологических личностных черт и характером ЭЭГ-активности.

Список литературы

1. Pollock V.E., Schneider L.S., Lyness S.A. Reliability of topographic quantitative EEG amplitude in healthy late-middle-aged and elderly subjects // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. – 1991. – V. 79. – P. 20-26.
2. Dunn B.R., Reddix M. Modal processing style differences in the recall of expository text and poetry // Learning and Individual differences. – 1991. – V. 3. – P. 265-293.
3. Eysenck H.J. The biological basis of personality. – 1967.
4. Eysenck H.J. The measurement of personality. – Lancaster, England: Medical & Technical Publishers, 1976.
5. Eysenck H.J., Eysenck S.G.B. Manual of the Eysenck personality inventory. – London: University of London Press, 1964.
6. Gale A., Edwards J.A. Individual differences. In M. G. H. Coles, E.
7. Gale A. Electroencephalographic studies of extraversion-introversion: A case study in the psychophysiology of individual differences // Personality and Individual Differences. – 1983. – V. 4. – P. 371-380.
8. Капустина А.Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. – СПб.: Речь, 2001.
9. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. – Л., 1968.
10. Sainsbury R.S. Hippocampal theta: a sensory-inhibition theory of function // Neurosc. & Biobehav. Rev. – 1998. – V. 22, №. 2. – P. 237-241.
11. Inoue M. Thalamic multiply-unit activity underlying spike-wave discharges in anesthetized rats // Brain Research. – 1993. – V. 612. – P. 35-40.
12. Larson S.J. Relations between PET-derived measures of thalamic glucose metabolism and EEG alpha-power // Psychophysiology. – 1998. – V. 35. – P. 162-169.
13. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1996.

Поступила в редакцию 01.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 169-177

УДК 591.1: 615.849.11

РОЛЬ ОПИОИДНЫХ ПЕПТИДОВ В ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙТРОФИЛОВ И ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ КРЫС ПРИ ИЗОЛИРОВАННОМ И КОМБИНИРОВАННОМ С ГИПОКИНЕЗИЕЙ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ

Чуян Е.Н., Махонина М.М.

В течение последних лет достигнуты определенные успехи в исследовании механизмов действия электромагнитных излучений (ЭМИ) крайневысокой частоты (КВЧ) на биологические объекты различного уровня организации [3, 4, 27].

Одними из первых экспериментов в области изучения биологической эффективности ЭМИ КВЧ были исследования влияния этого фактора на кровь и кроветворную систему млекопитающих, в которых выявлена высокая чувствительность кроветворных клеток и форменных элементов крови к действию ЭМИ КВЧ [5, 6, 7]. Высокий интерес исследователей к изучению КВЧ-реактивности форменных элементов крови объясняется тем, что, во-первых, клетки крови служат удобным объектом исследования, т. к. кровь и иммунная система обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям [34], а, во-вторых, являются одной из предполагаемых первичных мишеней ЭМИ КВЧ в организме.

Во многих экспериментах *in vivo* и *in vitro* показано, что ЭМИ КВЧ влияет на функциональную активность лейкоцитов [6, 17, 33]. В наших предыдущих исследования также убедительно доказано, что ЭМИ КВЧ повышает функциональную активность лимфоцитов и нейтрофилов при снижении ее уровня, вызванном действием стресс-факторов, и оказывает эффект прайминга при нормальных исходных показателях, что приводит к увеличению функционального потенциала нейтрофилов и лимфоцитов и способствует повышению резистентности организма к последующему действию повреждающих агентов [18, 19]. При этом нами было высказано предположение о том, что происхождение стресс-протективных свойств ЭМИ КВЧ связано не только с уменьшением активности стресс-реализующих систем, но и с увеличением активности стресс-лимитирующих систем организма [18].

К настоящему времени накоплено значительное количество фактов, позволяющих говорить об участии системы эндогенных опиоидных пептидов (ОпП) в развитии стресс-реакции, что позволяет считать ее одной из основных стресс-лимитирующих систем организма [12, 15]. Показано, что эндогенная опиоидная система играет ключевую роль в координации реакций организма на стресс, предупреждая подъем уровня катехоламинов и глюкокортикоидов в крови,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

выполняет иммунорегуляторную функцию [32]. Однако роль этой системы в изменении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ не изучена.

В соответствии с этим целью настоящей работы явилось изучение роли ОпП в изменении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс под влиянием изолированного и комбинированного с экспериментально вызванной стресс-реакцией (гипокинезия) действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы выполнена на 100 белых беспородных белых крысах-самцах, массой 180 – 220 граммов, полученных из опытно-экспериментального питомника Института Гигиены и Медицинской Экологии, фирма «Феникс» (г. Киев). В экспериментальные группы отбирали животных одинакового возраста, характеризующихся одинаковой двигательной активностью в тесте «открытого поля», что позволило сформировать однородные группы животных с одинаковыми конституциональными особенностями, однотипно реагирующих на действие различных факторов.

Предварительно отобранные животные были разделены на 8 групп по 10 – 15 особей в каждой.

К первой группе относились животные, которые в течение 9-ти суток содержались в обычных условиях вивария и служили биологическим контролем (К, n = 15). Вторую группу составляли крысы, находившиеся в условиях девятидневного ограничения подвижности (гипокинезии, ГК; n = 15). Крысы третьей группы находились в условиях обычной двигательной активности и ежедневно подвергались 30-тиминутному воздействию ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковую область (КВЧ; n = 15). Крысы четвертой группы находились в условиях комбинированного воздействия ГК и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ; n = 15).

Остальные группы животных дополнительно с описанными экспериментальными воздействиями подвергались введению синтетического блокатора рецепторов ОпП – налоксона (Налоксон-М 0,04 % раствор по 1 мл в ампулах, разработка ГНЦЛС, г. Харьков и ХГФП «Здоров'я народу»). Налаксон-М является ((-)-17-аллил-4,5(-эпокси-3,14-дигидроксиморфин-6-он) гидрохлорида дигидратом, принадлежит к группе неселективных блокаторов всех субтипов опиоидных рецепторов, устраняет центральное и периферическое действие ОпП, включая эндогенные эндорфины, проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры.

Налоксон (Н) в дозе 0,4 мг/кг вводился пятой (К+Н; n = 10), шестой (ГК+Н; n = 10), седьмой (КВЧ+Н; n = 10) и восьмой (ГК+КВЧ+Н; n = 10) группам крыс внутримышечно (наружная поверхность бедра) в течение 9-ти дней эксперимента 2 раза в сутки в одно и то же время: 1 – 8.00 – 8.30 часов, т.е. за 30 минут до КВЧ-воздействия; 2 – 18.00 – 18.30 часов.

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществляли ежедневно с 8.30 до 11.00 часов до забора крови по 30 минут в течение 9-ти суток с помощью одноканальных генераторов «Луч. КВЧ–071» (регестрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине): рабочая длина волны – 7,1 мм; частота излучения – 42,3 ГГц; плотность потока мощности – 0,1 мВт/см^2; частота модуляции 10±0,1 Гц; габаритные размеры излучателя, выполненного в виде «точки» – 18 х 23 мм. Для осуществления контроля над наличием ЭМИ и его мощности на выходе канала излучателя использовали сервисный прибор «РАМЕД. ЭКСПЕРТ» (ТМ 0158.00.00.00. – СП). Приборы изготовлены Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск.

ГК моделировалась помещением крыс в специальные кассеты из оргстекла (140 × 60 × 60 мм для каждой крысы), в которых они находились в течение 9 суток по 20 часов. Ограничение подвижности крыс в клетках-пеналах вызывает стрессовую реакцию, которая зависит от степени жесткости ГК [9]. В течение 4-х остальных часов проводили экспериментальные исследования, кормление и уход за животными. Полученная экспериментальная модель позволила создать одинаковую степень «жесткости» ГК для всех животных, что является необходимым условием для получения сопоставимых результатов.

Для определения реакций организма животных на экспериментальные воздействия использовали показатели неспецифической резистентности. В периферической крови, полученной из хвостовой вены животных, в одно и то же время суток (11^{00} – 13^{00} час) сразу после экспериментальных воздействий (ЭМИ КВЧ, ГК) в 1, 5 и 9 дни эксперимента цитохимическими методами определяли содержание бактерицидных (пероксидазы (ПО) [11], катионных белков (КБ) [21]), гидролитических (кислой фосфатазы (КФ) [11], протеазы (ПР) [13]) ферментов. Для объективной оценки полученных результатов рассчитывали цитохимический показатель содержания (ЦПС) в расчете на 100 нейтрофилов [28], который выражали в условных единицах (усл. ед.). В нейтрофилах (н) и лимфоцитах (л) определяли средние активности сукцинатдегидрогеназ (СДГ н и СДГ л) методом Р.П. Нарциссова [14]. Также исследовалась функциональная активность лимфоцитов по изменению безразмерного показателя синтетической активности α с использованием люминесцентного метода В.Н. Карнаухова и Н.А. Карноуховой [7], который подробно описан в наших предыдущих работах [19].

Крыс содержали в условиях вивария при температуре 18 – 22°С на стандартном пищевом рационе и в стандартных условиях освещения (12 часов темнота: 12 часов свет). Световая фаза начиналась в 7.00 утра. При проведении экспериментов придерживались «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и требований Европейской комиссии по надзору за проведением лабораторных и других исследований с участием экспериментальных животных разных видов.

Статистическая обработка материала проводилась путем вычисления среднего значения исследуемых величин, среднего квадратического отклонения, ошибки среднего арифметического. Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У животных контрольной группы показатели функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов на протяжении всего эксперимента изменялись незначительно и находились в пределах: ЦПС КБ от 100,8 до 103,0 усл. ед., ЦПС ПО от 161,2 до 178,0 усл. ед., ЦПС КФ от 101,3 до 106,8 усл. ед., ЦПС ПР от 144,1 до 156,3 усл. ед., средняя активность СДГ н от 5,0 до 5,7 грн/в нейтр., СДГ л от 9,4 до 11,0 грн./в лимф., α от 0,62 до 0,63 усл. ед, что совпадает с данными наших предыдущих исследований [18, 19]. При введении антагониста опиоидных рецепторов налоксона интактным животным значения изученных показателей достоверно не отличались от значений, зарегистрированных у животных в контрольной группе ($p>0,05$). По-видимому, это связано с тем, что высвобождение ОпП происходит не «тонически», а лишь при сигналах об отклонении гомеостаза от нормы. Об этом свидетельствует, например, то, что в норме введение налоксона не действует на фоновое артериальное давление [26] и не влияет на порог болевой чувствительности [24].

Изученные показатели при различных экспериментальных воздействиях изменялись разнонаправлено (рис. 1).

Так, воздействие ЭМИ КВЧ на интактных крыс привело к определенным изменениям цитохимического статуса нейтрофилов и лимфоцитов. У крыс 2-й экспериментальной группы (КВЧ) было выявлено увеличение активности исследуемых показателей бактерицидных, гидролитических и энергетических систем нейтрофилов, окислительно-восстановительного фермента и показателя синтетической активности (α) лимфоцитов уже после 5-тикратного КВЧ-воздействия (рис. 1-А).

Однако максимальные изменения изученных показателей наблюдались на 9 сутки наблюдения (рис. 1-Б), что согласуется с нашими предыдущими исследованиями [18, 19] и свидетельствует о повышении функциональной активности клеток крови, способствующее повышению уровня физиологической защиты и резистентности организма в целом. Увеличение функционального потенциала лейкоцитов в процессе предварительного воздействия получило название эффекта прайминга (priming Р-эффект), т.е. подготовки, перевода клеток в рабочее состояние [1]. Праймирующее действие ЭМИ КВЧ было доказано и в наших предыдущих исследованиях [18].

Систематическое введение налоксона крысам, подвергнутым действию ЭМИ КВЧ, нивелировало изменения, зарегистрированные под действием этого физического фактора. Это привело к тому, что в 6-ой группе крыс (КВЧ+Н) достоверных отличий от значений в контрольной группе животных зарегистрировано не было ($p>0,05$) (рис. 1-Г). Таким образом, эффекта прайминга при введении налоксона не наблюдалось.

При ограничении двигательной активности крыс обнаружено прогрессирующее возрастание активности гидролитических ферментов – ЦПС КФ (110,0 %, $p<0,001$) и ЦПС ПР (139,7 %, $p<0,001$) на фоне снижения активности бактерицидных – ЦПС КБ (58,3 %, $p<0,001$), ЦПС ПО (79,8 %, $p<0,001$) и энергетических систем, выражающееся в уменьшении средней активности СДГ в нейтрофилах (60,0 %,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

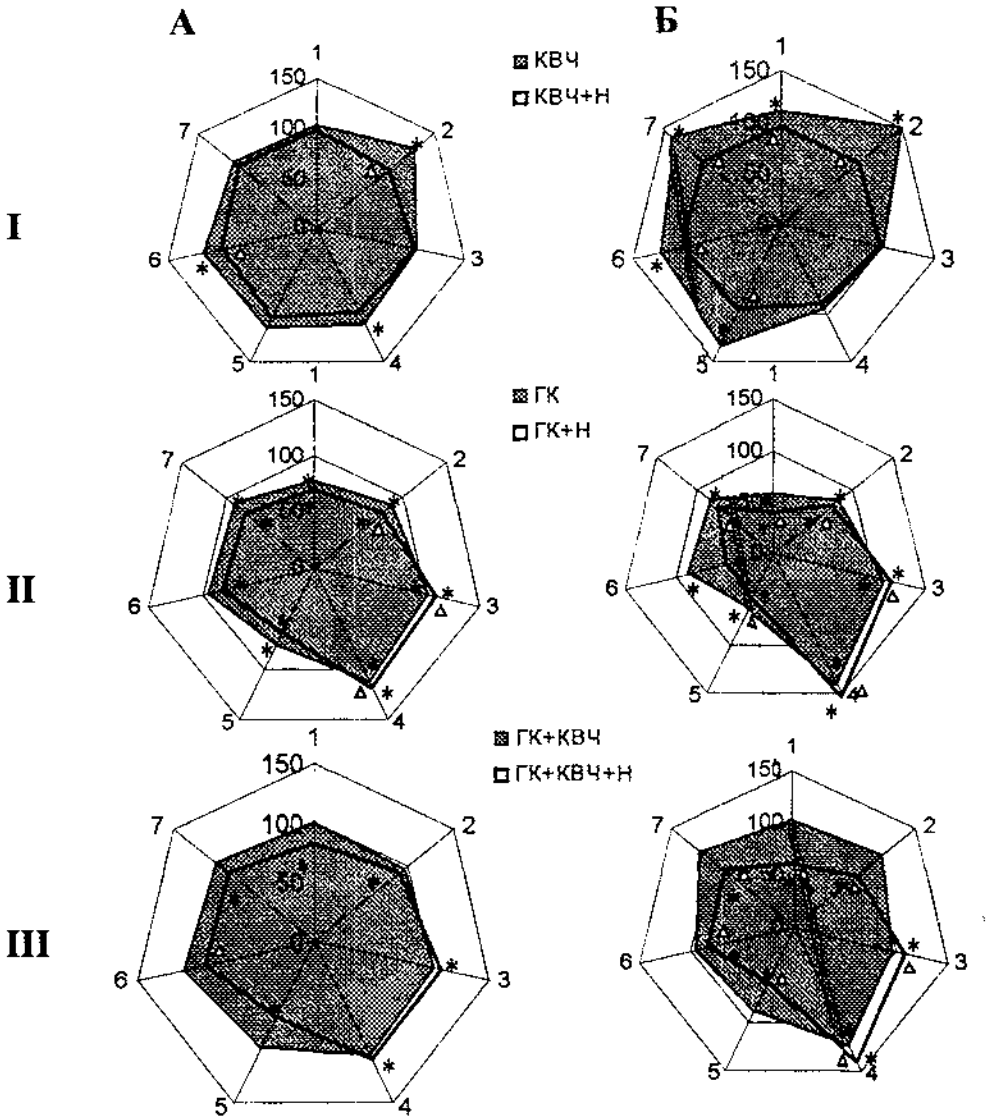


Рис. 1. Изменение цитохимических показателей содержания катионных белков (1), пероксидазы (2), кислой фосфатазы (3), протеазы (4), средней активности сукценатдегидрогеназы в нейтрофилах (5) и лимфоцитах (6) крови крыс и показателя синтетической активности лимфоцитов α (7) при воздействиях ЭМИ КВЧ (КВЧ), гипокинезии (ГК), их комбинации (ГК+КВЧ) и ежедневного введения налоксона (Н) животным, подвергнутым тем же экспериментальным воздействиям на 5-е (А) и 9-е (Б) сутки наблюдения.

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений изученных показателей в контрольной группе крыс; Δ – достоверность различий между экспериментальными группами по критерию Стьюдента.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

p<0,05) и лимфоцитах (87,6 %, p<0,05), а также цитохимической активности лимфоцитов α (82,1 %, p<0,01) относительно значений этих показателей в контрольной группе крыс. Разнонаправленная перестройка активности бактерицидных и гидролитических систем нейтрофилов («совокупный показатель») является неблагоприятным признаком и расценивается как угнетение естественных защитных сил клетки и организма в целом [2]. Полученные данные согласуются с результатами наших предыдущих исследований [18] и свидетельствуют о снижении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови, нарушении координации в деятельности изученных ферментов, происходящих в результате действия стресс-фактора.

Дополнительное введение налоксона животным, подвергнутым гипокинетическому стрессу, привело к еще более значительным повышению ЦПС КФ (106,2 %, p<0,05) и ЦПС ПР (109,6 %, p<0,05), снижению ЦПС КБ (68,3 %, p<0,05), ЦПС ПО (91,6 %, p<0,05), средней активности СДГ в нейтрофилах (79,3 %, p<0,05), и лимфоцитах (58,1 %, p<0,001), показателя α (78,1 %, p<0,05) от уровня этих показателей у гипокинезированных животных, которым налоксон не вводился (рис. 1-II).

Таким образом, блокада опиоидных рецепторов привела к более выраженным негативным изменениям всех изученных показателей функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при ГК стрессе. Полученные данные дают основание полагать, что ОпП могут оказывать защитное действие, обеспечивая адаптивный характер ответной реакции организма при действии на него стресс-факторов.

У животных, подвергавшихся комбинированному действию ЭМИ КВЧ и ГК, не выявлено негативных изменений изученных показателей, характерных для гипокинетического стресса. Уровень бактерицидных систем при сочетанном действии ЭМИ КВЧ и ГК был выше, чем у животных, подвергавшихся изолированному действию ГК во все сутки эксперимента (p<0,05) (рис. 1-III). В процессе исследования также обнаружено, что ЭМИ КВЧ способно ингибировать повышение гидролитической активности нейтрофилов крови, вызванное ГК. Так значения ЦПС КФ достоверно не отличались от значений в контрольной группе крыс (p>0,05), а уровень протеазной активности оставался несколько выше значений в контрольной группе (123,2 %, p<0,05), но достоверно ниже значений в 3-й группе (ГК) животных (88,2 %, p<0,001). Достоверных отличий показателя α от значений в контрольной группе так же не обнаружено. Полученные данные свидетельствует о том, что при комбинированном действии ГК и ЭМИ КВЧ стресс-реакция на ограничение подвижности не развивалась. Таким образом, действие ЭМИ КВЧ на животных, находившихся в условиях ГК стресса, повышает функциональную активность нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови.

Введение налоксона животным 8-й группы (ГК+КВЧ+Н), подвергнутым комбинированному действию ЭМИ КВЧ и ГК, привело к увеличению активности гидролитических ферментов – ЦПС КФ (p<0,001) и ЦПС ПР (p<0,001), снижению активности бактерицидных систем – ЦПС КБ (p<0,001), ЦПС ПО (p<0,001), энергетических процессов, выражающееся в снижении средней активности СДГ в

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

нейтрофилах ($p<0,05$) и лимфоцитах ($p<0,05$) и величины показателя α ($p<0,05$) относительно значений, зарегистрированных у животных 4-ой группы (ГК+КВЧ). При этом изученные показатели достоверно не отличались от значений у животных, находившихся в условиях изолированного воздействия гипокинетического стресса (рис. 1-III).

Следовательно, блокада опиоидных рецепторов привела к нивелированию антистрессорного действия ЭМИ КВЧ.

Полученные нами экспериментальные данные доказывают вовлеченность системы ОпП в реализацию биологических эффектов, вызываемых ЭМИ КВЧ. Это может служить подтверждением того, что первичное восприятие ЭМИ КВЧ может осуществляться опиоидными рецепторами [25] и указывает на систему эндогенных ОпП как возможную мишень КВЧ-излучения.

На вовлеченность опиоидной системы в реализацию эффектов, вызываемых микроволновым излучением, указывается и многими другими исследователями [10, 20, 30]. Например, при стимуляции рецепторов и нервных волокон кожи происходит усиленное высвобождение в ряде структур мозга эндогенных ОпП [22]. С изменением активности эндогенных ОпП связывают, в частности, обезболивающий эффект и снижение состояния напряженности под влиянием низкоинтенсивных ЭМИ КВЧ [22, 30].

Таким образом, наши данные о роли ОпП в механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ согласуются с литературными и свидетельствуют об участии опиоидной системы в изменении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс под влиянием как изолированного, так и комбинированного с экспериментально вызванной стресс-реакцией (гипокинезия) действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

Полученные результаты, по-видимому, можно объяснить следующими фактами: на плазматической мембране иммунокомпетентных клеток, в том числе, лимфоцитов и нейтрофилов, имеются опиоидные рецепторы [35, 36], что указывает на возможность прямого влияния ОпП на функциональную активность этих клеток. ОпП модулируют функции нейтрофилов – респираторный взрыв, фагоцитоз, миграцию, цитотоксичность [1]. ОпП влияют на функциональную активность лимфоцитов, в частности, их пролиферацию, увеличение активности NK-клеток [8]. При этом некоторые медиаторы опиоидной стресс-лимитирующей системы (α- и β-эндорфины, Met-энкефалин) повышают секрецию интерферонов, а некоторые цитокины, такие как интерфероны и интерлейкины могут связываться с опиоидными рецепторами [16]. Вместе с тем, и сами иммунокомпетентные клетки могут синтезировать и выделять ОпП [31], которые способны восстанавливать иммунную систему после повреждающего действия стресса, независимо от природы стрессорного агента и регулировать иммунную реактивность в нормальных условиях [32].

ВЫВОДЫ

Полученные в работе данные свидетельствуют о том, что одним из механизмов физиологического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

крайневысокой частоты является увеличение функциональной активности системы опиоидных регуляторных пептидов, что приводит к адаптивным изменениям функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс и обеспечивает антистрессорное действие при гипокинетическом стрессе, путем подавления развития чрезмерно выраженной стресс-реакции.

Список литературы

1. Бахов Н.И., Александрова Л.З., Титов В.Н. Роль нейтрофилов в регуляции метаболизма тканей // Лаб. дело. – 1988. – № 6. – С. 3-12.
2. Вентлинская Е.А., Руканцов Б.И., Щубич Н.Г. Сравнительное изучение функциональной активности и цитохимических показателей макрофагов человека и кролика // Журн. гигиены, микробиол., эпидемиол., иммунол. – 1978. – Т.22, № 1.- С. 73 – 78.
3. Гапеев А.Б., Чемерис Н.К. Действие непрерывного и модулированного ЭМИ КВЧ на клетки животных. Обзор Часть I. Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ // Вестник новых медицинских технологий. – 1999. – Т. 6, № 1.– С. 15-22.
4. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
5. Зубенкова Э.С. Кроветворение и КВЧ-терапия // Сб. докл. Международного симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Т. 2. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 345-351.
6. Казакова Л.Г., Светлова С.Ю., Субботина Т.И., Яшин А.А. Морфологический и биофизический анализ костномозгового кроветворения у крыс при воздействии низко интенсивного электромагнитного КВЧ-излучения // Вестник новых медицинских технологий. – 1999. – Т. 6, № 3-4. – С. 38-41.
7. Карнаухова Н.А., Сергиевич Л.А., Квакина Е.Б. Исследование функционального состояния синтетического аппарата лимфоцитов крови при действии слабых низкочастотных магнитных полей // Биофизика. – 2000. – Т. 45, № 4. – С.716-722.
8. Карпов Р.С., Бейко В.А., Васильченко Е.М., Золоев Г.К. Иммуномодулирующее действие нейропептидов в системах in vitro // Журнал миукробиологии, эпидемиологии и микробиологию. – 1987. – № 3. – С.65-68.
9. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
10. Ковешников В.Г., Лунин В.И., Недоступ Н.Ф., Чистопинова Л.И. и др. Оценка репаративной регенерации кости по данным макроэлементного анализа в условиях облучения электромагнитными волнами крайне высокой частоты // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – № 2. – С. 116-117.
11. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645 с.
12. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. – М.: Hypoxia Medical LTD., 1993. – 286 с.
13. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии. Автореф. дис… канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1985. – 25 с.
14. Нарциссов Р.Н. Применение п-нитротетразоля фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ лимфоцитов человека // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1969. – № 8. – С. 73.
15. Пшенникова М.Г. Роль опиоидных пептидов в реакции организма на стресс // Пат. физиология и экспериментальная медицина. – 1987. – № 3. – С. 85-90.
16. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. и эксперим. терапия. – 2001. – № 3. – С. 28-32.
17. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис…канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1992. – 25 с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

18. Чуян Е.Н. Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации к действию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты: Автореф. дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.13 / КНУ. – Симферополь, 2004. – 417 с.
19. Чуян Е.Н., Махонина М.М. Синтетическая активность: влияние излучения миллиметрового диапазона // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2005. – Т.37, №1. – С. 32-39.
20. Штемберг А.С., Узбеков М.Г., Шихов С.Н. и др. Видовые, возрастные особенности и некоторые нейрохимические корреляты спонтанного поведения животных после воздействия электромагнитных полей сверхнизкой интенсивности // ЖВНД. – 2000. – Т. 50, № 4. – С. 703 – 715.
21. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1974. – Т. 16, № 10. – С. 1321-1322.
22. Andersson S., Lundeberg T. Accupuncture – from empiricism to science: the functional background to acupuncture effects in pain and disease // Med. Hypotheses. – 1995. – Vol. 45, №3. – P. 271-281.
23. Downey G.P., Fukushima T., Fialkow L., Waddell T.K. Intracellular signaling in neutrophil priming and activation // Cell Biol. -1995. -Vol. 6. – P. 345-356.
24. Goldstein A., Pryor G.T., Otis L. et al. On the role of endogenous opioid peptides: Failure of naloxone to influence shock escape threshold in the rat // Life Sic. — 1976. — 18.— P. 599—604.
25. Gordienko O., Radzievsky A., Cowan A., Radzievsky A. Jr., Ziskin M.C. Delta 1 and kappa-opioid receptor subtypes involved in the hypoalgesic effect of millimeter wave treatment // Abstract Juenty-Fourth Annual Meeting in Cooperation with the European Bioelectromagnetics Association. – Canada. – 2002. – P. 27.
26. Holaday J. W. Cardiovascular consequences of endogenous opiate antagonism // Biochem. Pharmacol. — 1983. — 32, № 4. —P. 573—585.
27. Kaiser F. Coherent oscillations – their role in the interaction of weak ELM-fields with cellular systems // Neural Network World. – 1995. – Vol. 5. – P.761-762.
28. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activiti in smears of blood and marrow// Blood. – 1955. – № 10. – P. 1023-1029.
29. Kavaliers M., Prato F.S., Ossenkopp K.S., Carson J.J.L. Opioid systems and the biological effects of magnetic fields // On the Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological System / Ed. A.H. Frey. Marylend: Potamac, R.G. Landes Co. – 1994. – P. 181-194.
30. Lai H., Carino M.A., Wen Y.E., et al. Naltrexone pretreatment blocks microwave-induced changes in central cholinergic receptors // Bioelectromagnetics – 1989. – P.27-33.
31. Maestroni G.J.M., Conti A. Anti-stress role of the melatonin – immunocopioid network. Evidence for a physiological mechanism involving T-cell-derived, immunoreactive β-endorphin and met. Enkephalin binding to thymic opioid receptors / Int. J. Neurosci. – 1991– Vol. 61. – P. 1-10.
32. Marotti T., Gabrilovac J., Rabatic S. Met-enkephalin modulates stress-induced alterations of the immune response in mice // Pharmacol. Biochem. and Behav. – 1996. – Vol. 54, № 1. – P. 277-284.
33. Safronova V.G., Gabdoulkhakova A.G., Santalov B.F. Immunomodulating Action of Low Intensity Millimeter Waves on Primed Neutrophils // Bioelectromagnetics – 2002. – Vol. 23. – P. 599-606.
34. Walleczek J. Electromagnetic field effects on the cells of the immune system: the role of calcium signaling // FASEB J. – 1992. – Vol. 6. – P. 3177-3185.
35. Weber R.S., Pert C.B. Opiatergic modulation of the immune system. // Central and Peripheral Endorphins: Basic and Clinical Aspects / Ed. by E.E. Miller and Genazzani. – Raven Press., New. York, 1978. – P. 35 – 48.
36. Wybran J., Appelboom T., Famaey J.P., and Govaerts A. Suggestive evidence for receptors for morphine and methionine- enkephalin on normal human blood T lymphocytes // J. Immunol. – 1979. № 123. – P. 1068 – 1070.

Поступила в редакцию 21.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 178-188.

УДК 591.1: 615.849.11

АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ПРИ ТОНИЧЕСКОЙ БОЛИ У КРЫС

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р.

В настоящее время основным методом устранения боли является использование фармакологических препаратов – анальгезирующих средств, большинство из которых имеет нежелательные побочные эффекты, особенно при длительном их применении, оказывает только симптоматическое действие, вызывает эффект привыкания, что снижает эффективность их действия. Это делает чрезвычайно актуальным применение немедикантозных методов обезболивания (акупунктурной анальгезии [1], транскраниальной электростимуляции [2], поляризованного света [3], низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) [4]).

В этой связи актуальным представляется изучение антиноцицептивных эффектов низкоинтенсивного ЭМИ крайне высокой частоты (КВЧ). Это обусловлено, во-первых, тем, что, как показано в наших предыдущих исследованиях, ЭМИ КВЧ с длиной волны 7,1 мм и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см^2 обладает антистрессорным [5, 6], антиоксидантным и иммуностимулирующим [7] действием, что связано с подавлением активности симпатоадреналовой системы, одной из важнейших стресс-реализующих систем, увеличением активности стресс-лимитирующих систем, содержания эндогенных иммуномодуляторов, мелатонина, коррекцией инфрадианной ритмики физиологических процессов [8]. Во-вторых, в настоящее время ЭМИ КВЧ широко внедряется в терапевтическую практику. Изучение эффектов влияния ЭМИ КВЧ на организм больного человека позволило выделить ряд характерных черт КВЧ-терапии: отсутствие побочных эффектов и отдаленных неблагоприятных результатов, хорошая сочетаемость с медикаментозными и немедикаментозными видами лечебного воздействия, высокая эффективность при использовании в качестве монотерапии, способность снижать побочные эффекты других методов лечения и повышать их переносимость пациентами. Кроме того, в клинических исследованиях показано, что воздействие ЭМИ КВЧ ослабляет или даже полностью снимает боль у людей с различными патологиями [9 – 11]. Использование протекторных свойств миллиметрового излучения на резонансных частотах может минимизировать неприятные последствия слишком интенсивного обезболивания [12]. Однако в связи с субъективной оценкой боли человеком и невозможностью

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

количественно определить ее интенсивность до и после лечения, многие аспекты противоболевого действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ остаются неизученными. Отсутствуют статистически достоверные данные об интенсивности и длительности анальгезии, не установлены режимы КВЧ-воздействия, которые вызывают максимальный анальгетический эффект, нет информации о механизмах антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ. Ответы на эти вопросы могут дать эксперименты на животных, в которых есть возможность точной количественной оценки боли, а, главное, отсутствует психогенный фактор, что всегда сопровождает исследования болевых реакций у человека.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явилось выявление возможности применения ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см^2) для снижения болевого синдрома при экспериментально вызванной тонической боли у крыс, а также исследование зависимости анальгетического действия ЭМИ КВЧ от продолжительности курсового воздействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на взрослых беспородных белых крысах-самцах массой 180-220 грамм (n = 108), полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые, согласно нашим и литературным данным [13, 14], преобладают в популяции, поэтому можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

Всех животных распределяли на три равноценные группы по 36 особей в каждой. Животные первой группы подвергались подкожной инъекции в тыльную поверхность стопы задней конечности физиологического раствора (0,9% раствора NaCl – 0,08 мл на 100 грамм веса). У животных второй и третьей групп экспериментально вызывали тоническую боль путём подкожной инъекции 5%-ного раствора формалина (0,08 мл на 100 грамм веса) в тыльную поверхность стопы задней конечности крыс. Эта модель формалинового теста является классической моделью определения эффективности анальгетического действия фармакологических препаратов и физиотерапевтических факторов [15 – 17]. Животные третьей группы дополнительно подвергались превентивному воздействию ЭМИ КВЧ с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ – 01» с длиной волны 7,1 мм (частота излучения – 42,3 ГГц), плотностью потока мощности 0,1 мВТ/см^2, изготовленного Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск. Воздействие осуществлялось ежедневно по 30 минут на затылочно-воротниковую область в течение девяти дней. Локализация воздействия обусловлена тем, что затылочно-воротниковая область животных является одной из основных рефлексогенных зон, где обнаружено большое количество рецепторных окончаний, сосудов микроциркуляторного русла, лимфатических сосудов,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

биологически активных точек, тучных клеток, являющихся первичными мишенями для воздействия волн миллиметрового диапазона [18].

После инъекции каждую крысу возвращали в свою клетку и регистрировали на протяжении 90 минут частоту и продолжительность каждого цикла поведенческих реакций: болевой (вылизывание пораженной конечности) и неболевых (умывание, бег, принятие пищи, сон). Неболевые поведенческие реакции были рассмотрены в аспектах двигательной активности и пассивного поведения. При этом двигательная активность оценивалась по сумме времени перемещении животных по клетке и времени, тратящего животными на принятие пищи и умывание. Длительность пассивного поведения представляла сумму времени затраченного животными на сон и покой.

С помощью специальной компьютерной программы (Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАНУ, Киев) подсчитывали продолжительность и частоту поведенческих реакций в течение 90-минутного наблюдения.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток не постоянен [19], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов). В формалиновом тесте крысы использовались однократно, после чего выбывали из эксперимента.

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.

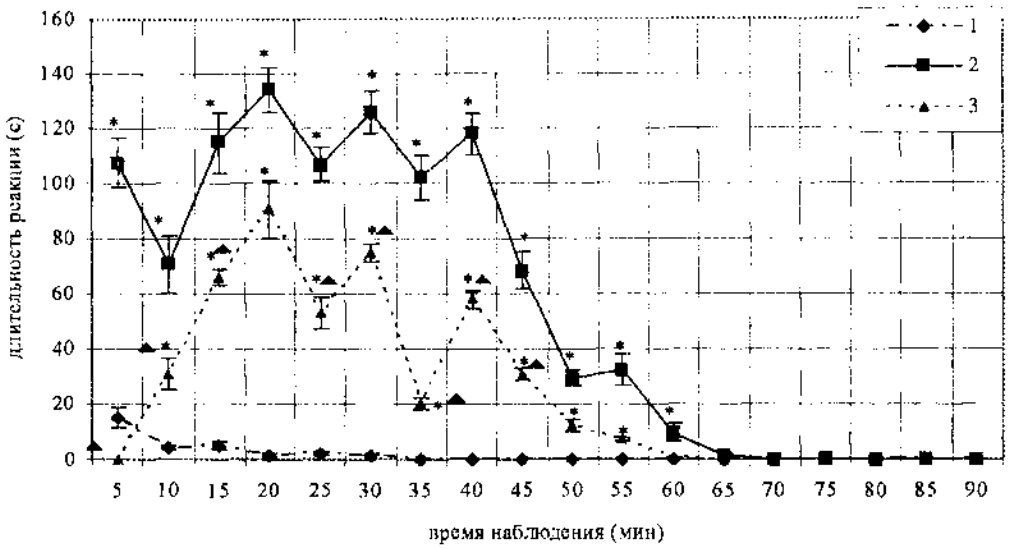
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инъекция формалина вызывала у крыс второй группы бурную болевую поведенческую реакцию лизания пораженной конечности. Общая продолжительность болевой реакции за 90 минут наблюдения была в 35,09 раз (1018,66±87,88 с) больше значений этого показателя в первой группе животных (29,03±7,45 с) ($p<0,001$). При этом пик болевой реакции регистрировался на 20 – 40-ой минутах после введения формалина (134,23±8,20 с – 117,58±7,61 с) ($p<0,001$), после которого отмечалось линейное уменьшение боли с полным затуханием к 65-ой минуте эксперимента. У животных же первой группы, которым вводили физиологический раствор (0,9% раствор NaCl) небольшой пик болевой реакции регистрировался на пятой минуте наблюдения (15,00±3,90 с), что, по-видимому, является типичной реакцией на укол (рис. 1 – А).

Частота (количество циклов) вылизывания пораженной конечности у животных второй группы, подвергнутых воздействию формалина отмечалось в 5,44 раз (25,09±3,19 циклов) больше значений соответствующего показателя у животных первой группы (4,61±1,12 циклов) ($p<0,01$). Пик частоты вылизывания у животных второй группы регистрировался на 5-ой (3,47±0,19 циклов) ($p<0,01$) и 20-ой (4,30±0,52 циклов) ($p<0,01$) минутах после инъекции формалина в отличие от животных первой группы, у которых пик наблюдался лишь на пятой минуте наблюдения (2,11±0,26 циклов) ($p<0,01$) (рис. 1 – Б).

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

А



Б

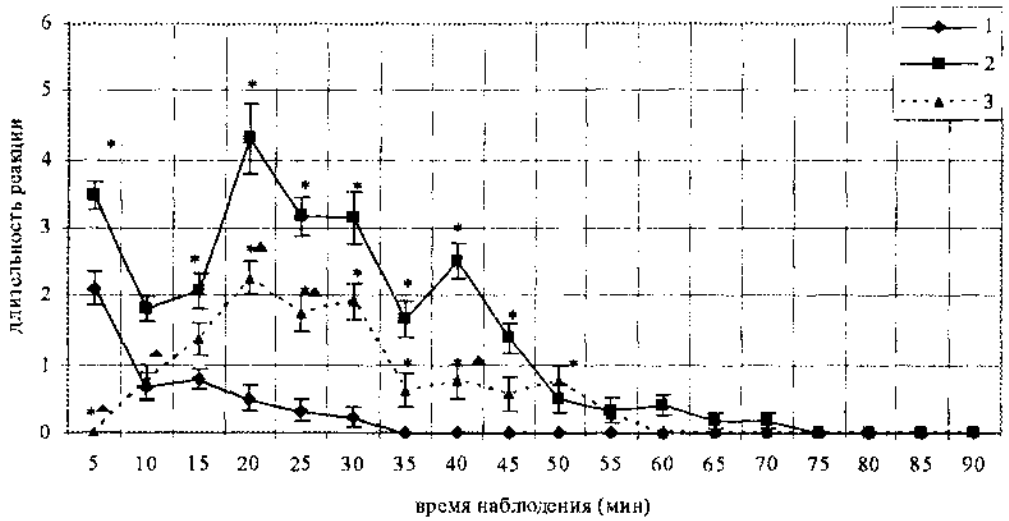


Рис. 1. Изменение продолжительности (А) и частоты (Б) болевой реакции у крыс, подвергнутых введению физиологического раствора (0,9% раствор NaCl) (1), введению 5% раствора формалина (2) и последовательному воздействию электромагнитного излучения крайне высокой частоты и формалина (3).

Примечание: * – достоверность различий относительно значений у животных первой группы; ▲ – достоверность различий относительно значений у животных второй группы.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Продолжительность неболевых как двигательных, так и пассивных поведенческих реакций у животных второй группы после инъекции формалина также отличалась от соответствующих показателей у животных, которые получили инъекцию 0,9% раствора NaCl (рис. 2).

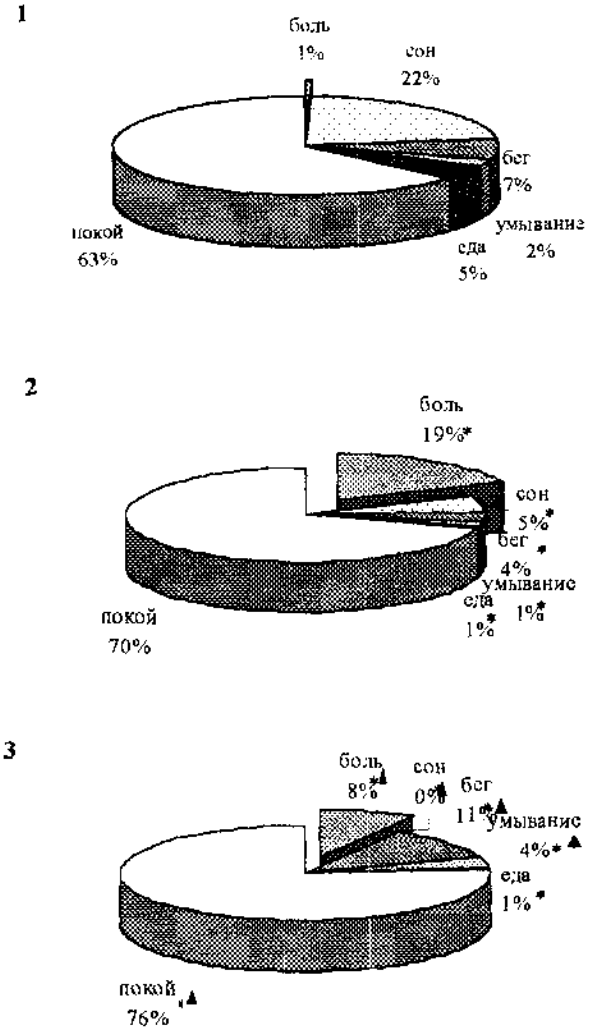


Рис. 2. Процентное соотношение продолжительности различных поведенческих реакций у крыс, подвергнутых введению физиологического раствора (0,9% раствор NaCl) (1), введению 5% раствора формалина (2) и последовательному воздействию электромагнитного излучения крайне высокой частоты и формалина (3).

Примечание: * – достоверность различий относительно значений у животных первой группы; ▲ – достоверность различий относительно значений у животных второй группы.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Так, продолжительность реакции бега уменьшилась в 1,87 раза ($p<0,05$), принятия пищи – в 6,81 раза ($p<0,01$), умывания – в 2,22 раза ($p<0,05$), сна – в 4,15 раза ($p<0,02$), а продолжительность реакции покоя увеличилась в 1,86 раза ($p>0,05$) относительно значений соответствующих показателей у крыс первой группы.

Предварительное КВЧ-воздействие достоверно изменяло продолжительность болевой и неболевых поведенческих реакций в формалиновом тесте у крыс третьей группы. Так, уже после однократного воздействия ЭМИ КВЧ общая продолжительность болевой реакции у крыс третьей группы уменьшилась на 56,54% ($p<0,05$) относительно значений этого показателя во второй группе животных. При этом пик болевой реакции также наблюдался на 20-ой минуте после инъекции формалина (90,67±10,40 с). Однако его амплитуда была на 32,45% ($p<0,05$) меньше значений этого показателя у животных, которые дополнительно не подвергались КВЧ-воздействию. После этого регистрировалось фазное уменьшение боли с небольшими пиками на 30-ой (74,67±3,53 с) ($p<0,01$) и 40-ой (57,67±3,38 с) ($p>0,05$) минутах эксперимента. Затухание болевой реакции регистрировалось с 60-ой минуты после инъекции формалина, т.е. на пять минут раньше, чем у крыс в формалиновом тесте, которые дополнительно не подвергались КВЧ-воздействию (рис. 1 – А).

Частота вылизывания пораженной конечности у крыс, подвергшихся КВЧ-воздействию за 90 минут наблюдения была в среднем на 56,16% (11,00±2.36 циклов) меньше значения соответствующего показателя у животных второй группы ($p<0,05$). Пик частоты вылизывания у данных экспериментальных животных регистрировался на 20-й (2,25±0,25 циклов) ($p<0,05$) и 30-ой (1,93±0,27 циклов) ($p<0,05$) минутах после инъекции формалина (рис. 1 – Б). Таким образом, после воздействия ЭМИ КВЧ циклы вылизывания пораженной конечности стали более редкими и кратковременными, что свидетельствует об ослаблении боли.

Продолжительность неболевых реакций под влиянием ЭМИ КВЧ также изменялась (рис. 2). Так, продолжительность реакции бега увеличилась в 3,01 раз ($p<0,01$), реакции умывания – в 3,45 раз ($p<0,05$), покоя – в 1,08 раза ($p<0,05$), а продолжительность реакции сна уменьшилась в 28,78 ($p<0,05$) раза относительно значений этих показателей у животных второй группы.

Таким образом, после однократного 30-минутного воздействия ЭМИ КВЧ зарегистрирован достоверный антиноцицептивный эффект этого физического фактора.

Анальгетическое действие ЭМИ КВЧ проявлялось и при курсовом использовании ЭМИ КВЧ в течение девяти суток. После двухкратного КВЧ-воздействия антиноцицептивное действие этого физического фактора уменьшилось на 21,67% ($p>0,05$) по сравнению со значениями этого показателя, который был зарегистрирован у крыс той же экспериментальной группы после однократного действия ЭМИ КВЧ. При этом общая продолжительность болевой реакции имела тенденцию к снижению на 34,65% ($p>0,05$) относительно значений этого показателя у животных второй группы. На третьи сутки эксперимента наблюдалось максимальное уменьшение продолжительности болевой реакции на 85,30% ($p<0,01$) относительно соответствующих значений у животных, которые дополнительно не

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

подвергались КВЧ-воздействию. В течение последующих суток исследования наблюдался стойкий антиноцицептивный эффект КВЧ-воздействия, а продолжительность болевой реакции была в среднем на 47,86% ($p<0,05$) меньше значений этого показателя у второй группы животных (рис. 3).

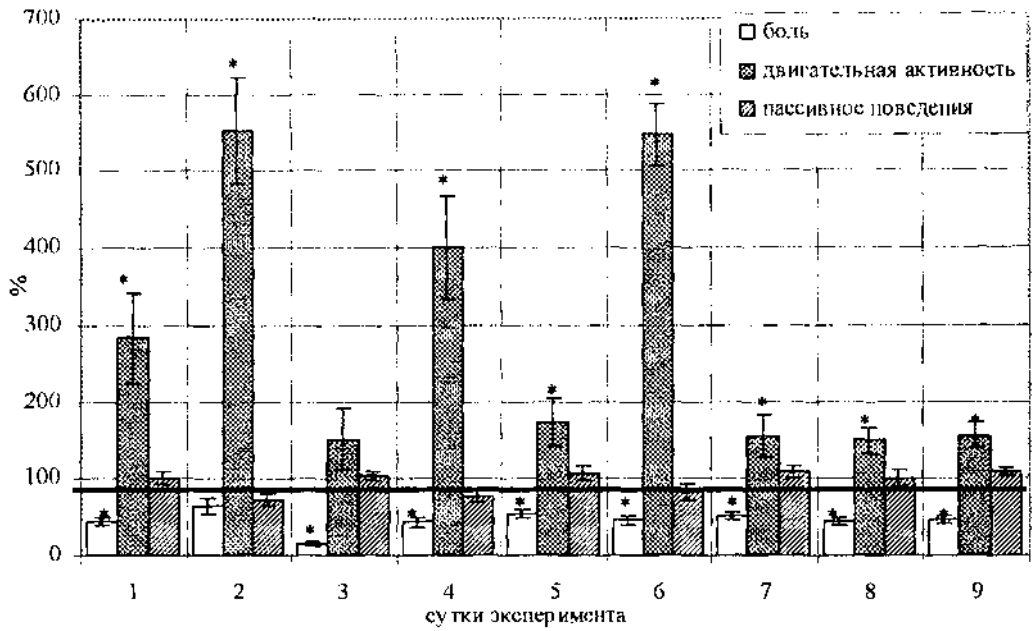


Рис. 3. Динамика продолжительности вызванных формалином болевой и неболевых (двигательная активность и пассивное поведение) поведенческих реакций после воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) (в % относительно значений у животных, получивших инъекцию формалина без КВЧ-воздействия, принятых за 100%).
Примечание: * – достоверность различий относительно значений показателей у животных второй группы.

Продолжительность неболевых как двигательных, так и пассивных поведенческих реакций также изменилась. Общая продолжительность реакций бега увеличивалась в среднем в 1,86 раза ($p<0,05$), умывания – в 1,14 раза ($p<0,05$), сна – в 1,29 раза ($p<0,05$), покоя – в 1,16 раза ($p<0,05$), а продолжительность реакции принятия пищи уменьшилась в 0,05 раза ($p>0,05$) относительно значений соответствующих показателей у животных второй группы (рис. 3).

Таким образом, курсовое воздействие ЭМИ КВЧ достоверно снижает болевую реакцию у животных с экспериментально вызванной тонической болью. При этом стабильное ослабление болевой реакции у крыс наблюдалось после трехкратного воздействия, что может быть связано с тем, что при длительных воздействиях низкоинтенсивных ЭМИ микроволнового диапазона происходит кумуляция действия, которая проявляется в функциональных и морфологических изменениях

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

на разных уровнях живого организма (субклеточном, клеточном, тканевом и пр.) [20]. В наших исследованиях подтверждается этот принцип взаимодействия ЭМИ с живыми организмами, на что указывает увеличение уровня и устойчивости эффекта анальгезии при длительном применении ЭМИ КВЧ. По-видимому, на начальных этапах реакция на воздействие ЭМИ КВЧ развивается медленно, а при многократном облучении эффект ЭМИ КВЧ более выражен, что согласуется с данными других авторов [21, 22].

Механизмы анальгезии, вызванной воздействием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, пока еще не изучены. Однако, исходя из собственных и литературных данных механизмы антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ можно представить следующим образом. Следует отметить, что тонический компонент используемого в наших исследованиях формалинового теста возникает в результате воспалительного процесса в тканях и изменения функции нейронов дорсальных рогов спинного мозга [23]. Но поскольку в наших экспериментах КВЧ-воздействие проводилось не на очаг боли, а на одну из рефлексогенных зон у крыс и до воздействия формалина, то уменьшение продолжительности болевой реакции после облучения, по-видимому, не является следствием противовоспалительного действия ЭМИ КВЧ.

Известно, что ЭМИ КВЧ поглощается в кожных покровах на глубине до 1 мм, а максимум удельной поглощаемости в коже локализован на глубине 0,7 мм [24, 25]. При этом, многими исследованиями показано, что интенсивности ЭМИ КВЧ, используемые в терапии достаточны для активации рецепторов (механо-, термо-, и болевых), нервных окончаний и периферических волокон, расположенных в коже [26, 27]. Можно предположить, что периферическая активация антиноцицептивных механизмов с помощью ЭМИ КВЧ возможна, если в роли чувствительного рецептора выступают ноцицепторы, которые по данным Лебедевой Н.Н. [27] участвуют в восприятии ЭМИ КВЧ. Возможно, через интернейроны спинного мозга происходит активация серотонинергической эндогенной обезболивающей системы ствола головного мозга, состоящей из периакведуктального серого вещества и ядра шва. Эта система оказывает тормозное влияние на нейроны задних рогов спинного мозга и таким образом блокирует передачу ноцицептивной информации [28, 28]. Показано, что уменьшение содержания серотонина в головном мозге путем введения DL-парахлорфенилаланина (блокатора синтеза серотонина) приводит к снижению уровня анальгезии, вызванному облучением микроволнами [30, 31], что доказывает участие серотонинергической системы в механизмах антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ.

Обезболивающий эффект ЭМИ КВЧ может быть вызван и системой эндогенных опиоидных пептидов, поскольку обнаружено, что первичное восприятие ЭМИ КВЧ может осуществляться также опиоидными рецепторами [32]. Опиоидергическая система, объединяющая нейроны в гипоталамусе и секреторные клетки в гипофизе, продуцирующая опиоидные пептиды, относится к основным центральным стресс-лимитирующих системам. На вовлеченность опиоидной системы в реализацию эффектов, вызываемых микроволновым излучением, указывается многими исследователями [33, 34]. Установлено, что при болевом синдроме эффект действия низкоинтенсивных ЭМИ миллиметрового диапазона

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

наиболее четко прослеживается в изменениях функций эндогенных опиатных систем мозга [35]. Кроме того, показано [369], что при периферическом КВЧ-воздействии реагирует кора головного мозга и особенно правое полушарие, которое имеет более тесную связь с диэнцефальными структурами. В диэнцефалоне находятся две важнейшие эндогенные обезболивающие системы головного мозга – энкефалинергическая гипоталамо-гипофизарная система и эндорфинергическая супраоптико-гипофизарная система [37, 38].

Следовательно, возможно, что активация серотонинэргической и опиоидэргической обезболивающих систем путем КВЧ-воздействия и приводит к антиноцицептивному эффекту ЭМИ КВЧ, зарегистрированному в настоящем исследовании.

Данными исследованиями показана эффективная возможность ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см^2) снижать тоническую болевую реакцию. Кроме того, удалось количественно оценить степень анальгезии ЭМИ КВЧ, что практически невозможно получить в клинике в силу субъективизма оценки боли человеком. Полученные результаты позволяют значительно повысить эффективность и расширить возможности применения КВЧ-терапии. Этот не травмирующий метод борьбы с болью может найти широкое применение при лечении самых разнообразных болевых синдромов у человека и животных. Полученные данные могут быть использованы в животноводстве, ветеринарии, производственной деятельности людей, в практическом здравоохранении в целях использования нового немедикаментозного анальгетического средства. Кроме того, результаты данного исследования позволяют предположить возможность применения низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ в качестве способа предупреждающей анальгезии, представляющего собой профилактический подход к защите пациента от действия операционной травмы и последующего развития послеоперационного болевого синдрома.

ВЫВОДЫ

1. Низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокочастотного диапазона достоверно ослабляет синдром при экспериментально вызванной тонической боли у крыс.

2. Выраженное стабильное ослабление болевой реакции у крыс наблюдается после трехкратного воздействия, на что указывает увеличение уровня и устойчивости эффекта анальгезии при длительном применении электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона.

Список литературы

1. Игнатов Ю.Д., Качан А.Т., Васильев Ю.Н. Акупунктурная аналгезия: Экспериментально-клинические аспекты. – Л.: Наука, 1990. – 256 с.
2. Серебрина Л.А. Немедикаментозной лечение в клинике внутренних болезней. – Киев, 1995. – 56 с.
3. Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., Тамарова З.А. Боль и цвет. Лечение болевых синдромов цветным поляризованным светом. Биосвет. – Киев-Донецк. – 2004. – 122 с.
4. Колбун Н.Д., Бессонов А.Е., Волянюк Р.Е. Информационно-волновая терапия. Науч.-практ. руководство. – К.: Укр. энциклопедія. – 1993. – С. 310.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

5. Деклараційний патент України № 53128 А, МПК 7 А 61 N2/00/ на винахід „Спосіб профілактики і корекції стресу"; Опубл. 15.01.2003. Бюл. № 1, Темур'янц Н.А., Чуян О.М., Шишко О.Ю., Верко Н.П.
6. Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Московчук О.Б., Куртсеитова Э.Э., Верко Н.П., Шишко Е.Ю. Превентивное антистрессорное действие ЭМИ КВЧ // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2002. – № 2 (26). – С. 44 – 51.
7. Чуян Е.Н. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низько інтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти: Автореф. дис... докт. біол. наук: 03.00.13. – Київ. – 2004. – 42 с.
8. Чуян Е.Н., Темурьянц Н.А., Московчук О.Б. и др. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2003. – 448 с.
9. Азов Н.А., Карнаухов А.В., Разживин А.П. и др. КВЧ-терапия аппаратом «Амфит» в педиатрии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. – № 2 (14). – С. 45-48.
10. Бессонов А.Е., Балакирев М.В. Способ миллиметрово-волновой терапии // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – Т. 5, № 2. – С. 105-108.
11. Ронкин М.А., Бецкий О.Б., Максименко И.М. и др.. О некоторых возможностях КВЧ-излучения для лечения неврологических больных // Сб. докл. Междунар. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 263-266.
12. Гуляев А.И., Лисенкова Л.А., Киричук В.Ф. и др. Решенные и нерешенные проблемы спектральноволновой диагностики и прецизионно- волновой терапии // Сб. докладов 11 Российск. симпоз. с Междун. участием «Миллиметровые волны в биологии и медицине». – М.: МТА КВЧ. – 1997. – С. 92-95.
13. 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.
14. Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Туманянц Е.Н. и др. Зависимость антистрессорного действия ЭМИ миллиметрового диапазона от локализации воздействия у крыс с различными типологическими особенностями // Миллиметровые волны в биологии и медицине. –1993. – № 2. – С. 51-58.
15. Du J., He L.. Alterations of spinal dorsal horn substance P following electroacupuncture analgesia – a study of the formalin test with immunohistochemistry and densitometry. – Acupunct. Electrother. Res.– 1992. – 17, №1. – P. 1-6.
16. 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.
17. Oyama T., ueda M., Kuraishi Y. et al. Dual effect of serotonin on formalin-induced nociception in the rat spinal cord // Neurosci.Res. – 1996. – 25. – P. 129-135.
18. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. – М.: Изд-во ИРЭ РАН, 1994. – 164 с.
19. Golombek D.A., Escolar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. – 194, №1. – P. 25-30.
20. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука. – 1968. – 268 с.
21. Авелев В.Д., Акоев Г.Н., Чаписова Н.И., Людынс М.И. Стимулирующее влияние электромагнитных волн миллиметрового диапазона нетепловой мощности на органотипические культуры спинальных ганглиев куриных эмбрионов // Сб. докл. Межд. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 381-386.
22. Берус А.В., Столбиков А.Е., Шмаль О.В., Гапонюк П.Я. Особенности изменения параметров спектра ЭЭГ в ходе КВЧ-терапии у больных гипертонической болезнью с разными типами гемодинамики // Сб. докл. Межд. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР. – Т.1. – С. 114-119.
23. Колбун Н.Д. Теория и практика информационно-волновой терапии.– К., Биополис, 1996. – 272 с.
24. Бецкий О.В., Яременко Ю.Г. Кожа и электромагнитные волны // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1998. – № 1 (11). – С. 3-14.
25. Воронков В.Н., Хижняк Е.П. Морфологические изменения в коже при действии КВЧ ЭМИ // Сб. докл. Межд. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Т. 3. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 635-638.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

26. Алексеев С.И., Зискин М.С., Кочеткова Н.В. Электрофизиологическое исследование влияния миллиметровых волн на нервные клетки // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1997. – № 9-10. – С. 34-38.
27. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. – № 3 (15). – С. 3-15.
28. Кирова Б.В. Предполагаемые механизмы КВЧ-пунктурного обезболивания // Сб. докл. 12 Российского симпозиума с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии». – М.: ИРЭ РАН. – 2000. – С. 57-58.
29. Hain H.S., Belknap J.K., Mogil J.S. Parmacogenetic evidence for the involvement of 5- hydroxytriptamn (serotonin) – 1B receptors in the mediation of morphine antinociceptive sensivity// J. Pharmacol. Exp. Ther. – 1999. – 291, №2. – P. 444 – 449.
30. Гура О.В., Багацька О.В. Участь серотонінергічної системи у больових реакціях, викликаних введенням формаліну у мишей // Фізіол. журн. – 2002. – Т. 48, № 2. – С. 22.
31. Гура Е.В., Багацкая Е.В., Лиманский Ю.П. Участие серотонинергической системы в анальгезии, вызванной действием низкоинтенсивных микроволн на противоболевую точку акупунктуры // Нейрофизиология. – 2002. – Т. 34, № 4. – С. 303-308.
32. Gordienko O., Radzievsky A., Cowan A., Radzievsky A. Jr., Ziskin M.C. Delta 1 and kappa-opioid receptor subtypes involved in the hypoalgesic effect of millimeter wave treatment // Abstract Juenty-Fourth Annual Meeting in Cooperation with the European Bioelectromagnetics Association. – Canada. – 2002. – P. 27.
33. Штемберг А.С., Узбеков М.Г., Шихов С.Н. Некоторые нейротропные эффекты электромагнитных волн малой интенсивности у крыс с разными типологическими особенностями высшей нервной деятельности // ЖВНД. – 2000. – Т. 50, № 5. – С. 867 – 877.
34. Kavaliers M., Prato F.S., Ossenkopp K.S., Carson J.J.L. Opioid systems and the biological effects of magnetic fields // Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological System / Ed. A.H. Frey. – Marylend: Potamac, R.G. Landes Co. – 1994. – P. 181-194.
35. Куліковіч Ю.М., Тамарова З.А. Роль опіатних рецепторів в анальгезії, викліканій дією на точку акупунктури низькоінтенсивних міліметрових хвиль // Мед. перспективи. – 1999. – Т. 4, № 3. – С. 9-14.
36. Чуян Е.Н., Темурьянц Н.А., Пономарева В.П., Чирский Н.В. Функциональные асимметрии у человека и животных: влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. – Симферополь: ЧП «Ольвиньо», 2004. – 440 с.
37. Самосюк И.З., Куликович Ю.Н., Тамарова З.А., Самосюк Н.И., Кажанова А.К. Подавление боли низкоинтенсивными частотно-модулированными миллиметровыми волнами при воздействии на точки акупунктуры // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2000. – № 4. – С. 7-11.
38. Sher L. Effects of natural and man-made electrical electromagnetic fields on human health: a possible mechanism // Med. Hypotetheses. – 1997. – Vol. 49, № 1. – P. 31-34.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 189-195.

УДК 612.829.3:599.32:615.849.11

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВЫЗВАННОЙ ТОНИЧЕСКОЙ БОЛЬЮ С ПОМОЩЬЮ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА

Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.

В настоящее время автоматизация и механизация почти всех видов деятельности человека связана со снижением двигательной активности. Следствием малоподвижного образа жизни человека является гипокинезия (ГК). Она возникает, например, у больных, вынужденных длительно прибывать в условиях постельного режима [9].

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что при ограничении подвижности нарушается деятельность практически всех органов и систем. ГК сопровождается развитием в организме человека и животных детренированности ряда органов и систем [14, 18], структурными и функциональными изменениями в костно-мышечном аппарате [6, 7, 15], изменениями функций нервной системы [3, 5, 20], снижением экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы [1, 8, 11], аппарата внешнего дыхания, метаболических сдвигов [10, 21]. В наших исследованиях также показано, что при гипокинетическом стрессе происходит увеличение активности симпатоадреналовой системы, изменение поведенческих реакций в тесте «открытое поле», снижение неспецифической резистентности и иммунореактивности, развитие дисинхроноза [23].

Однако, несмотря на многочисленные исследования, проведенные нами и другими авторами, не изученными остаются изменения болевой чувствительности при длительном гипокинетическом стрессе.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение модификации поведенческих реакций при экспериментально вызванной тонической боли у крыс посредством девятисуточного гипокинетического стресса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на взрослых беспородных крысах-самцах массой 180-220 грамм, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые, согласно нашим [22] и литературным [16] данным, преобладают в популяции.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Поэтому можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

Всех животных распределяли на 2 равноценные группы по 36 особей в каждой. Животные первой группы составляли контрольную группу (К). Ко второй группе относились крысы, подвергнутые действию стресса. Стресс моделировался ограничением подвижности (гипокинезией, ГК), что достигалось помещением крыс в специальные пеналы из оргстекла, состоящие из пяти ячеек, в которых они находились в течение девяти суток по 22 часа ежедневно. Известно, что такие клетки обеспечивают существенное ограничение подвижности животных по всем направлениям и вызывают стрессовую реакцию [9]. Животные первой и второй экспериментальных групп дополнительно подвергались воздействию экспериментально вызванной тонической боли ежедневно в течение девяти суток.

Тоническую боль изучали на модели формалинового теста, который широко применяется для исследования анальгетического действия фармакологических препаратов [24, 26]. Очаг тонической боли создавали путём подкожной инъекции 5 %-ного раствора формалина (0,08 мл на 100 грамм веса) в тыльную поверхность стопы задней конечности животного. После этого каждую крысу возвращали в свою клетку и с помощью специальной компьютерной программы (Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАНУ, г. Киев) регистрировали на протяжении 90 минут частоту (количество циклов) и продолжительность каждого цикла поведенческих реакций: болевой (вылизывание пораженной конечности) и неболевых (умывание, бег, принятие пищи, сон). Неболевые поведенческие реакции рассматривались по совокупности двигательной активности и пассивного поведения. При этом двигательная активность оценивалась по сумме времени перемещения животных по клетке и времени, затраченного животным на принятия пищи и умывания. Длительность пассивного поведения представляла сумму времени, затраченного животными на сон и покой.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток не постоянен [25], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов). В формалиновом тесте крысы использовались однократно, после чего выбывали из эксперимента

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 по стандартным статистическим программам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У животных второй группы (ГК), которые находились в условиях ограничения подвижности, болевой стресс, вызванный введением формалина, вызвал достоверные изменения в продолжительности болевой и неболевых поведенческих реакциях. Уже после суточной ГК продолжительность болевой реакции уменьшилась на 44,94 % ($p<0,05$) относительно значений в контрольной группе животных (рис. 1). При этом регистрировалось фазное изменение болевой реакции, пики которой наблюдались на 25-ой (67,17 ± 8,95 с), 40-ой (70,20 ± 7,45 с) и 50-ой

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

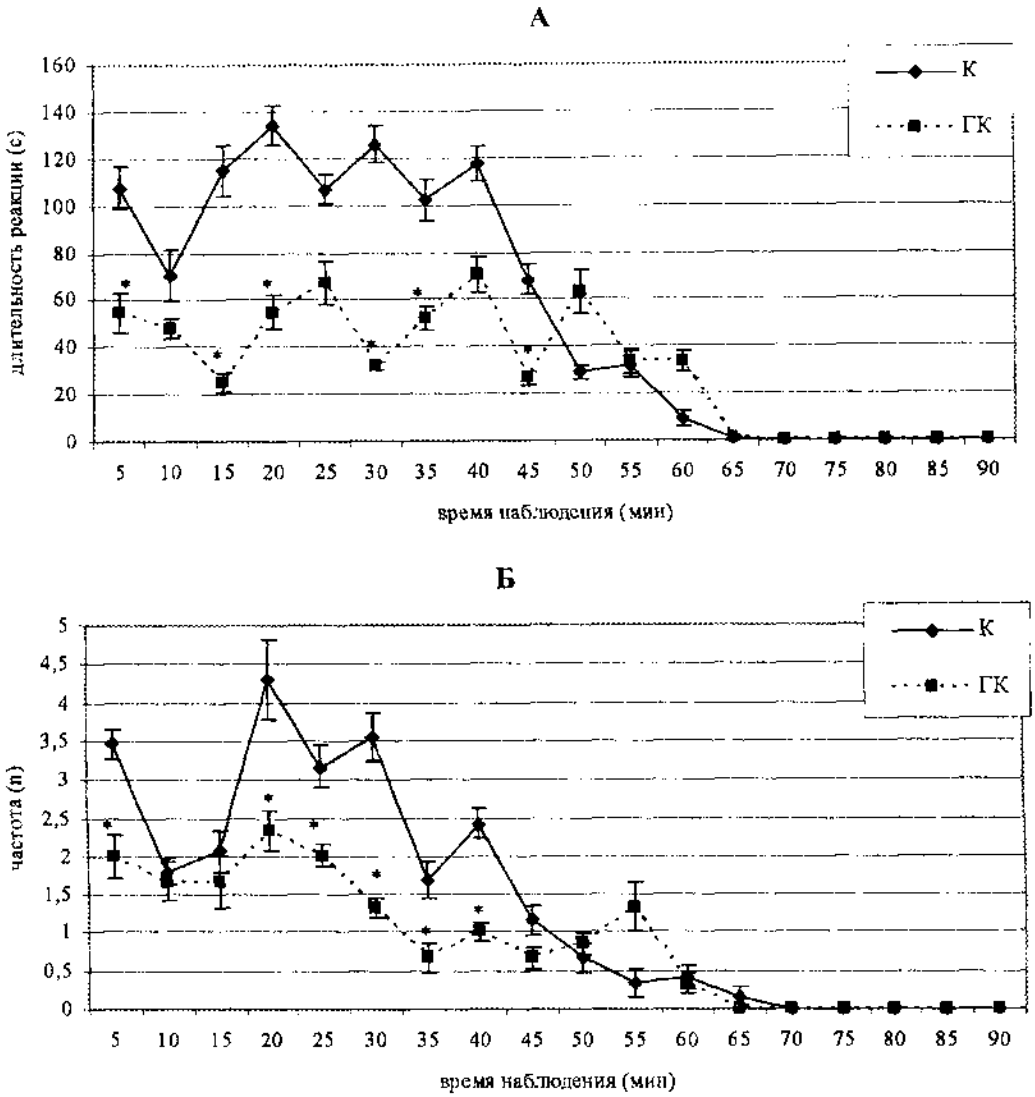


Рис. 1. Изменение продолжительности (А) и частоты (Б) болевой реакции у крыс, подвергнутых изолированному (К) и комбинированному с гипокинезией (ГК) введению 5 % раствора формалина.
Примечание: * – достоверность различий относительно значений у животных контрольной группы.

(63,00 ± 9,26 с) минутах после инъекции формалина, тогда как у животных контрольной группы пик болевой реакции регистрировался на 20 – 40-ой минутах после введения формалина (134,23 ± 8,20 с – 117,58 ± 7,61 с) ($p<0,001$), после чего

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

отмечалось линейное уменьшение боли с полным угасанием к 65-ой минуте эксперимента (рис. 1-А).

Частота вылизывания пораженной конечности у гипокинезированных крыс после инъекции формалина была на 40,22 % ($p<0,05$) меньше значений этого показателя у крыс контрольной группы. Пик частоты вылизывания у крыс данной группы зарегистрирован на 20-ой (2,33 ± 0,47 циклов) и 55-ой минуте (1,35 ± 0,33 циклов) после начала наблюдения, тогда как у животных контрольной группы пик частоты вылизывания отмечен на 20-ой (4,30 ± 0,52 циклов), 30-ой (3,54 ± 0,51 циклов) и 40-ой (2,42 ± 0,19 циклов) минутах после инъекции формалина (рис. 1-Б).

Продолжительность неболевых реакций, напротив, увеличилась. Так, длительность реакции принятия пищи возросла в 15,67 раза ($p<0,001$), бега – в 1,63 раза ($p<0,01$), умывания – в 2,11 раза ($p<0,05$), а сна, напротив, уменьшилась в 4,88 раза ($p<0,01$) относительно значений данных показателей у животных контрольной группы.

В последующие сутки ГК наблюдались фазные изменения болевой и неболевых поведенческих реакций. На вторые сутки ГК продолжительность болевой реакции уменьшилась на 24,21 % ($p>0,05$) относительно значений этого показателя у животных контрольной группы. Максимальное уменьшение продолжительности болевой реакции отмечалось на третьи (на 47,49 % ($p.<0,05$)) и шестые (на 41,99 % ($p.<0,05$)) сутки относительно значений этого показателя у животных контрольной группы. Начиная с седьмых суток ограничения подвижности, отмечалась тенденция к повышению продолжительности болевой реакции. Так, на восьмые и девятые сутки наблюдения продолжительность болевой реакции превышала значения этого показателя у животных контрольной группы на 12,06 % ($p>0,05$) и 7,85 % ($p>0,05$) соответственно (рис. 2-А).

В условиях девятисуточной ГК продолжительность неболевых поведенческих реакций изменялась следующим образом. Продолжительность пассивных неболевых поведенческих реакций, таких как покой и сон уменьшалась в среднем на 43,21 % ($p<0,05$) и 65,17 % ($p<0,05$) соответственно по сравнению с показателями у животных контрольной группы. Вместе с тем, у животных находящихся в условиях ограничения подвижности наблюдалось увеличение длительности двигательных неболевых поведенческих реакций: принятия пищи в 233,51 раза ($p<0,001$), бега – в 1,25 раза ($p<0,05$), умывания – в 1,96 раза ($p<0,05$) относительно значений соответствующих показателей у крыс контрольной группы, что можно объяснить условиями ГК. Данные об увеличении продолжительности двигательных поведенческих реакций у гипокинезированных крыс согласуются с нашими предыдущими исследованиями, в которых показано, что при действии гипокинетического стресса происходит увеличение двигательной активности в тесте «открытое поле». По-видимому, это связано с тем, изменение поведения на первых этапах адаптации к действию различных экстремальных факторов является интегральным показателем характера ответа на воздействия разной природы и интенсивности.

При этом чаще всего доминирует форма поведения, связанная с повышением общей возбудимости [2, 4], которая обычно характеризуется развитием первой

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

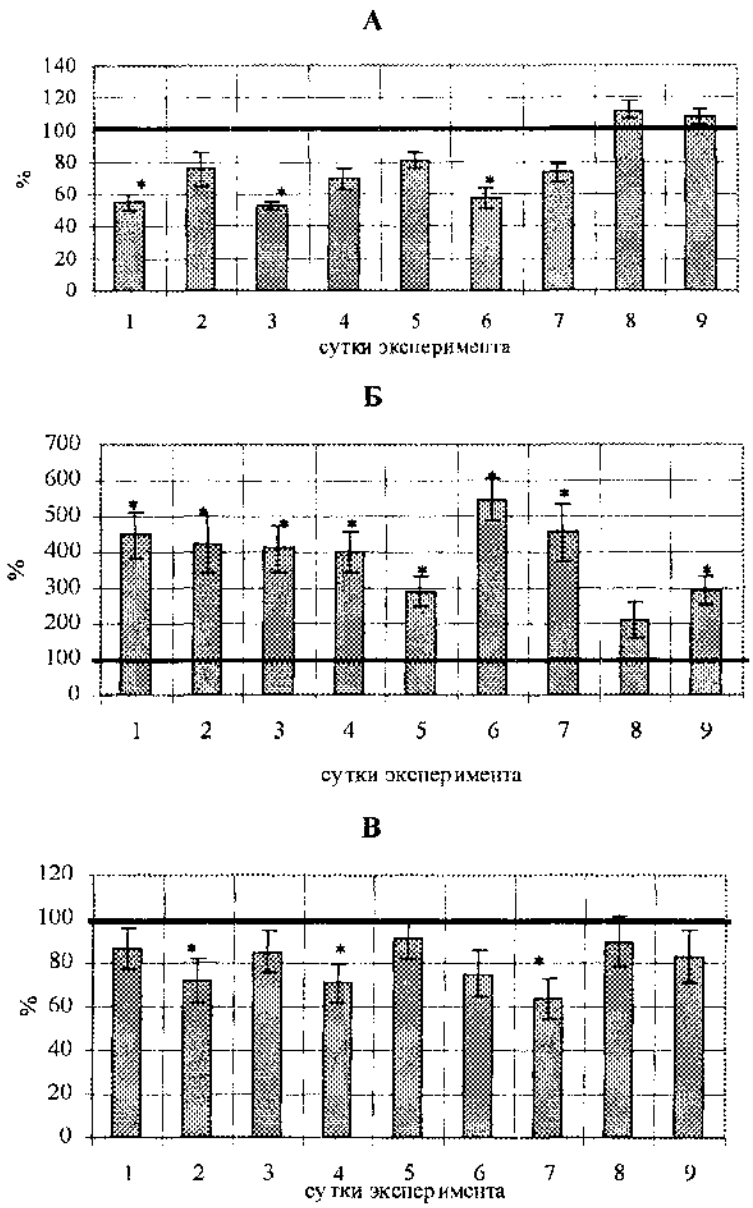


Рис. 2. Динамика продолжительности ноцицептивной реакции (А), двигательных (Б) и пассивных (В) неболевых поведенческих реакций в формалиновом тесте у крыс в течение девяти суток гипокинезии (в % относительно контроля, принятого за 100 %).
Примечание: * – достоверность различий относительно значений у животных контрольной группы.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

стадии стресса [23, 16]. Исследованиями А.Д. Слонима и его школы [19] показано также, что относительно непродолжительное ограничение подвижности сопровождается компенсаторным увеличением двигательной активности в оставшееся время суток с целью поддержания постоянства суточного объема общей активности. Поэтому увеличение двигательной активности у животных после ГК является оптимальным для развития адаптивного поведения и предохраняет организм от неблагоприятных последствий первого периода ограничения подвижности, когда еще не сформировалась программа гомеостатического регулирования.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальное воздействие ГК вызвало достоверные изменения болевой и неболевых поведенческих реакций у животных в формалиновом тесте.

2. При комбинированном действии болевого и гипокинстического стрессов у животных наблюдалось развитие в организме перекрестной или кросс-адаптации. Это означает, что адаптация к какому-либо стрессору, в частности ГК, может не только повышать устойчивость организма к действию данного стрессора, т.е. вызывать прямой защитный эффект, но и увеличивать устойчивость к действию других стрессоров, в данном случае к болевому стрессору.

Список литературы

1. Боер В.А. Вплив експериментальної гіпокінезії на адренореактивність серцево-судинної системи кролів //Фізіологічний журн. – 1993 – Т. 39, № 4. – С. 88 – 91.
2. Вальдман А.В., Козловская М.М., Медведев О.С. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. – М.: Медицина, 1979. – 360 с.
3. Воронцова Л.С., Красновская И.А., Шейбак Т.В. и др. Значения обратных связей на осуществление реакции нонапептидергических центров гипоталамуса крыс на кратковременный иммобилизационный стресс // Бюллетень эксперимент. биологии и медицины. – 1993. – № 2. – С. 128 – 130.
4. Гапеева А.Ю., Жуков Д.А. Влияние эмоционального стресса на поведенческие и эндокринные показатели крыс, селектированных на противоположной способности к активному избеганию // ЖВНД. – 1996. – Т. 46, № 5. – С. 929 – 935.
5. Гриневич В.В., Красновская И.А., Полев А.П. Реакция нонапептидергических нейросекреторных клеток дополнительных групп гипоталамуса на Холодовой и иммобилизационный стресс // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1993.– № 8. – С. 201 – 205.
6. Дурнова Г.И., Бурковская Т.Е., Капланский А.С. Заживление переломов костей у крыс в периоде реадаптации после 14-ти суточного вывешивания // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1992.– Т. 26, № 4 – С. 57 – 59.
7. Золотова-Гайдамака Н.В. Влияние моделированной гипокинезии на состояние остеоцитов костной ткани у белых крыс // Тезисы Всеукраинской конференции молодых ученых, Симферополь. – 2003. – С. 40.
8. Ингина В.И., Зорькина А.В., Костин Я.В. Адаптация к физическим нагрузкам после иммобилизационного стресса // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1997. – Т. 31, № 3. – С. 35 – 39.
9. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
10. Коваленко О.М. Влияние гипокинезии на минеральный обмен костной ткани // Физиологический журнал. – 2002. – Т. 48, № 2. – С. 53.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

11. Кротов В.П., Тромбовецкий Е.В. Гемодинамика у обезьян во время антиортостатической гипокинезии под углом – 6-20 // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1992. – Т 26, № 4. – С. 54 – 57.
12. Куликов В.П., Киселев В.И., Конев И.В. Влияние различных двигательных режимов, модулирующих спонтанную активность, на поведение крыс // ЖВНД.- 1993.- Т. 43, № 2. – С .398 – 405.
13. Медведев В.И. О проблеме адаптации // Компоненты адаптационного процесса. - Л.: Наука, 1984. – С. 3-17.
14. Мотылянская Р.Е., Каплан Э.Е., Величенко В.К., Артамонов В.П. Двигательная активность – важное условие здорового образа жизни // Теория и практика физической культуры. – 1990. – № 1. – С. 14 – 18.
15. Оганов В.С. Исследование по гравитационной физиологии скелета и проблема остеопороза. // Российский физиологический журнал им. Сеченова. – 2003. – Т. 89, № 3 – С. 347 – 355.
16. Санта Вега Леопель. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф.дис…канд.биол.наук 03.00.13. – Симферополь, 1991. – 21 с.
17. Семагин В.С., Зухарь А.В., Куликов М.А. Тип нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция. – М.: Наука, 1988. – 134 с.
18. Смирнов К.В. Пищеварение и гипокинезия. – М.: Медицина, 1990. – 224 с.
19. Слоним А.Д. Виды и формы адаптивного поведения животных // Руководство по физиологии. Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности.- Л.: Наука. – 1986. – С. 23-79.
20. Федоров Б.М. Стресс и система кровообращения. – М.: Медицина, 1991. – 320 с.
21. Хавина М.А., Дамильченко В.Н., Мурашкевич М.А. Изменение липидного состава миокарда у крыс при физических нагрузках после воздействия длительного гипокинетического стресса // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1997. – Т. 31, № 3. – С. 23 – 25.
22. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями. Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т, 1992. – 22 с.
23. Чуян Е.Н. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низько інтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти: Автореф. дис… докт. біол. наук: 03.00.13. – Київ. – 2004. – 42 с.
24. Du J., He L.. Alterations of spinal dorsal horn substance P following electroacupuncture analgesia – a study of the formalin test with immunohistochemistry and densitometry. - Acupunct. Electrother. Res. – 1992. – V. 17, № 1. – P. 1-6.
25. Golombek D.A., Escolar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. –V. 194, № 1. – P. 25 – 30.
26. Oyama T., ueda M., Kuraishi Y., et al. Dual effect of serotonin on formalin-induced nociception in the rat spinal cord // Neurosci. Res. – 1996. – V. 25. – P. 129 – 135.

Поступила в редакцию 25.10.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия» Том 18 (57). 2005 . № 2. С. 196-200.

УДК 612.829.3:599.32:615.849.11

ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРЕСС-РЕАЛИЗУЮЩИХ СИСТЕМ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ НЕЙТРОФИЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС ПРИ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Шишко Е.Ю.

Одной из актуальных проблем современной экологической физиологии является исследование адаптационных процессов к действию разнообразных факторов [1; 2]. Известно, что адаптационные реакции организма любого типа характеризуются комплексом неспецифических симптомов, которые достаточно полно описаны [3, 4]. Однако не изученными остаются неспецифические изменения временной организации физиологических систем при адаптации к действию разнообразных факторов. Между тем, согласно современным представлениям, временная организация является столь же важной характеристикой состояния организма, как и пространственная [1, 5 – 8]. Временная организация физиологических систем характеризуется спектром в широком диапазоне периодов, в котором достаточно хорошо изучены лишь циркадианные ритмы различных физиологических процессов. Изменения инфрадианной ритмики, играющей важную роль в структуре временной организации, при стрессе не изучены. Более того, данные о характере нарушений временной организации при стрессе противоречивы. Так, некоторые авторы считают, что развитие стресс-реакции сопровождается гиперсинхронизацией показателей деятельности определенной физиологической системы [9], тогда как другие обосновывают точку зрения, согласно которой стресс-реакция характеризуется развитием десинхроноза [10]. Как следует из анализа данных литературы, оба утверждения базируются на основе анализа изменений биоритмов отдельной физиологической системы, что значительно ограничивает возможности обоснования того или иного вывода. Поэтому возникает необходимость в исследовании временной организации параллельно в нескольких физиологических системах организма.

Известно, что пусковым механизмом в развитии неспецифических адаптационных реакций служит активация стресс-реализующих систем. Накоплено большое количество данных, свидетельствующих об изменении содержания катехоламинов [11, 12], а также кортикостероидов [11, 13, 14] при гипокинетическом стрессе. Однако перестройки временной организации и, в частности, инфрадианной ритмики этих показателей не изучены. Также в механизмах адаптации человека и животных к различным взаимодействиям

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

важную роль играет и система крови, в частности нейтрофилы, которые благодаря особой реактивности к различным воздействиям, рассматриваются как интегративный показатель полноценности адаптационных реакций. [15 – 17]. Изменения функциональной активности нейтрофилов при гипокинетическом стрессе достаточно хорошо изучены [18, 19], тогда как изменение инфрадианной ритмики функциональных систем этих клеток остается не исследованным. В связи с этим, целью настоящего исследования явилось исследование инфрадианной ритмики показателей стресс-реализующих систем и неспецифической резистентности нейтрофилов периферической крови крыс при гипокинетическом стрессе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы выполнена на 90 беспородных белых крысах-самцах массой 150-200 г, полученных из питомника Института Гигиены и Медицинской Экологии, Киев, фирма «Феникс». Выбор крыс в качестве объекта исследования обусловлен тем, что эти животные чувствительны к ограничению двигательной активности [20]. Кроме того, к настоящему времени в литературе накоплен большой фактический материал о структурно-функциональных изменениях различных органов и систем у этих животных при гипокинезии (ГК) [11, 21]. Для проведения экспериментов отбирали крыс со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определенных в тесте «открытого поля», т.е. животных с одинаковыми конституциональными особенностями. Это позволило сформировать однородные группы животных, одинаково реагирующих на действие различных раздражителей. Согласно литературным данным [22, 23], животные со средним уровнем двигательной активности преобладают в популяции, поэтому можно утверждать, что у них развивается наиболее типичная реакция на действие различных факторов. Для изучения инфрадианной ритмики физиологических процессов отобранных в тесте «открытого поля» крыс в повторных опытах распределяли на 2 равноценные группы по 15-30 особей в каждой. К первой группе относились животные, содержащиеся в обычных условиях вивария, и служили биологическим контролем (К), вторую группу составляли животные, двигательная активность которых ограничивалась путем помещения их в специальные пеналы (ГК). Исследования проводили ежедневно в течение 43-х суток. Условия взятия материала для исследований во всех экспериментах были стандартизированы. Кровь для исследований брали из хвостовой вены в одно и то же время суток. Для исследования экскреции адреналина (А), норадреналина (НА) и 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) интактных крыс помещали в стеклянные обменные клетки с решетчатым полом из органического стекла со сборником мочи [24]. У крыс с ограниченной подвижностью мочу собирали в мочеприемники, вмонтированные в дно клетки.

В данном исследовании использовали комплекс методик: для определения А и НА в моче в была применена модификация триоксииндолового метода [25], для определения экскреции 11-ОКС с мочой использовали метод Silber, Porter в

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

модификации Н.А. Юдаева и М.А. Креховой [26]. Функциональную активность нейтрофилов оценивали на основании исследования бактерицидных систем нейтрофилов (пероксидазы (ПО) и катионных белков (КБ) [27], гидролитических ферментов (протеазы (ПР) [28, 29] кислой фосфатазы (КФ) методом J. Goldberg, H. Barka (1962), и окислительно-восстановительных ферментов – (СДГ и α-ГФДГ). Среднюю активность дегидрогеназ определяли методом, предложенным Р.П. Нарциссовым [30]. Для определения доминирования аэробных процессов в клетке вычисляли отношение средних активностей СДГ/α-ГФДГ в нейтрофилах периферической крови крыс в течение 43-х суток эксперимента [31]. Для определения доминирования того или иного фермента в бактерицидной и гидролитической системах вычисляли отношение ЦПС ПО/КБ и ЦПС КФ/ПР. Количественную оценку изучаемых показателей производили в соответствии с принципом [32] путем выведения цитохимического показателя содержания (ЦПС).

Статистическую обработку материала проводили вычислением среднего значения исследуемых величин (M), среднего квадратичного отклонения (δ), ошибки среднего арифметического (m). Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента. За достоверную принималась разность средних при $p<0,05$. Для изучения внутри- и межсистемных взаимоотношений изученных показателей использовали кластерный анализ, который позволяет находить скрытые связи как в внутри функциональных систем, так и между ними. В данном исследовании использован один из методов кластерного анализа – метод Уорда, результаты которого представлены в виде дендрограмм. Продолжительность периодов и амплитудно-фазовые характеристики исследуемых физиологических процессов рассчитаны с помощью косинор-анализа, дающего полное представление о структуре физиологических ритмов [33]. Расчеты и графическое оформление данных производили на PC "Pentium 111 800" с использованием программы Microsoft Excell и стандартных процедур в программном пакете STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в динамике экскреции А, НА, 11-ОКС с мочой у интактных животных ярко выражена ритмическая составляющая. Косинор-анализ позволил выявить в этих показателях набор инфрадианных ритмов, включающий в себя: $\approx 3,^{d}0$, $\approx 5,^{d}0$, $\approx 7^{d},0$, $\approx 12^{d},0$, $\approx 14,^{d}0$ и $\approx 17^{d},0$ и $\approx 21^{d},0$ периоды. В то же время отмечены и некоторые различия выявленных ритмов исследованных физиологических показателей. Обращает на себя внимание отсутствие в спектрах мощности экскреции А и 11-ОКС с мочой ≈9,0 дневного периода. В спектре мощности 11-ОКС не зарегистрирован $\approx 17^{d},0$ период. Инфрадианным ритмам изученных показателей свойственны определенные амплитудные соотношения. В спектре экскреции А с мочой у животных контрольной группы с увеличением периода возрастают амплитуды выделенных ритмов относительно более коротких периодов (рис. 1). Кроме того, амплитуды ритмов экскреции НА значительно превышают амплитуды ритмов А и 11-ОКС во всех выделенных периодах. В выявленных спектрах

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

выявлены различия в доминирующем ритме. Так, в спектре экскреции НА доминирует ≈3,^{d}0 период, в спектре А – ≈14,^{d}0 и в спектре 11-ОКС доминирующим является ≈5,^{d}0 период. Обнаружено, что между показателями экскреции А, НА и 11-ОКС с мочой у интактных животных существуют определенные фазовые соотношения, выраженные в определенной разности фаз во всех выделенных периодах в показателях экскреции А и НА и 11-ОКС с мочой в разных периодах.

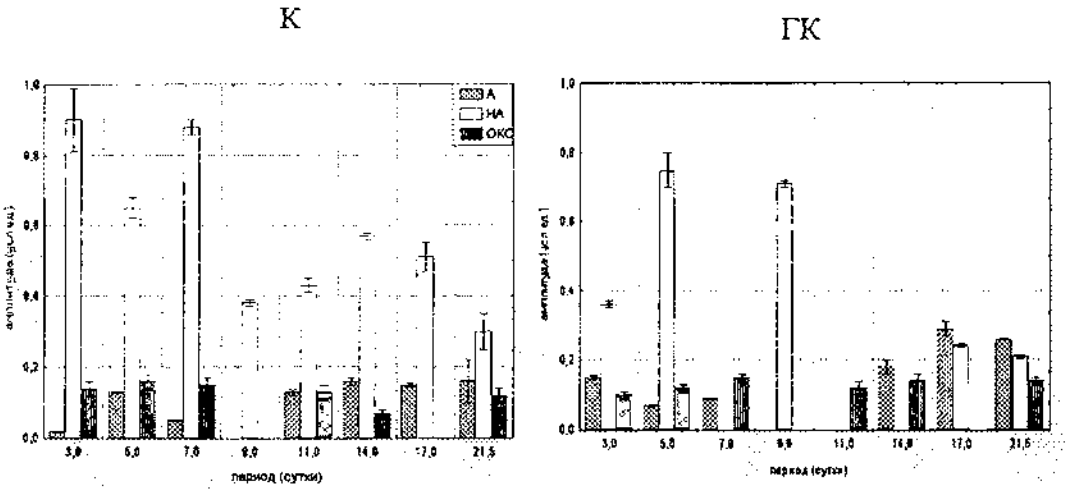


Рис. 1. Спектры мощности экскреции адреналина, норадреналина и 11-оксикортикостероидов с мочой в контрольной группе животных (К) и крыс с ограниченной подвижностью (ГК).

Таким образом, инфрадианная ритмика исследованных показателей в контрольной группе животных характеризуется определенным набором периодов и определенными амплитудно-фазовыми соотношениями.

Показатели функционального состояния нейтрофилов периферической крови крыс на протяжении 43-хсуточного эксперимента также не остаются стабильными.

В показателях неспецифической резистентности косинор-анализом выявлена инфрадианная ритмика, а спектры мощности цитохимических показателей содержания КБ, ПР, ПО и КФ, состоят из периодов следующей продолжительностью: ≈3,^{d}0, ≈5,^{d}0, ≈7^{d},0, ≈9^{d},0, ≈14,^{d}0 и ≈21^{d},5. Однако в спектрах каждого показателя отмечены и некоторые различия. Так, периоды ≈3,^{d}0, ≈7^{d},0 и ≈14^{d},0 присутствуют во всех спектрах изученных показателей. Так, период ≈9^{d},0 отсутствует в спектрах ЦПС КБ, средней активности α-ГФДГ и в отношении α-ГФДГ/СДГ, но характерен для спектров ЦПС ПО, ПР, КФ, отношений ПО/КБ и КФ/ПР и средней активности СДГ. Период продолжительностью ≈5,^{d}0 суток не выявлен в спектрах средних активностей дегидрогеназ, но выявлен в спектре их отношения (α-ГФДГ/СДГ). Наиболее часто встречающимся ритмом в спектрах изученных показателей является ≈3,^{d}0 период исследуемых дегидрогеназ. В спектре мощности средней активности α-ГФДГ выявляется меньшее количество периодов, при сопоставлении со спектрами ЦПС КБ и КФ. Спектр периодов исследуемых дегидрогеназ характеризуется более узкой областью выявленных периодов.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Об этом свидетельствует отсутствие в спектрах дегидрогеназной активности ≈5,^{d}0 и ≈9,^{d}0 периодов. В спектрах мощности ЦПС КБ и средних активностей и α-ГФДГ у животных контрольной группы с увеличением периода возрастают амплитуды выделенных ритмов. В спектрах мощности периодов ЦПС КФ и ЦПС ПР, наоборот отмечена тенденция к снижению амплитуд ритмов относительно значений более коротких периодов.

Между показателями бактерицидных, гидролитических и энергетических систем нейтрофилов у интактных животных существуют определенные фазовые соотношения, выраженные в определенной разности фаз во всех выделенных периодах. Так, в ≈7,^{d}0 периоде в контрольной группе животных фазы бактерицидных систем несколько опережают фазы гидролитических систем. Такая ситуация смещения во времени активности бактерицидных и гидролитических процессов обеспечивает оптимальные условия для реализации функции фагоцитоза (рис. 2).

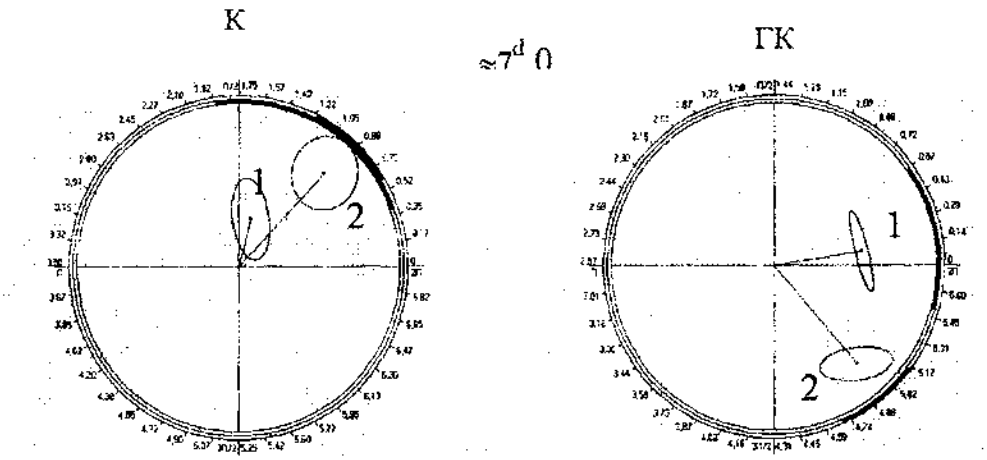


Рис. 2. Косинорограммы интегральных ритмов отношений (1) гидролитических (ЦПС КФ/ПР) и (2) бактерицидных систем (ЦПС ПО/КБ) в нейтрофилах крови интактных крыс и у крыс с ограниченной подвижностью: К – контроль, ГК – гипокинезия в периоде ≈7^{d},0.

Данное исследование показывает, что ГК сопровождается существенными изменениями инфрадианной ритмики показателей экскреции А, НА и 11-ОКС с мочой. Косинор-анализом выявлены определенные изменения спектров исследуемых показателей (рис. 1). Если в ритме 11-ОКС в структуре спектров изменений не выявлено, то под влиянием ограничения подвижности в спектрах мощности экскреции А и НА с мочой исчезли ≈11,^{d}0 и околодвухнедельного периоды.

Изменения заключаются и в смене доминирующего ритма. В спектре мощности экскреции А в экспериментальной группе животных доминирующим стал ≈17,^{d}0 период, а НА – ≈5,^{d}0 и в спектре 11-ОКС – ≈14,^{d}0.

Таким образом, ГК изменяет не только структуру спектров, но и доминирующий ритм. Обнаружены также изменения спектральной мощности выявленных ритмов, что проявлялось в соответствующих перестройках их амплитудных характеристик. В спектре

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

мощности экскреции А с мочой был зарегистрирован разнонаправленный сдвиг амплитуд в различных периодах. Для ритмов экскреции НА (исключение составляет ≈5,^{d}0 период) как и для ритмов 11-ОКС с мочой (исключение составляет ≈14,^{d}0 период) свойственно понижение амплитуд, по сравнению с этими показателями в контрольной группе животных (рис. 1).

Воздействие ГК приводит и к изменению фазовой согласованности между ритмами экскреции А, НА и 11-ОКС с мочой, что выражается в уменьшении разности фаз между этими показателями в коротких периодах и их увеличении в длинных периодах по сравнению с контролем.

Таким образом, ГК приводит к выраженным нарушениям инфрадианной ритмики экскреции А, НА и 11-ОКС с мочой, выражающимся в грубых нарушениях структуры ритмов, изменении исходных амплитудно-фазовых характеристик. Совокупность этих данных свидетельствует о развитии десинхроноза.

При ограничении подвижности животных в показателях функциональной активности нейтрофилов косинор-анализом в экспериментальной группе животных были выявлены изменения их амплитудно-фазовых характеристик. Так, в спектре ЦПС ПО не выявлен ≈9^{d},0 период, в спектре отношения ЦПС ПО/КБ отсутствует ≈14^{d},0 и ≈22^{d},0 периоды, обнаруженные в контроле. ГК приводит к изменению и области выявления периодов в спектре отношения α-ГФДГ/СДГ, а изменений в перестройке ритмов в спектрах мощности ЦПС КБ, КФ средней активности α-ГФДГ не происходит. Воздействие ГК приводит к значительному снижению амплитуд в спектрах мощности ЦПС КБ и α-ГФДГ, повышению в спектрах мощности ЦПС ПО и ЦПС ПР, и к разнонаправленному изменению амплитуд спектра ЦПС КФ относительно контрольных значений.

ГК приводит к существенному сдвигу фаз у всех исследованных показателей функциональной активности нейтрофилов относительно контроля. Фазовые отклонения также характеризуются перестройкой своих исходных значений. В бактерицидных системах при ограничении подвижности фазы ЦПС ПО опережают фазы ЦПС КБ во всех периодах.

ГК приводит к значительным фазовым сдвигам в отношении гидролитических (КФ/ПР) и бактерицидных (ПО/КБ) систем, тем самым изменяя степень их синхронизации. В последовательности реализации бактерицидной и гидролитической активности произошел сбой. Фазы гидролитических систем стали опережать фазы бактерицидных систем, что искажает реализацию функциональной активности нейтрофилов (рис. 2).

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что ГК оказывает существенное влияние на временную организацию изученных показателей в нейтрофилах периферической крови крыс. Оно проявляется как в изменении амплитуд изученных ритмов, так и в существенных сдвигах фаз выделенных периодов относительно значений контрольной группы, что свидетельствует о развитии десинхроноза.

Изменения межфункциональных взаимоотношений исследуемых показателей обнаружены и с помощью кластерного анализа. Так, выделено два кластера, в которые объединяются исследованные показатели, характеризующие различные функциональные

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

системы интактных животных: в состав первого кластера входят показатели энергетического обмена нейтрофилов и показатели экскреции А, НА и 11-ОКС, во второй – показатели гидролитических и бактерицидных систем нейтрофилов (рис. 3).

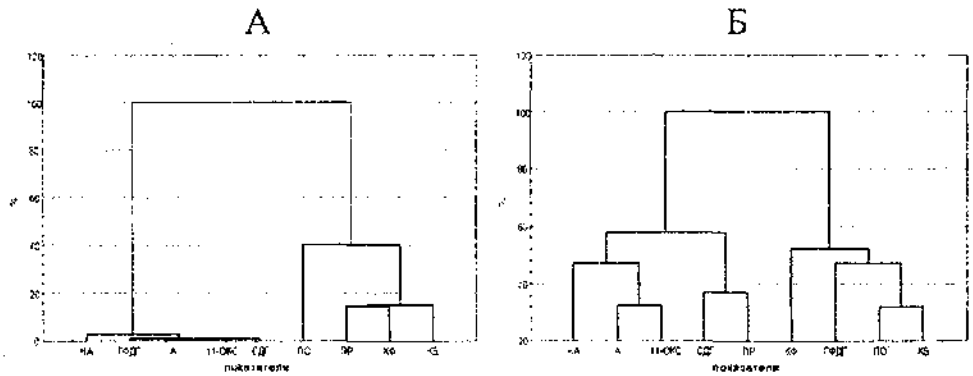


Рис. 3. Дендрограммы кластерного анализа показателей функциональной активности нейтрофилов крови крыс и стресс-реализующих систем у интактных животных (А) и у крыс с ограниченной подвижностью (Б).

При воздействии ГК отмечается перестройка дендрограмм исследуемых показателей, которая выражается в перегруппировке кластеров, по сравнению с контролем, удлинением связей как внутри кластеров так и между ними, что свидетельствует о функциональном напряжении исследуемых систем, вызванном ГК. Выделено два кластера, в которые объединяются в случайном порядке исследованные показатели: в первый кластер – показатели экскреции А, НА и 11-ОКС, средней активности СДГ в нейтрофилах и ЦПС ПР, второй кластер – ЦПС КФ, средняя активность α-ГФДГ ПО и ЦПС КБ.

Таким образом, согласно нашим исследованиям, ограничение двигательной активности приводит к нарушению инфрадианной ритмики показателей неспецифической резистентности и стресс-реализующих систем, что является индикатором неблагополучной ситуации.

Согласно литературным данным, стресс-реакция характеризуется 3-хфазным течением. Как свидетельствуют проведенные исследования, в различные фазы ОАС нарушения инфрадианной ритмики выражены по-разному. Первая стадия (тревоги, или мобилизации) развития ОАС при ГК регистрируется в течение первых двух недель, что согласуется с литературными данными [18 – 20. При ГК стрессе в первую стадию, на примере спектра мощности ЦПС КБ, повышается амплитуда во всех выделенных периодах относительно контроля (рис. 4). В дендрограмме показателей функциональной активности нейтрофилов в первую фазу стресса выявлено два кластера, в которые объединены показатели ЦПС ПР -α-ГФДГ – СДГ – ПО, второй кластер составляют показатели ЦПС КФ и КБ, число кластеров остается таким же как и в контроле, но в них объединяются в случайном порядке компоненты различных функциональных систем нейтрофилов (рис. 5). Все эти изменения свидетельствуют о резком напряжении, дезорганизации в функционировании основных систем нейтрофилов, о нарушении процесса

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

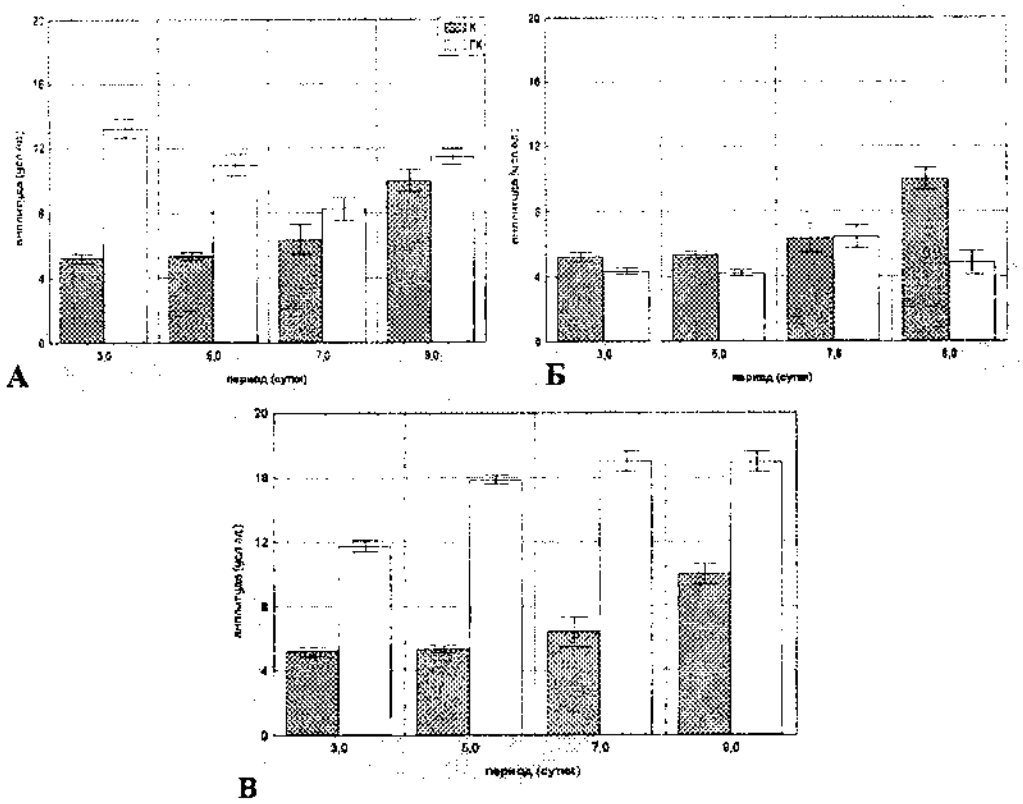


Рис. 4. Спектры мощности цитохимического показателя содержания катионных белков в разные стадии стресса: тревоги – 1-13 сутки опыта (А), стадия резистентности – 14-32 сутки (Б) и истощения – 33-43 сутки (В).

фагоцитоза в первую стадию гипокинетического стресса. Во вторую стадию – резистентности – амплитудные значения спектра ЦПС КБ приближаются к контролю. Дендрограмма функциональной активности нейтрофилов претерпевает перестройки, вследствие которых происходит частичная нормализация показателей функциональной активности нейтрофилов. В третью стадию – истощения – отмечаются резкие перестройки амплитудных значений спектра мощности ЦПС КБ в сторону их возрастания относительно контроля. О значительных перестройках неспецифической резистентности в данную стадию свидетельствует и кластерный анализ, где в третью стадию ГК стресса объединяются показатели, характеризующие различные метаболические пути и функциональные системы нейтрофилов, что указывает на рассогласованность и функциональную несостоятельность исследуемых показателей в изученных системах.

Таким образом, результаты проведенных исследований обнаруживают в деятельности стресс-реализующих систем и показателях неспецифической резистентности нейтрофилов развитие десинхроноза при гипокинетическом стрессе.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

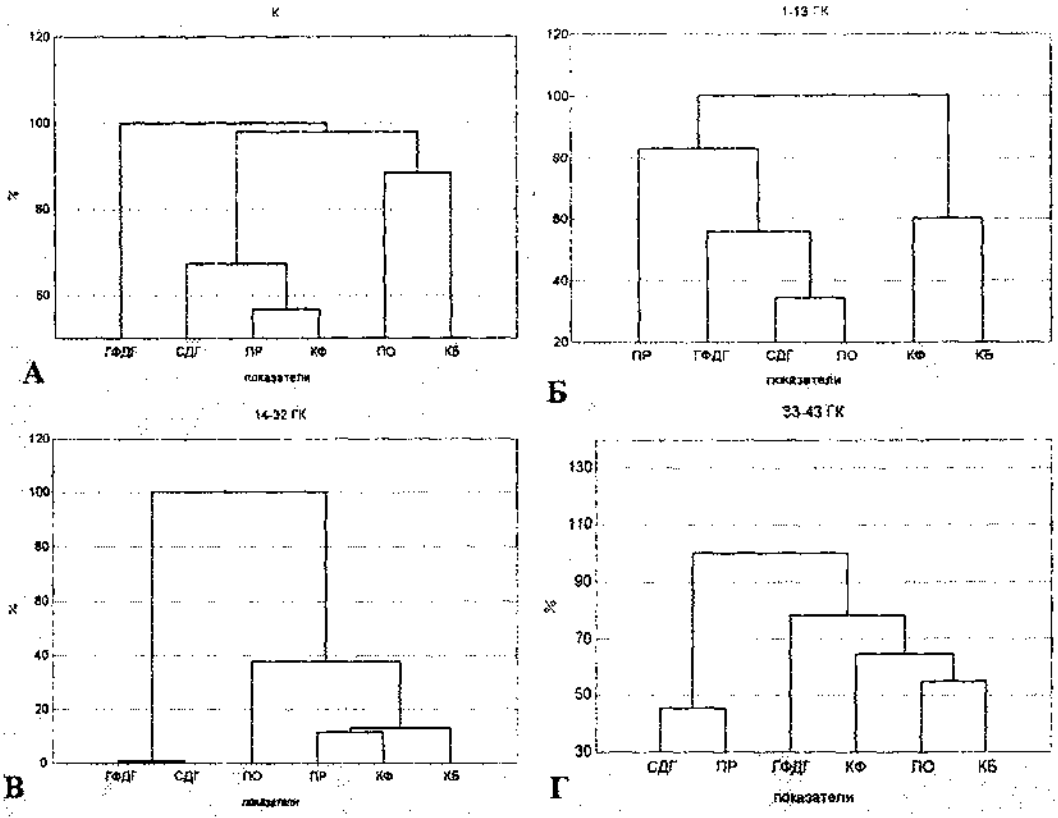


Рис. 5. Дендрограммы кластерного анализа показателей функциональной активности нейтрофилов крови крыс в контроле (А) и в разные стадии стресса: тревоги – 1-13 сутки опыта (Б), стадия резистентности – 14-32 сутки (В) и истощения – 33-43 сутки (Г).

Полученные нами данные, возможно, обусловлены изменением функциональной активности эпифиза, играющего важную роль в обеспечении временной организации физиологических систем. Известно, что при стрессе уменьшается плотность β-адренорецепторов в пинеалоцитах, сопровождающаяся дисфункцией внутриклеточной серотонин-N-ацетилтрансферазы, и уменьшением N-ацетилсеротонина и мелатонина (М) [34], что приводит к изменению секреции основного эпифизарного гормона мелатонина. Показано также, что при стрессе не столько изменяется содержание М в эпифизе, сколько происходит смещение акрофазы его секреции [35]. Эпифиз является ведущим пейсмекером в широком диапазоне периодов, участвующим в координации биоритмов, а одной из основных его функций является способность организовывать ритмическую деятельность различных физиологических систем. При нарушении, обусловленном гипокинетическим стрессом изменяется и ритмическая деятельность всех физиологических систем организма, в том числе симпатоадреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, а также показателей функциональной

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

активности тех нейтрофилов, в регуляции деятельности которых принимает участие эпифиз.

ВЫВОДЫ

Гипокинетический стресс приводит к выраженному нарушению временной организации и, в частности, инфрадианной ритмики экскреции катехоламинов и 11-оксикортикостероидов с мочой и неспецифической резистентности. Данные изменения обусловлены нарушением функциональной активности эпифиза, играющего важную роль в обеспечении временной организации физиологических систем.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 208 с.
2. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., Кузнецова Б.А. и др. Развитие адаптации к стрессу в результате курса транскраниальной электростимуляции // Бюл. экспер. биол. – 1994, № 1. – С. 16-18.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М.: Наука, 1960. – 254 с.
4. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: Имедис, 1998. – 656 с.
5. Ашофф Ю. Биологические ритмы. – М.: Мир, 1984. – 414 с.
6. Деряпа П.Р., Мошкин Н.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.
7. Halberg F., Breus T.K., Cornelissen G. et al. Chronobiology in Space. – Minnesota University Medtronic Seminar. – Series No. 1. – Desember. – Minessota. – 1991. – Vol. 13, No. 12. – P. 21.
8. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П. Космос и биологические ритмы. – Симферополь – 1995. – 186 с.
9. Агулова Л.П. Биоритмологические закономерности формирования компенсаторно–приспособительных реакций в условиях клинической модели стресса: Автореф.дис… д-ра биол. наук: НИИ кардиологии СО РАМН. – Томск. – 1999. – 22 с.
10. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В. Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, изд-во Полиграф сервис. – 2002. – 232 с.
11. Тиграпян Р.А. Метаболические аспекты проблемы стресса в космическом полете. – М., 1985. – С. 135.
12. Резников А.Г., Носенко Н.Д., Тарасенко Л.В. Участие эндогенных опиоидов в патогенезе ранних нейроэндокринных проявлений синдрома пренатального стресса // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – № 5. – С. 497-499.
13. Давыдова Н.А., Кветинянски Р., Ушаков А.С. Особенности реакций симпатико-адреналовой системы у космонавтов, совершивших длительные космические полеты на орбитальной станции «Салют-7» // Космическая биология и авиационная медицина. – 1989. – Т. 23, № 4. – С. 14-21.
14. Monnikes H., Schmidt B. G. Microinfusion of corticotropin releasing factor into the locus coeroleus nuclei stimulstes colonic motor function in rats // Brain Res. – 1994. – Vol. 644. – P. 1651-1656.
15. Горизонтов П.Д., Белоусова О.И., Федотова М.М. Стресс и система крови. – М.: Медицина, 1983. – 240 с.
16. Маянский А.Г., Маянский Д.Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге. – Новосибирск: Наука. – 1983. – 256 с.
17. Антоняк Г.Л. Роль протеолитических ферментов в функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов // Успехи современной биологии. – 1999. – Т. 119, № 5. – С. 476-486.
18. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис… канд. биол. наук: СГУ. – Симферополь. – 1985. – 25 с.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

19. Верко И.П. Функциональная активность нейтрофилов крови крыс при развитии адаптационных реакций различного типа Автореф. дисс. … канд. биол. наук: 03.00.13 / ТНУ – Симферополь. – 2003. – 42 с.
20. Федоров И.В. Обмен веществ при гиподинамии: Проблемы космической биологии. – М.: Наука, 1982. – 253 с.
21. Коваленко Е.А., Туровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
22. Сантана Вега Леонель. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис…канд. биол. наук. 03.00.13 / – СГУ. – Симферополь. – 1991. – 21 с.
23. Чуян Е.П. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис… канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т. – Симферополь. – 1992. – 22 с.
24. Бойко Т.П. Изменение уровня катехоламинов в тканях белых крыс в условиях формирования алкогольной мотивации и их фармакологическая регуляция Автореф. дисс. … д-ра биол. наук, – Харьков. – 1987. – 16 с.
25. Бару А.М. Значение норадреналина головного мозга в возникновении гормонально-медиаторной диссоциации как формы изменения симпатоадреналовой активности // Физиология и биохимия биогенных аминов. – М.: Наука. – 1969. – С. 64-70.
26. Колб В.Г., Камышников Е.С. Клиническая биохимия. – Минск, 1976. – 234 с.
27. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего // Цитология. – 1977. – № 10 (16). – С. 1321-1322.
28. Лилли Р. Патологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645 с.
29. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис… канд. мед. наук: 14.00.23 / Крым. Мед. ин-т. – Симферополь. – 1986. – 25 с.
30. Нарциссов Р.Н. Применение п-нитротетразоля фиолетового для количественного цитохимического определения дегидрогеназ лимфоцитов человека // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1969. – № 8. – С. 73.
31. Робинсон М.В., Тонюркова Л.Б., Труфакин В.А. Морфология и метаболизм лимфоцитов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 125 с.
32. Kaplow L.S. A Histochemical prosedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1995. – № 10. – P. 1023-1029.
33. Емельянов И.П. Структура биологических ритмов человека в процессе адаптации. Статистический анализ и моделирование.– Новосибирск: Наука, – 1986. – 184с.
34. Yocca F. D. and Friedman E. Parallel but Separate Release of Catecholamines and Acetylchlinesterase from Stimulated Adrenal Chromaffin Cells in Culture // J. of Neuroendocrinology. – 1984. – V. 42. – P. 1433-1438.
35. Арушанян Э.Б. Эпифиз и организация поведения // Успехи физиол. наук. – 1991. – Т. 22, № 4. – С. 122 – 141.

Поступила в редакцию 22.09.2005 г.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

АННОТАЦИИ

Буков Ю.А., Алпеева А.В. **Гипервентиляционный синдром и возможности его коррекции у детей дошкольного возраста при помощи увеличения объема дыхательных путей** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 3-6.

В статье рассматриваются физиологические механизмы гипервентиляционного синдрома у детей дошкольного возраста. Показано, что использование дополнительного резистивного сопротивления дыханию, как средства респираторной тренировки позволяет повысить функциональные резервы системы внешнего дыхания у часто болеющих детей.

Ключевые слова: гипервентиляция, респираторная тренировка, дети дошкольного возраста.

Грабовская Е.Ю., Малыгина В.И., Архангельская Е.В. **Реакции животных с различным уровнем двигательной активности на действие переменных магнитных полей инфранизкой частоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 7-12.

Крысы с различным уровнем двигательной активности в «открытом поле» по-разному реагируют на действие переменного магнитного поля инфранизкой частоты: у животных со средней и высокой двигательной активностью адаптационные процессы развиваются однонаправлено, но у крыс с высокой двигательной активностью первоначальная реакция и адаптация к действию переменного магнитного поля развивается на три – пять дней позже, а у животных с низкой двигательной активностью развиваются наиболее выраженные изменения. Полученные закономерности могут быть использованы для прогнозирования реакции человека на действие переменного магнитного поля частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл.

Ключевые слова: переменные магнитные поля, двигательная активность, адаптация, нейтрофилы, симпато-адреналовая система.

Евстафьева Е.В., Сидякин В.Г., Павленко В.Б. **Психофизиологический статус организма учащихся при неблагоприятных воздействиях среды и некоторые методы его коррекции** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 13-20.

Показаны нейро- и психофизиологические эффекты воздействий тяжелых металлов и напряженной работы с персональным компьютером на организм учащихся. Предлагаются методы коррекции указанных воздействий.

Ключевые слова: тяжелые металлы, персональный компьютер, коррекция психофизиологического статуса.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Золотницкий А.П. **Экологические закономерности размножения мидии (*Mytilus galloprovincialis*) в различных районах Черного моря** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 21-33.

Исследованы по закономерности размножения мидии (*Mytilus galloprovincialis*) в различных районах Черного моря. Выявлена широкая экологическая пластичность размножения мидии, выражающаяся в ускорении или замедлении прохождения отдельных фаз гаметогенеза, смешении сроков массового размножения и изменении числа нерестов, обусловленных термическим, солевым и трофическим режимом акваторий. Показано, что изменениями функционального состояния половых желез обусловлены как исторически сложившимися и генетически закрепленными эндогенными ритмами к генерализованным параметрам среды обитания, так и лабильными адаптивными реакциями, в которых важную роль играют процессы резорбции половых клеток разных фаз гаметогенеза.

Ключевые слова: мидия, оогенез, половой цикл, размножение, гонии, ооциты, нерест, температура, соленость, трофические условия.

Колотилова О.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О., Павленко В.Б., Зинченко Е.Н. **Влияние стволовых структур головного мозга на паттерн массовой электрической активности бодрствующих кошек** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 34-42.

Работа направлена на выяснение характера взаимосвязи между импульсной активностью нейронов аминергических систем и спектральной мощностью ритмов ЭЭГ у кошек в условиях поведения животных приближенного к свободному.

Ключевые слова: норадренергические, серотонинергические системы, голубое пятно, ядра шва, электроэнцефалограмма, нейронная активность.

Коренюк И.И., Гамма Т.В., Замотайлов А.А. **Эффекты воздействия 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорида на параметры биоэлектрической активности нейронов моллюска** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57).– № 2. – С. 43-49.

С использованием методов внутриклеточного отведения электрических потенциалов и регистрации трансмембранных ионных токов идентифицированных и неидентифицированных нейронов улитки изучены особенности селективного влияния 2-трифторметилбензимидазол гидрохлорида (ТФМБ) в концентрациях 10^{-6} – 10^{-2} м на электрогенез нейронов. Пороговая концентрация соединения составляла 10^{-5} м. Показано, что у разных нейронов ТФМБ вызывал неодинаковые ответные реакции, специфично изменяя параметры мембранного потенциала, амплитуды и длительности потенциала действия, следовой гиперполяризации и величин трансмембранных ионных токов. Установлено, что к действию ТФМБ чувствительными являются Na^+-, K^+-, Ca^{2+}- и Cl^--токи. Выявлено, что ТФМБ позволяет выявлять возбуждающие и тормозные синаптические входы на соме

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

пейсмекерных нейронов, и проявляет специфичное влияние на их аксо-дендритную и соматическую мембрану.

Ключевые слова: потенциал действия, нейрон, моллюск, 2-трифторбензимидазол гидрохлорид.

Котов С.Ф., Симагина Н.О. **Аллелопатическое влияние многолетних видов растений на однолетние суккулентные виды в сообществах галофитной растительности Крыма** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 50-55.

Изучено влияние многолетних видов - Artemisia santonica, Halocnemum strobilaceum, Limonium gmelinii на однолетники Salicornia europaea, Suaeda prostrata, Petrosimonia oppositifolia. Многолетники обладают высокой аллелопатической активностью, динамика которой изменяется на протяжении вегетационного периода и онтогенеза. Морфометрические параметры (высота, масса, диаметр стебля, ветвление) и репродуктивное усилие однолетников увеличивается по градиенту удаленности от многолетников.

Ключевые слова: аллелопатия, многолетники, однолетники, галофиты.

Луцюк Н.В., Павленко В.Б. **Подходы к организации сеансов биологической обратной связи по ЭЭГ в коррекции нарушений внимания** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 56-64.

В статье рассматриваются некоторые основные вопросы, подходы, методы, использующиеся в настоящее время в коррекции нарушений внимания с помощью метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме. Описаны преимущества определенных протоколов биоуправления для коррекции/развития показателей внимания.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, методы, подходы, коррекция внимания.

Мартынюк В.С., Цейслер Ю.В., Мирошниченко Н.С. **Ренатурация метгемоглобина под влиянием гидрофобных лигандов** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 65-68.

Разработана новая экспериментальная модель гидрофобных взаимодействий на примере ренатурации *метгемоглобина*, основанная на самопроизвольном сворачивания белковой глобулы после её частичной денатурации, в условиях нагрузки белка низкомолекулярными неспецифическими лигандами неполярной природы, бензолом и хлороформом. Выявлено, что хлороформ и бензол оказывают ингибирующее действие на ренатурацию *метгемоглобина*, причем бензол ещё и замедляет этот процесс.

Ключевые слова: ренатурация, денатурация, метгемоглобин, гидрофобные взаимодействия.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Мельниченко Е.В., Ефименко А.М., Озерова Л.А., Мишин Н.П., Пархоменко А.И., Снапков П.В., Ромашевский Д.В. **Эффект тракционной миорелаксации на реактивность нейронов головного мозга у спортсменов** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 69-74.

Изучали эффект тракционной миорелаксации на коофицент реактивности (КР) альфа-ритма в левом и правом полушарии головного мозга у спортсменов (эксперимент) и не спортсменов (контроль). Показано, что мышечное растяжение оказывает существенно больший седативный эффект на функциональное состояние нейронов головного мозга спортсменов, который выражается в повышении КР у спортсменов при зрительной активации и его снижении при ее прерывании.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, альфа-ритм, аутотракция, миорелаксация, седативный эффект, коэффициент реактивности.

Минин В.В. **Типы реагирования сердечно-сосудистой системы боксеров на вестибулярные раздражения** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 75-78.

Обнаружено три реакции сердечно-сосудистой системы боксеров на вестибулярные раздражения: гиперкинетическая, гипокинстическая, эукинетическая. При гиперкинстической реакции сердечный выброс увеличивается, кровеносные сосуды расширяются; при гипокинетической – сердечный выброс уменьшается; кровеносные сосуды сужаются. При эукинетической реакции показатели не изменяются.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, вестибулярное раздражение, гиперкинетический, гипокинстический, эукинетический.

Нагаева Е.И. **Изменения инфрадианной ритмики бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с высокой двигательной активностью под влиянием слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 79-87.

Исследовано влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику бактерицидных систем нейтрофилов у крыс с типичной реакцией и высокой толерантностью к действию переменного магнитного поля. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что слабое переменное магнитное поле сверхнизкой частоты вызывает существенные изменения параметров инфрадианной ритмики физиологических процессов у крыс с различными индивидуально-типологическими особенностями. В результате действия переменного магнитного поля сверхнизкой частоты изменения параметров инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов у животных со средней и высокой двигательной активностью становятся менее выраженными.

Ключевые слова: индивидуальная чувствительность, инфрадианная ритмика, бактерицидные системы, синхронизация.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Павленко В.Б. Калашник О.А. **Нейроэтология и электрофизиологические корреляты агрессивности** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 88-96.

В статье приведен критический обзор литературы по биологическим механизмам агрессивности и ее отражении в паттерне ЭЭГ-потенциалов.

Ключевые слова: агрессия, личность, ЭЭГ-потенциалы.

Погодина С.В. **Использование параметров физического развития для оценки функциональной готовности юных пловцов к тренировочным нагрузкам** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 97-102.

В статье обсуждается эффективность использования параметров физического развития спортсменов для оценки функциональной готовности их организма к тренировочным нагрузкам. В частности, предлагается использовать данные параметры для определения сенситивных периодов на различных этапах физического развития юных пловцов, что имеет важное значение в обеспечении приспособительных реакций организма и должно учитываться при составлении многолетних тренировочных программ в спортивном плавании.

Ключевые слова: функциональная готовность, физическое развитие, сенситивные периоды, тренировочные нагрузки, юные пловцы.

Пономарева В.П. **Роль индивидуального профиля функциональной асимметрии человека и животных в реализации физиологического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 103-120.

Работа посвящена изучению роли индивидуального профиля функциональной асимметрии человека и животных в реализации физиологического действия изолированного и комбинированного со стресс-фактором (гипокинезия) электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона (7,1 мм; 0,1 мВт/см^2) разной локализации. Показано, что существует связь индивидуального профиля функциональной асимметрии человека и животных с уровнем средней активности сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах крови и функциональным состоянием центральной нервной системы (степенью развития психофизиологических показателей у практически здоровых людей (17-20 лет) и уровнем двигательной активности крыс в тесте „открытого поля").

Коэффициент функциональной асимметрии человека и животных может служить критерием их чувствительности к воздействию факторов как высокой (стресс-фактор), так и низкой интенсивности электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона.

Электромагнитное излучение крайне высокочастотного диапазона, в отличие от гипокинезии не изменяет знак, но влияет на величину функциональной асимметрии человека и животных, причем ее увеличение или уменьшение связано с

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

локализацией воздействия: при центральном и контралатеральном относительно доминирующего полушария положении источника электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона асимметрия увеличивается, при ипсилатеральном – уменьшается. Изменения коэффициентов функциональной асимметрии у человека и животных являются показателем эффективности использования электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона: при ее увеличении – биологическая эффективность электромагнитного излучения крайне высокочастотного диапазона увеличивается.

Ключевые слова: межполушарная асимметрия, индивидуальный профиль функциональной асимметрии, электромагнитные излучения крайне высокочастотного диапазона, адаптационные реакции, гипокинезия, психофизиологическое состояние, поведенческие реакции, нейтрофилы, лимфоциты.

Раваева М.Ю., Коренюк И.И. **Модуляция β-аланином и N-(1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-α-D-галактопирануроноил)-β-аланином поведения крыс в тесте «открытое поле»** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 121-125.

Изучалось действие β-аланина и гликопептида N-(1,2:3,4-ди-0-изопропилиден-α-D-галактопирануроноил)-β-аланина на поведение крыс в тесте «открытое поле». Показано, что β-аланин и гликопептид повышают двигательную, исследовательскую активность, груминг и количество дефекаций у крыс. β-аланин оказывал более выраженное влияние, чем гликопептид. Предполагается наличие анксиотропного профиля у тестированных соединений. Рассматривается участие моноаминергических систем в проявлении данных эффектов.

Ключевые слова: «открытое поле», гликопептид, β-аланин.

Сафронова Н.С. **Влияние милдроната на антиоксидантный резерв организма и двигательную способность лиц с ослабленным здоровьем** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 126-131.

В работе исследованы особенности свободнорадикального окисления липидов и антиоксидантной системы организма под влиянием различных возмущающих воздействий. Изучена взаимосвязь протекания процессов ПОЛ и физической работоспособности обследуемых лиц в условиях физических тренировок во время приема милдроната, а также в сочетании приема милдроната и шести-недельного тренировочного цикла. Полученные результаты позволяют рекомендовать сочетанное применение милдроната и аэробных физических нагрузок в качестве средства повышения физической работоспособности лиц с ослабленным здоровьем.

Ключевые слова: аэробные тренировки, милдронат, перекисное окисление липидов, физическая работоспособность.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Станишевская Т.И. **Основные типы микроциркуляции крови и частота их встречаемости у девушек юго-восточного регионa Украины** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 132-139.

Существенные колебания основных показателей микроциркуляции в трёх типах лазерных доплеровских флоуметрограмм (ЛДФ-грамм) позволили выделить среди обследованных девушек три типа микроциркуляции: нормоемический, при котором наблюдается «апериодическая» ЛДФ-грамма; гиперемический, которому соответствует «монотонная» ЛДФ-грамма с высоким показателем парамера микроциркуляции (ПМ) и гипоемический тип, при котором выявлена «монотонная» ЛДФ-грамме с низким показателем ПМ. Отмечено, что примерно одну треть обследованных девушек юго-восточного региона Украины (28,8% от общего числа случаев) составили те, которые имели нормоемический тип микроциркуляции. Большая часть девушек (56,7%) имели гиперемический тип микроциркуляции. Девушки с гипоемическим типом микроциркуляции наблюдались в обследованной популяции в 14,5% случаев.

Ключевые слова: лазерная допплеровская флоуметрия; «апериодическая» и «монотонная» ЛДФ-граммы; амплитудно-частотный спектр; нормоемический, гиперемический и гипоемический типы микроциркуляции.

Темурьянц Н.А., Минко В.А., Яцкевич Т.В. **Инфрадианная ритмика физиологических процессов у животных с низкой двигательной активностью в открытом поле при действии слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 140-152.

Исследовано влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на динамику и инфрадианную ритмику показателей поведения, функциональной активности лимфоцитов и нейтрофилов периферической крови крыс с низкой двигательной активностью сравнительно с крысами, характеризующимися средним уровнем двигательной активности в тесте открытого поля. Переменное магнитное поле частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл вызывает изменения параметров инфрадианной ритмики физиологических процессов у крыс с различными индивидуальными особенностями, наиболее выраженные у крыс с низким уровнем двигательной активности. Изменения параметров инфрадианной ритмики отмечаются даже в том случае, когда их абсолютные значения не изменяются. В результате изменений параметров инфрадианной ритмики относительно контрольных данных уменьшаются различия в динамике и инфрадианной ритмике исследованных показателей у крыс с низким уровнем двигательной активности и средним уровнем двигательной активности.

Ключевые слова: инфрадианная ритмика, нейтрофилы, лимфоциты, уровень двигательной активности, переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, поведенческие реакции.

Трибрат А.Г., Губкина Д.Г., Арбатов В.В., Павленко В.Б. **Динамика паттерна ЭЭГ человека при проведении сеансов биологической обратной связи по электроэнцефалограмме** // Ученые записки Таврического национального

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 153-160.

В статье описываются изменения в поддиапазонах альфа-ритма человека под влиянием сеансов электроэнцефалографической обратной связи. Рассматриваются нейрональные механизмы нейрофидбек.

Ключевые слова: нейрофидбек, электроэнцефалограмма, альфа-ритм.

Черный С.В., Махин С.А. **Связь характеристик текущей ЭЭГ-активности с чертами личности, определенными с помощью 16-ти факторного опросника Кеттелла** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 161-168.

Статья отражает результаты экспериментального исследования, в ходе которого были найдены положительные корреляции между величиной нормированной мощности тета- и альфа-ритмов в состоянии покоя с закрытыми глазами и оценками по шкале «Q_3», а также между нормированной мощностью бета1-ритма в состоянии покоя с открытыми глазами и оценками по шкале «I» 16-факторного опросника Кеттелла.

Ключевые слова: 16-факторный опросник Кеттелла, ЭЭГ.

Чуян Е.Н., Махонина М.М. **Роль опиоидных пептидов в изменении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии низкоинтеисивного ЭМИ КВЧ** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 169-177.

Изучена роль системы опиоидных пептидов (ОпП) в изменении функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс под влиянием изолированного и комбинированного с экспериментально вызванной стресс-реакцией (гипокинезия), действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ).

Показано, что систематическое введение налоксона животным, подвергавшимся воздействию ЭМИ КВЧ и находившихся в условиях как обычного, так и ограниченного двигательного режима, нивелировало изменения функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови, зарегистрированные под действием этого физического фактора.

Полученные экспериментальные данные доказывают вовлеченность системы ОпП в реализацию биологических эффектов, вызываемых ЭМИ КВЧ. Это может служить подтверждением того, что первичное восприятие ЭМИ КВЧ может осуществляться опиоидными рецепторами и указывает на систему эндогенных ОпП как возможную мишень КВЧ-излучения.

Ключевые слова: система опиоидных пептидов, низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты, лимфоциты.

Чуян Е.Н., Джелдубаева Е.Р. **Антиноцицептивное действие низкоинтеисивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты при тонической боли у крыс** // Ученые записки Таврического национального

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 178-188.

Исследована возможность применения низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) (длина волны – 7,1 мм, плотность потока мощности – 0,1 мВТ/см^2) для снижения болевого синдрома при экспериментально вызванной тонической боли у крыс в формалиновом тесте. Показано, что как однократное, так и курсовое использование КВЧ-воздействия оказывает выраженное антиноцицептивное действие, что проявляется в достоверном уменьшении продолжительности болевой реакции и увеличении продолжительности неболевых поведенческих реакций у крыс в формалиновом тесте.

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ), тоническая боль.

Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. **Модификация поведенческих реакций у крыс с экспериментально вызванной тонической болью с помощью гипокинетического стресса** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 189-195.

Изучена модификация поведенческих реакций у крыс с экспериментально вызванной тонической болью с помощью гипокинетического стресса. Показано, что экспериментальное воздействие гипокинезии вызвало достоверные изменения болевой и неболевых поведенческих реакций у животных в формалиновом тесте. Высказано предположение, что при комбинированном действии болевого и гипокинетического стрессов у животных наблюдается развитие в организме перекрестной адаптации.

Ключевые слова: стресс, гипокинезия, боль.

Шишко Е.Ю. **Инфрадианная ритмика показателей стресс-реализующих систем и неспецифической резистентности нейтрофилов периферической крови крыс при гипокинетическом стрессе** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 196-206.

Изучены особенности динамики и инфрадианной ритмики показателей стресс-реализующих систем и функционального состояния нейтрофилов периферической крови крыс при гипокинетическом стрессе. Показано, что ограничение подвижности приводит к существенным изменениям инфрадианной ритмики всех исследованных физиологических показателей функционального состояния крыс, выражающимся в нарушении структуры инфрадианной периодичности, резком изменении амплитуд и сдвигах фаз во всех выделенных периодах. Доказано, что гипокинетический стресс, моделированный в данном исследовании, приводит к выраженному нарушению временной организации и, в частности, инфрадианной ритмики симпато-адреналовой системы, неспецифической резистентности и активности коры надпочечников.

Ключевые слова: инфрадианная ритмика, нейтрофилы, гипокинетический стресс, десинхроноз.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

АНОТАЦІЇ

Буков Ю.О., Алпєєва А.В. **Гіпервентиляційний синдром і можливості його корекції у дітей дошкільного віку за допомогою збільшення об'єму дихальних шляхів** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 3-6.

У статі розглядаються фізіологічні механізми гіпервентиляційного синдрому у дітей дошкільного віку. Показано, що використання додаткового резистивного опору дихання, як засобу респіраторного тренування, дозволяє підвищити функціональні резерви системи зовнішнього дихання у дітей, які часто хворіють.

Ключові слова: гіпервентиляція, респіраторне тренування, діти дошкільного віку.

Грабовська О.Ю.,Малигіна В.І., Архангельська О.В. **Реакції тварин з різним рівнем рухової активності на дію змінних магнітних полів інфранизької частоти** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 7-12.

Щури з різним рівнем рухової активності в відкритому полі по-різному реагують на дію змінних магнітних полей інфра-низькочастотного діапазону: у тварин із середньою і високою руховою активністю адаптаційні процеси розвиваються односпрямовано, але в щурів з високою руховою активністю первинна реакція і адаптація до дії змінних магнітних полей розвивається на 3-5 днів пізніше, а у тварин з низькою руховою активністю розвиваються найбільше виражені зміни. Одержані закономірності можуть бути використані для прогнозування реакції людини на дію змінних магнітних полей частотою 8 Гц індукцією 5 мкТл.

Ключові слова: змінні магнітні поля, рухова активність, адаптація, нейтрофіли, симпато-адреналова система, низька рухова активність, середня рухова активність, висока рухова активність.

Євстафьєва О.В., Сидякін В.Г., Павленко В.Б. **Психофізіологічний статус організму учнів при негативних впливах середовища та деякі методи його корекції** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 13-20.

Доводяться нейро- і психофізіологічні ефекти впливів важких металів та напруженої роботи с персональним комп'ютером на організм учнів. Рекомендовані методи корекції вказаних впливів.

Ключові слова: важкі метали, персональний комп'ютер, корекція психофізіологічного статусу.

Золотницький О.П. **Екологічні закономірності розмноження мідії (*mytilus galloprovinciali lam.*) у різних районах Чорного моря.** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 21-33.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Досліджені закономірності розмноження мідії (*Mytilus galloprovincialis*) у різних районах Чорного моря. Виявлено широку екологічну пластичність розмноження мідії, що виражається в прискоренні або вповільненні проходження окремих фаз гаметогенезу, змішанням строків масового розмноження й зміною числа нерестів, обумовлених термічним, сольовим і трофічним режимом акваторій. Показано, що зміни функціонального стану статевих залоз обумовлені як історично сформованими й генетично закріпленими ендогенними ритмами до генералізованих параметрів середовища перебування, так і лабільними адаптивними реакціями, у яких важливу роль відіграють процеси резорбції статевих клітин різних фаз гаметогенезу.

Ключові слова: мідія, оогенез, статевий цикл, розмноження, гонії, ооцити, нерест, температура, солоність, трофічні умови.

Колотілова О.І., Куліченко А. М., Фокіна Ю.О., Павленко В.Б., Зінченко Є.Н. **Вплив структур стовбура головного мозку на патерн масової електричної активності кішок у стадії активності.** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 34-42.

Стаття спрямована на з'ясування характеру взаємозв'язку між імпульсною активністю нейронів амінергійних систем та спектральною потужністюі ритмів ЕЕГ у кішок в умовах поведінки тварин близької до волі.

Ключові слова: норадренергійні, серотонінергічні системи, блакитна пляма, ядра шва, електроенцефалограма, нейронна активність.

Коренюк І.І., Гамма Т.В., Замотайлов А.А. **Ефекти дії 2-трифторметилбензимідазол гідрохлориду на параметри біоелектричної активності нейронів молюска** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 43-49.

За допомогою методів внутрішньоклітинного відведення електричних потенціалів та реєстрації трасмембранних іонних струмів ідентифікованих та неідентифікованих нейронів слимака вивчені особливості селективного впливу 2-трифторметилбензимідазол гідрохлориду в концентраціях 10^{-6} – 10^{-2} М на електрогенез нейронів. Порогова концентрація сполуки була 10^{-5} М. Показано, що 2-трифторметилбензимідазол гідрохлорид викликав неоднакові реакції різних нейронів; специфічно змінювались мембранний потенціал, амплітуда і тривалість потенціалу дії, слідова гіперполяризація і показники трансмембранних іонних струмів. Встановлено, що до дії 2-трифторметилбензимідазол гідрохлориду чутливими є Na^+-, K^+-, Ca^{++}- і Cl^--струми. Виявлено, що 2-трифторметилбензимідазол гідрохлорид дозволяє виявляти збуджуючі та гальмівні синаптичні входи на мембрані соми у пейсмекерних нейронів. Показано специфічний вплив 2-трифторметилбензимідазол гідрохлориду на аксо-дендритну і соматичну мембрану.

Ключові слова: потенціал дії, нейрон, молюск, 2-трифторметилбензимідазол гідрохлорид.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Котов С.Ф., Сімагіна Н.О. **Алелопатичний вплив багаторічних видів рослин на однорічні сукулентні види в угрупованнях галофітної рослинності Криму** // Учение записки Тавріческого национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 50-55.

Вивченно вплив багаторічних видів - *Artemisia santonica, Halocnetum strobilaceum, Limonium gmelinii* на однорічники *Salicornia europaea, Suaeda prostrata, Petrosimonia oppositifolia.* Багаторічники володіють високою алелопатичною активністю, динаміка якої змінюється протягом вегетаційного періоду і онтогенезу. Морфометричні параметри (висота, маса, діаметр стебла, ступінь галуження) та репродуктивне зусилля однорічників збільшуються за градієнтом віддаленості від багаторічників.

Ключові слова: алелопатія, багаторічники, однорічники, галофіти.

Луцюк М.В., Павленко В.Б. **Підходи до організації сеансів біозворотнього зв'язку за електроенцефалограмою в корекції порушень уваги** // Учение записки Тавріческого национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 56-64.

У статті розглядаються деякі головні питання, підходи, методи, що використовуються в даний час в корекцій порушень уваги за допомогою методу біозворотнього зв'язку за електроенцефалограмою. Описані переваги певних протоколів біокерування в корекції / розвитку показників уваги.

Ключові слова: біологічний зворотній зв'язок, методи, підходи, корекція уваги.

Мартинюк В.С., Цейслер Ю.В., Мірошниченко М.С. **Ренатурація метгемоглобіну під впливом гідрофобних гідрофобних лігандів** // Учение записки Тавріческого национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 65-68.

Розроблено нову експериментальну модель гідрофобних взаємодій на прикладі ренатурації метгемоглобіну, яка заснована на довільному згортанні білкової глобули після її часткової денатурації в умовах навантаження білка низькомолекулярними неспецифічними лігандами неполярної природи, зокрема бензолом та хлороформом. Виявлено, що хлороформ та бензол пригнічують процес ренатурації метгемоглобіну, при цьому бензол ще й уповільнює цей процес.

Ключові слова: денатурація, ренатурація, метгемоглобін, гідрофобні взаємодії.

Мельниченко О.В., Єфименко А.М., Озерова Л.О., Мішин М.П., Пархоменко О.І., Снапков П.В., Ромашевський Д.В. **Ефект тракційної міорелаксації на реактивність нейронів головного мозку у спортсменів.** // Учение записки Тавріческого национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С 69-74.

Вивчали ефект тракційної міорелаксації на коефіцієнт реактивності альфа-ритму в лівій і правій півкулях головного мозку у спортсменів (експеримент) і

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

неспортсменів (контроль). Показано, що м'язове розтягування надає суттєво більший седативний ефект на функціональний стан нейронів головного мозку спортсменів. Що виражається в підвищенні коефіцієнта реактивності у спортсменів при зоровій активації і його зниженні при її перериванні.

Ключові слова: ЕЕГ, альфа-ритм, аутотракція, міорелаксація, седативний ефект, коефіцієнт реактивності.

Мінін В.В. **Типи реагування серцево-судинної системи боксерів при вестибулярних подразненнях** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 75-78.

Виявлено, три реакції серцево-судиної системи на вестибулярні подразнення. А саме: гіперкінетична, еукінетична та гіпокінетична реакція серцево-судиної системи у боксерів.При гіперкінетичній реакції серцевий викид зростає, судини розширяються,при гіпокінетичній реакції серцевий викид зменьшується, а судини звужуються, при еукінстичній реакції показники центральної кардіогемодинаміки суттєво не змінюються.

Ключові слова: серцево-судинна система, вестибулярне подразнення, гіперкінстичний, гіпокінетичний, еукінстичний.

Нагаєва О.І. **Зміни інфрадіанної ритміки бактериційних систем нейтрофілів у щурів з високою руховою активністю під впливом слабкого змінного магнітного поля наднизької частоти** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 79-87.

Досліджено вплив змінного магнітного поля наднизької частоти на інфрадіанну ритміку бактериційних систем нейтрофілів у щурів з типовою реакцією і високою толерантністю до впливу змінного магнітного поля наднизької частоти. Результати проведенних досліджень свідчать про те, що слабке змінне магнітне поле надто низької частоти викликає значні зміни параметрів інфрадіанної ритміки фізіологічних процесів у щурів з різними індвідуально-типологічними особливостями. У результаті дії змінного магнітного поля надто низької частоти зміни параметрів інфрадіанної ритміки функціональної активності нейтрофілів у тварин з середньою та високою руховою активністю стають менш помітні.

Ключові слова: індивідуальна чутливість, інфрадіанна ритміка, бактериційні системи, синхронізація.

Павленко В.Б. Калашник О.О. **Нейроетологія й електрофізіологічні кореляти агресивності** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 88-96.

У статті приведено критичний облік літератури за біологічними механізмами агресивності в її віддзеркаленні в патерні ЕЕГ-потенціалів.

Ключові слова: агресія, особистість, ЕЕГ-потенціали.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Погодіна С.В. **Використання параметрів фізичного розвитку для оцінки функціональної готовності юних плавців до тренувальних навантажень** //Учение записки Таврического национального университета им. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. С. 97-102.

У статті обговорюється ефективність використання параметрів фізичного розвитку спортсменів для оцінки функціональної готовності їхнього організму до тренувальних навантажень. Зокрема, пропонується використовувати дані параметри для визначення сенситивних періодів на різних етапах фізичного розвитку юних плавців, що має важливе значення в забезпеченні пристосувальних реакцій організму і повинне враховуватися при складанні багаторічних тренувальних програм у спортивному плаванні.

Ключові слова: функціональна готовність, фізичний розвиток, сенситивні періоди, тренувальні навантаження, юні плавці.

Пономарьова В.П. **Роль індивідуального профілю функціональної асиметрії людини і тварин у реалізації фізіологічних механізмів біологічних ефектів низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти** // Учение записки Таврического национального университета им. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 103-120.

Робота присвячена вивченню ролі індивідуального профілю функціональної асиметрії людини і тварин у реалізації фізіологічної дії ізольованого і комбінованого зі стрес-фактором (гіпокінезія) електромагнітного випромінювання надто високої частоти (7,1 мм; 0,1 мВт/см^2) різної локалізації. Показано, що існує взаємозв'язок індивідуального профілю функціональної асиметрії людини і тварин з рівнем середньої активності сукцинатдегідрогенази в лімфоцитах крові і функціональним станом центральної нервової системи (ступенем розвитку психофізіологічних показників у практично здорових людей (17-20 років) і рівнем рухової активності щурів у тесті «відкритого поля»).

Коефіцієнт функціональної асиметрії в людини і тварин може служити критерієм їх чутливості до впливу факторів як високої (стрес-фактор), так і низької інтенсивності електромагнітного випромінювання надто високої частоти. Електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, на відміну від гіпокінезії, не змінює знак, але впливає на величину функціональної асиметрії в людини і тварин, причому її збільшення чи зменшення пов'язане з локалізацією впливу: при центральному і контралатеральному стосовно домінуючої півкулі положенні джерела електромагнітного випромінювання надто високої частоти асиметрія збільшується, при іпсилатеральному – зменшується. Зміна величини коефіцієнтів функціональної асиметрії в людини і тварин є показником ефективності застосування електромагнітного випромінювання: при її збільшенні – біологічна ефективність електромагнітного випромінювання надто високої частоти збільшується.

Ключові слова: міжпівкульова асиметрія, індивідуальний профіль функціональної асиметрії, електромагнітне випромінювання надто високої частоти,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

адаптаційні реакції, гіпокінезія, психофізіологічний стан, поведінкові реакції, нейтрофіли, лімфоцити.

Раваєва М.Ю., Коренюк І.І. **Модуляція β-аланіном і N-(1,2:3,4-ді-0-ізопропіліден-α-D-галактопірануроноіл)-β-аланіном поведінкі щурів у тесті «відкрите поле»** // Учение записки Таврічеського национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 121-125.

Вивчалась дія β-аланіна і глікопептида N-(1,2:3,4-ді-0-ізопропіліден-α-D-галактопірануроноіл)-β-аланіна на поведінку щурів у тесті «відкрите поле». Показано, що β-аланін і глікопептид збільшують рухову і дослідницьку активність, грумінг та дефекацію у щурів. β-аланін виявляв більш виразну дію, ніж глікопептид. Передбачається наявність анксіотропного профілю у тестованих сполук. Обговорюється участь моноамінергічних систем у прояві даних ефектів.

Ключови слова: «відкрите поле», глікопептид, β-аланін

Сафронова Н.С. **Вплив мілдронату на антиоксидантний резерв організму і рухову здатність осіб з ослабленим здоров'ям** // Учение записки Таврічеського национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 126-131.

В роботі досліджені особливості вільнорадикального окислення ліпідів і антиоксидантної системи організму під дією різних впливів. Вивчено взаємозв'язок протікання процесів перекисного окислення ліпідів і фізичної працездатності обстежуваних осіб в умовах фізичних тренувань, під час прийому мілдронату, а також у поєднанні прийому мілдронату і 6-ти тижневого тренувального циклу. Отримані результати дозволяють рекомендувати поєднане застосування мілдронату та аеробних фізичних навантажень як засіб підвищення фізичної працездатності осіб з ослабленим здоров'ям.

Ключові слова: аеробні тренування, мілдронат, перекисне окислення ліпідів, фізична працездатність.

Станішевська Т.І. **Основні типи мікроциркуляції крові і частота їх наявності у дівчат південно-східного регіону України** // Учение записки Таврічеського национального универсітета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія". – 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 132-139.

Істотні коливання основних показників мікроциркуляції в трьох типах лазерних доплерівських флоуметрограм дозволили виділити серед обстежених дівчат три типи мікроциркуляції: нормоемічний, при якому спостерігається «аперіодична» лазерна доплерівська флоуметрограма; гіперемічний, якому відповідає «монотонна» лазерна доплерівська флоуметрограма з високим показником параметра); і гіпоемічний тип, при якому виявлена «монотонна» лазерна доплерівська флоуметрограма з низьким показником параметра мікроциркуляції. Відзначено, що приблизно одну третину обстежених дівчат південно-східного регіону України (28,8% від загального числа випадків) склали ті, які мали нормоемічний тип мікроциркуляції. Велика частина дівчат (56,7%) мали

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

гіперемічний тип мікроциркуляції. Дівчата з гіпоемічним типом мікроциркуляції спостерігалися в обстеженій популяції в 14,5% випадків.

Ключові слова: лазерна доплерівська флоуметрия; «аперіодична і «монотонна» лазерни доплерівські флоуметрограми»; амплітудно-частотний спектр; нормоемічний, гіперемічний і гіпоемічний типи мікроциркуляції.

Темур'янц Н.А., Мінко В.О., Яцкевич Т.В. **Інфрадіанна ритміка фізіологічних процесів у тварин з низькою руховою активністю у відкритому полі при дії слабкого змінного магнітного поля наднизької частоти** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 140-152.

Вивченно вплив змінних магнітних полей надто низькочастотного діапазону на динаміку і інфрадіанну ритміку поведінкових реакцій, показників функціонального стану лімфоцитів і нейтрофілів крові щурів із низькою руховою активністю у порівнянні з тваринами, що характеризуються середньою руховою активністю й у тесті відкритого поля. Змінне магнітне поле частотою 8 Гц індукцією 5 мкТл викликає зміни параметрів іфрадіанної ритміки фізіологічних процесів у щурів з різними індивідуально-типологічними особливостями, але вони є більш вираженими у щурів із низькою руховою активністю. Істотні зміни параметрів ритміки відзначаються навіть у тому випадку, коли абсолютні їхні значення не змінюються. У результаті змін параметрів інфрадіанної ритміки щодо контрольних даних зменшуються розходження у динаміці і інфрадіанній ритміці досліджених показників.

Ключові слова: інфрадіанна ритміка, лімфоцити, нейтрофіли, низька рухова активність, змінне магнітне поле надто низькочастотного діапазону, поведінкові реакції.

Трибрат О.Г., Губкіна Д.Г., Арбатов В.В., Павленко В.Б. **Динаміка паттерна ЕЕГ людини при проведенні сеансів біологічного зворотнього зв'язку по електроенцефалограмі** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 153-160.

В статті описуються зміни в поддіапазонах альфа-ритму людини під впливом сеансів електроенцефалографічного зворотнього звязку. Розглядаються нейрональні механізми нейрофідбек.

Ключові слова: нейрофідбек, електроенцефалограма, альфа-ритм.

Чорний С.В., Махін С.А. **Зв'язок характеристик поточної ЕЕГ-активності з рисами особистості, визначеними за допомогою 16-факторного опитника Кеттела** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 161-168.

Стаття відбиває результати експериментального дослідження, під час якого було знайдено позитивні кореляції між величиною нормованої потужності тета- й альфа-ритмів у стані покою з зачиненими очима та оцінками з шкали «Q_3», а також

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

між нормованою потужністю бета1-ритма у стані покою із відкритими очима та оцінками з шкали «I» 16-факторного опитника Кеттела.

Ключові слова: 16-факторний опитник Кеттела, ЕЕГ.

Чуян О.М., Махоніна М.М. **Роль системи опіоїдних пептидів у зміні функціональної активності нейтрофілів і лімфоцитів крові щурів під впливом ізольованої і комбінованої з гіпокинезію дії низькоінтенсивного випромінювання надто високої частоти** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 169-177.

Вивчено роль системи опіоїдних пептидів у зміні функціональної активності нейтрофілів і лімфоцитів крові щурів під впливом ізольованою і комбінованої з експериментально викликаною стрес-реакцією (гіпокинезія) дії низькоінтенсивного випромінювання надто високої частоти.

Показано, що систематичне введення налоксона тваринам, що піддавалися впливові електромагнітного випромінювання над високої частоти і були в умовах як звичайного, так і обмеженого рухового режиму, нівелювало зміни функціональної активності нейтрофілів і лімфоцитів периферичної крові, зареєстрованих під дією цього фізичного фактора.

Отримані експериментальні дані доводять утягнутість системи опіоїдних пептидів у реалізацію біологічних ефектів, викликуваних електромагнітним випромінюванням над високої частоти. Це може служити підтвердженням того, що первинне сприйняття електромагнітного випромінювання над високої частоти може здійснюватися опіоїднимі рецепторами і вказує на систему ендогенних опіоїдних пептидів як можливу мішень електромагнітного випромінювання над високої частоти.

Ключові слова: система опіоїдних пептидів, низькоінтенсивне випромінювання надто високої частоти, лімфоцити.

Чуян О.М., Джелдубаєва Е.Р. **Знеболююча дія низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти при тонічному болю у щурів** // Учение записки Таврического национального университета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 178-188.

Досліджена можливість застосування низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти (довжина хвилі – 7,1 мм, щільність потоку потужності – 0,1 мВт/см^2) для зниження больового синдрому при експериментально викликаному тонічному болю у щурів у формаліновому тесті. Показано, що як одноразове, так і курсове використовування впливу електромагнітного випромінювання надто високої частоти надає виражену знеболюючу дію, що виявляється в достовірному зменшенні тривалості больової реакції і збільшенні тривалості небольових поведінкових реакцій у щурів у формаліновому тесті.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання надто високої частоти, тонічний біль.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Чуян О.М., Заячникова Т.В. **Модифікація поведінкових реакцій у щурів з експериментально викликаним тонічним болем за допомогою гіпокінетичного стресу** // Учение запіскі Таврічєского национального универсітета ім. В.І. Вєрнадского. Сєрія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 189-195.

Вивчено модифікацію поведінкових реакцій у щурів з експериментально викликаним тонічним болем за допомогою гіпокінетичного стресу. Показано, що експериментальний вплив гіпокінезії викликав достовірні зміни больової і небольових поведінкових реакцій у тварин у формаліновому тесті. Висловлено припущення, що при комбінованій дії болючого і гіпокінетичного стресів у тварин спостерігається розвиток у організмі перехресної адаптації.

Ключові слова: стрес, гіпокінезія, біль.

Шишко О.Ю. **Інфрадіанна ритміка показників стрес-реалізуючих систем і неспецифічної резистентності нейтрофілів периферійної крові щурів при гіпокінетичному стресі.** // Учение запіскі Таврічєского национального универсітета ім. В.І. Вєрнадского. Сєрія „Біологія, хімія".– 2005. – Т. 18 (57). – № 2. – С. 196-206.

У даній роботі вивчена динаміка і інфрадіанна ритміка показників стрес-реалізуючих систем і функціонального стану нейтрофілів периферійної крові щурів при гіпокінетичному стресі. Показано, що обмеження рухливості приводить до істотних змін інфрадіанної ритміки всіх досліджених фізіологічних показників функціонального стану щурів, що виражається в порушенні структури інфрадіанної періодичності, різкій зміні амплітуд і зсуву фаз у всіх виділених періодах. Дані дослідження свідчать про розвиток десинхронозу. Висловлено припущення про те, що гіпокінетичний стрес, модельований у нашому дослідженні, приводить до вираженого порушення тимчасової організації і, зокрема, інфрадіанної ритміки симпато-адреналової системи , неспецифічній резистентності і активності кори надниpок.

Ключові слова: інфрадіанна ритміка, нейтрофіли, гіпокінетичний стрес, десинхроноз.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

SUMMARY

Bukov Y.A., Alpeeva A.V. **Pre-school children hyperventilation syndrome and possibilities of its correction with the help of increasing of capacity of respiratory tract** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 3-6.

Physiological mechanisms of pre-school children hyperventilation syndrome are observed in the article. It's shown, that using of additional resistance to breathing, as means of respiratory training, allows increasing of functional reserves of the external breathing system in group of poor health children.

Key words: hyperventilation, respiratory training, pre-school children.

Grabowskaja E.Yu., Malygina V.I., Arhangelskaya E.V. **The reaction of animals with different mobility level on the action of changing magnetic fields with frequency 8 Hz** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 7-12.

Rats with a different level of motion activity react on changing magnetic fields variously.

At animals with middle level of mobility and high level of mobility adaptation processes are developing unidirectionaly, but on rats with HLM the primary reaction and adaptation to the changing magnetic fields action develop 3-5 days later, and animals with low level of mobility have the most expressed changes. Regularities that have been found, could be used for prognostication of men's reaction on magnetic fields action with frequency 8 Hz and induction 5 mcTl.

Key words: changing magnetic fields, motion activity, adaptation, neutrophiles, simpathoadrenal system, low level of mobility, middle level of mobility, high level of mobility.

Evstafyeva H.V., Sydjakin V.G., Pavlenko V.B. **Unfavourable effects of environment on psychophysiological status of students and ways of its treatment** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – C. 13-20.

Heavy metals and intensive computer work resulted in unfavourable changes of psychophysiological status of students. The methods of status treatment suggested.

Key words: heavy metals, personal computer, correction of psychophysiological status.

Zolotnitsky A.P. **Ecological laws of reproduction of the mussel (*Mytilus galloprovincialis lam.*) in various areas of the Black Sea** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 21-33.

Laws of reproduction of a mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in various areas of the Black Sea are investigated. Wide ecological plasticity of reproduction of the mussel is

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

revealed. It is expressed in acceleration or delay of passing of separate gametogenesis phases, removing of terms of mass reproduction and change of number of the spawning caused by thermal, salt and trophic mode of water areas. It is shown, that changes of functional condition of sexual glands are caused by both historically developed and genetically fixed endogenous rhythms to generalized parameters of environment and labile adaptive reactions in which the important role is played by processes of resorbtion sexual cells of different gametogenesis phases.

Key words: mussel, oogenesis, sexual cycle, reproduction, oocytes, spawning, temperature, salinity, trophyc conditions.

Kolotilova O. I., Kylichenko A.M., Fokina J. O., Pavlenko V.B., Zinchenko E.N. **Influence of brain stem structures on mass electrical activity pattern in wake cats** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. -- P. 34-42.

The article studies the type of interconnection between impulse activity of aminergic system neurons and spectral power of EEG rhythms of free moving cats.

Key words: noradrenergic, serotoninergic systems, locus coeruleus, nucleus raphe, EEG rhythms, neuronal activity.

Korenuk I.I., Gamma T.V., Zamotaylov A.A. **Effects of influence of 2-triftormethylbenzimidazole hydrochloride on parameters of bioelectric activity neurons of mollusc** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 43-49.

The article covers the study of the effect of 2-triftormethylbenzimidazole hydrochloride (TFMB) in concentration 10^{-6}-10^{-2} m on neuron electro-genesis by use of intracellular registration of electric potentials and registration of trans-membrane ion currents of the neurons in right parietal and visceral ganglia of mollusk. The threshold concentration (10^{-5} m) of the substance is discovered. There was found that TFMB had rendered various responses in different neurons, accompanied by specific changes of membrane potential, amplitude and duration of action potential, afterhyperpolarization and transmembrane ion currents values. Na^+-, K^+-, Ca^{2+}- и Cl^--currents turned to be sensitive to TFMB effect. TFMB was helpful in discovering of exciting and inhibiting synaptic inputs in pace-maker neurons. Specific effect of TFMB on axon-dendrite and somatic membrane was discovered.

Key words: action potential, neuron, mollusk, 2-triftormethylbenzimidazole hydrochloride

Kotov S.F., Simagina N.O. **Allelopathic influence of perennial plants species on annual succulent species in the communities of halophyte vegetation of Crimea** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 50-55.

The influence of perennial species *Artemisia santonica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Limonium gmelinii* on annuals *Salicornia europaea*, *Suaeda prostrata*, *Petrosimonia oppositifolia* was investigated. Perennial species are characterized by high allelopathic

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

activity which dynamics changes during the vegetative period and ontogenesis. It is established correlative connection between biomass, heigh, diameter, branching of annuals and distance to perennials.

Key words: allelopathy, perennials, annuals, halophytes.

Lutsyuk N.V., Pavlenko V.B. **Approaches for the organization of biofeedback sessions for the correction of attention disorders** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 56-64.

The article is an overview of some major questions, approaches, methods that are currently used for the correction of attention disorders by using EEG-biofeedback method. The advantages of definite protocols for the correction/development of attentional properties have been described.

Key words: biofeedback, methods, approaches, correction of attention.

Martynyuk V.S., Tseyslyer Yu.V., Miroshnichenko N.S. **The renaturation of methemoglobin under the influence of hydrophobic ligands** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 65-68.

The new experimental model of hydrophobic interactions during renaturation of methemoglobin was developed. It is based on spontaneous folding of protein globules after its partial denaturation under the loading of low-molecular nonspecific ligands with non-polar nature, such as benzol and chloroform. It was revealed that chloroform and benzol inhibit the renaturation of methemoglobin, but benzol also slows down this process.

Key words: renaturation, denaturation, methemoglobin, hydrophobic interactions.

Melnichenko E.V., Efimenko A.M., Ozerova L.A., Mishin N.P., Parhomenko A.I., Snapkov P.V., Romashevskiy D.V. **Effect of traction miorelaxation on reactivity of neurons of cerebrum of sportsmen** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 69-74.

The effect of traction miorelaxation on coefficient of reactivity (KR) alpha-rhythm in the hemisphere of brain left and right of sportsmen (experiment) and no sportsmen (control) have been studied. It is shown, that muscular tension renders substantially a greater sedative effect on the functional state of neurons of sportsmen brain . That is expressed in the KR increase at sportsmen during the visual activating and its decline at its breaking.

Key words: EEG, alpha-rhythm, autotraction, miorelaxation, sedative effect, coefficient of reactivity.

Minin V. V. **Types of reaction of the heart-vessels system of boxers on the vestibular irritations** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 75-78.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Three types of reactions of cardiovascular system of boxers on the vestibular irritation have been found out. They are hypocinetic, eycinetic, hipercinetic. In the case of the hipercinetic reaction the heart ejection increases, blood vessels expand; in the case of hypocinetic reaction the heart ejection decreases, blood vessels narrow. In the case of eycinetic reaction the indices do not change.

Key words: heart-vessels system, vestibular irritation, gipercinetic, gipocinetic, eucinetic.

Nagaeva E.I. **Change of intradian rhythmicity of bactericidal systems of neutrophiles of rats with the high activity under the influence of a weak variable magnetic field of ultralow frequency** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 79-87.

The influence of variable electromagnetic field (EMF) of extremely low frequency (ELF) on infradian rhythmicity of bactericidal systems of neutrophiles of rats with typical reaction and high tolerance to action EMF was investigated. Results of these researches testify weak variable EMF of ELF causes essential changes of infradian rhythmicity parameters of physiological processes of rats with the various individual typological features. As a result the EMF of ELF activity the change of parameters of the infradian rhythmicity of functional neutrophiles activity of animals with the average and high activity become less expressed.

Key words: Individual sensitivity, infradian rhythmicity, bactericidal systems, synchronization.

Pavlenko V.B., Kalashnik O.A. **Neiroetology and electrophysiological correlates of aggressiveness** // // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 88-96.

The article introduces the critical literature review of biologist mechanisms of aggressive behavior and its EEG-correlates.

Key words: aggression, personality, EEG-potentials.

Pogodina S.V. **Use of parameters of physical development for an estimation of functional readiness of the young swimmers to physical loadings** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 97-102.

In the article the efficiency of use of parameters of physical development of the sportsmen for an estimation of their functional readiness to physical loadings is discussed. In particular, it is offered to use the given parameters for definition of the sensitive periods at various stages of physical development of the young swimmers. It has the important meaning in maintenance of adaptive reactions of the young swimmers and it should be taken into account at drawing up of the long-term programs of employment.

Key words: functional readiness, physical development sensitive periods, physical loadings, young swimmers.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Ponomareva V.P. **The role of individual type of functional asymmetry of a man and animals in the realization of physiological mechanisms of biological effects of low intensity electromagnetic radiation of extremely high frequency** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 103-120.

Thesis is devoted to studying the patterns of functional activity of neutrophils and lymphocytes, functional state of CNS of healthy tested people and rats with different individual type of functional asymmetry (ITFA) under the influence of electromagnetic radiation of extremely high frequency (EMR EHF) of different localization. The experimental confirmation of the fact that EMR EHF increases the nonspecific resistance and modulates the reactions of the CNS of healthy tested people and animals subjected to the influence of stress-factor of mobility restriction has been received. With healthy tested people with different ITFA certain differences in the development of studied phsychophysiological functions were revealed. It was shown that the difference in rat's motor asymmetry is connected with the strength of nerve processes in CNS the reflection of which is a level of moving activity and animals' emotionality at "open-field" test. It was shown for the first time that the asymmetry of average activity of succinatedehydrogenase in lymphocytes of peripheral blood corresponds to the sensor or motor asymmetry of a man and animals. It was shown for the first time that the peculiarities of ITFA of organisms can be used as a criterion of individual sensitivity of a man and animals to the influence of factors of different intensity, stress factors and low intensity EMR EHF including. The choice of effective localization of extremely high frequency influence can be based on preliminary definition of motor or sensor asymmetry which are the reflection of (HBA).

Key words: hemisphere brain asymmetry, individual type of functional asymmetry, electromagnetic radiation of extremely high frequency, adaptive reactions, hyperkinesias, neutrophils, lymphocytes, phsychophysiological state, behaviour reactions.

Ravaeva M.Yu., Korenuk I.I. **Modulation of the rat behaviour by β-alanin and N-(1,2:3,4-di-0-izopropiliden-α-D-galaktopiranuronoil)-□-alanin in the «open field» test** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – v. 18 (57). – №. 2. – P. 121-125.

Effect of β-alanin and N-(1,2:3,4-di-0-izopropiliden-α-D-galaktopiranuronoil)-□-alanin on rat behaviour in the «open field» test studies. B-alanin and N-(1,2:3,4-di-0-izopropiliden-α-D-galaktopiranuronoil)-□-alanin turned to rise movement and research activity at rats. Effect of β-alanin was stronger than that of glycopeptides. Presence of anxiotropic profile in the probed substances is hypothesized. Participation of monoaminergic systems in displaying of the ethological effect is discussed.

Key words: «open field», glycopeptides, □-alanin.

Safronova N.S. Mildronate action on the organism's antioxidant reserve and movement activity of weaken health persons // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 126-131.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Free radicals oxidation and antioxidant system properties under different loads action were investigated. Interaction between peroxide lipids oxidation and physical training, between peroxide lipids oxidation and Mildronate taking was studied. Also, combination of Mildronate and 6-week training cycle was studied. Obtaining data allows to recommend Mildronate and aerobic physical training combination as increasing physical working capacity method in weaken health persons.

Key words: Mildronate, aerobic training, peroxide lipids oxidation, physical working capacity.

Stanishevskaia T.I. **The basic types of females' microcirculation and their sampling frequency in the south-eastern part of Ukraine** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 132-139.

The essential variation in main indices of microcirculation in three types of laser Doppler flow allowed to reveal three types of microcirculation among survey females. They were: medium-bodied type with deadbeat laser Doppler flow curve; shallow-bodied type which was characterized by steady laser Doppler flow curve with high microcirculation parameter; and deep-bodied type, that had steady laser Doppler flow curve with low microcirculation parameter.

It was registered that one third part of all the survey females of the south-eastern part of Ukraine (28 % from the sampling) had medium-bodied type of microcirculation. The majority of females (56,7 % from the sampling) had deep-bodied type, and 14,5% of all the females had shallow-bodied type of microcirculation.

Key words: laser Doppler flow, deadbeat and monotonous laser Doppler flowgram, amplitude spectrum, shallow-bodied type, deep-bodied type, medium-bodied type of microcirculation.

Temuryants N.A., Minko V.A., Yazkevich T.V. **Infradian rhythmicity of physiological processes at rats with low mobile activity in open field under action of week variable magnetic field of extremely low frequency** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 140-152.

The influence of variable magnetic field (VMF) of extremely low frequency (ELF) on dynamics and infradian rhythmicity of behavior reactions, parameters of functional state lymphocytes and neutrophils of rats with low mobile activity in comparison with animal's characterized by middle mobile activity in the open field test thesis was studying. Vmf frequency 8 hz induction 5 mctl stimulate changes of infradian rhythmic parameters of physiological processes at rats with various individual – typological features but processes are more expressed with rats with low mobile activity. It should be noted that essential changes of rhythmic parameters have been registered in the case when their absolute values do not change. As a result, changes of rhythmic parameters concerning control data the differences in dynamic and infradian rhythmicity of investigated parameters decrease.

Key words: infradian rhythmicity, lymphocytes, neutrophils, low mobile activity, variable magnetic field of extremely low frequency, behavior reactions.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Tribrat A.G., Gubkina D.G., Arbatov V.V., Pavlenko V.B. **Dynamics of EEG patterns of a man during neuro-feedback sessions** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 153-160.

The article presents the effect of EEG feedback sessions resulting in alpha-rhythm changes in man. Neuronal mechanisms of neurofeedback are analyzed.

Key words: neurofeedback, EEG, alpha-rhythm.

Cherniy S.V., Makhin S.A. **Correlation between the properties of running EEG and the traits of character by Cattell's 16PF Questionnaire** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 161-168.

The article covers the results of the experimental research according to which there were discovered the positive correlations between the normalized power of theta- and alpha-rhythms at rest with closed eyes and the "Q_3" scale marks, and between the normalized power of beta1-rhythm at rest with open eyes and the "I" scale marks by the Cattell's 16PF Questionnaire.

Key words: Cattell's 16PF Questionnaire, EEG.

Chujan E.N., Makhonina M.M. **Role of opioid peptides in changing of the functional activity of rat blood neutrophils and lymphocytes at isolated and combined with a hypokinesia (HK) influence of electromagnetic field (EMF) of extremely high frequencies (EHF)** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 169-177.

It was investigated the role of opioid peptides (OpP) system in changing of the functional state of rat blood neutrophils and lymphocytes at isolated and combined with a hypokinesia (HK) influence of low intencity electromagnetic field (EMF) of extremely high frequency (EHF).

It is shown, that regular injection of naloxone at animals subjected action as isolated EMF EHF as combined with HK, leveled changes of neutrophils and lymphocytes functional activity, registered under influence of this physical factor.

The received experimental data prove an involvement of system OpP into realization of the biological effects caused EMF EHF. It can serve as acknowledgement of that primary perception of EMF EHF can be carried out by opioid receptors and specifies system endogeneus OpP as a possible target of EHF -radiation.

Key words: opioid peptides system, low intencity electromagnetic field of extremely high frequency, lymphocytes

Chuyan E.N., Djeldubaeva E.R. **The anestetic action of low intensity, ultra – high frequency electromagnetic radiation for the tonic pain at rats** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 178-188.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Possibility of application of low intensity, ultra-high frequency electromagnetic radiation (UHF EMF) (λ=7.1cm, density of power flow 0,1mW/cm^2) for the decline of pain syndrome at the experimentally caused tonic pain at rats in a formalin test is explored. It is shown that both single and course use of UHF EMF influence renders the expressed anesthetic action, that is shown up in reliable diminishment of duration of pain reaction and increase of duration of no pain reaction of rats in a formalin test.

Key words: ultra-high frequency electromagnetic radiation,, a tonic pain.

Chuyan E. N. Zayachnikova T. V. **Modification of conducting reactions in rats were tonic pain has been aroused with the help of kinetic stress during the experiments** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 189-195.

It is proved that trustworthy changes in painful conducting reactions in animals in formalin test aroused by hypokinetic experiments.

It is supposed that development of crossed adaptation in organism is observed during combined action of painful and hypokinetic stress in animals.

Key words: stress, hypokinetic, pain.

Shishko E.J. **Infradian rhythmic nonspecific resistance neutrophils blood peripheral rats and stress - realizing systems at hypokinetic stress** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2005. – V. 18 (57). – №. 2. – P. 196-206.

The influence of hypokinetic stress on dynamics and infradian rhythmic parameters stress - realizing systems and functional condition of neutrophils of peripheral blood of rats is studied.

As the results of the carried out researches have shan and functional activity neutrophils at intact rats are characterized by the certain set of the periods and amplitude-phase characteristics. The assumption that hypokinetic stress modeled in our research, results in the expressed infringement of the time organization and, in particular, infradian rhythmic SAS is stated, to nonspecific resistance and activity of a bark of adrenal glands.

Key words: infradian rhythmic, nonspecific resistance, hypokinetic stress.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алисеева Алла Викторовна	Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского (КЭГИ), преподаватель факультета физической культуры и спорта, тел. (0651) 5-40-34
Арбатов Владимир Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, программист ПНИЛ при кафедре физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-39-30
Архангельская Елена Валерьяновна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел. (0652) 25-16-66
Буков Юрий Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физической реабилитации, тел. (0652) 24-97-26
Гамма Татьяна Викторовна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-02-90
Грабовская Елена Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел. (0652) 22-59-80
Губкина Дарья Геннадьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 5 курса биологического факультета, тел. (0652) 23-39-30, e-male: 3brat@rambler.ru
Джелдубаева Эльвиза Рашидовна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu
Евстафьева Елена Владимировна	Крымский государственный медицинский университет, заведующая кафедрой нормальной физиологии, доктор медицинских наук, профессор. тел. (0562) 29-48-50, e-male: helene@esmu.strace.net
Ефименко Анатолий Михайлович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медико-биологических основ физической культуры, тел. 22-21-58
Замотайлов Александр Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-02-90
Заячникова Татьяна Валентиновна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Зинченко
Евгений Николаевич

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, программист ПНИЛ при кафедре физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 63-75-56

Золотницкий
Александр Петрович

Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского (КЭГИ), кандидат биологических наук, профессор кафедры экологии и ООС, тел. (06561) 2-00-45, (06561) 5-12-64, e-male: apz@kerch.krid.net

Калашник
Олеся Александровна

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-39-30

Колотилова
Оксана Ивановна

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-male: oxy1978@mail.ru

Коренюк
Иван Иванович

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-02-90, e-male: koren@ crimea.edu

Котов
Сергей Фёдорович

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники, декан биологического факультета, тел. (0652) 23-02 - 35, e-male: sfktv@ukr.net

Куличенко
Александр Михайлович

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных, старший научный сотрудник ПНИЛ, тел. (0652) 63-75-56, e-male: kulichenkoa@mail.ru

Лупюк
Николай Витальевич

Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-male: biofeedback@bk.ru

Малыгина
Вера Ильинична

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, тел. (0652) 25-50-47

Мартынюк
Виктор Семенович

Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, кандидат биологических наук, докторант кафедры биофизики биологического факультета, e-mail: mavis@science-center.net, csc@science-center.net

Махин
Сергей Анатольевич

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 63-75-56, e-mail: smakhin@hotbox.ru

Махонина
Марина Михайловна

Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-mail: timur@crimea.edu

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Мельниченко Елена Викторовна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел. (0652) 25-07-55
Минин Владимир Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры теории и методики физической культуры, тел. (0652) 51-12-71
Минко Виктория Александровна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-male: timur@crimea.edu
Мирошниченко Николай Степанович	Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биофизики биологического факультета, e-mail: mirosh@univ.kiev.ua
Мишин Николай Петрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры медико-биологических основ физической культуры, e-mail: пегра@list ru
Нагаева Елена Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-mail: timur@crimea.edu
Озерова Людмила Александровна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ст. преподаватель, кафедра гимнастики и биомеханики факультета физической культуры и спорта, тел. (0652)23-31-31.
Павленко Владимир Борисович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0562) 23-39-30, e-male: pavlenkovb@ crimea.edu
Пархоменко Александр Иванович	Крымский государственный медицинский университет им. С.И Георгиевского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, тел. (0652)44-35-39
Погодина Светлана Владимировна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, ст. преподаватель кафедры спорта, тел. (0652) 25-11-03
Пономарева Валентина Петровна	Керченский экономико-гуманитарный институт (КЭГИ) ТНУ кандидат биологических наук, директор КЭГИ, тел. (06561) 2-00-18, e-mail: kegi_tnu@kerch.com.ua
Раваева Марина Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-02-90
Романцевский Дмитрий Валерьевич	Крымский государственный медицинский университет им. Георгиевского, студент, тел. (0652) 44-35-39
Сафронова Нина Степановна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, старший преподаватель кафедры физической реабилитации, тел. (0562) 25-50-47.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Сидякин Вячеслав Григорьевич	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных и биофизики, член-корреспондент АПН Украины, тел. (0652) 23-39-30
Симагина Наталья Олеговна	Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, заведующая гербарием Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, тел. (0652) 23-02-97
Снапков Павел Васильевич	Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И Вернадского (КЭГИ), преподаватель кафедры физической реабилитации факультета физической культуры и спорта, тел. (06561) 2-45-89
Станишевская Татьяна Ивановна	Мелитопольский государственный педагогический университет, соискатель кафедры анатомии физиологии человека и животных
Темурьянц Наталья Арменаковна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-male: timur@crimea.edu
Трибрат Александр Георгиевич	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, научный сотрудник ПНИЛ при кафедре физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-39-30, E-MAIL: 3brat@rambler.ru
Фокина Юлия Олеговна	Таврический Национальный Университет им. Вернадского, студентка 4-го курса специальности «биофизика», e-male: oxy1978@mail.ru
Цейслер Юлия Вадимовна	Киевский национальный университет им. Т. Шевченко аспирантка кафедры биофизики биологического факультета, e-mail: yuc@univ.kiev.ua
Черный Сергей Васильевич	Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: chsergey77@mail.ru
Чуян Елена Николаевна	Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-mail: timur@crimea.edu
Шишко Елена Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры физической реабилитации, тел. (0652) 24-97-26
Яцкевич Татьяна Владимировна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 23-03-65, e-male: timur@crimea.edu

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

СОДЕРЖАНИЕ

Буков Ю.А., Алпеева А.В. Буков Ю.А., Алпеева А.В.
ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ СИНДРОМ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО КОРРЕКЦИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПОМОЩИ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ 3

Грабовская Е.Ю., Малыгина В.И., Архангельская Е.В.
РЕАКЦИИ ЖИВОТНЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИНФРАНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ 7

Евстафьева Е.В., Сидякин В.Г., Павленко В.Б.
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЕГО КОРРЕКЦИИ 13

Золотницкий А.П.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ МИДИИ (*Mytilus galloprovincialis Lam.*) В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ 21

Колотилова О.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О., Павленко В.Б., Зинченко Е.Н.
ВЛИЯНИЕ СТВОЛОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ПАТТЕРН МАССОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БОДРСТВУЮЩИХ КОШЕК 34

Коренюк И.И., Гамма Т.В., Замотайлов А.А.
ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ 2-ТРИФТОРМЕТИЛБЕНЗИМИДАЗОЛ ГИДРОХЛОРИДА НА ПАРАМЕТРЫ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА 43

Котов С.Ф., Симагина Н.О.
АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ОДНОЛЕТНИЕ СУККУЛЕНТНЫЕ ВИДЫ В СООБЩЕСТВАХ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КРЫМА 50

Луцюк Н.В., Павленко В.Б.
ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СЕАНСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ВНИМАНИЯ 56

Мартынюк В.С., Цейслер Ю.В. , Мирошниченко Н.С.
РЕНАТУРАЦИЯ МЕТГЕМОГЛОБИНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОФОБНЫХ ЛИГАНДОВ ... 65

Мельниченко Е.В., Ефименко А.М., Озерова Л.А., Мишин Н.П., Пархоменко А.И., Снапков П.В., Ромашевский Д.В.
ЭФФЕКТ ТРАКЦИОННОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ 69

Минин В.В.
ТИПЫ РЕАГИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БОКСЕРОВ НА ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ РАЗДРАЖЕНИЯ 75

Нагаева Е.И.
ИЗМЕНЕНИЯ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БАКТЕРИЦИДНЫХ СИСТЕМ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ВЫСОКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ 79

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Павленко В.Б., Калашник О.А.
НЕЙРОЭТОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ АГРЕССИВНОСТИ 88

Погодина С.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ К ТРЕНИРОВОЧНЫМ НАГРУЗКАМ 97

Пономарева В.П.
РОЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ 103

Раваева М.Ю., Коренюк И.И.
МОДУЛЯЦИЯ β-АЛАНИНОМ И N-(1,2:3,4-ДИ-0-ИЗОПРОПИЛИДЕН-α-D-ГАЛАКТОПИРАНУРОНОИЛ)-β-АЛАНИНОМ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» 121

Сафронова Н.С.
ВЛИЯНИЕ МИЛДРОНАТА НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ РЕЗЕРВ ОРГАНИЗМА И ДВИГАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЛИЦ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ 126

Станишевская Т.И.
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ И ЧАСТОТА ИХ ВСТРЕЧАЕМОСТИ У ДЕВУШЕК ЮГО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ 132

Темурьянц Н.А., Минко В.А., Яцкевич Т.В.
ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У КРЫС С НИЗКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ 140

Трибрат А.Г., Губкина Д.Г., Арбатов В.В., Павленко В.Б.
ДИНАМИКА ПАТТЕРНА ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕАНСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ 153

Черный С.В., Махин С.А.
СВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКУЩЕЙ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ С ЧЕРТАМИ ЛИЧНОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННЫМИ С ПОМОЩЬЮ 16-ТИ ФАКТОРНОГО ОПРОСНИКА КЕТТЕЛЛА 161

Чуян Е.Н., Махонина М.М.
РОЛЬ ОПИОИДНЫХ ПЕПТИДОВ В ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙТРОФИЛОВ И ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ КРЫС ПРИ ИЗОЛИРОВАННОМ И КОМБИНИРОВАННОМ С ГИПОКИНЕЗИЕЙ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ 169

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р.
АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ПРИ ТОНИЧЕСКОЙ БОЛИ У КРЫС 178

Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.
МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВЫЗВАННОЙ ТОНИЧЕСКОЙ БОЛЬЮ С ПОМОЩЬЮ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА 189

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Е.Ю. Шишко
ИНФРАДИАННАЯ РИТМИКА СТРЕСС-РЕАЛИЗУЮЩИХ СИСТЕМ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ НЕЙТРОФИЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС ПРИ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ 196
АННОТАЦИИ 207
АНОТАЦІЇ 216
SUMMARY 225
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 233
СОДЕРЖАНИЕ 237

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com