

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО.
БИОЛОГИЯ. ХИМИЯ
Научный журнал

Том 2 (68), № 3

Журнал «Ученые записки Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия»
является историческим правопреемником журнала «Ученые записки
Таврического университета», который издается с 1918 г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, 2016

Печатается по решению Ученого совета Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского, протокол № 10 от 27 октября 2016 г.

Редакционный совет журнала
«Ученые записки Крымского федерального университета
имени В. И. Вернадского. Биология. Химия»:

Главный редактор – Чуян Елена Николаевна, д. б. н., проф.

Раздел «Биология»:

1. Буков Юрий Александрович, д. б. н., проф.
2. Ивашов Анатолий Васильевич, д. б. н., проф.
3. Коношенко Светлана Владимировна, д. б. н., проф.
4. Коренюк Иван Иванович, д. б. н., проф.
5. Котов Сергей Федорович, к. б. н., доц.
6. Лебедева Наталья Николаевна, д. б. н., проф.
7. Павленко Владимир Борисович, д. б. н., проф.
8. Сафронова Нина Степановна, к. б. н., доц.
9. Темурьянц Наталья Арменаковна, д. б. н., проф. (редактор раздела «Биология»)

Раздел «Химия»:

10. Гришковец Владимир Иванович, д. х. н., проф. (редактор раздела «Химия»)
11. Гусев Алексей Николаевич, к. х. н., доц.
12. Еременко Игорь Леонидович, академик РАН
13. Земляков Александр Евгеньевич, д. х. н., проф.
14. Новоторцев Владимир Михайлович, академик РАН
15. Панюшкин Виктор Терентьевич, д. х. н., проф.
16. Федоренко Александр Михайлович, д. х. н., проф.
17. Шульгин Виктор Федорович, д. х. н., проф.

Подписано в печать 28.10.2016. Формат 70x100 1/16
30 усл. п. л. Заказ № НП/17

Отпечатано в издательском отделе КФУ имени В. И. Вернадского
295007, г. Симферополь, пр. Академика Вернадского, 4
<http://sn-biolchem.cfuv.ru>

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского

Биология, химия. Том 2 (68). 2016. № 3. С. 3–10.

УДК 612.821:159.91

ХРОНОТИП И ШКОЛЬНАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ

Конарева И. Н.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: i.n.konareva@mail.ru*

В статье рассмотрена школьная успеваемость детей с разными хронотипами, выявленными с помощью анкеты Остберга. Успеваемость изучалась по отметкам контрольных работ в классных журналах. В исследовании приняли участие 80 детей из 3-х, 5-х, 7-10-х классов средней образовательной школы. Проанализированы возрастные особенности частоты встречаемости хронотипов в выборке. Выявлена специфика успеваемости учащихся с разными хронотипами по школьным предметам. Показана зависимость успеваемости хронотипов «жаворонок», «голубь» и «сова» от номера урока во всей выборке и отдельно по классам. Результаты могут быть использованы для составлений рекомендаций по оптимизации условий образовательного процесса школьников.

Ключевые слова: хронотип, биоритмы, «жаворонок», «голубь», «сова», школьная успеваемость.

ВВЕДЕНИЕ

Хронотип – это тип временной организации функционирования организма человека, детерминированный конституцией. Различают три его вида: утренний тип («жаворонок»), дневной тип или аритмический («голубь») и вечерний тип («сова»). Считается, что биоритмологические особенности влияют на адаптацию индивидуума к окружающей среде, в том числе и к среде школьного обучения. Однако условия образовательного процесса рассчитаны на «усредненного» ребенка. Несовпадение индивидуальных эндогенных биоритмов учащихся и физиологических пиков работоспособности с временной организацией школьных занятий ведет к проявлениям признаков десинхроноза и, соответственно, отражается на школьных отметках. Изучение взаимосвязи биоритмологических особенностей со школьной успеваемостью поможет оптимизировать условия образовательного процесса для повышения качества обучения детей.

Анализ доступной литературы показал, что хронотип (в комплексе с другими психофизиологическими показателями) изучается в основном как предиктор адаптационных возможностей детей к школьной среде [1]. Работ, посвященных изучению взаимосвязи хронотипа и школьных отметок, относительно немного. В исследовании Фонарева Д. В. и Фонаревой Е. А. [2] описывается взаимосвязь хронотипа со свойствами внимания и оценками по русскому языку и математике в

6-м классе. В работе Евсеевой А. В. и Каменецкой Д. М. не выявлено прямой взаимосвязи хронотипа с успеваемостью в 10-м классе [3]. В связи с этим *цель* настоящего исследования – проанализировать успеваемость учащихся с разными хронотипами по школьным предметам во всей выборке и в зависимости от номера урока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 80 школьников 3-х, 5-х, 7–10-х классов средней образовательной школы г. Симферополя. Все школьники обучались в первую смену:

1-й урок: 8.00–8.45	5-й урок: 12.00–12.45
2-й урок: 8.55–9.40	6-й урок: 12.55–13.40
3-й урок: 10.00–10.45	7-й урок: 13.50–14.35
4-й урок: 11.05–11.50	

Для определения хронотипа использовалась методика О. Остберга в модификации С. И. Степановой. Школьники 3-го и 5-го классов тестировались сокращенным вариантом методики, а школьники остальных классов – полным вариантом методики. В результате определяли три хронотипа: «жаворонок», «голубь» и «сова». Школьная успеваемость изучалась путем просмотра классных журналов. Статистическая обработка результатов исследования включала использование критериев «угловое преобразование ϕ^* Фишера», U Манна-Уитни и R Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастные особенности частоты встречаемости хронотипов в выборке.

В 3-м классе из 14 детей выявлено четыре хронотипа «жаворонок» и 10 хронотипов «голубь», т. е. хронотипов «голубь» встречалось достоверно чаще ($\phi_{\text{эмп.}}=2,34$ при $\rho<0,01$). В 5-м классе из 15 человек наблюдалось девять хронотипов «жаворонок» и шесть хронотипов «голубь». В 7-м классе из восьми детей было два хронотипа «жаворонок» и шесть хронотипов «голубь» ($\phi_{\text{эмп.}}=2,09$ при $\rho<0,05$). В 8-м классе из 14 лиц наблюдалось пять хронотипов «жаворонок», восемь хронотипов «голубь» и один хронотип «сова», т. е. хронотип «сова» встречался достоверно реже других хронотипов ($\phi_{\text{эмп.}}=1,96$ при $\rho<0,05$). В 9-м классе среди 11 учеников встретилось два хронотипа «жаворонок», пять хронотипов «голубь» и четыре хронотипа «сова» (встречаемость всех хронотипов значимо не различалась). В 10-м классе среди 18 человек было четыре хронотипа «жаворонок», 11 хронотипов «голубь» и три хронотипа «сова». Хронотип «голубь» встречался достоверно чаще по сравнению с хронотипами «жаворонок» ($\phi_{\text{эмп.}}=2,44$ при $\rho<0,01$) и «сова» ($\phi_{\text{эмп.}}=2,86$ при $\rho<0,01$).

Во всей выборке школьников 8–17 лет достоверно чаще встречался аритмический тип «голубь» (46 лиц, 57 %), затем по частоте встречаемости шел биоритмологический тип «жаворонок» (26 представителей, 33 %) и менее всего наблюдался вечерний тип «сова» (8 лиц или 10 %, Табл. 1). Достоверно чаще в выборке школьников, как и во всей популяции в целом, встречался аритмический тип ($\phi_{\text{эмп.}}=3,21$ при $\rho<0,01$).

ХРОНОТИП И ШКОЛЬНАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ

Таким образом, в разных возрастных периодах есть своя специфика распределения встречаемости хронотипов. В возрасте 10–11 лет встретилось больше представителей хронотипа «жаворонок», а в возрасте 14–15 лет преобладание хронотипа «голубь» нивелируется и с одинаковой частотой встречаются хронотипы «голубь» и «жаворонок» (что может быть связано с половым созреванием индивидуумов и большей вариабельностью биологических часов в этот период). Хронотип «сова» в нашей выборке впервые зарегистрирован у детей 13 лет, что можно предположительно объяснить жестким режимом дня для более младших школьников и невозможностью в полной мере следовать своей поведенческой циркадианной активности.

Таблица 1

Встречаемость хронотипов по возрастам (в %)

Показатели	Хронотип		
	«жаворонок»	«голубь»	«сова»
8–9 лет	25 %	75 %	–
10–11 лет	60 %	40 %	–
12–13 лет	24 %	70 %	6 %
14–15 лет	38 %	38 %	24 %
16–17 лет	8 %	77 %	15 %
Вся выборка	33 %	57 %	10 %

Хронотип и характеристика школьной успеваемости учащихся по предметам. Вначале мы посмотрели общую успеваемость представителей разных хронотипов. Для этого вычисляли среднее арифметическое отметок за все уроки по рассматриваемым предметам (Таблица 2). Мы выявили, что «голуби» лучше писали контрольные работы по следующим предметам: русский язык, английский язык, математика, история, география, физика. «Жаворонки» показывали лучшие результаты по биологии и химии.

Таблица 2

Оценки по школьным предметам у детей разных хронотипов

Уроки	Хронотип		
	«жаворонок»	«голубь»	«сова»
Русский язык	6,60	7,09	6,65
Английский язык	7,02	7,22	5,78
Математика	7,14	7,49	6,70
История	6,96	7,67	5,85
Биология	7,79*	7,37	6,23*
География	8,52	8,89	7,19
Химия	6,17*	5,91*	3,75*
Физика	7,12	7,41	6,36

Примечание: звездочкой (*) показаны достоверные различия.

«Совы» имели более низкие оценки по всем предметам, кроме русского языка. В работе же других авторов [2] отмечены большие оценки утреннего типа по русскому языку (для учеников 6-го класса, занимающихся в первую смену).

Получены значимые различия в оценках контрольных работ по биологии ($Z=2,46$ при $p=0,013$): «жаворонки» были успешнее «сов». Найдены достоверные различия в оценках контрольных работ по химии: «жаворонки» имели лучшие оценки, чем «совы»; «голуби» также лучше успевали по химии, чем «совы» ($p \leq 0,005$). Корреляционный анализ показал лучшую успеваемость «жаворонков» по химии ($r=0,308$ при $p=0,042$). Есть данные, что школьники утреннего типа имеют лучшие показатели сосредоточенности и устойчивости внимания [2].

Хронотип и школьная успеваемость в зависимости от номера урока.

Изучая успеваемость школьников (в целом по выборке) в зависимости от последовательности (номера) урока, мы выявили следующие закономерности.

Отметки контрольной работы по предмету «русский язык», проведенной на 1-м уроке, достоверно различались между всеми хронотипами ($p \leq 0,05$) и были лучше у «голубей», чем у лиц других хронотипов: 7,2 балла против 6,4 балла у «жаворонков» и 4,8 баллов у «сов».

По отметкам контрольных работ по дисциплине «Математика» получены достоверные различия для 5-го урока ($Z=2,00$ при $p=0,046$) между хронотипами «жаворонки» и «голуби» и статистическая тенденция к различию для 7-го урока между оценками «жаворонков» и «сов». «Жаворонки» получают более высокие баллы по математике, их оценки составляют для 5-го урока 10,0 баллов против 8,1 баллов у «голубей» и для 7-го урока 7,8 баллов против 5,7 баллов у «сов».

По контрольным работам по дисциплине «история» (2-й урок) получена тенденция в различии успеваемости хронотипов «жаворонки» и «совы»: «жаворонки» имеют лучшие оценки, чем «совы» (8,2 балла против 5,9 баллов). На 5-м уроке оценки уже были лучше у «голубей» ($Z=2,01$ при $p=0,045$) и составили 7,6 балла против 5,9 баллов у «жаворонков».

По предмету «биология» (5-й урок) найдены достоверные различия в отметках по контрольной работе между хронотипами «жаворонки» и «голуби» ($Z=1,95$ при $p=0,050$), т. е. «жаворонки» получили оценки лучше «голубей» (8,5 балла против 4,8 баллов у «голубей»). Как мы видим, последовательность урока (5-й) не сказалась на успеваемости «жаворонков» по «любимому» предмету. Они в целом лучше учились по этому предмету.

По дисциплине «география» найдены достоверные различия в отметках контрольной работы, проведенной на 3-м уроке между всеми хронотипами: «жаворонки» (8,2 балла) написали контрольную лучше «сов» (6,3 балла) ($Z=1,94$ при $p=0,053$), «голуби» (8,8 баллов) также написали работу лучше «сов» ($Z=2,17$ при $p=0,030$). Таким образом, «голуби» были несколько успешнее «жаворонков» на 3-м уроке.

Контрольную работу по химии на 1-м уроке достоверно лучше написали «жаворонки» по сравнению с «совами» ($Z=2,32$ при $p=0,020$). Но «жаворонки» написали лучше «сов» и контрольную работу по химии на 6-м уроке ($Z=2,52$ при

$\rho=0,012$). «Голуби» также написали контрольную работу по химии на 6-м уроке лучше «сов» ($Z=2,37$ при $\rho=0,018$).

Таким образом, «жаворонки» были успешнее в написании контрольной работы на 1-м уроке только по химии, по которой учились и так лучше других хронотипов в выборке. А на 1-м уроке по русскому языку были успешнее «голуби», хотя оценки по этому предмету очень схожи у всех хронотипов. «Жаворонки» также написали лучше контрольную работу на 2-м уроке по истории, чем «голуби» и «совы», хотя «голуби» в целом лучше учились по этому предмету.

Контрольную работу на 3-м уроке по географии лучше написали «голуби», чем «жаворонки», а «совы» получили оценки ниже представителей других хронотипов. По-видимому, «совы» пишут контрольные работы намного хуже других хронотипов. Будкевич Р. О. показано, что лица утреннего хронотипа имеют высокую стрессоустойчивость, аритмики среднюю, а «совы» – низкую устойчивость к стрессу [4], что могло повлиять на выполнение контрольных работ.

На 7-м уроке по математике более высокие оценки получили «жаворонки», чем «голуби» и «совы». В целом «жаворонки» лучше писали контрольные по математике, биологии и химии (даже на 5-м и 6-м уроках) в отличие от других хронотипов.

Таким образом, жесткой зависимости между хронотипом и отметками по контрольной работе в зависимости от номера урока не найдено. По-видимому, на эту взаимосвязь влияют многие неучтенные факторы. В исследовании Яунакайс Н. А. и Золотухиной А. Ю. установлено, что вечерний тип характеризуется активацией слуховой сенсорной системы вечером и ночью, а утренний тип – зрительной системы утром. Однако у «сов» отмечена лучшая продуктивность слуховой и зрительной памяти на числа в течение суток [5].

Взаимосвязь хронотипа и школьной успеваемости в разных классах.

В выборке 3-го класса встречались только хронотипы «жаворонок» и «голубь», и в целом «голуби» учились лучше по всем предметам. Получены достоверные различия между ними в отметках контрольной работы по русскому языку. «Голуби» писали контрольные работы достоверно лучше «жаворонок» и на 2-м, и на 3-м уроке, т. е. вне зависимости от номера урока ($Z=2,19$ при $\rho=0,028$). По математике получена достоверная разница для 1-го урока: «голуби» написали контрольную лучше «жаворонок» ($Z=1,98$ при $\rho=0,048$).

В 5-м классе не нашли достоверных различий по отметкам контрольных работ, хотя в целом успеваемость у хронотипа «голубь» по всем предметам была лучше. Как отмечают Черевкова Н. Н. и Карантыш Г. В. [1], пятиклассники утреннего типа медленнее других хронотипов адаптируются к изменяющимся условиям образовательного процесса (при переходе в среднее звено школьного образования).

В 7-м классе получены достоверные различия для оценок по математике для 5-го урока ($Z=2,00$ при $\rho=0,045$) и для 6-го урока ($Z=2,00$ при $\rho=0,045$), и в целом по предмету «жаворонки» учились лучше «голубей». Их оценки составляли для 5-го и 6-го уроков по 10,0 баллов, а у «голубей» – по 8,0 баллов.

В 8-м классе не найдены достоверные различия в отметках контрольных работ, но в целом «голуби» учились лучше. Исключение составляла успеваемость по химии: по ней у «жаворонков» усредненная оценка были несколько выше.

В выборке 9-го класса «жаворонки» лучше писали контрольные работы по биологии на 5-м уроке по сравнению с «голубями» ($Z=1,94$ при $p=0,053$), их оценки были 8,5 баллов против 4,8 баллов у «голубей». Они также имели лучшие оценки по химии на 5-м уроке ($Z=1,94$ при $p=0,053$): 6,0 баллов против 4,4 баллов у «голубей». «Жаворонки» в целом лучше учились, чем «голуби», по всем предметам, кроме истории (их усредненная оценки была 5,5 баллов против 6,0 балла у «голубей»).

Сравнивая успеваемость «жаворонков» и «сов», мы получили следующие закономерности. По русскому языку, в целом, «совы» учились лучше «жаворонков», но на 1-м уроке отметки у них были ниже, а на 3-м уроке выше, чем у «жаворонков».

В 10-м классе не найдено достоверных различий в отметках между хронотипами «жаворонок» и «голубь». Отметки у «жаворонков» и «сов» достоверно различались по контрольной работе по географии, проведенной на 3-м уроке ($Z=1,94$ при $p=0,052$), т. е. «жаворонки» учились лучше (8,2 балла), чем «совы» (6,3 балла). Схожая закономерность получилась по контрольной работе по химии, проведенной на 1-м уроке ($Z=2,12$ при $p=0,034$): у «жаворонков» оценки были лучше (5,7 балла), чем у «сов» (4,7 балла). В 10-м классе «совы» получали более высокие оценки, чем «жаворонки», по математике, биологии, физике.

Считается, что наиболее уравновешенными и приспособленными к современным условиям жизни являются «голуби». Общепринятый режим труда и отдыха наиболее близок к их биоритмической организации. Максимальные показатели их активности, внимания, настроения отмечаются в поздние утренние и ранние вечерние часы (10.00–12.00 и 16.00–18.00 часов). Это время как раз и приходится на учебный процесс в школе или на выполнение домашнего задания. Пластичный биоритм ритмиков позволяет эффективно использовать пики работоспособности для обучения. Однако на выявленные нами закономерности могли влиять другие неучтенные факторы (например, функциональная асимметрия мозга, параметры сердечнососудистой системы, особенности познавательных процессов, личностные характеристики учащихся и пр.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выборка включала 80 школьников, среди которых выявлено 26 представителей биоритмологического типа «жаворонок» (33 %), 46 школьников аритмического типа «голубь» (57 %) и восемь лиц вечернего типа «сова» (10 %). Таким образом, достоверно чаще в выборке школьников, как и во всей популяции в целом, встречался хронотип «голубь».
2. В разных возрастных периодах распределение встречаемости хронотипов было специфично. В возрасте 10–11 лет отмечено больше представителей хронотипа «жаворонок», а в возрасте 14–15 лет преобладание хронотипа «голубь» сглаживается: с одинаковой частотой встречаются хронотипы «голубь» и «жаворонок». Хронотип «сова» впервые зарегистрирован у детей нашей

выборки в возрасте 13 лет, что можно предположительно объяснить жестким режимом дня для более младших школьников и невозможностью в полной мере следовать своей поведенческой циркадианной активности.

3. «Жаворонки» чаще, чем лица других хронотипов, получали более высокие отметки по контрольной работе на 1-м уроке по многим предметам. Ввиду того, что «совы» имели более низкие отметки по большинству школьных дисциплин, можно констатировать, что время уроков первой смены не подходит для их эффективного обучения.
4. Психофизиологические особенности лиц аритмического типа «голубь» позволяют им максимально использовать свои ресурсы в учебное время; такие школьники имели лучшую успеваемость по многим предметам.

Список литературы

1. Черевкова Н. Н., Особенности адаптации к образовательному процессу школьников с разными хронотипами / Н. Н. Черевкова, Г. В. Карантыш // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее», Пенза, 20 июля 2016 / Под общей редакцией Г. Ю. Гуляева. – Пенза, Издательство: МЦНС «Наука и Просвещение», 2016. – С. 10–14.
2. Фонарев Д. В. Психофизические исследования индивидуальных различий у школьников / Д. В. Фонарев, Е. А. Фонарева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура», 2015. – Т. 15, № 2. – С. 11–15.
3. Евсеева А. В. Уважайте биоритмы! / А. В. Евсеева, Д. М. Каменецкая // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – Саратов: Наука и инновации, 2013. – Т. 3, № 2. – С. 452.
4. Будкевич Р. О. Устойчивость к стрессу у студентов различных хронотипов / Р. О. Будкевич // Успехи современного естествознания, 2006. – № 12. – С. 44–45.
5. Яунакайс Н. А. Изучение зависимости психофизиологического статуса от хронотипа человека / Н. А. Яунакайс, А. Ю. Золотухина // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2010. – Т. 15, № 1. – С. 100–104.

A CHRONOTYPE AND THE SCHOOL PROGRESS OF CHILDREN

Konareva I. N.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: i.n.konareva@mail.ru*

The school progress of children with different chronotypes discovered by means of Ostberg's questionnaire is considered in the article. The progress of children was studied by examining the class registers. Empirical selection was presented by 80 students from the 3rd, 5th, 7th-10th classes of a comprehensive school. 26 representatives of a "lark" chronotype, 46 students of a "pigeon" chronotype and eight people of an "owl" chronotype are found among them. Thus, "pigeon" chronotype is found more frequently in the selection of students as well as in the population in general. The relation of age features and frequency of chronotypes occurrence in the selection is analyzed. At the age of 10–11

years more representatives of a "lark" chronotype are found, while at the age of 14–15 years the "pigeon" and "lark" chronotypes are found with the same frequency. The children of our selection at the age of 13 years are registered for the first time as an "owl" chronotype. Features of progress in school subjects of children with different chronotypes are revealed. Students of a "pigeon" chronotype have the best results in many subjects. The relation of the school progress of a chronotype and the number of a lesson in the whole selection and separately on classes is shown. "Larks", more often than the representatives of other chronotypes, were evaluated higher for an examination on many subjects held on the 1st lesson. "Owls" had lower marks in many subjects: the time of lessons of the 1st shift is not suitable for their effective teaching. The results can be used to compile recommendations on optimizing the conditions of educational process of students.

Keywords: chronotype, biorhythm, "lark", "pigeon", "owl", school progress.

References

1. Cherevkova N. N., Karantysh G. V., Features of adaptation to the educational process of students with different chronotype, Collection of Articles II International scientific-practical conference "Science and education: preserving the past, create the future" Penza, July 20, 2016, Edited by G. Yu. Gulyaev, p. 10-14 ("Science and Education", Penza, 2016).
2. Fonarev D. V., Fonareva E. A., Psychophysical research on individual differences in schoolchildren, *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare Service, Physical Education*, **15**, 2, 11 (2015).
3. Evseeva A. V., Kamenetskaya D. M. Respect biorhythms!, *Bulletin of Medical Internet conferences*, **3**, 2, 452 (2013).
4. Budkevich R. O., The resistance to stress at students of different chronotypes, *The success of modern science*, **12**, 44 (2006).
5. Yaunakays N. A., Zolotukhina A. Yu., Studying of dependence of the psycho-physiological status on person's chronotype, *Vestnik Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*, **15**, 1, 100 (2010).

УДК 612.821

ВЗАИМОСВЯЗИ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАМЕНТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Куличенко А. М., Михайлова А. А., Дягилева Ю. О., Орехова Л. С., Павленко В. Б.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: alexander.kulichenko@gmail.com*

У 48 детей, воспитывающихся в полных семьях в возрасте от 17 до 38 месяцев и 51 ребенка, воспитывающегося в доме ребенка «Елочка» (г. Симферополь) в возрасте от 18 до 43 месяцев исследовали особенности взаимосвязей показателей variability сердечного ритма (ВСР) и характеристик темперамента. Выявлено, что значения фактора «подъем/экстраверсия» группы девочек, воспитывающихся в семьях, положительно коррелируют с коэффициентом вариации и отрицательно – с показателем отношения низкочастотной к высокочастотной составляющей спектра сердечного ритма (СР), а у детей-сирот – с мощностью очень низкочастотного диапазона спектра ВСР. Выявленные особенности взаимосвязей могут быть обусловлены специфическими условиями воспитания, которые на ранних этапах развития оказывают влияние на созревание эмоциогенных структур мозга и на формирование темперамента детей.

Ключевые слова: вегетативная регуляция, variability сердечного ритма, дети-сироты, факторы темперамента.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что индивидуальные свойства психики, в том числе и свойства темперамента, обусловленные индивидуальными особенностями нервной системы, играют важную роль в приспособлении организма к окружающей среде [1–3]. Рядом исследователей [4–6] показано, что процесс адаптации проявляется в зависимости от темперамента – конституциональных особенностей систем торможения и активации поведения. В многочисленных работах по адаптации отмечается, что наиболее быстро реагирующим звеном в адаптационных реакциях организма является система кровообращения, а variability сердечного ритма (ВСР) наиболее полно отражает изменение напряжения деятельности регуляторных систем при различных состояниях [7, 8].

В монографии Н. И. Шлык [9] показано, что в раннем и дошкольном возрасте ведущую роль в развитии организма играет определенный тип вегетативной регуляции. Типологические особенности вегетативной регуляции, обусловленные балансом симпатического и парасимпатического отделов ВНС, являются устойчивой личностной характеристикой. Они выявляются уже в раннем детском возрасте и во многом определяют особенности психоэмоциональной и когнитивной

сферы, мотивационных стилей, эффективность и характер физиологических и психических процессов саморегуляции, адаптационные возможности организма (в том числе и особенности социальной адаптации) [10, 11].

Темперамент традиционно относили к стабильным биологически обусловленным характеристикам поведения, лежащим в основе личности, а социальные факторы рассматривают в качестве внешних условий ее формирования. Так, в некоторых учебных изданиях авторы [12] определяют темперамент как врожденную характеристику, влияющую не только на динамику психических, но и физиологических процессов, а также на стиль поведения в целом. Такое определение указывает на некоторую стабильность, что соответствует устаревшему представлению о данной характеристике личности. Вместе с тем, согласно современным представлениям, свойства темперамента обусловлены различиями в возбудимости систем мозга, которые интегрируют поведение индивида, его эмоции и вегетативные функции [13]. В психобиологической модели М. Ротбарт и Д. Дерриберри (1981) темперамент рассматривается как индивидуальные различия в реактивности и саморегуляции, имеющие конституциональную основу [14]. Конституция определяется как относительно устойчивая биологическая структура индивида, находящаяся под влиянием наследственности, созревания и опыта. Реактивность включает аффективную возбудимость, двигательную активность и сопутствующие реакции, которые можно оценить порогом, латентным периодом, интенсивностью, временем достижения пика реакции и периодом восстановления. Саморегуляция подразумевает процессы, служащие для поведенческого сдерживания и самоуспокоения и призванные регулировать реактивность [15].

Более полувека тому назад Теодор Кристиан Шнирла предположил, что все разнообразие поведения можно оценить с точки зрения преобладания либо приближения, либо избегания. Он считал, что стимулы низкой интенсивности вызывают парасимпатическую активацию, а стимулы высокой интенсивности – симпатическую [16]. С целью проверки данной гипотезы в экспериментах на 92 детях в возрасте 15–31 месяцев изучали взаимоотношения между чертами темперамента в раннем детстве с одной стороны и характеристиками вегетативной нервной системы (ВНС), оцененными по сердечному ритму (СР), – с другой [17]. Применение анализа СР позволяет получить ряд интегральных оценок активности различных регуляторных механизмов, контролирующих функции сердца и сосудов. В частности, определить вовлечение в эти процессы регулирования структур надсегментарного контроля кардиоваскулярной системы и механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, а также сформулировать обоснованные предположения о соотношении активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС у человека [18].

Вместе с тем, учитывая многокомпонентность темперамента, следует обратить внимание на его глубинные составляющие. Темперамент детей в раннем возрасте (от одного года до трех лет) характеризуется следующими факторами [19]: 1) фактор «подъем/экстраверсия», включающий в себя с положительным весом следующие черты: «общительность», «предвосхищение положительных эмоций», «удовольствие высокой интенсивности», «уровень активности» и

«импульсивность»; 2) фактор «негативная аффективность», в котором содержатся с положительным весом следующие черты: «застенчивость», «дискомфорт», «страх», «разочарование», «печаль», «двигательная активация», «сенсорная чувствительность»; с отрицательным весом: «утешаемость»; 3) фактор «самоконтроль», который включает в себя с положительным весом: «тормозный контроль», «переключаемость внимания», «устойчивость внимания» «удовольствие низкой интенсивности» и «прижимание».

В настоящее время серьезным изменениям были подвергнуты старые представления о наследственной основе темперамента. Установлено, что формирование темперамента обусловлено влиянием как генетических, так и средовых факторов [20–22]. Ярким примером негативного влияния среды на особенности формирования характеристик темперамента является воспитание детей в условиях специализированных учреждений, где дети подвергаются сенсорной, социальной и материнской депривациям [23]. Всестороннего изучения требует проблема влияния неоптимальной среды воспитания на особенности формирования темперамента детей в раннем возрасте, поскольку в первые годы жизни продолжается морфофункциональное созревание различных структур головного мозга, в том числе и эмоциогенных [24]. Подтверждением этого является наблюдаемый у детей-сирот специфический паттерн ЭЭГ, который объясняется особенностями структурно-функционального развития ЦНС, включая структуры лимбической системы и неокортекса в условиях социальной и эмоциональной депривации [25].

Ранее в нашей лаборатории выявлены у детей раннего возраста взаимосвязи между характеристиками ЭЭГ и факторами темперамента [25]. Вместе с тем в доступной литературе отсутствуют сведения о взаимоотношениях данных характеристик темперамента с показателями вегетативной регуляции СР. Проблема изучения обусловленности показателей ВСР как отражения работы ВНС характеристиками темперамента детей, оставшихся без попечения родителей, весьма актуальна. Ее решение позволит решить ряд следующих задач: 1) выделить наиболее значимые факторы, обуславливающие индивидуальные реакции организма ребенка на ранних стадиях онтогенеза; 2) разработать дополнительные критерии оценки сдвигов психофизиологического состояния детей; 3) подготовить мероприятия по нивелированию негативных влияний детской эмоциональной депривации с использованием современных технологий, включая тренинги на основе метода биологической обратной связи по характеристикам ВСР и критерии эффективности этих мероприятий.

Принимая во внимание актуальность вышеизложенной проблемы, целью нашего исследования является изучение взаимосвязей факторов темперамента и показателей ВСР детей раннего возраста, воспитывающихся в разных социальных условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие дети в возрасте от полутора до трех с половиной лет: 48 детей, растущих в полных семьях, в возрасте от 17 до 38 месяцев

(30 мальчиков и 18 девочек, средний возраст – $28,7 \pm 7,8$ месяцев) – контрольная группа и 51 ребенок, воспитывающийся в доме ребенка «Елочка» (г. Симферополь), в возрасте от 18 до 43 месяцев (31 мальчик и 20 девочек, средний возраст – $32,6 \pm 5,8$ месяцев) – основная группа. Все дети не имели хронических заболеваний. В исследовании не участвовали дети со следующими отклонениями: с массой тела при рождении менее 2,5 кг, с наличием генетических заболеваний, с наличием записей в медицинской карточке о заболеваниях ЦНС и с зарегистрированным фетальным алкогольным синдромом, левши (рисующие левой рукой).

Для определения характеристик темперамента детей, участвующих в исследовании, использовали адаптированный русскоязычный опросник для изучения темперамента ребенка в раннем возрасте (опросник поведения в раннем детстве – ОПРД) [26, 27]. ОПРД заполнялся родителями детей из биологических семей и в случае институализированных детей – штатным детским психологом дома ребенка.

Опросник содержит 201 вопрос о выраженности разных элементов поведения у детей. Родители дают ответы, исходя из семибальной шкалы: 1 – такое поведение не встречается никогда, 2 – очень редко, 3 – меньше половины времени, 4 – около половины времени, 5 – больше половины времени, 6 – всегда. С помощью ОПРД оценивают три фактора темперамента: отрицательная эмоциональность (negative affectivity), подъем/экстраверсия (surgency / extraversion) и саморегуляция (effortful control). Вышеперечисленные факторы сопоставимы с такими характеристиками личности взрослого человека как, нейротизм, экстраверсия, и сдержанность/сознательность (constraint / conscientiousness) [26, 28]. Подробное описание факторов приведено нами ранее в предыдущей работе [29].

Регистрация СР детей производилась с помощью электроэнцефалографа «Мицар-ЭЭГ» в положении сидя в ситуации устойчивого зрительного внимания, соответствующего состоянию относительного функционального покоя. Детям предъявлялись с экрана дисплея персонального компьютера видеозаписи вращающегося мяча с меняющимся геометрическим рисунком. Автоматическая идентификация и классификация каждого комплекса QRS подтверждена визуально в соответствии с рекомендациями международной рабочей группы [30]. Согласно рекомендациям Европейского кардиологического общества, Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии [30] и ряда авторов [31, 32], в качестве методов оценки ВСР были использованы следующие методы.

Статистические: ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин); SDNN – стандартное отклонение величин нормальных интервалов R-R (мс); RMSSD – квадратный корень из среднего значения квадратов разностей длительностей соседних R-R интервалов (мс); pNN50 – процент (доля) последовательных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс в % к их общему числу; ИН – индекс напряжения регуляторных систем (у. е.).

Геометрические: Mo – мода – наиболее часто встречающееся значение R-R, указывающее на доминирующий уровень функционирования синусового узла (симпатикотония сопровождается меньшими, а ваготония – большими величинами Mo) (мс); AMo – амплитуда моды – число кардиоинтервалов в %, соответствующих диапазону моды, отражает меру мобилизирующего влияния симпатического отдела

(%); ВР – вариационный размах – вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями R-R, отражает степень вариабельности или размах колебаний значений кардиоинтервалов, является показателем парасимпатической системы (с); ОМС – общая мощность спектра ВСР (в диапазоне 0,003–0,4 Гц) (мс^2); ВК – мощность высокочастотного компонента спектра СР (в диапазоне 0,15–0,4 Гц) (мс^2); НК – мощность низкочастотного компонента СР (в диапазоне 0,04–0,15 Гц) (мс^2); ОНК – мощность очень низкочастотного компонента (0,003–0,04 Гц) (мс^2); НК/ВК – коэффициент вагосимпатического взаимодействия. Результаты исследования количественно обрабатывались с использованием стандартных приемов вариационной статистики при помощи программного обеспечения Statistica version 10.

Для оценки характера распределения в совокупности по выборочным данным использовали W-критерий Шапиро и Уилка. Для проверки влияния нескольких факторов на зависимую переменную использовали двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Для анализа выборочных данных из совокупностей, отличающихся от нормального распределения, использовали непараметрические методы.

Регистрация кардиоинтервалов у детей-сирот проводилась на основании официального разрешения руководителей и врачебного персонала дома ребенка «Елочка» и в присутствии психолога данного учреждения. В контрольную группу дети были набраны с помощью объявлений, размещенных в детских садах г. Симферополя. Родителям этих детей были предоставлены все необходимые сведения о процедуре исследования, и они дали письменное согласие на бесплатное участие ребенка в данных экспериментах. Настоящее исследование соответствовало этическим принципам Хельсинкской декларации 1964 г. и было одобрено этическим комитетом Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью выявления особенностей взаимоотношений автономной и центральной регуляции СР и характеристик личности детей, воспитывающихся в разных социальных условиях, проведен корреляционный анализ между показателями ВСР и выраженностью его шкал.

Корреляционный анализ экспериментальных данных всей совокупности детей из биологических семей статистически значимых взаимосвязей между характеристиками ВСР и темперамента не выявил. Поэтому мы предположили, что данный факт объясняется возможной неоднородностью данной выборки, которая требует проведения стратификации. С этой целью мы разделили выборку по полу, что предполагает уменьшение числа наблюдений и, соответственно, увеличение требований к плотности взаимосвязи для достижения статистической значимости корреляций.

При таком отдельном анализе выявлено, что у девочек из семей шкала темперамента «подъем/экстраверсия» позитивно коррелирует с коэффициентом вариации ВСР ($r_s=0,53$, $p=0,04$) (рис. 1) и отрицательно – с показателем отношения низкочастотной к высокочастотной составляющей спектра СР ($r_s=-0,69$, $p=0,004$) (рис. 2).

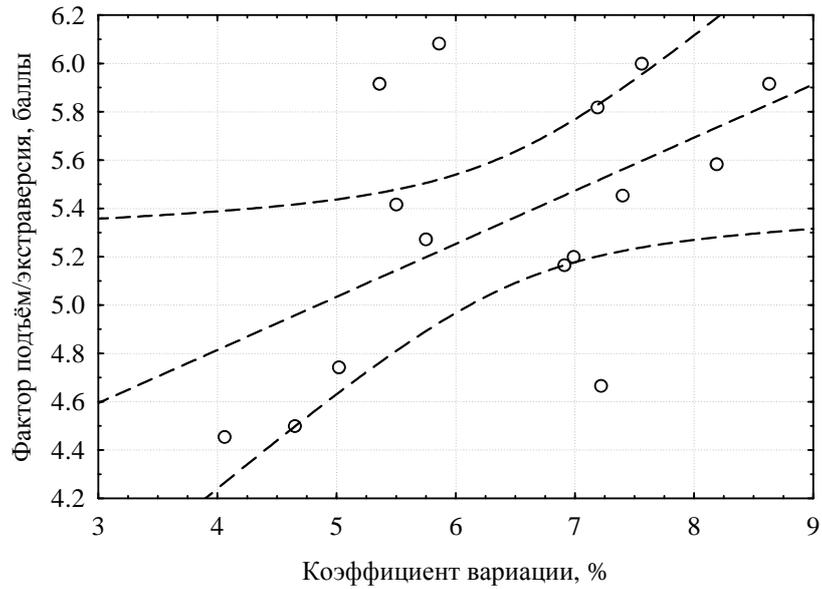


Рис. 1. Взаимосвязь фактора «подъем – экстраверсия» со значениями коэффициента вариации сердечного ритма группы девочек из семей.

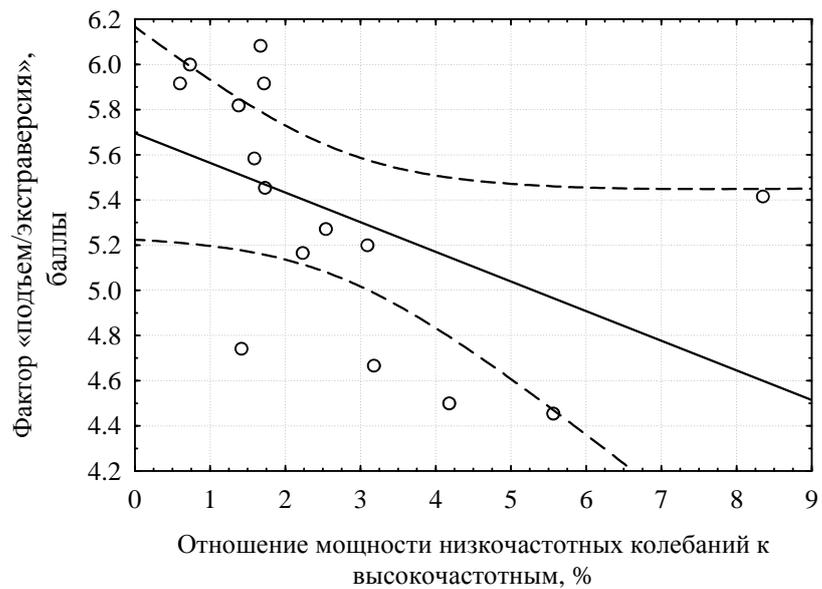


Рис. 2. Взаимосвязь фактора «подъем – экстраверсия!» с относительными значениями отношения мощности низкочастотных к высокочастотным колебаниям variability сердечного ритма группы девочек из семей (в %).

Коэффициент вариации, как и стандартное отклонение величин нормальных интервалов R-R, характеризует состояние механизмов регуляции с учетом частоты сердечных сокращений, а потому является более надежным, поскольку испытывает меньшее влияние при наличии артефактов, эктопических сокращений. Данный показатель является интегральным, характеризующим ВРС в целом, и зависит от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отдела ВНС. Увеличение или уменьшение этого показателя свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов вегетативной системы, что, однако, не позволяет достоверно судить о влиянии на ВРС каждого из них в отдельности [31]. Значения коэффициента вариации связывают с выраженностью влияния М-холинергических воздействий на сердце [33]. В данном случае уровень фактора «подъем – экстраверсия» позитивно зависит от выраженности ваго-симпатического влияния на СР девочек из семей.

Значениями отношения мощности низкочастотных к высокочастотным колебаниям ВРС принято описывать соотношение или баланс симпатических и парасимпатических влияний (симпато-вагусный баланс). Поэтому данная связь может быть определена следующим образом: чем ниже значения данного отношения у девочек контрольной группы, тем выше у них уровень фактора «подъем/экстраверсия». Или, в терминах, описывающих свойства ВНС, чем ниже выраженность симпатических влияний на СР, тем выше экстраверсия. Однако не следует исключать и того, что девочки с высоким уровнем экстраверсии позитивно относились к экспериментальной ситуации и новым людям (экспериментаторам), а имеющие низкий уровень – испытывали тревогу, напрягались, что вызывало у них активацию симпатического звена вегетативной регуляции СР.

Полученные нами данные о негативной связи высокочастотного компонента спектра ВРС, отражающего парасимпатический тонус блуждающего нерва, с уровнем «подъем/экстраверсия», согласуются результатами исследований других авторов, которые выявили, что у детей первых лет жизни парасимпатический тонус связан с поведенческой реактивностью [34, 35]. Кроме того, в работе Е. Р. Слободской и Ю. А. Татаурова [17], показано, что у детей в раннем возрасте парасимпатический тонус (отражающийся в HF компоненте ВРС) положительно коррелирует с чертами темперамента «активность» и «приближение».

В отличие от группы контроля анализ корреляций психофизиологических показателей всей совокупности детей из детского дома позволил выявить ряд статистически значимых взаимосвязей. Уровень экстраверсии этих детей негативно коррелирует со значениями суммарной мощности спектра ОНК ВРС ($r_s = -0,34$, $p = 0,03$) (рис. 3). В ряде исследований, проведенных на детях дошкольного и младшего школьного возраста [31, 36], показано, что с возрастом у большинства детей доминирование суммарной мощности спектра в очень низкочастотном диапазоне сменяется ростом величины мощности спектра в диапазоне высоких частот. Механизм ОНК, по мнению ученых [37], окончательно не установлен, но предполагается связь их с различными гуморальными факторами (катехоламины,

ренин-ангиотензин и др.) и с влиянием надсегментарных (в первую очередь гипоталамических) центров автономной регуляции.

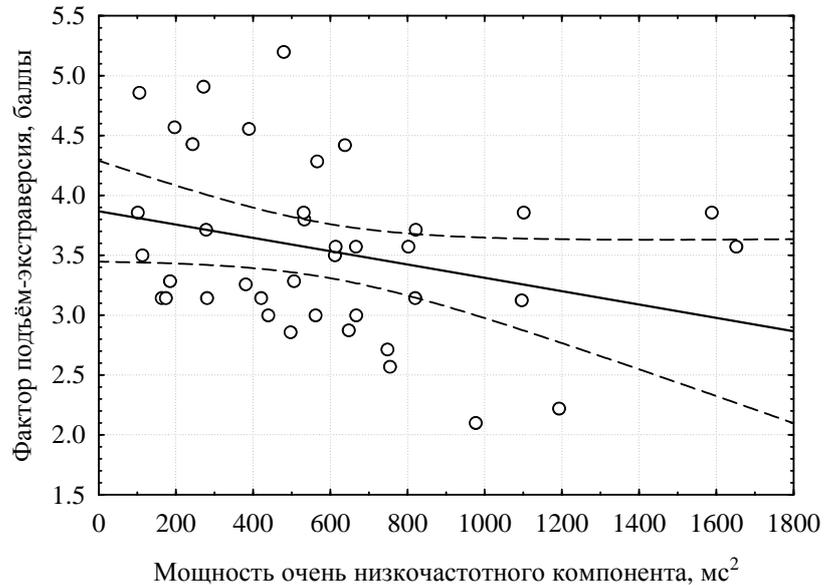


Рис. 3. Взаимосвязь фактора «подъем – экстраверсия» со значениями суммарной относительной мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСП группы детей-сирот.

В связи с этим можно предположить, что относительно низкий уровень экстраверсии, зафиксированный ранее у детей-сирот [25], обусловлен сохраняющимся доминированием влияния надсегментарных центров автономной регуляции на СР.

Суммарная мощность спектра очень низкочастотного компонента ВСП, отражающая активность центральных уровней регуляции, по-видимому, имеет важное значение не только в вегетативном обеспечении СР ребенка. Она в определенной степени является отражением индивидуальности детей, поскольку ее относительная величина проявила взаимосвязь и со значениями показателя «отрицательная эмоциональность» ($r_s=0,33$, $p=0,04$) (рис. 4).

Раздельный анализ взаимосвязей (по полу) не выявил значимых корреляций между показателями ВСП и характеристиками темперамента у девочек, воспитывающихся в детском доме. Однако в группе мальчиков, как и во всей совокупности детей-сирот, была выявлена статистически значимая и еще более тесная взаимосвязь относительной суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента с отрицательной эмоциональностью ($r_s=0,44$, $p=0,03$). Данный факт может указывать на некоторое отставание в развития регуляции СР мальчиков по сравнению с девочками, воспитывающимися в условиях детского дома.

В ранее проведенном исследовании [38] показано, что чем ниже относительная мощность альфа- и выше относительная мощность тета-ритма ЭЭГ, тем выше уровень «отрицательной эмоциональности» у детей-сирот.

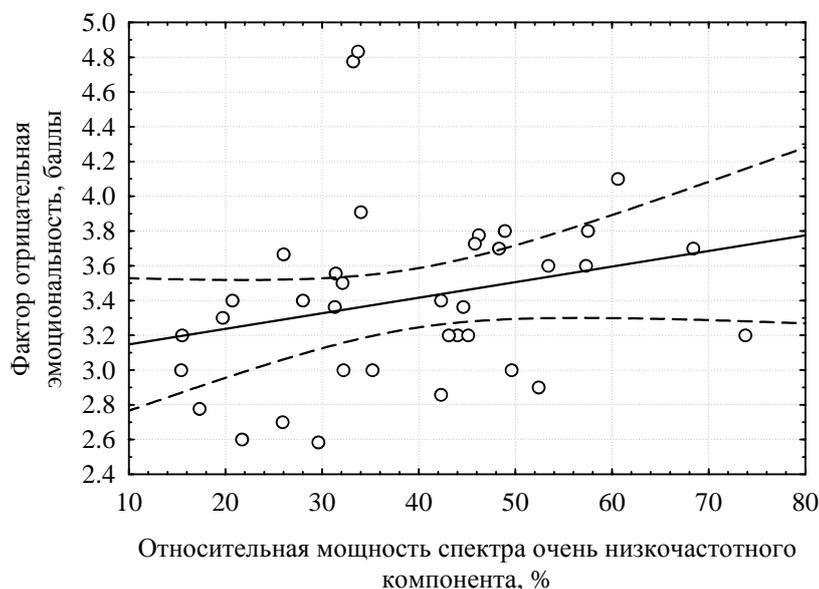


Рис. 4. Взаимосвязь показателя «отрицательная эмоциональность» детей-сирот с относительными значениями суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСП.

Данный факт авторы объясняют тем, что дети-сироты с высоким уровнем «отрицательной эмоциональности» более тревожно воспринимали экспериментальную ситуацию [39]. В связи с этим можно предположить, что низкие по величине значения этого отношения обусловлены, вероятно, относительно высоким уровнем симпатической составляющей регуляции СР, который наблюдается у детей-сирот.

Фактор темперамента «волевая регуляция» проявил тенденцию к значимой отрицательной взаимосвязи с относительными значениями показателя низкочастотной составляющей ВСП. То есть чем выше значения фактора «волевая регуляция», тем меньше вклад низкочастотной составляющей в суммарную регуляцию СР. Ранее в нашей лаборатории показано [25], что ЭЭГ-корреляты фактора темперамента «волевая регуляция», обнаруженные у детей-сирот и детей, воспитывающихся в семьях, имеют существенные различия. Вместе с тем на основании обнаруженных в нашей лаборатории корреляций частоты фоновой импульсной активности моноаминергических нейронов со спектральной мощностью ритмов ЭЭГ животных выдвинуто предположение, что паттерн ЭЭГ может отражать не только текущее состояние неокортекса животного, но и состояние основных моноаминергических систем [40]. Наблюдаемые взаимосвязи показателей ВСП и факторов темперамента детей в раннем возрасте могут быть

обусловлены участием в регуляции СР активности систем моноаминергических нейронов, по-видимому, определяющих темперамент. В пользу данного предположения свидетельствуют также полученные Гилберто Герра и соавторами доказательства наличия связей темпераментных черт индивидуальности с функцией моноаминов [41]. Таким образом, факт наличия взаимосвязей характеристик темперамента с показателями вегетативной регуляции СР укладывается в рамки психобиологической модели индивидуальности С. Р. Клонингера, в которой черты темперамента соотносятся с определенными биохимическими системами мозга [42]. Мы не исключаем, что между показателями суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента СР и относительными мощностями альфа- и тета-ритмов ЭЭГ могут быть выявлены значимые корреляции. Наличие последних может оказаться связующим звеном в расшифровке психофизиологических механизмов формирования личности ребенка и оптимизации воспитательного процесса в условиях эмоциональной депривации.

Таким образом, выявленные взаимосвязи между фактором темперамента «подъем/экстраверсия» и индивидуальными особенностями вегетативной регуляции СР у детей-сирот и детей контрольной группы различны. У девочек, воспитывающихся в семьях, значения по шкале «подъем/экстраверсия» отрицательно коррелируют с отношением мощности низкочастотных колебаний к высокочастотным, а у детей-сирот – с очень низкочастотным компонентом спектрального анализа ВСР.

В период первых лет жизни, когда наиболее интенсивно происходят процессы ветвления дендритов и образования синаптических контактов в нейронных сетях, отличается особо высокой чувствительностью и выраженной пластичностью. В соответствии с теорией «селективной стабилизации» синапсов задействованные под влиянием специфических сенсорных раздражений синапсы повышают свою эффективность и стабилизируются, незадействованные – отмирают [43]. Селективная стабилизация синапсов проходит под влиянием полученного ребенком опыта взаимодействия с миром. Предполагается, что обнаруженные в настоящем исследовании различия во взаимосвязях психофизиологических показателей, обусловлены особенностями условий воспитания детей. Являясь одними из главных среди факторов развития личности, они, в определенной степени, могут предопределять модификации темперамента ребенка. Подтверждением этому мнению являются результаты проведенного ранее исследования, в котором выявлено, что у детей-сирот по сравнению со сверстниками из семей статистически значимо ниже значения фактора «подъем/экстраверсия» и выше – фактора «отрицательная эмоциональность» [25]. Наблюдаемые различия выраженности факторов согласуются с результатами исследования, в котором выявлено, что у детей, воспитывающихся в первые годы жизни в детских домах, наблюдалось искажение привязанности и «трудный» темперамент [39].

У детей-сирот по сравнению с их сверстниками, воспитывающимися в семьях, выявлено отставание в развитии вегетативной регуляции СР [44]. При этом выявленные взаимосвязи между фактором темперамента «подъем/экстраверсия» и индивидуальными особенностями вегетативной регуляции СР у детей-сирот и детей

контрольной группы различны. У детей, воспитывающихся в семьях, значения по шкале «подъем/экстраверсия» положительно коррелируют с высокочастотным компонентом, а у детей-сирот – с очень низкочастотным компонентом спектра ВСП. Таким образом, у детей-сирот недостаток сенсорных стимулов, социальных контактов и устойчивых эмоциональных связей может приводить к нейрофизиологическим нарушениям [23], оказывать влияние на созревание эмоциогенных структур мозга и, возможно, – на формирование темперамента. Данные изменения нередко приводят к задержке речевого развития, которая проявляется в характерных изменениях спектральной плотности мощности ЭЭГ при восприятии речи [45–48].

Проведенные ранее и полученные в настоящем исследовании данные наталкивают на дальнейшие исследования природы темперамента и, возможно, анализ взаимосвязей показателей суммарной электрической активности головного мозга, темперамента и ВСП создадут еще один мостик между центральными и автономными механизмами формирования поведения ребенка. Это позволит разработать мероприятия по нивелированию негативных влияний детской эмоциональной депривации с использованием современных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Взаимосвязи характеристик темперамента и показателей variability сердечного ритма детей в раннем возрасте зависят от условий их воспитания.
2. У девочек, воспитывающихся в семьях, значения по шкале «подъем/экстраверсия» позитивно коррелируют с коэффициентом вариации и отрицательно – с показателем отношения низкочастотной к высокочастотной составляющей спектра сердечного ритма, а у детей-сирот – с очень низкочастотным компонентом спектрального анализа variability сердечного ритма.
3. У детей-сирот значения фактора темперамента «отрицательная эмоциональность» позитивно и значимо связаны с относительными значениями суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСП.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 2015/701 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проекта «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низко интенсивных факторов различной природы» базовой части государственного задания Минобрнауки России.

Список литературы

1. Слободская Е. Р. Темперамент, социальные факторы и приспособление подростков / Е. Р. Слободская // Бюллетень СО РАМН. 2004. № 2 (112). – С. 106–111.
2. Strelau J. Temperament: A psychological perspective / J. Strelau. – New York: Plenum, 1999. – 380 p.
3. Shilov S. N. Temperamental personality traits of the child as a factor determining reserve health / S. N. Shilov, O. G. Soldatov, N. D. Nalivayko // Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. – 2014. – Vol. 17, No 1. – P. 89–100.

4. Gray J A. Fundamental systems of emotion in the mammalian brain / Gray J A. // *Coping with Uncertainty: Biological, Behavioral and Developmental Perspectives*. Hillsdale, 1989. – P. 173–195.
5. Kagan J. Galen's prophecy: Temperament and human nature / Kagan J. – New York: Basic Books, 1994. – P.15.
6. Bardetskaya Y. V. State of individual health, cardiorespiratory system of junior schoolchildren in the far north with different temperament trait indices / Y. V. Bardetskaya , V. Yu. Potylitsyna // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. – 2015. – Vol. 8, No 11. – P. 2220–2232.
7. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // *Ультразвуковая и функциональная диагностика* – 2001. – № 3. – С. 106–127.
8. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н. И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 259 с.
9. Шлык Н. И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей / Шлык Н. И. – Ижевск: Удмуртский университет, 1991. – 417 с.
10. Friedman B. H. Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability / Friedman B. H., J. F. Thayer // *J. Psychosom Res.* – 1998. –Vol. 44, No 1. – P. 133–151.
11. Beauchaine T. P. Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology / T. P. Beauchaine, J. F. Thayer // *Int. J. Psychophysiol.* – 2015. – Vol. 8, No 2. – P. 338–350.
12. Немов Р. С. Общая психология: учебник для студентов / Немов Р. С. – М.: Гуманит. изд-во центр «Владос» – 2001. – 400 с.
13. Porges S. W. Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory / Porges S. W. // *Psychophysiology*. – 1995. – Vol. 32. – P. 301.
14. Rothbart M. K. Development of individual differences in temperament. / Rothbart M. K, Derryberry D. // In: Lamb ME, Brown AL, editors. *Advances in developmental psychology*. Vol. 1. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1981. – P. 37–86.
15. Rothbart M. K. The development of effortful control / Rothbart M. K, Rueda M. R. // In: Mayr U, Awh E, Keele SW, editors. *Developing individuality in the human brain: A tribute to Michael I Posner*. Washington, DC: American Psychological Association; 2005. – P. 167–188.
16. Schneirla T. C. An evolutionary and developmental theory of biphasic processes underlying approach and Withdrawal / T. C. Schneirla // *Nebraska symposium on motivation*, Vol. 7. Ed. M.R. Jones, Univ. of Nebraska Press, Lincoln, 1959. –P. 1–42.
17. Слободская Е. Р. Вегетативная регуляция сердечного ритма и темперамент детей раннего возраста / Е. Р. Слободская, Ю. А. Татауров // *Физиология человека*. – 2001. – № 2. – С. 86–90.
18. Бань А. С. Вегетативный показатель для оценки вариабельности ритма сердца спортсменов / А. С. Бань, Г. М. Загородный // *Медицинский журнал* – 2010. – № 4. – С. 21–25.
19. Павленко В. Б. Психофизиологические механизмы формирования и развития темперамента / В. Б. Павленко // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Сер. Социология. Педагогика. Психология: научный журнал*. – 2015. – Т. 1 (67), № 1. – С. 144–156.
20. Бабынин Э. В. Генетические аспекты темперамента / Э. В. Бабынин // *Психологический журнал*. – 2003. – Т. 24, № 5. – С. 95–102.
21. Plomin R. Genetic change and continuity from fourteen to twenty months: the MacArthur Longitudinal Twin Study / R. Plomin, R. N. Emde, J. M. Braungart [et al.] // *Child Dev.* – 1993. – Vol. 64, № 5. – P. 1354–1376.
22. Малых С. Б. Природа индивидуальных особенностей темперамента в подростковом возрасте / С. Б. Малых, Е. Д. Гиндина, В. В. Надысева // *Психологический журнал*. – 2004. – Т. 25, № 6. – С. 29–52.
23. Прихожан А. М. Психология сиротства, 2-е изд. / А. М. Прихожан, Н. Н. Толстых. – СПб.: Питер, 2005. – 400 с.
24. Hanson J. L. Behavioral problems after early life stress: contributions of the hippocampus and amygdale / J. L. Hanson, B. M. Nacewicz, M. J. Sutterer [et al.]// *Biol. Psychiatry*. – 2015. – V. 77, №4. – P. 314–323.
25. Михайлова А. А. ЭЭГ-корреляты темперамента у детей-сирот в возрасте от полутора до трех лет / Михайлова А. А., Тимуш И. Я., Павленко В. Б. // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология. Химия*. – 2015. – Т. 1, № 3. – С. 29–38.

26. Putnam S. P. Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The early childhood behavior questionnaire / S. P. Putnam, M. A. Gartstein, M. K. Rothbart // *Inf. Behavior and Dev.* – 2006. – Vol. 29. – P. 386–401.
27. Колмагорова А. В. Адаптация русскоязычной версии опросника для изучения темперамента детей раннего возраста / А. В. Колмагорова, Е. Р. Слободская, М. Э. Гарштейн // *Психологический журнал.* – 2008. – Т. 29, No 6. – С. 82–87.
28. Digman J. M. Personality structure: Emergence of the five-factor model / J. M. Digman // *An. Rev. of Psychol.* – 1990. – Vol. 41. – P. 417–440.
29. Куленкова А. А. Взаимосвязь темперамента детей первых лет жизни с их физиологическими особенностями / А. А. Куленкова, В. Б. Павленко // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия».* – 2013. – Т. 26 (65), № 2. – С. 107–114.
30. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // *Eur. Heart J.* – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.
31. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В. М. Михайлов. – Иваново: Гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
32. Бирюкова Е. А. Вариабельность сердечного ритма у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (ЧАСТЬ I) / Е. А. Бирюкова, Е. Н. Чуян // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия».* – 2010. – Т. 23 (62), № 3. – С. 28–34.
33. Циркин В. И. Вариабельность сердечного ритма у девочек, девушек, небеременных и беременных женщин / Циркин В. И., Сизова Е. Н., Кайсина И. Г. [и др.]. // *Вятский медицинский вестник.* – 2003. – № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/variabelnost-serdechnogo-ritma-u-devochek-devushek-neberemennyh-i-beremennyh-zhenschin> (дата обращения: 03.10.2016).
34. Fox N. A. Psychophysiological correlates of emotional reactivity during the first year of life / Fox N. A. // *Dev. Psychol.* – 1989. – Vol. 25., No 3. – P. 364.
35. Calkins S. D. Psychobiological measures of temperament in childhood. / Calkins S. D., Swingler M. M. // In M. Zentner, & R. L. Shiner (Eds.), *Handbook of temperament* – New York, NY: Guilford Press.– 2012. – P. 229–247.
36. Догадкина С. Б. Возрастная динамика временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма у детей 5–9 лет / С. Б. Догадкина // *Новые исследования.* – 2012. – № 4 (33). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vozzrastnaya-dinamika-vremennyh-i-spektralnyh-pokazateley-variabelnosti-serdechnogo-ritma-u-detey-5-9-let> (дата обращения: 21.09.2016).
37. Widmark C. Spectral analysis of heart rate variability during desflurane and isoflurane an aesthesia in patients undergoing arthroscopy / C. Widmark, J. Olaison, B. Reftel [et al.] // *Acta Anaesthesiol Scand.* 1998. Vol. 42, No 2. – P. 204–210.
38. Куленкова А. А. Нейрофизиологический анализ развития эмоциональной сферы детей раннего возраста / А. А. Куленкова, Ю. О. Дягилева, В. Б. Павленко // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия».* – 2014. – Т. 27 (66), № 3. – С. 78–87.
39. Stams G. J. Maternal sensitivity, infant attachment, and temperament in early childhood predict adjustment in middle childhood: the case of adopted children and their biologically unrelated parents / G. J. Stams, F. Juffer, M. H. van IJzendoorn // *Dev Psychol.* – 2002. – Vol. 38, № 5. – P. 806–821.
40. Kulichenko A. M. Correlations between brainstem monoaminergic neuron activity and the spectral power of EEG rhythms in conscious cats / A. M. Kulichenko, Yu. O. Dyagileva (Fokina), O. I. Kolotilova, V. B. Pavlenko // *Neuroscience and Behavioral Physiology.* – 2015. – Vol. 45, No 1. – P. 84–90.
41. Gerra G. Neuroendocrine correlates of temperamental traits in humans / G. Gerra, A. Zaimovic, M. Timpano, U. Zambelli, R. Delsignore, F. Brambilla // *Psychoneuroendocrinology.* – 2000. – Vol. 25, No 5. – P. 479–496.
42. Cloninger C. R. A systematic method for clinical description and classification of personality variants. A proposal. / Cloninger C. R. // *Arch. Gen. Psychiatry.* – 1987. – Vol. 44, No 6. – P. 573–588.
43. Хухо Ф. Нейрохимия: Основы и принципы / Ф. Хухо – М.: Мир, 1990 – 384 с.
44. Куличенко А. М. Особенности вариабельности сердечного ритма детей возрастом 1,5–3,5 года, воспитывающихся в детском доме / А. М. Куличенко, А. А. Михайлова, Ю. О. Дягилева,

- Л. С. Орехова, В. Б. Павленко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Биология, химия – 2016. – Том 2 (68), № 2. – С. 31–46.
45. Белалов В. В. ЭЭГ-корреляты развития речи у детей-сирот возрастом до трех с половиной лет / В. В. Белалов, Ю. О. Дягилева, А. Я. Хрипун // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, Химия. – 2013. – Т 26 (65). – № 1. – С. 3–9.
46. Белалов В. В. Динамика восприятия речи у детей-сирот возрастом двух с половиной – трех с половиной лет / В. В. Белалов, Ю. О. Дягилева, А. Я. Хрипун // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, Химия. – 2013. – Т 26 (65). – № 3. – С. 15–26.
47. Belalov V. V. Neurophysiological analysis of speech perception in 2.5 to 3.5-year-old orphans and children raised in a family / V. V. Belalov, Yu. O. Dyagileva, V. B. Pavlenko and O. M. Kochukhova // Neurophysiology. – 2014. – Vol. 46, No 1. – P. 79–87.
48. Белалов В. В. Особенности восприятия мужской и женской речи у детей-сирот возрастом двух с половиной – трех с половиной лет / В. В. Белалов, Ю. О. Дягилева, А. Я. Хрипун [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 3–11.

RELATIONSHIP BETWEEN TEMPERAMENT PROPERTIES AND HEART RATE VARIABILITY INDICES IN EARLY CHILDHOOD

Kulichenko A.M., Mikhailova A.A., Dyagileva Yu.O., Orekhova L.S., Pavlenko V.B.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: alexander.kulichenko@gmail.com*

The goal of the study was to examine the influence of upbringing conditions on the relationship between temperament factors and heart rate variability.

The study involved children aged from one and a half to three and a half years: 48 children aged from 17 to 38 months living in two-parent families (30 boys and 18 girls, mean age $28,7 \pm 7,8$ months) – control group, and 51 children, aged from 18 to 43 months living in the orphans' house "Yolochka" (Simferopol) (31 boys and 20 girls, mean age $32,6 \pm 5,8$ months) – the main group.

To diagnose the temperamental characteristics, the institution's psychologists were asked to fill in the Russian-language adapted short version of the Early Childhood Behavior Questionnaire (ECBQ) which consists of 36 questions describing various elements of children's behavior. There were assessed the three ECBQ factors of temperament: Negative affectivity, Surgency/Extraversion and Effortful Control.

The correlation analysis of the data belonging to the control group of children didn't show statistically significant relationships between the indices of temperament and the HRV. The separate analysis of the girls from the group of children living in families revealed a positive correlation between the level of Surgency/Extraversion and the HRV variation coefficient ($r_s=0,53$, $p=0,04$) and a negative correlation between the same temperament scale and the high frequency component of the HR specter ($r_s=-0,69$, $p=0,004$).

Unlike the main group, the correlation analysis of the psychophysiological indices for the whole main group of institution-reared children provided a number of statistically significant relationships. The Extraversion level negatively correlated with the value of the

total spectrum power of HRV VLC ($r_s = -0,34$, $p = 0,03$). The total spectrum power of the very low-frequency component of HRV, reflecting the activity of the central regulation of levels, apparently, is important not only in vegetative maintenance of the HR in children. To some extent, it reflects the children's individuality because its relative value showed statistical relationship with the level of Negative Affectivity ($r_s=0,33$, $p=0,04$).

The sample of boys from the main group showed even stronger relationship between Negative Affectivity level and the total specter power of the low-frequency component of the HR ($r_s=0,44$, $p=0,03$).

The discovered relationships between temperamental properties and the indices of the HR vegetative regulation complies well with the individuality's psychobiological model by S.R. Cloninger according to which temperamental characteristics are considered to be related to brain's certain biochemical systems.

The data collected in our previous and current research testify to the necessity of the follow-up studies of the temperament nature. It looks quite feasible that further analysis of relationships among brain's total electrical activity, temperament and HRV might help us build one more bridge linking central and autonomous mechanisms underlying the development of children's behavior. This will hopefully help us design the means to compensate for the negative effects of emotional deprivation in children through the use of modern technologies.

Keywords: vegetative regulation, heart rate variability, orphans, temperament factors.

References

1. Slobodskaya E. R. Temperament, sotsial'nye faktory i prispособlenie podrostkov. *Byulleten' SO RAMN*. 2, 106 (2004).
2. Strelau J. *Temperament: A psychological perspective*. 380 p. (Plenum, 1999).
3. Shilov S. N., Soldatov O. G., Nalivayko N. D. Temperamental personality traits of the child as a factor determining reserve health. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*. 17, 89 (2014).
4. Gray J. A. Three fundamental emotion systems. In: Ekman P, Davidson JR, eds. *The Nature of Emotion*. 243-247 (Oxford University Press, 1994).
5. Kagan J. *Galen's prophecy: Temperament and human nature*. 15 (Basic Books, 1994).
6. Bardetskaya Y. V., Potylitsyna V. Yu. State of individual health, cardiorespiratory system of junior schoolchildren in the far north with different temperament trait indices. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 8, 2220 (2015).
7. Baevskii P. M., Ivanov G. G. Variabel'nost' serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosti klinicheskogo primeneniya. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 3, 106 (2001).
8. Shlyk N. I. *Serdechnyi ritm i tip regulyatsii u detei, podrostkov i sportsmenov*. 259 p. (Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskii universitet», 2009).
9. Shlyk N. I. *Serdechnyi ritm i tsentral'naya gemodinamika pri fizicheskoi aktivnosti u detei*. 417 p. (Izhevsk, Izd-vo «Udmurtskii universitet», 1991).
10. Friedman B. H., Thayer J. F. Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability *J. Psychosom Res.* 44, 133 (1998).
11. Beauchaine T. P., Thayer J. F. Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. *Int J Psychophysiol.* 8, 338 (2015).
12. Nemov R. S. *Obshchaya psikhologiya: uchebnik dlya studentov*. 400 s. (Gumanit. izd-vo tsentr «Vlados», 2001).
13. Porges S. W. Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*. 32, 301 (1995).

14. Rothbart M. K., Derryberry D. Development of individual differences in temperament. In: Lamb ME, Brown AL, editors. *Advances in developmental psychology*. **1**, 37 (Erlbaum, 1981).
15. Rothbart M. K., Rueda M. R. The development of effortful control. In: Mayr U, Awh E, Keele SW, editors. *Developing individuality in the human brain: A tribute to Michael I Posner*. 167-188 (American Psychological Association, 2005).
16. Schneirla T. C. An evolutionary and developmental theory of biphasic processes underlying approach and withdrawal. *Abstracts Nebraska symposium on motivation*, edited by Jones M.R., (Univ. of Nebraska Press, Lincoln, 1959), p. 1.
17. Slobodskaya E., Tataurov Y. Autonomic Cardiac Rhythm Regulation and Temperament in Infancy. *Human Physiology*. **27**, 205 (2001).
18. Ban' A. S., Zagorodnyi G. M. Vegetativnyi pokazatel' dlya otsenki variabel'nosti ritma serdtsa sportsmenov. *Meditsinskii zhurnal*, **4**, 21 (2010).
19. Pavlenko V. B. Psychophysiological mechanisms of formation and development of temperament. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. – Series: Sociology. Pedagogy. Psychology*. **1**, 144 (2015).
20. Babynin E. V. Geneticheskie aspekty temperamenta. *Psikhologicheskii zhurnal*. **24**, 95 (2003).
21. Plomin R., Emde R. N., Braungart J. M. [et al.] Genetic change and continuity from fourteen to twenty months: the MacArthur Longitudinal Twin Study. *Child Dev*. **64**, 1354 (1993).
22. Malykh S. B., Gindina E. D., Nadyseva V. V. Priroda individual'nykh osobennostei temperamenta v podrostkovom vozraste. *Psikhologicheskii zhurnal*. **25**, 29 (2004).
23. Prikhozhan A. M., Tolstykh N. N. *Psikhologiya sirotstva: ucheb. posobiye dlya vysshikh uchebnykh zavedeniy po napravleniyu i spetsialnostyam psikhologii*. – 400 s. (Piter print, 2005).
24. Hanson J. L., Nacewicz B. M., Sutterer M. J. [et al.] Behavioral problems after early life stress: contributions of the hippocampus and amygdale. *Biol. Psychiatry*. **77**, 314 (2015).
25. Mikhailova A. A., Timush I. Ya., Pavlenko V. B. EEG-correlates of temperament in institutionalized children aged 1,5 to 3 years. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. – Series: Biology, chemistry*. **1** (67), 29 (2015).
26. Putnam S. P., Gartstein M. A., Rothbart M. K. Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The early childhood behavior questionnaire. *Inf. Behavior and Dev*. **29**, 386 (2006).
27. Kolmagorova A. V., Slobodskaya E. R., Garshtein M. E. Adaptatsiya russkoyazychnoi versii oprosnika dlya izucheniya temperamenta detei rannego vozrasta. *Psikhologicheskii zhurnal*. **29**, 82 (2008).
28. Digman J. M. Personality structure: Emergence of the five-factor model. *An. Rev. of Psychol*. **41**, 417 (1990).
29. Kulenkova A. A., Dyagileva Ju. O., Pavlenko V. B. Neurophysiological analysis of emotional sphere development in early childhood. *Scientific Notes of Taurida V. I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*. **26** (65), 107 (2013).
30. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur. Heart J*. **17**. 354 (1996).
31. Mikhailov V. M. *Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakt. primeneniya* 290 p. (Gos. med. akademiya, Ivanovo, 2002).
32. Birjukova E. A., Chujan E. N. Heart rate variability in subjects with different types vegetative regulation under the influence of controlled respiration with individually selected frequency (Part I). *Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*. **23**, 28 (2010).
33. Tsirkin V. I. , Sizova E. N., Kaisina I. G., Kononova T. N., Trukhin A. N., Makarova I. A., Pechenkina N. S. Variabel'nost' serdechnogo ritma u devochek, devushek, neberemennykh i beremennykh zhenschin. *Vyatskii meditsinskii vestnik* (2003) URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/variabelnost-serdechnogo-ritma-u-devochek-devushek-neberemennyh-i-beremennyh-zhenschin> (дата обращения: 03.10.2016).
34. Fox N. A. Psychophysiological correlates of emotional reactivity during the first year of life. *Dev. Psychol*. **25**, 364 (1989).
35. Calkins S. D., Swingler M. M. Psychobiological measures of temperament in childhood. In M. Zentner, & R. L. Shiner (Eds.), *Handbook of temperament* (pp. 229-247) (Guilford Press, 2012).

36. Dogadkina S. B. Vozrastnaya dinamika vremennykh i spektral'nykh pokazatelei variabel'nosti serdechnogo ritma u detei 5-9 let. *Novye issledovaniya*. (2012). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vozrastnaya-dinamika-vremennyh-i-spektralnyh-pokazateley-variabelnosti-serdechnogo-ritma-u-detey-5-9-let> (data obrashcheniya: 21.09.2016).
37. Widmark C., Olaison J., Reftel B., Jonsson L. E. and Lindecrantz K. Spectral analysis of heart rate variability during desflurane and isoflurane an aesthesia in patients undergoing arthroscopy *Acta Anaesthesiol Scand*. **42**, 204 (1998).
38. Kulenkova A. A., Dyagileva Ju. O., Pavlenko V. B. Neurophysiological analsis of emotional sphere development in early *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University – Series: Biology, chemistry*. **27**, 78 (2014).
39. Stams G. J., Juffer F., van IJzendoorn M. H. Maternal sensitivity, infant attachment, and temperament in early childhood predict adjustment in middle childhood: the case of adopted children and their biologically unrelated parents. *Dev Psychol*. **38**, 806 (2002).
40. Kulichenko A. M., Dyagileva (Fokina) Yu. O., Kolotilova O. I., Pavlenko V. B. Correlations between brainstem monoaminergic neuron activity and the spectral power of EEG rhythms in conscious cats. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. **45**, 84 (2015).
41. Gerra G., Zaimovic A., Timpano M., Zambelli U., Delsignore R., Brambilla F. Neuroendocrine correlates of temperamental traits in humans. *Psychoneuroendocrinology*. **25**, 479 (2000).
42. Cloninger C. R. A systematic method for clinical description and classification of personality variants. A proposal. *Arch. Gen. Psychiatry*. **44**, 573 (1987).
43. Hucho F. Neurochemistry: fundamentals and concepts. 326 p. (VCH Weinheim, 1986).
44. Kulichenko A. M., Mikhailova A. A., Dyagileva Yu. O., Orekhova L. C., Pavlenko V. B. Peculiarities of indexes of heart rate variability instutualization children in the period from 1.5 to 3.5 years. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Biology, chemistry*, **2 (68), 2**, 31 (2016).
45. Belalov V. V., Dyagileva Yu. O., Khripun A. Ya. EEG-korrelyaty razvitiya rechi u detei sirot, vozrastom do trekh s polovinoi let. *Scientific Notes of Taurida V. I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*. **26**, 3 (2013).
46. Belalov V. V., Dyagileva Yu. O., A. Ya. Khripun Dinamika vospriyatiya rechi u detei-sirot vozrastom dvukh s polovinoi – trekh s polovinoi let. *Scientific Notes of Taurida V. I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*. **26**, 15 (2013).
47. Belalov V. V., Dyagileva Yu. O., Pavlenko V. B. and Kochukhova O. M. Neurophysiological analysis of speech perception in 2.5 to 3.5-year-old orphans and children raised in a family. *Neurophysiology*. **46**, 79 (2014).
48. Belalov V. V., Djagileva Ju. O. [et al.] Osobennosti vospriyatija muzhskoj i zhenskoj rechi u detej-sirot vozrastom dvuh s polovinoj – treh s polovinoj let. *Scientific Notes of Taurida V. I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry*. **27**, 3 (2015).

УДК 581.14:661.162.66(635.656)

ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА

Собчук Н. А., Чмелева С. И.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: sob4uk.n@gmail.com*

В статье представлены результаты исследований по влиянию регулятора роста Циркон на рост и развитие растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза. Впервые получены данные о воздействии данного препарата на морфометрические показатели гибрида кукурузы ТАР 349 МВ в условиях осмотического стресса. Результаты работы имеют теоретическую и практическую ценность, так как углубляют знания о действии синтетического регулятора роста нового поколения на сельскохозяйственные растения в условиях осмотического стресса, что позволяет рекомендовать к применению его в практике выращивания растений кукурузы на засоленных почвах.

Ключевые слова: кукуруза, Циркон, морфометрические показатели, осмотический стресс, солеустойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Главные задачи растениеводства России – получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур отличного качества, а также поддержание и повышение почвенного плодородия [1]. На территории России в зонах степей, полупустынь и пустынь с целью дополнительного водообеспечения применяют орошение. От 13 до 80 % орошаемых полей, по оценкам ученых, в той или иной степени подвержены засолению, с чем связано понижение их продуктивности [2–3]. Причины засоленности почв различны: испарение минерализованных грунтовых вод, неправильный режим орошения, полив сельскохозяйственных культур слишком соленой водой, состав сельскохозяйственных культур и другие факторы [3–4].

Для повышения солеустойчивости культурных растений в сельском хозяйстве используют регуляторы роста, воздействие которых направлено на увеличение урожая и повышение устойчивости растений к экстремальным условиям внешней среды, в частности и к солености почв [5–9]. Препарат Циркон является регулятором роста нового поколения. В своей основе Циркон содержит различные природные компоненты, которые в целом действуют на растение как комплексный стимулятор роста: повышается корнеобразование, ростовые процессы, продолжительность цветения и устойчивость к поражению болезнями, увеличивается урожайность и качество растений [10–14]. Влияние данного препарата на растения кукурузы в условиях осмотического стресса на сегодня

достаточно не изучено, поэтому **цель** работы заключалась в исследовании действия препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах развития в условиях осмотического стресса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – семена и растения кукурузы *Zea mays* L., CV / ТАР 349 МВ. Отобранные по средним размерам и протравленные в слабом растворе перманганата калия семена закладывали в кюветы на фильтровальную бумагу по 50 шт. Для моделирования осмотического стресса в кюветы приливали по 300 мл раствора с различными вариантами концентрации солей NaCl (50 мМ; 100 мМ; 150 мМ; 200 мМ; контроль 1 – дистиллированная вода). Для исследования действия препарата Циркон на прорастание семян кукурузы при осмотическом стрессе использовали вышеперечисленные концентрации NaCl с добавлением 0,05 % регулятора роста (контроль 2 – 0,05 % Циркон). Семена проращивали в термостате типа ТС-80М-2 в темноте при температуре +25 °С. На 4 сутки проростки растений переносили в сосуды объемом 0,5 л на водную культуру (среда Кнопа). У 11-дневных растений устанавливалась величина морфометрических показателей (высота растений, длина корней, масса сырого вещества, площадь листовой поверхности) по общепринятым в физиологии растений методикам [15–16]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли, рассчитывая среднюю арифметическую и стандартную ошибку средней арифметической. Для определения достоверных отличий распределений биометрических данных использовали t-критерий Стьюдента [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщенные данные исследований влияния препарата Циркон на **длину корней** и **высоту растений** кукурузы в условиях осмотического стресса на 11 сутки представлены в таблице 1. По показателю длины корневой системы можно судить о развитии растения, его способности в достаточной мере поглощать питательные вещества и воду из окружающей среды. В результате статистической обработки полученных данных установлено, что все варианты растений кукурузы, пророщенные в солевых растворах с добавлением 0,05 % Циркона, имеют достоверно повышенные значения длины корней по сравнению с растениями, пророщенными только в солевых растворах, на 7,8–68,7 %.

Признак высоты растений напрямую влияет на формирование и продуктивность растений. Статистическая обработка первичных данных влияния препарата Циркон на **высоту 11-дневных растений** кукурузы в условиях осмотического стресса подтвердила стимулирующее действие данного регулятора роста во всех вариантах исследования. Высота растений, пророщенных на солевых растворах с 0,05 % Цирконом, на 10,6–36,3 % достоверно превышает высоту растений, пророщенных на солевых растворах без добавления препарата (Табл. 1).

О процессе формирования проростка можно судить по соотношению длины корней к высоте растений, этот показатель показывает координацию роста органов

исследуемых растений. Статистическая обработка данных показателя *отношения длины корня к высоте растения* приведена в таблице 1. При анализе полученных результатов выявлено преобладание высоты растений над длиной корня в контрольных вариантах исследования и вариантах с концентрацией соли 50 мМ. При этом при концентрации соли 100–200 мМ, независимо от добавления препарата Циркон, изменяется соотношение, и длина корней кукурузы превышает высоту растения. Такое соотношение характерно для растений засушливых районов, где они используют запасы влаги из более глубоких слоев почвы и переносят засушливые периоды с меньшими потерями продуктивности.

Таблица 1

Влияние препарата Циркон на длину корней и высоту 11-дневных растений гибрида ТАР 349 МВ в условиях осмотического стресса

Вариант опыта	Длина корней L к., мм	Высота растений H ст., мм	Соотношение L к. / H ст.
<i>Контроль 1</i> H ₂ O dist	153,73±3,93	179,07±5,89	0,86
50 мМ NaCl	144,13±2,36	163,83±2,36	0,88
100 мМ NaCl	129,20±7,01	77,77±5,43	1,66
150 мМ NaCl	100,33±8,74	34,43±4,88	2,91
200 мМ NaCl	34,67±4,38	8,43±0,94	4,11
<i>Контроль 2</i> Циркон 0,05 %	165,73±3,62*	201,17±4,76**	0,82
50 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	160,50±4,88**	181,13±3,56**	0,89
100 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	155,00±4,81**	92,33±3,80*	1,68
150 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	127,20±2,96**	46,93±2,03*	2,71
200 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	58,47±2,29***	13,53±0,57***	4,32

Примечание. (M ± m; * – p≤0,05; ** – p≤0,01; *** – p≤0,001 по отношению к контролю).

На рисунке 1 представлены обработанные данные по влиянию препарата Циркон на *массу сырого вещества подземной части* 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе. Статистическая обработка полученных данных свидетельствует о том, что значения всех исследуемых вариантов растений, пророщенных в солевых растворах с добавлением Циркона в

концентрации 0,05 %, достоверно отличаются от вариантов растений, пророщенных при осмотическом стрессе без добавления препарата.

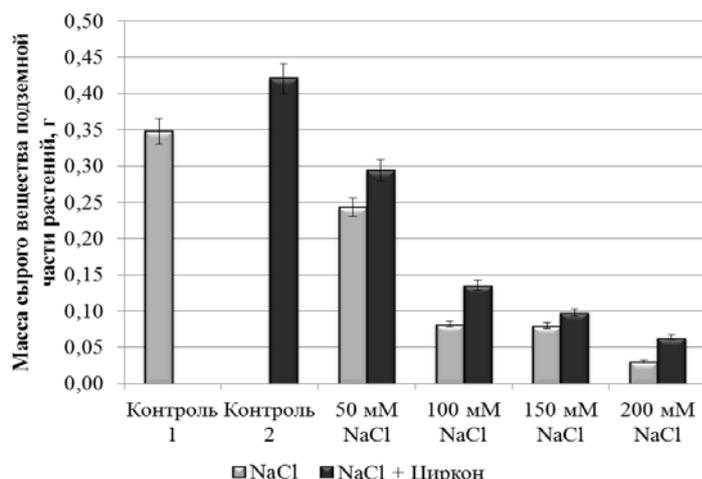


Рис. 1. Влияние препарата Циркон на массу сырого вещества подземной части 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

На рисунке 2 представлены данные статистической обработки показателя *массы сырого вещества наземной части растений* 11-дневной кукурузы, выращенных при осмотическом стрессе. При статистической обработке первичных данных установлено достоверное повышение показателя массы сырого вещества наземной части во всех вариантах солевых растворов с добавлением 0,05 % Циркон на 12–50,4 % по сравнению с соевыми растворами без препарата.

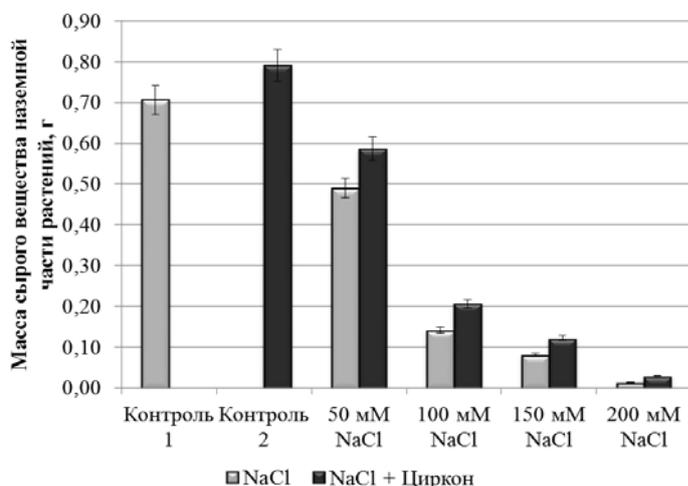


Рис. 2. Влияние препарата Циркон на массу сырого вещества наземной части 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

Результаты статистической обработки данных показателя *площади листовой поверхности* 11-дневных растений приведены на рисунке 3. Отмечено, что препарат Циркон достоверно стимулирует формирование листовой поверхности у растений кукурузы. Все варианты солевых растворов с добавлением Циркона в концентрации 0,05 % отличаются от соответствующих вариантов солевых растворов на 18,5–130 %.

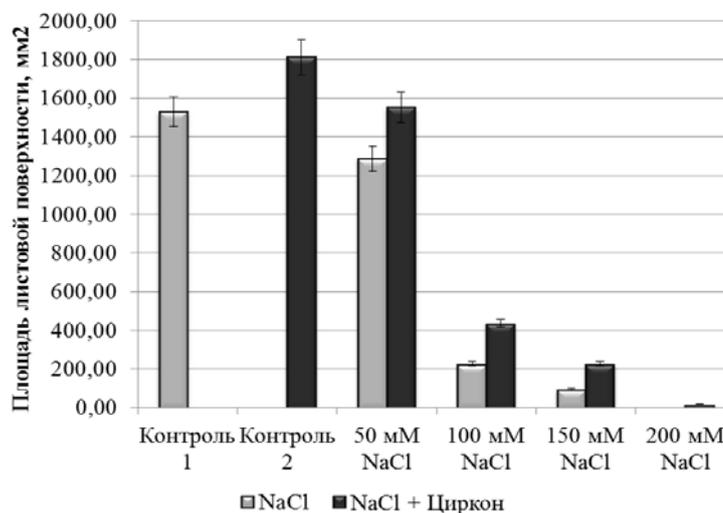


Рис. 3. Влияние препарата Циркон на площадь листовой поверхности 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Отмечено достоверное ($p \leq 0,05-0,001$) стимулирующее и антистрессовое действие препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы в условиях моделируемого осмотического стресса.
2. Показано стимулирующее влияние регулятора роста в данной концентрации на показатели роста растений 11-дневной кукурузы (высота растений – на 10,6–36,3 %; длина корней – на 7,8–68,7 %; масса сырого вещества наземной части – на 12–50,4 %; масса сырого вещества подземной части – на 21–106,5 %; площадь листовой поверхности – на 18,5–130 %) в условиях моделируемого осмотического стресса.
3. Предварительное замачивание семян в растворе изучаемого синтетического регулятора роста с концентрацией 0,05 % повышает солеустойчивость растений *Zea mays* L., CV / ТАР 349, что в свою очередь повысит качество растений и повлияет на их продуктивность.

Список литературы

1. Растениеводство: Краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / Составитель В. Б. Нарушев. – Саратов, 2014. – 100 с.
2. Балиев А. Деградация почв угрожает сельскому хозяйству России [Электронный ресурс] / А. Балиев // Аграрное обозрение. – Сентябрь – октябрь 2009. – Режим доступа: <http://agroobzor.ru/zem/a-136.html>
3. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии: Учебное пособие / С. П. Горшков. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1998. – 288 с.
4. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг; под ред. К. Б. Заборонко. – М.: Мир, 1998. – 232 с.
5. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов [и др.] // Агрохимия. – 2005. – №11. – С. 76–86.
6. Чмелева С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза / С. И. Чмелева, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 188–195.
7. Чмелева С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенной засухи / С. И. Чмелева, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 223–231.
8. Шевелуха В. С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В. С. Шевелуха, В. М. Ковалев, Л. Г. Груздев // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.
9. Бугара А. М. Влияние препарата «Geoplus» на устойчивость к засолению и засухе растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза / А. М. Бугара, С. Н. Кабузенко, А. В. Омельченко // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 3–7.
10. Собчук Н. А. Влияние предпосевной обработки препаратом Циркон на митотическую активность апикальной меристемы корней кукурузы / Н. А. Собчук, С. И. Чмелева // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2015. – Т. 1 (67), № 1. – С. 107–114.
11. Малеванная Н. Н. Взрывной темперамент Циркона на службе растений / Н. Н. Малеванная // Новый садовод и фермер. – 2001. – № 1. – С. 45–47.
12. Малеванная Н. Н. Препарат циркон – иммуномодулятор нового типа / Н. Н. Малеванная // Научно–практическая конференция «Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции». – М., 2004. – С. 17–20.
13. Малеванная Н. Н. Ростостимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гидроксикоричных кислот (препарат Циркон) / Н. Н. Малеванная // IV Международная научная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». – Минск, 2005. – С. 141.
14. Ткачук О. А. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / О. А. Ткачук, Е. В. Павликова, А. Н. Орлов // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 677–679.
15. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1973. – 591 с.
16. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
17. Протасов К. В. Статистический анализ экспериментальных данных / К. В. Протасов. – М.: Мир, 2005. – 232 с.

ACTION OF THE PREPARATION ZIRCON ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS OF CORN UNDER THE OSMOTIC STRESS

Sobchuk N. A., Chmeleva S. I.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: sob4uk.n@gmail.com*

In agriculture growth regulators are used to improve the salt tolerance of crop plants. Their influence is aimed at increasing crop and increase plant resistance to extreme environmental conditions, and in particular to soil salinity. The preparation Zircon is a growth regulator of new generation. It increases the root formation, growth processes, the duration of flowering and resistance to diseases, increases the crop yields and quality of plants. The effect of this preparation on the maize plants under osmotic stress today is not enough studied, so the aim of the work was to study the action of the preparation Zircon on the growth and development of corn plants in the early stages of development in the conditions of osmotic stress.

The object of research is the seeds and plants of corn *Zea mays* L., CV / TAR 349 MV. The corn seeds of medium size etched in a weak solution of potassium permanganate. Then to each cuvette on the filter paper laid 50 seeds. Osmotic stress was modeled by the addition in cuvettes 300 ml solution with a various concentrations NaCl (50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM, control №1 - distilled water). To investigate the action of the preparation Zircon on the growth and development of plants of corn under the osmotic stress were using above mentioned concentrations of NaCl with 0.05% growth regulator (control №2 – Zircon 0.05 %). The seeds are germinated in a thermostat TS-80M-2 in the dark at +25 ° C. On day 4 seedlings of plants were transferred to a 0.5-liter vessels on the water culture (solution of Knop). In 11-day-old plants were established value of morphometric parameters (plant height, roots length, the mass of raw substance, area of leaf surfaces) by conventional methods in plant physiology. Statistical processing of obtained data was performed by calculating arithmetic mean and standard error of arithmetic mean. In order to determine significant differences of distribution of biometric data the Student's t-test was used.

On the basis of conducted studies, we reached the following conclusions:

1. Is noted the significantly different ($p < 0,05-0,001$) stimulating and anti-stress the action of the preparation Zircon on the growth and development of plants of corn under the simulated osmotic stress.

2. Is shown the stimulating effect of growth regulator in a concentration of 0.05 % on the growth performance of 11-day-old plants of corn (plant height has increased on 10,6–36,3 %; length of roots – on 7,8–68,7 %; mass of raw substance of the aboveground part - to 12–50,4 %; mass of raw substance of the underground part – on 21–106,5 %; area of leaf surfaces – on 18,5–130 % compared with variants of saline solutions and control №1) in simulated conditions of osmotic stress.

3. Preliminary steeping of the seeds in a solution of studied synthetic regulator of growth with a concentration of 0.05 % increases the salt tolerance of plants *Zea mays* L.,

CV / TAR 349 MV, which in turn will improve the quality of the plants and will effect on their productivity.

Keywords: corn, Zircon, morphometric parameters, osmotic stress, salt tolerance.

References

1. *Rasteniyevodstvo: Kratkij kurs lekcij dlya aspirantov napravleniya podgotovki 35.06.01 Sel'skoe hozyaistvo* [Plant growing: A short course of lectures for graduate students training direction 35.06.01 Agriculture], 100 p. (Saratov, 2014)
2. Baliev A. Soil degradation threatens agriculture of Russia, *Agrarnoe obozrenie* [Agricultural Review], 2009. Available at: <http://agroobzor.ru/zem/a-136.html> (Accessed 12 October 2009).
3. Gorshkov S. P. *Konceptual'nye osnovy geoehkologii: Uchebnoe posobie* [Conceptual bases of geocology: Textbook], 288 p. (Smolensk, Publishing House of the Smolensk Humanitarian University, 1998).
4. Fellenberg G. *Zagryaznenie prirodnoj sredy. Vvedenie v ehkologicheskuyu himiyu* [The pollution of environment. Introduction to environmental chemistry], 232 p. (Moscow, Mir Publ., 1998).
5. Prusakova L. D., Malevannaya N. N., Belopukhov S. L., Vakulenko V. V. Plant growth regulators with antistress and immunoprotecting properties. *Agrochemicals*, **11**, 76 (2005).
6. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Y. O., Sitnik N. I., The influence of drug Zircon on the growth and development of corn plants at the early stages of ontogenesis, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University, Series: Biology, Chemistry*, **26 (65), 4**, 188 (2013).
7. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Y. O., Sitnik M. I. The influence of drug Zircon on the growth and development of corn plants at the early stages of ontogeny in conditions of drought, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University, Series: Biology, Chemistry*, **27 (66), 1**, 223. (2014).
8. Shevelukha V. S., Kovalev V. M., Gruzdev L. G., Plant growth regulators in agriculture, *Vestnik s.-h. nauki* [Herald of agricultural science], **9**, 57 (1985).
9. Buhara A. M., Kabuzenko S. N., Omelchenko A. V., Effect of drug «Geoplus» on Stability to salification and drought of corn in the early stages of ontogeny, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry*, **19 (58), 1**, 3 (2006).
10. Sobchuk N. A., Chmeleva S. I. Influence of preseedling processing by the preparation Zircon on mitotic activity apical meristems of roots of corn, *Scientific Notes of Crimean Federal V. I. Vernadsky University. Biology, Chemistry*, **1 (67), 1**, 107 (2015).
11. Malevannaya N. N., The explosive temperament of zircon in the service of plant, *Novyj sadovod i fermer* [The new gardener and farmer], **1**, 45 (2001).
12. Malevannaya N. N., Drug zircon - a new type of immunomodulator, *Nauchno-prakticheskaya konferenciya «Primenenie preparata cirkon v proizvodstve sel'skohozyajstvennoj produkcii»* [Abstracts of Scientific and Practical Conference "Use of the drug zircon in agricultural production"], pp. 17-20. (Moscow, 2004).
13. Malevannaya N. N., Growth stimulating and immunomodulatory activity of natural complex hydroxycinnamic acids (drug Zircon), *IV Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Regulyaciya rosta, razvitiya i produktivnosti rastenij»* [Abstracts of IV International Scientific Conference "Regulation of growth, development and productivity of plants"], pp. 141. (Minsk, 2005).
14. Tkachuk O. A., Pavlikova E. V., Orlov A. N., Efficiency of growth regulators in the cultivation of spring wheat in the forest-steppe zone of the Middle Volga, *Molodoy uchenyj* [Young scientist], **4**, 677. (2013).
15. Grodzinskiy A. M., Grodzinskiy D. M. *Kratkij spravochnik po fiziologii rastenij* [Quick reference to Plant Physiology], 591 p. (Kiev, Naukova Dumka Publ., 1973).
16. Tretyakov N. N., Karnauhova T.V., Panichkin L. A. *Praktikum po fiziologii rastenij* [Practical work on Plant Physiology], 271 p. (Moscow, Agropromizdat Publ., 1990).
17. Protasov K. V., *Statisticheskij analiz ehksperimental'nyh dannyh* [The statistical analysis of experimental data], 232 p. (Moscow, Mir Publ., 2005).

УДК 612.159:615.3

ВЛИЯНИЕ СВЕРХМАЛЫХ ДОЗ АЦЕТИЛСАЛИЦИЛАТА ЦИНКА НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС В ТЕСТЕ ПОРСОЛТА В НОРМЕ И ПРИ АКТИВАЦИИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЮМЕКСОМ

Черетаев И. В.¹, Хусаинов Д. Р.¹, Коренюк И. И.¹, Яковлева М. А.²

¹*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

²*МБОУ «Молодежненская школа № 2», с. Молодежное Симферопольского р-на,*

Республика Крым, Россия

E-mail: cheretaev86@yandex.ru

В статье представлены результаты изучения влияния сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка на поведение крыс в тесте Порсолта в норме и при активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг). При функционировании дофаминергической системы в норме ацетилсалицилат цинка проявлял антидепрессантные свойства в дозах $4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг и продепрессантные – в дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг. При активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг) антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка в дозах $4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг усиливался, а продепрессантный в дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг – изменялся на антидепрессантный. Эти результаты подтвердили предположение о том, что дофаминергическая нейромедиаторная система принимает участие в механизме действия ацетилсалицилата цинка на депрессивное поведение животных в сверхмалых дозах.

Ключевые слова: ацетилсалицилат цинка, сверхмалые дозы, тест Порсолта, дофаминергическая система, юмекс.

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе депрессивные расстройства получили настолько широкое распространение, что являются глобальной проблемой всего человечества. Число лиц с психотической депрессией только в странах Европейского союза превышает 20 миллионов жителей [1], а в Российской Федерации, по статистическим данным программы «КОМПАС», частота депрессивных расстройств в общемедицинской практике составляет от 24 до 64 % от общего числа заболеваний [2]. К 2020 г., по прогнозам Всемирной организации здравоохранения, депрессивные расстройства займут второе место в мире по распространенности в структуре всех заболеваний, а по данным за 2012 г., около 350 миллионов человек в мире страдало депрессией [3, 4].

Согласно ряду исследований [5–7], производные ацетилсалициловой кислоты являются перспективными химическими веществами, которые в различных дозах обладают уникальными эффектами на нервную систему моллюсков и млекопитающих. В частности, ацетилсалицилат цинка в ряде доз оказывает выраженное антидепрессантное действие, которое нивелируется при блокаде D_2

рецепторов дофаминергической нейромедиаторной системы галоперидолом (2,5 мг/кг) [6]. Известно, что механизм действия многих антидепрессантных средств [8, 9] основан на способности изменять функциональную активность дофаминергической нейромедиаторной системы. Однако ее участие в антидепрессантных эффектах сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка еще полностью не доказано, а сравнительный анализ влияния данного химического агента на депрессивное поведение животных в диапазоне сверхмалых доз (10^{-12} – 10^{-7} мг/кг) в норме и в условиях активации дофаминергической системы не проводился.

Следует отметить, что изучение физиологических эффектов и механизмов влияния сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка на депрессивное поведение животных особенно актуально, так как на исследованиях закономерностей воздействия различных химических факторов в сверхмалых дозах в последнее время сфокусировано внимание биомедицины, физиологии и смежных наук [10–17].

Цель работы – изучить влияние сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка на поведение крыс в тесте Порсолта в норме и при активации дофаминергической системы мозга юмексом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на 80 белых беспородных крысах-самцах массой 230–250 г (8 групп по 10 особей в каждой) со средним уровнем двигательной активности и низким уровнем эмоциональности в тесте «открытое поле» (установка для крыс НПК «Открытая наука», Россия) [18]. Контрольной группе животных в течение 14 дней внутривентриально вводили физиологический раствор объемом 0,2 мл. Животным трех экспериментальных групп в течение 14 дней ежедневно вводили внутривентриально физиологический раствор (функционирование дофаминергической системы в норме) и на 14-й день осуществляли однократное внутривентриальное введение ацетилсалицилата цинка (синтезирован на кафедре общей и неорганической химии Таврической академии ФГАОУ «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», химическая чистота составляла не менее 95 %) в одной из сверхмалых доз ($4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг, в табл. 1 приведено соответствие этих доз ацетилсалицилата цинка его молярным концентрациям в растворе). Трех другим группам экспериментальных животных для повышения активности дофаминергической системы предварительно в течение 14 дней вводили внутривентриально юмекс («Chinoïn», Венгрия) в дозе 3 мг/кг и на 14-й день также осуществляли внутривентриальные инъекции ацетилсалицилата кобальта в дозах $4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг соответственно. Действующий компонент юмекса селегилин специфически ингибирует моноаминоксидазу Б, разрушающую дофамин [18]. Восьмой группе крыс в течение 14 дней ежедневно вводили внутривентриально только юмекс (3 мг/кг). Инъекции разведенного по методу Ганемана [11] ацетилсалицилата цинка осуществляли за 30 мин. до начала эксперимента.

Поведение животных под влиянием тестируемых веществ исследовали в течение 3 мин. в тесте Порсолта [19] (установка теста для крыс производства НПК «Открытая наука», Россия, рис. 1), который, согласно [21], используется для

обнаружения антидепрессантной активности веществ. Кроме основных показателей теста (латентный период первого зависания животных в воде, время активного и пассивного плавания, количество выпрыгиваний), рассчитывали индекс депрессивности (отношение суммарного времени пассивного плавания животных к суммарному времени активного плавания). Во время тестирования установка теста Порсолта находилась в изолированном от внешних воздействий малом экспериментальном комплексе (НПК «Открытая наука», Россия»). Статистическое сравнение результатов осуществляли с помощью непараметрического U-критерия Манна – Уитни [21]. Данные представлены в виде среднего и ошибки среднего.

Таблица 1

Соответствие доз и молярных концентраций ацетилсалицилата цинка в растворе

Доза, мг/кг	Концентрация, моль/л
$4 \cdot 10^{-12}$	10^{-17}
$4 \cdot 10^{-9}$	10^{-14}
$4 \cdot 10^{-7}$	10^{-12}

При выполнении экспериментов соблюдали этические нормы и принципы Хельсинкской декларации 1975 г., пересмотренной и дополненной в 2000 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В норме ацетилсалицилат цинка в дозе $4 \cdot 10^{-12}$ мг/кг (рис. 1, А-Б, 2) по сравнению с контролем увеличивал время активного плавания крыс на $43,7 \pm 10,1$ с ($p \leq 0,01$) и снижал время пассивного плавания на $43,7 \pm 10,1$ с ($p \leq 0,01$), а в дозе $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг (рис. 1, А-Б, 3) увеличивал время активного плавания на $38,4 \pm 8,3$ с ($p \leq 0,01$) и снижал время пассивного плавания крыс на $38,4 \pm 8,3$ с ($p \leq 0,01$). Это свидетельствует, согласно [20], об антидепрессантном эффекте этой соли в указанных дозах. В дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг (рис. 1, А-Б, 4), наоборот, проявлялся продепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка, так как время активного плавания уменьшалось относительно контроля на $14,7 \pm 8,6$ с ($p \leq 0,05$), а время пассивного плавания увеличивалось на $14,7 \pm 8,6$ с.

При активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг) ацетилсалицилат цинка в дозе $4 \cdot 10^{-12}$ мг/кг (рис. 1, А-Б, 5) по сравнению с контролем увеличивал время активного плавания крыс на $70,4 \pm 3,0$ с ($p \leq 0,01$) и снижал время пассивного плавания на $70,4 \pm 3,0$ с ($p \leq 0,01$), а в дозе $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг (рис. 1, А-Б, 6) увеличивал время активного плавания на $67,8 \pm 3,5$ с ($p \leq 0,01$) и снижал время пассивного плавания на $67,8 \pm 3,5$ с ($p \leq 0,01$). Это свидетельствует, согласно [20], об антидепрессантном эффекте этой соли в указанных дозах. В дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг также проявлялся антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка (рис. 1, А-Б, 7), так как время активного плавания возрастало относительно контроля на $38,2 \pm 10,7$ с ($p \leq 0,01$), а время пассивного плавания снижалось на $38,2 \pm 10,7$ с ($p \leq 0,01$).

Юмекс в дозе 3 мг/кг оказывал антидепрессантное действие (рис. 1, А-Б, 8), достоверно увеличивая относительно контроля время активного плавания на $16,0 \pm 6,0$ с ($p \leq 0,05$) и снижая на эту же величину время плавания пассивного ($p \leq 0,05$).

Для того чтобы более детально проследить динамику уровня депрессии у крыс под влиянием сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка в норме и при активации дофаминергической нейромедиаторной системы юмексом, рассчитывали индекс депрессивности (табл. 2).

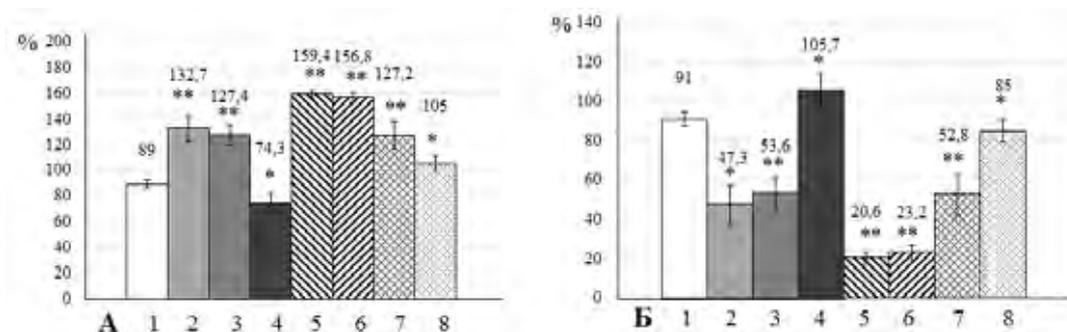


Рис. 2. Влияние сверхмалых концентраций ацетилсалицилата цинка на поведение крыс в тесте Порсолта в норме и при активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг).

Примечание: на рис. А – активное плавание крыс в тесте Порсолта, Б – пассивное плавание соответственно. Цифрами отмечены: 1 – контроль, 2, 3 и 4 – эффекты ацетилсалицилата цинка в дозах $4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг при функционировании дофаминергической нейромедиаторной системы в норме, 5, 6 и 7 – эффекты ацетилсалицилата цинка в дозах $4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг при активации дофаминергической нейромедиаторной системы юмексом (3 мг/кг); 8 – эффекты юмекса (3 мг/кг); * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$ – достоверные изменения показателей относительно контроля.

Оказалось, что в норме ацетилсалицилат цинка в сверхмалых дозах ($4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг) проявлял выраженные антидепрессантные свойства (табл. 2), так как индекс депрессивности был значительно меньше 1 и достоверно ($p \leq 0,01$) отличался от значений этого показателя у животных контрольной группы. Более выраженный антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка был обнаружен в дозе $4 \cdot 10^{-12}$ мг/кг. В дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг (табл. 2), наоборот, проявлялся продепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка, так индекс депрессивности был значительно выше 1 и достоверно превышал значения контрольной группы ($p \leq 0,01$).

При активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг) во всех сверхмалых дозах ($4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг) проявлялся антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка (табл.), так как индекс депрессивности существенно снижался относительно значений этого показателя у контрольной группы (табл.). При этом, анализируя данные табл., видно, что по сравнению с функционированием дофаминергической системы в норме антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка в дозах $4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг усиливался, а продепрессантный эффект в дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг изменялся на противоположный.

Таблица 2

Индекс депрессивности крыс ($M \pm m$) в тесте Порсолта под влиянием сверхмалых доз ацетилсалицилата цинка в норме и при активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг)

Вещество, доза	Индекс депрессивности, усл. ед.
физиологический раствор (контроль)	$0,98 \pm 0,03$
ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-12}$ мг/кг	$0,36 \pm 0,08^{**}$
ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг	$0,43 \pm 0,06^{**}$
ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг	$1,42 \pm 0,07^{**}$
юмекс 3 мг/кг + ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-12}$ мг/кг	$0,13 \pm 0,02^{**}$
юмекс 3 мг/кг + ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг	$0,15 \pm 0,03^{**}$
юмекс 3 мг/кг + ацетилсалицилат цинка $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг	$0,42 \pm 0,08^{**}$
юмекс 3 мг/кг	$0,89 \pm 0,04^*$

Примечание: ** – $p \leq 0,01$ – достоверные изменения показателей относительно контроля.

Таким образом, подтверждено участие дофаминергической нейромедиаторной системы в механизме воздействия ацетилсалицилата цинка на депрессивное поведение животных в сверхмалых дозах. Эти данные согласуются с результатами, полученными в экспериментах с блокированием D_2 рецепторов галоперидолом (2,5 мг/кг) об участии дофаминергической системы в механизме антидепрессантного действия ацетилсалицилата цинка и аспирина – химического предшественника этой соли [23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В тесте Порсолта обнаружено, что ацетилсалицилат цинка проявляет выраженные антидепрессантные свойства в дозах $4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг и продепрессантные – в дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг.
2. При активации дофаминергической системы юмексом (3 мг/кг) антидепрессантный эффект ацетилсалицилата цинка в дозах $4 \cdot 10^{-12}$ и $4 \cdot 10^{-9}$ мг/кг усиливался, а продепрессантный в дозе $4 \cdot 10^{-7}$ мг/кг изменялся на антидепрессантный. Следовательно, дофаминергическая нейромедиаторная система принимает участие в механизме воздействия ацетилсалицилата цинка на депрессивное поведение животных в сверхмалых дозах.

Работа выполнена при финансовой поддержке госзадания № 2015/701 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проекта № 3789 «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низкоинтенсивных факторов различной природы» базовой части госзадания Минобрнауки России.

Список литературы

1. Sobocki P. Cost of depression in Europe / P. Sobocki, B. Jönsson, J. Angst et al. // J. Ment. Health Policy Econ. – 2006. – V. 9, № 2. – P. 87–98.
2. Оганов Р. Г. Депрессии и расстройства депрессивного спектра в общемедицинской практике. Результаты программы КОМПАС / Р. Г. Оганов, Л. И. Ольбинская, А. Б. Смулевич [и др.] // Кардиология. – 2004. – № 1. – С. 48–54.
3. World Federation for Mental Health. Depression: A Global Crisis. / World Federation for Mental Health. – J.: WFMH, 2012. – 32 p.
4. Основные сведения о депрессии (официальный сайт Всемирной Организации Здравоохранения) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/ru> (дата обращения 15.09.2016).
5. Анализ АТФ-зависимых и кальциевых механизмов в реализации нейротропного действия аспирина и его производных / И. В. Черетаев, И. И. Коренюк, Д. Р. Хусаинов [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 64–69.
6. Яковчук Т. В. Зависимость психотропных эффектов ацетилсалицилатов от функционального состояния дофаминергической системы / Т. В. Яковчук, Д. Р. Хусаинов, И. И. Коренюк [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 70–74.
7. Psychotropic effects of aspirin, acetylsalicylate cobalt and acetylsalicylate zinc at various doses / T. V. Yakovchuk, O. V. Katiushyna, I. I. Koreniuk [et al.] // Health. – 2012. – Vol.4, No.11. – P. 1041–1045, DOI:10.4236/health.2012.411159
8. Гайдук А. В. Фармакология антидепрессантов / А. В. Гайдук, Н. А. Бизунок // Лечебное дело. – 2012. – № 1. – С. 69–78.
9. Левин Я. И. Нейрохимическая медицина. Часть II. Клинические модели патологии церебральных дофаминергических систем / Я. И. Левин // Современная терапия психических расстройств. – 2008. – № 2. – С. 4–9.
10. Бурлакова Е. Б. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов / Е. Б. Бурлакова, А. А. Конрадова, Е. Л. Мальцева // Химическая физика. – 2003. – № 2. – С. 21–40.
11. Славецкая М. Сверхмалые дозы биологически активных веществ как основа лекарственных препаратов для ветеринарии / М. Славецкая, Н. Капай – М.: Аквариум-Принт, 2012. – 168 с.
12. Алиханов А. Б. Артрофон (сверхмалые дозы антител к ФНО- α) при остеоартрозе: эффективность и переносимость / А. Б. Алиханов, А. Ю. Павленко // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2009. – № 8, прилож. – С. 109–112.
13. Эпштейн О. И. Феномен релиз-активности и гипотеза «пространственного гомеостаза» / О. И. Эпштейн // Успехи физиологических наук. – 2013. – Т. 44, № 3. – С. 54–76.
14. Коновалов А. И. Образование наноассоциатов – ключ к пониманию физико-химических и биологических свойств высококонцентрированных водных растворов / А. И. Коновалов, И. С. Рыжкина // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2014. – № 1. – С. 1–13.
15. Черетаев И. В. Влияние сверхнизких концентраций 2-аминометилбензимидазола на поведение крыс в тесте Порсолта в норме и на фоне активации дофаминергической системы юмексом / И. В. Черетаев // Молодой ученый. – 2014. – № 19 (78). – С. 100–104.
16. Черетаев И. В. Влияние сверхмалых концентраций бензимидазола на поведенческие реакции крыс в тесте Порсолта в норме и на фоне активации дофаминергической системы юмексом / И. В. Черетаев, И. И. Коренюк, Т. В. Гамма [и др.]. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), № 4. – С. 192–199.
17. Antibodies to S100 proteins have anxiolytic-like activity at ultra-low doses in the adult rat / V. Castagne, M. Lemaire, I. Kheyfets [et al.] // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2008. – Vol. 60. – P. 309–316.
18. Буреш Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д. Хьюстон. – М.: Высшая школа, 1991. – 399 с.
19. Коваленко В. Н. Компендиум – 2005 – лекарственные препараты / В. Н. Коваленко, А. П. Викторов – К.: МОРИОН, 2005. – 1920 с.

20. Porsolt R. D. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments / R. D. Porsolt, M. Le Pinchon M. Jalfre // Nature. – 1977. – № 5604. – P. 730–732.
21. Миронов А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Ч. 1. / Миронов А. Н., Бунатян Н. Д. [и др.]. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
22. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
23. Хусаинов Д. Р. Особенности психоактивного действия различных доз аспирина в условиях блокады D2-, 5HT3- и 5HT4-рецепторов / Хусаинов Д. Р., Кореньюк И. И., Черетаев И. В. [и др.]. // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». – 2014. – № 3 (59). – С. 267–270.

INFLUENCE ULTRA-LOW DOSES OF ZINC ACETYLSALICYLATE ON THE BEHAVIOR OF RATS IN THE TEST OF PORSOLT IN NORM AND AT ACTIVATION DOPAMINERGIC SYSTEM BY UMEX

Cheretaev I. V., Khusainov D. R., Koreniuk I. I., Yakovleva M. A.

¹*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

²*«Molodezhnoe school №2», Molodezhnoe, Simferopol reg., Crimea, Russian Federation*

E-mail: cheretaev86@yandex.ru

In modern society, depressive disorders has so widespread that a global problem of all mankind. The number of persons with psychotic depression only in the countries of the European Union exceeds 20 million inhabitants, and in the Russian Federation according to the statistics of the program "COMPASS", the frequency of depressive disorders in General practice ranges from 24 to 64 % of the total number of diseases. By 2020 according to forecasts of the world health organization depressive disorders will rank second in the world on the prevalence in the structure of all diseases, according to 2012 data, approximately 350 million people worldwide suffered from depression.

According to several studies, derivatives of acetylsalicylic acid are promising chemicals that have unique effects on the nervous system in varying doses. It is known that the mechanism of action of many antidepressant means based on the ability to change functional activity of the dopaminergic neurotransmitter system. It should be noted that the study of the physiological effects and mechanisms of influence of ultra-low doses of acetylsalicylate of zinc on depressive behavior of animals is especially important, since studies of regularities of influence of various chemical factors in ultralow doses recently focused the attention of Biomedicine, physiology and related Sciences.

The aim of this work was to study the effect of ultra-low doses of acetylsalicylate of zinc on the behavior of rats in the test of Porsolt normal and at activation dopaminergic system by umex.

The research was carried out on 80 white mongrel male rats weighing 230-250 g (8 groups of 10 animals each) with average motor activity and low emotionality in open field test (setup for rats NPK "Open science", Russia). The control group animals during 14 days were injected intraperitoneally with physiological solution with a volume of 0.2 ml. Animals of the three experimental groups for 14 days daily was administered intraperitoneally with physiological solution (the functioning of the dopaminergic system in normal) and on the 14th day was carried out by single intraperitoneal injection of

acetylsalicylate zinc (synthesized at the Department of General and inorganic chemistry of the Taurida Academy Crimean Federal V. I. Vernadsky University., chemical purity was at least 95 %) in one of the ultra-low doses ($4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ and $4 \cdot 10^{-7}$ mg/kg). The other three groups of experimental animals to increase the activity of the dopaminergic system previously for 14 days was administered intraperitoneally umex ("Chinoïn", Hungary) at a dose of 3 mg/kg on 14th day were also carried out intraperitoneal injection of acetylsalicylate of cobalt in doses of $4 \cdot 10^{-12}$, $4 \cdot 10^{-9}$ and $4 \cdot 10^{-7}$ mg/kg, respectively. The current component umex selegiline specifically inhibits monoamine oxidase B, deplete dopamine. The eighth group of rats for 14 days daily was administered intraperitoneally, only umex (3 mg/kg). Injections diluted according to the method of Hahnemann acetylsalicylate of zinc was carried out for 30 min before the start of the experiment.

The behavior of animals under the influence of the test substances investigated for 3 min in the test of Porsolt (installation test rats for the research and production company "Open science", Moscow, Russia), which is used to detect antidepressant activity of the substances. In addition to the basic performance test (the latent period of the first unresponsiveness of animals in the water, active and passive swimming, the number jumps out) was calculated index of depression (the ratio of the total time passive swimming animals to the total time of active swimming). While testing the installation test Porsolt was isolated from external influences small experimental complex (NPK "Open science", Russia). Statistical comparison of the results was performed using the nonparametric U-Mann-Whitney test.

When performing experiments comply with ethical norms and the principles of the Helsinki Declaration of 1975, as revised and supplemented in 2000.

In the functioning of dopaminergic systems in the green, acetylsalicylate zinc showed antidepressant properties in doses of $4 \cdot 10^{-12}$ and $4 \cdot 10^{-9}$ mg/kg and preduprezdenie – dose of $4 \cdot 10^{-7}$ mg/kg.

When you activate the dopaminergic system omexom (3 mg/kg) antidepressant effect of acetylsalicylate of zinc in doses of $4 \cdot 10^{-12}$ and $4 \cdot 10^{-9}$ mg/kg increased and protepistatis at a dose of $4 \cdot 10^{-7}$ mg/kg – changed to antidepressant. These results confirmed the hypothesis that the dopaminergic neurotransmitter system participates in the mechanism of action of acetylsalicylate of zinc on depressive behavior of animals in midget doses.

Keywords: acetylsalicylic zinc, ultra-low dose, test Porsolt, dopaminergic system, umex.

References

1. Sobocki P., Jönsson B., Angst J. et al., Cost of depression in Europe, *J. Ment. Health Policy Econ.* **9** (2), 87 (2006).
2. Oganov R.G., Ol'binskaya L.I., Smulevich A.B. [i dr.], Depressii i rasstrojstva depressivnogo spektra v obshchemedicinskoj praktike. Rezul'taty programmy KOMPAS, *Kardiologiya.* **1**, 48 (2004).
3. World Federation for Mental Health. *Depression: A Global Crisis*, 32 p. (Geneva., WFMH, 2012).
4. Osnovnye svedeniya o depressii (oficial'nyj sajt Vsemirnoj Organizacii Zdravoohranenija) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/ru> (data obrashhenija 15.09.2016).
5. Cheretaev I. V., Korenjuk I. I., Husainov D. R. [i dr.], Analiz ATF-zavisimyh i kal'cievyyh mehanizmov v realizacii nejrotropnogo dejstvija aspirina i ego proizvodnyh, *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya.* **4**, 64. (2013).

6. Jakovchuk T. V., Husainov D. R., Korenjuk I. I. [i dr.], Zavisimost' psihotropnyh jeffektov acetilsalicilatov ot funkcional'nogo sostojanija dofaminergicheskoj sistemy, *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, **4**, 70. (2013).
7. Yakovchuk T.V., Katiushyna O. V., Koreniuk I. I. [et al.], Psychotropic effects of aspirin, acetylsalicylate cobalt and acetylsalicylate zinc at various doses, *Health*, **4**, 11. (2012). DOI:10.4236/health.2012.411159
8. Gaiduk A. V., Bisunok N. A., Farmakologiya antidepressantov, *Lechebnoe delo*, **1 (23)**, 69 (2012).
9. Levin Ya. I., Nejrohimicheskaya medicina. Chast' II, Klinicheskie modeli patologii cerebral'nyh dofaminergicheskikh system, *Sovremennaya terapiya psichicheskikh rasstrojstv*, **2**, 4, (2008).
10. Burlakova E. B., Konradova A. A., Maltseva E. L., Dejstvie sverhmalyh doz biologicheskii aktivnyh veshchestv i nizkointensivnyh fizicheskikh faktorov, *Himicheskaya fizika*, **22 (2)**, 21 (2003).
11. Slaveckaya M., Capai N., Sverhmalye dozy biologicheskii aktivnyh veshchestv kak osnova lekarstvennyh preparatov dlya veterinarii, 168 p. (Aquarium-Print, Moskva, 2012).
12. Alihanov A. B., Pavlenko A. Ju., Arthrofoon (sverhmalye dozy antitel k FNO- α) pri osteoartroze: jeffektivnost' i perenosimost', *Bulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*, 8, prilozh. 109 (2009).
13. Jepshtejn O. I. Fenomen reliz-aktivnosti i gipoteza «prostranstvennogo gomeostaza», *Uspehi fiziologicheskikh nauk*, **44, 3**, 54 (2013).
14. Konovalov A. I., Ryzhkina I. S. Obrazovanie nanoassociatov – kljuch k ponimaniju fiziko-himicheskikh i biologicheskikh svojstv vysokorazbavlennyh vodnyh rastvorov, *Izvestija Akademii nauk. Seriya himicheskaja*, **1**, 1 (2014).
15. Cheretaev I. V., Vliyanie sverhnizkikh koncentracij 2-aminometilbenzimidazola na povedenie kryv v teste Porsolta v norme i na fone aktivacii dofaminergicheskoj sistemy yumeksom, *Molodoj uchyonyj*, **19 (78)**, 100 (2014).
16. Cheretaev I. V., Korenyuk I. I., Gamma T. V. [i dr.], Vliyanie sverhmalyh koncentracij benzimidazola na povedencheskie reakcii kryv v teste Porsolta v norme i na fone aktivacii dofaminergicheskoj sistemy yumeksom, *Uchyonye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya»*, **27, 4**, 192 (2014).
17. Castagne V., Lemaire M., Kheyfets I. [et al.], Antibodies to S100 proteins have anxiolytic-like activity at ultra-low doses in the adult rat, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, **60**, 309. (2008).
18. Buresh Ja., Bureshova O., H'juston D. *Metodiki i osnovnye jeksperimenty po izucheniju mozga i povedenija*, 399 p. (Moscow, Vysshaja shkola, 1991).
19. Kovalenko V. N., Viktorov A.P., *Kompendium – 2005 – lekarstvennye preparaty*, 1920 p. (Morion, Kiev, 2005).
20. Porsolt R. D., Le Pinchon M, Jalfre M., Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments, *Nature*, 5604, 730 (1977).
21. Mironov A. N., Bunatjan A. D. I dr. *Rukovodstvo po provedeniju doklinicheskikh issledovanij lekarstvennyh sredstv*. Ch. 1. 944 s. (Moskva: Grif i K, 2012).
22. Lakin G. F., *Biometriya*, 352 p. (Vysshaya shkola, Moskva, 1990).
23. Husainov D. R., Korenyuk I. I., Cheretaev I. V. [i dr.], Osobennosti psihoaktivnogo dejstviya razlichnyh doz aspirina v usloviyah blokady D₂-, 5HT₃- i 5HT₄-receptorov, *Uchyonye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Estestvennye, tekhnicheskie i medicinskie nauki»*, **3 (59)**, 267 (2014).

УДК 612.821, 796.034.2

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ СПОРТСМЕНОВ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Черный С. В., Мишин Н. П., Нагаева Е. И.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: neurolab@mail.ru*

Современное состояние спорта предъявляет высокие требования к уровню профессиональной подготовки спортсменов. Необходимость спортсмена быстро и рационально оценивать и реализовывать собственные действия и действия соперников характеризуется не только соответствующим уровнем физической подготовки, но и определенным функциональным состоянием центральной нервной системы (ЦНС). Одним из методов, позволяющим адекватно и надежно оценить особенности функционального состояния ЦНС спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта, является метод регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ). У спортсменов ациклических видов спорта период инициации двигательного акта характеризуется снижением мощности альфа- и бета-ритма в левом полушарии на фоне увеличения мощности тета-ритма в лобных областях коры обеих полушарий.

Успешность реализации моторного действия связано с усилением мощности сенсомоторного ритма преимущественно в лобных, центральных и теменных областях коры.

Сила мышечного сокращения у спортсменов ациклических видов спорта коррелирует с усилением мощности высокочастотных составляющих ЭЭГ практически по всей поверхности коры.

Для спортсменов высокого уровня спортивного мастерства характерно снижение индекса десинхронизации ЭЭГ (меньшая реактивность коры).

Состояние утомления у спортсменов ациклических видов спорта характеризуется преимущественным снижением активности лобных зон коры.

Ключевые слова: спортсмены, электроэнцефалограмма.

Современное состояние спорта предъявляет высокие требования к уровню профессиональной подготовки спортсменов. Необходимость спортсмена быстро и рационально оценивать и реализовывать собственные действия и действия соперников характеризуется не только соответствующим уровнем физической подготовки, но и определенным функциональным состоянием центральной нервной системы (ЦНС). Одним из методов, позволяющим адекватно и надежно оценить особенности функционального состояния ЦНС спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта, является метод регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

В настоящее время накоплен значительный объем данных, посвященных особенностям ЭЭГ у спортсменов. Однако не всегда результаты таких исследований являются однозначными, что приводит к сложности их воспроизведения в

различных экспериментальных условиях. В частности, отмечено, что сложность в воспроизведении результатов может быть связана с методологические особенности проведения экспериментального исследования ЦНС спортсменов. Ряд авторов считает, что проведение экспериментальных исследований в привычных для спортсмена условиях и в условиях лабораторного эксперимента влияют на показатели специфических ЭЭГ-маркеров. Так, при проведении исследования в лабораторных условиях наблюдается снижение мощности тета-ритма в лобных и альфа2-ритма – в теменных зонах коры. Таким образом, данные об особенностях электрической активности мозга, полученные в лабораторных условиях, будут сопоставимы, но не релевантны данным, полученным в полевых условиях [1]. Также показано, что спортсмены, находящиеся в состоянии относительного покоя, имеют особый паттерн ЭЭГ, характеризующийся более выраженной активностью в тета- и дельта-диапазонах, меньшей относительной мощностью в альфа-диапазоне, ослаблением уровня когерентных связей. Отличительной чертой высококвалифицированных спортсменов, а также спортсменов, занимающихся ациклическими стандартно-переменными видами спорта, явилось усиление когерентной связи между левой теменной и правой затылочной областями полушарий головного мозга [2]. Также в состоянии покоя у спортсменов-единоборцев, в отличие от лиц, не занимающихся спортом, отмечена большая амплитуда и меньший индекс асимметрии альфа-ритма, а также большая амплитуда бета-ритма. У указанных спортсменов также наблюдалось большая выраженность низкочастотного бета-ритма в лобно-центральных областях коры, а у лиц, не занимающихся спортом – в центрально-затылочных областях [3].

Немаловажную роль занимают особенности ЭЭГ и, в частности, характер представленности низкочастотного альфа-ритма как маркера не только вовлеченности в спортивную деятельность, но также уровня профессионального спортивного мастерства.

Отмечено, что у спортсменов ациклических видов спорта, в отличие от лиц, не занимающихся спортом, наблюдается снижение уровня десинхронизации ЭЭГ при выполнении функциональной пробы с открыванием глаз. В данной экспериментальной ситуации у спортсменов было отмечено ослабление десинхронизации низкочастотного альфа-ритма в правой затылочной, лобных центральных и зонах коры. Снижение десинхронизации высокочастотного альфа-ритма наблюдалось в лобных и центральных областях коры. Таким образом, снижение реактивности коры у спортсменов может характеризовать более высокий уровень переработки информации в состоянии покоя [4]. Также показано, что у профессиональных спортсменов, занимающихся карате и спортивной гимнастикой, наблюдается меньшая выраженность альфа-ритма в теменных и затылочных областях коры в отличие от спортсменов-любителей и лиц, не занимающихся спортом. У данных спортсменов отмечена меньшая реактивность альфа-ритма при открывании глаз (реакция десинхронизации) в лобных и центральных областях коры. Таким образом, данный феномен может быть обусловлен не уровнем интенсивности тренировочного процесса, а уровнем профессиональной спортивной

компетенции [5]. Однако существует мнение, что подобные различия могут быть также обусловлены индивидуально-типологическими особенностями личности [6].

При когнитивной нагрузке у спортсменов, в отличие от лиц, не занимающихся спортом, наблюдалось повышение мощности альфа-ритма в лобных и затылочных областях коры и повышение мощности низкочастотного бета-ритма в лобно-центральных и затылочных областях с доминированием в лобно-центральных областях у лиц, успешно выполнявших задание. Также у спортсменов наблюдалось увеличение мощности высокочастотного бета-ритма в лобных областях преимущественно правого полушария [3].

Особенности рисунка ЭЭГ связаны не только с вовлеченностью в спортивную деятельность ациклического типа, но и с особенностями этой деятельности. Например, у спортсменов – игроков в настольный теннис значимо выше амплитуда низкочастотных составляющих спектра ЭЭГ, чем у лиц, занимающихся спортивными танцами. В свою очередь, у последних отмечаются более высокие показатели амплитуды альфа-, - и бета-ритмов по сравнению как с теннисистами, так и с контролем. Вероятно, подобные изменения связаны с когнитивными особенностями физической подготовки, а также с уровнем пластичности ЦНС [7].

Также имеются различия в распределении когерентных связей у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта во время выполнения когнитивных заданий. У спортсменов циклических видов спорта отмечено более выраженное снижение альфа-ритма ЭЭГ между лобными, центральными, височными и затылочными участками коры головного мозга по сравнению со спортсменами ациклических видов спорта [8].

У спортсменов, профессиональная деятельность которых связана с высоким уровнем пространственно-временной и нейромышечной координации, отмечается высокая мощность тета-ритма в лобных зонах коры, что положительно коррелирует с высокими показателями произвольного внимания [9].

Характер аэробных нагрузок также имеет влияние на особенности ЭЭГ при анализе психофизиологических особенностей спортсменов. У спортсменов, для деятельности которых свойственна аэробная физическая нагрузка, выявлено, что активные кардореспираторные нагрузки приводят к активизации внимания и когнитивных процессов, несмотря на снижение скорости сенсомоторной реакции [10]. У лиц, не занимающихся спортом, в отличие от спортсменов ациклических видов спорта, наблюдается большая спектральная мощность ЭЭГ в диапазонах низко- и высокочастотного альфа-ритма, а также бета-ритма после «острых» аэробных физических нагрузок в ситуации произвольного торможения при выполнении моторной реакции [11].

Известно, что координационные способности у спортсменов ациклических видов спорта характеризуются высоким уровнем пластичности ЦНС и связаны с особенностями временной организации двигательного акта, который опосредован активностью нейронов медиальной префронтальной зоны коры [12]. Повышение качества исполнения тренируемых моторных действий связано с формированием новой моторной программы и нового памятного следа, что отражается в усилении мощности гамма-ритма ЭЭГ в префронтальных областях коры [13].

Имеются данные об ЭЭГ-коррелятах, характеризующих успешность выполнения контролируемого двигательного акта. Успешность реализации моторных действий связана с активацией зон мозга, топографически расположенных в локусах С6, FZ, P5, и F4. В свою очередь, ошибочные действия связаны с активацией локусов F-C6, P6, и P-O2. Таким образом, имеется высокая вовлеченность специфических зон коры в контроле двигательного акта, который осуществляется в коре в передне-заднем направлении [14]. Успешная реализация спортсменами сложных моторных действий характеризуется высокой степенью внутрислоушарной синхронизации низкочастотного альфа-ритма в лобно-теменных и центрально-теменных областях обеих полушарий. Аналогичная картина наблюдалась для высокочастотного альфа-ритма в лобно-теменных областях обоих полушарий. Таким образом, внутрислоушарные связи альфа-ритма характеризуют тонкий уровень управления сложными движениями [15]. Следует, однако, отметить, что кинестетическое обучение лиц, ранее не занимавшихся спортом, приводит к временному усилению сенсомоторного компонента альфа-ритма, что, вероятно, является показателем перестроек специфических функциональных систем [16].

Также повышение уровня точности и успешности выполнения сложного сенсомоторного акта в ациклических видах спорта, требующих высокого уровня активации произвольного внимания, характеризуется усилением мощности сенсомоторного ритма в подготовительный период (до 2000 мс) до начала действия. Степень усиления мощности сенсомоторного ритма в данный период напрямую связана с уровнем профессиональной квалификации спортсмена и отражает адаптивную регуляцию сложного сенсомоторного акта со стороны ЦНС [17].

Отмечено, что частота передачи афферентных стимулов от периферических нервов к соматосенсорной коре снижается при подготовке произвольных движений [18]. Кроме того, на начальном этапе имитации движений, требующих сложной нейромышечной координации, наблюдается снижение мощности низкочастотного альфа-ритма в центральных и затылочных областях коры, причем более выраженным данный эффект наблюдается в левом полушарии. Подобные изменения отмечаются в отношении высокочастотного альфа-ритма, а также низко- и среднечастотного бета-ритма [19]. У профессиональных спортсменов наблюдается более выраженная, чем у любителей, десинхронизация альфа-ритма в левой передне-височной области коры перед инициацией специфического двигательного акта [20]. Иными исследователями в аналогичной ситуации отмечено урежение ЧСС, снижение мощности тета-ритма, высокочастотного альфа-и бета-ритмов преимущественно в лобных и центральных областях коры [21]. Также перед выполнением целенаправленного произвольного движения у спортсменов отмечено увеличение мощности низкочастотного тета-ритма в лобной области левого полушария и высокочастотного тета-ритма – в лобной области правого полушария [22].

Специфика реализации двигательного акта также опосредована межполушарными особенностями, наблюдаемыми в рисунке ЭЭГ. В частности, это связано с особенностями когерентности между спецификой реализации моторного акта верхней конечности и полушарной представленностью бета-ритма в

центральных областях коры. Так, усиление мощности бета-ритма в контрлатеральном по отношению к конечности, выполняющей моторный акт, полушарии было больше при активации мышц-сгибателей, меньше – при активации мышц-разгибателей. В свою очередь, в унилатеральном полушарии активация мышц-разгибателей вызывала более значительное усиление мощности бета-ритма, нежели активация мышц-сгибателей [23].

Существует взаимосвязь между силовыми способностями и особенностями паттерна ЭЭГ у спортсменов – представителей ациклических видов спорта. Ряд авторов говорит о когерентности между силой мышечного сокращения и усилением мощности ЭЭГ в диапазоне 15–30 Гц практически по всей поверхности коры [24–26]. Также следует учесть, что данные изменения в рисунке ЭЭГ будут наблюдаться при активных, а не при пассивных движениях [27]. Отмечается, что повышение когерентности между силой сокращения мышц и гамма-ритмом связана с максимальным произвольным сокращением; при силе сокращения мышц, не достигающей максимальных значений, когерентность силы сокращения наблюдается с бета-ритмом ЭЭГ. Предполагается, что увеличение частоты осцилляций, таким образом, напрямую может характеризовать силу произвольного сокращения мышц [28]. Кроме того, усиление мощности ЭЭГ в диапазоне бета-ритма связывают со статическими силовыми нагрузками, а усиление мощности гамма-ритма – с динамическими. Считается, что это связано с характером передачи информации по кортикоспинальным трактам. Таким образом, динамические особенности силовых нагрузок связаны с проприоцептивными особенностями, что отражается в изменении мощности высокочастотных составляющих ЭЭГ [29].

Также отмечен вклад состояния утомления спортсменов в особенности ЭЭГ. Локальная нагрузка, производимая до появления чувства утомления, у спортсменов ациклических видов спорта сопровождается усилением мощности тета-ритма практически по всей поверхности коры [30].

Физические упражнения, требующие прогностического сенсомоторного контроля и высокого уровня пространственно-временной организации движения вне состояния утомления, характеризуется усилением мощности тета-ритма в лобных зонах коры. Те же действия, выполненные в состоянии утомления, характеризуются усилением мощности среднечастотного компонента альфа-ритма в теменных зонах коры. Считается, что данный феномен отражает процессы снижения уровня активации в сенсомоторной коре под действием физического утомления [31]. Снижение точности выполнения простой моторной задачи, связанное с физическим утомлением, характеризуется снижением мощности тета, альфа-1 и альфа-2 ритмов в лобных зонах коры головного мозга. После восстановления при выполнении аналогичной задачи в рисунке ЭЭГ доминировал тета-ритм, а мощность альфа-1 и альфа-2 ритмов оставалась [32]. Эксперименты, моделирующие объективное и субъективное состояние утомления после физических нагрузок, показали сдвиг локуса активности альфа-ритма от затылочных областей к левой теменной и предцентральной областям коры. Отмечено, что у единоборцев подобные изменения в рисунке ЭЭГ параллельно с

состоянием утомления могут служить маркером сотрясения головного мозга и могут рассматриваться как критерий допуска к тренировочной деятельности [33].

Также отмечено, что после тренировок с максимальной физической нагрузкой у спортсменов наблюдается увеличение амплитуды пиковой частоты альфа-ритма, что свидетельствует об оптимизации порога возбудимости коры и ее готовности к анализу внешних стимулов [34]. При отказе от интенсивной физической нагрузки и переходе в состояние восстановления наблюдается повышение мощности дельта-ритма в префронтальных и затылочных отделах коры левого и правого полушария [35].

При выполнении локальной мышечной деятельности до состояния утомления у спортсменов ациклических видов спорта, по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, отмечено доминирование альфа-ритма в затылочных и лобно-центральных областях коры. В момент наступления утомления (отказа от работы) в обеих группах отмечался выраженный рост мощности бета-ритма [36].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У спортсменов ациклических видов спорта период инициации двигательного акта характеризуется снижением мощности альфа- и бета-ритма в левом полушарии на фоне увеличения мощности тета-ритма в лобных областях коры обоих полушарий.
2. Успешность реализации моторного действия связано с усилением мощности сенсомоторного ритма преимущественно в лобных, центральных и теменных областях коры.
3. Сила мышечного сокращения у спортсменов ациклических видов спорта коррелирует с усилением мощности высокочастотных составляющих ЭЭГ практически по всей поверхности коры.
4. Для спортсменов высокого уровня спортивного мастерства характерно снижение индекса десинхронизации ЭЭГ (меньшая реактивность коры).
5. Состояние утомления у спортсменов ациклических видов спорта характеризуется преимущественным снижением активности лобных зон коры.

Список литературы

1. Reinecke K. From lab to field conditions: a pilot study on EEG methodology in applied sports sciences / Reinecke K., Cordes M., Lerch C., Koutsandreu F., Schubert M., Weiss M. and Baumeister J. // *Appl. Psychophysiol Biofeedback* – 2011. – 36(4). – P. 265–271.
2. Черапкина Л. П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л. П. Черапкина, В. Г. Тристан // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура.* – 2011. – № 39 (256). – С. 27–31.
3. Корюкалов Ю. И. Особенности биоэлектрической активности мозга при когнитивной деятельности у спортсменов / Ю. И. Корюкалов, Д. А. Марокко // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура.* – 2006. – № 3–1. – С. 80–83.
4. Del Percio C. Reactivity of alpha rhythms to eyes opening is lower in athletes than non-athletes: a high-resolution EEG study / Del Percio C., Infarinato F., Marzano N., Iacoboni M., Aschieri P., Lizio R.,

- Soricelli A., Limatola C., Rossini P. M. and Babiloni C. // *Int. J. Psychophysiol.* – 2011. – 82(3). – P. 240–247.
5. Park J. L. Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance / Park J. L., Fairweather M. M. and Donaldson D. I. // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2015. – 52. – P. 117–130.
 6. Tran Y. Extraversion–introversion and 8–13 Hz waves in frontal cortical regions / Tran Y., Craig A. and McIsaac P. // *Personal. Individ. Differ.* – 2001. – 30 (2). – P. 205–215.
 7. Numan Ermutlu. Brain electrical activities of dancers and fast ball sports athletes are different / Numan Ermutlu, Ilker Yücesir, Gökçer Eskikurt, Tan Temel, Ümmühan Işoğlu-Alkaç // *Cogn. Neurodyn.* – 2015. – 9(2). – P. 257–263.
 8. Иванюк О. А. Влияние спортивной деятельности различного типа на электрическую активность коры головного мозга / О. А. Иванюк // *Слобожанський науково-спортивний вісник.* – 2013. – № 3 (36). – С. 93–96 (укр).
 9. Kao S. C. Frontal midline theta is a specific indicator of optimal attentional engagement during skilled putting performance / Kao S. C., Huang C. J. and Hung T. M. // *J. Sport. Exerc. Psychol.* – 2013. – 35(5). – P. 470–478.
 10. Tsai C. L. Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels / Tsai C. L., Chen F. C., Pan C. Y., Wang C. H., Huang T. H. and Chen T. C. // *Psychoneuroendocrinolog.* – 2014. – 41. – P. 121–131.
 11. Hogan M. The interactive effects of physical fitness and acute aerobic exercise on electrophysiological coherence and cognitive performance in adolescents / Hogan M., Kiefer M., Kubesch S., Collins P., Kilmartin L. and Brosnan M. // *Exp Brain Res.* – 2013. – 229(1). – P. 85–96.
 12. Merchant H. Interval tuning in the primate medial premotor cortex as a general timing mechanism / Merchant H., Pérez Oswaldo, Zarco Wilbert and Gámez Jorge // *J. Neurosci.* – 2013. – 33(21). – P. 9082–9096.
 13. Thürer B. Increased gamma band power during movement planning coincides with motor memory retrieval / Thürer B., Stockinger C., Focke A., Putze F., Schultz T. and Stein T. // *Neuroimage.* – 2015. – 125. – P. 172–181.
 14. Presacco A. Neural decoding of treadmill walking from noninvasive electroencephalographic signals / Presacco A., Goodman R., Forrester L. and Contreras-Vidal J. L. // *J. Neurophysiol.* – 2011. – 106(4). – P. 1875–1887.
 15. Babiloni C. Intra-hemispheric functional coupling of alpha rhythms is related to golfer's performance: a coherence EEG study / Babiloni C., Infarinato F., Marzano N., Iacononi M., Dassù F., Soricelli A., Rossini P.M., Limatola C. and Del Percio C. // *Int. J. Psychophysiol.* – 2011. – 82(3). – P. 260–268.
 16. Zapała D. Short-term kinesthetic training for sensorimotor rhythms: effects in experts and amateurs / Zapała D., Zabielska-Mendyk E., Cudo A., Krzysztofak A., Augustynowicz P. and Francuz P. // *J. Mot. Behav.* – 2015. – 47(4). – P. 312–318.
 17. Cheng M. Y. Expert-novice differences in SMR activity during dart throwing / Cheng M. Y., Hung C. L., Huang C. J., Chang Y. K., Lo L. C., Shen C. and Hung T. M. // *Biol Psychol.* – 2015. – 110. – P. 212–218.
 18. Saradjian A. H. Cortical facilitation of proprioceptive inputs related to gravitational balance constraints during step preparation / Saradjian A. H., Tremblay L., Perrier J., Blouin J. and Mouchnino L. // *J. Neurophysiol.* – 2013. – 110(3). – P. 397–407.
 19. Kiefer A. W. Train the Brain: Novel Electroencephalography Data Indicate Links between Motor Learning and Brain Adaptations / Kiefer A. W., Gualberto Cremades J. and Myer G. D. // *J. Nov. Physiother.* – 2014. – 4(2). – P. 198.
 20. Taliep M. S. Sport expertise: the role of precise timing of verbal-analytical engagement and the ability to detect visual cues. / Taliep M. S. and John L. // *Perception.* – 2014. – 43(4). – P. 316–332.
 21. Cooke A. Preparation for action: psychophysiological activity preceding a motor skill as a function of expertise, performance outcome, and psychological pressure / Cooke A., Kavussanu M., Gallicchio G., Willoughby A., McIntyre D. and Ring C. // *Psychophysiology* – 2014. – 51(4) – P. 374–384.
 22. Chuang L. Y. The differences in frontal midline theta power between successful and unsuccessful basketball free throws of elite basketball players / Chuang L. Y., Huang C. J. and Hung T. M. // *Int. J. Psychophysiol.* – 2013. – 90(3). – P. 321–328.
 23. Li Y. EEG-EMG coherence analysis of different hand motions in healthy subjects / Li Y., Li L. and Zheng X. // *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi* – 2014. – 31(5). – P. 962–966.

24. Halliday D. M. Using electroencephalography to study functional coupling between cortical activity and electromyograms during voluntary contractions in humans / Halliday D. M., Conway B. A., Farmer S. F. and Rosenberg J. R. // *NeurosciLett.* – 1998 – 241(1). – P. 5–8.
25. Mima T. Corticomuscular coherence: a review / Mima T. and Hallett M. // *J. ClinNeurophysiol.* – 1999. – 16(6). – P. 501–511.
26. Hashimoto Y. Correlation between EEG-EMG coherence during isometric contraction and its imaginary execution / Hashimoto Y., Ushiba J., Kimura A., Liu M. and Tomita Y. // *ActaNeurobiol. Exp. (Wars).* – 2010. – 70(1). – P. 76–85.
27. Jain S. EEG during pedaling: evidence for cortical control of locomotor tasks / Jain S., Gourab K., Schindler-Ivens S. and Schmit B. D. // *Clin.Neurophysiol.* – 2013. – 124(2). – P. 379–390.
28. Mima T. Information flow from the sensorimotor cortex to muscle in humans / Mima T., Matsuoka T. and Hallett M. // *Clin.Neurophysiol.* – 2001. – 112(1). – P. 122–126.
29. Gwin J. T. Beta- and gamma-range human lower limb corticomuscular coherence / Gwin J. T. and Ferris D. P. // *Front Hum Neurosci.* – 2012. – 6. – P. 258.
30. Корюкалов Ю. И. Изменение организации биоэлектрической активности мозга у спортсменов при локальной нагрузке / Ю. И. Корюкалов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура.* – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 143–146.
31. Baumeister J. Brain activity in predictive sensorimotor control for landings: an EEG pilot study / Baumeister J., von Detten S., van Niekerk S. M., Schubert M., Ageberg E. and Louw Q. A. // *Int J Sports Med.* – 2013. – 34(12). – P. 1106–1111.
32. Baumeister J. Effects of induced fatigue on brain activity during sensorimotor control / Baumeister J., Reinecke K., Schubert M., Schade J. and Weiss M. // *Eur J Appl Physiol.* – 2012. – 112(7). – P. 2475–2482.
33. Barwick F. EEG correlates of fatigue during administration of a neuropsychological test battery / Barwick F., Arnett P. and Slobounov S. // *ClinNeurophysiol.* – 2012. – 123(2). – P. 278–284.
34. Gutmann B. Effects of physical exercise on individual resting state EEG alpha peak frequency / Gutmann B., Mierau A., Hülsdünker T., Hildebrand C., Przyklenk A., Hollmann W. and Strüder H. K. // *Neural Plast.* – 2015 – P. 1–6.
35. Классина С. Я. Состояние центральной и вегетативной нервной систем человека в восстановительный период после отказа от интенсивной физической нагрузки / С. Я. Классина, Н. А. Фудин // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2015. – Т. 22., № 3. – С. 122–126.
36. Корюкалов Ю. И. Синхронизация альфа- и бета-ритмов ЭЭГ при локальной мышечной деятельности / Ю. И. Корюкалов // *Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 8 (Часть 1). – С. 74–78.

ELECTROENCEPHALOGRAPHIC PROPERTIES OF ATHLETES PRACTICING ACYCLIC SPORTS

Cherniy S. V., Mishin N. P., Nagaeva E. I.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: neurolab@mail.ru*

The current state of the sport shows high demands on the athletes' level of training. The need for athletes to quickly and efficiently assess and perform their own actions and the actions by competitors is characterized not only by an appropriate level of physical fitness, but also by specific functional state of the central nervous system (CNS). One method that allows to adequately and reliably measure the characteristics of the CNS functional state in athletes involved in acyclic sports is a method of recording the electroencephalogram (EEG). In athletes engaged in acyclic sports the EEG during the

initiation of a motor act is characterized by a decrease in the power of alpha- and beta rhythm in left hemisphere while the power of theta rhythm in cortex' frontal regions of both hemispheres is on the contrary higher.

The successful performing of motor actions is associated with an increased power of the sensorimotor rhythm prevalently in frontal, central and parietal areas of the cortex.

The strength of muscle contraction in athletes doing acyclic sports is correlated with an increased power of the EEG high-frequency components for almost the entire surface of the cortex.

For the athletes characterized by high level of sportsmanship, the EEG demonstrated lower desynchronization index (lower reactivity of the cortex).

The state of fatigue in athletes engaged in acyclic sports is characterized by a decreased activity in frontal areas of the cortex.

Keywords: athletes, electroencephalogram.

References

1. Reinecke K., Cordes M., Lerch C., Koutsandriou F., Schubert M., Weiss M. and Baumeister J., From lab to field conditions: a pilot study on EEG methodology in applied sports sciences, *Appl. Psychophysiol/Biofeedback*, **36(4)**, 265 (2011).
2. Cherapkina L. P., Tristan V. G. Osobennosti bioelektricheskoy aktivnosti golovnog omozgasportsmenov, *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdravoohranenie, fizicheskaya kul'tura*, **39 (256)**, 27 (2011).
3. Koryukalov Y. I., Marokko D. A. Osobennosti bioelektricheskoy aktivnosti mozga pri kognitivnoj deyatel'nosti u sportsmenov, *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdravoohranenie, fizicheskaya kul'tura*, **3-1**, 80 (2006).
4. Del Percio C., Infarinato F., Marzano N., Iacoboni M., Aschieri P., Lizio R., Soricelli A., Limatola C., Rossini P. M. and Babiloni C., Reactivity of alpha rhythms to eyes opening is lower in athletes than non-athletes: a high-resolution EEG study, *Int. J. Psychophysiol*, **82(3)**, 240 (2011).
5. Park J. L., Fairweather M. M. and Donaldson D. I., Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance, *Neurosci. Biobehav. Rev.*, **52**, 117(2015).
6. Tran Y., Craig A. and McIsaac P. Extraversion-introversion and 8-13 Hz waves in frontal cortical regions, *Personal. Individ. Differ.*, **30 (2)**, 205(2001).
7. Ermutlu N., Yücesir I., Eskikurt G., Temel T. and Öoöplu-Alkaz b. Brain electrical activities of dancers and fast ball sports athletes are different, *Cogn. Neurodyn.*, **9(2)**, 257 (2015).
8. Ivanyuk O. A. Vliyanie sportivnoj deyatel'nosti razlichnogo tipa na ehlektricheskuyu aktivnost' kory golovnog omozga, *Slobozhans'kij naukovno-sportivnij visnik*, **3 (36)**, 93 (2013).
9. Kao S. C., Huang C. J. and Hung T. M. Frontal midline theta is a specific indicator of optimal attentional engagement during skilled putting performance, *J. Sport. Exerc. Psychol.* **35(5)**, 470 (2013).
10. Tsai C. L., Chen F. C., Pan C. Y., Wang C. H., Huang T. H. and Chen T. C., Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels, *Psychoneuroendocrinolog*, **41**, 121 (2014).
11. Hogan M., Kiefer M., Kubesch S., Collins P., Kilmartin L. and Brosnan M. The interactive effects of physical fitness and acute aerobic exercise on electrophysiological coherence and cognitive performance in adolescents, *Exp Brain Res.*, **229(1)**, 85 (2013).
12. Merchant H., Pérez O., Zarco W. and Gómez J., Interval tuning in the primate medial premotor cortex as a general timing mechanism, *J. Neurosci.*, **33(21)**, 9082 (2013).
13. Thüer B., Stockinger C., Focke A., Putze F., Schultz T. and Stein T., Increased gamma band power during movement planning coincides with motor memory retrieval, *Neuroimage*, **125**, 172 (2015).
14. Presacco A., Goodman R., Forrester L. and Contreras-Vidal J. L., Neural decoding of treadmill walking from noninvasive electroencephalographic signals, *J. Neurophysiol.*, **106(4)**, 1875 (2011).

15. Babiloni C., Infarinato F., Marzano N., Iacononi M., Dass F., Soricelli A., Rossini P.M., Limatola C. and Del Percio C., Intra-hemispheric functional coupling of alpha rhythms is related to golfer's performance: a coherence_EEG_study, *Int. J. Psychophysiol.*, **82(3)**, 260 (2011).
16. Zapaia D., Zabielska-Mendyk E., Cudo A., Krzysztowiak A., Augustynowicz P. and Francuz P., Short-term kinesthetic training for sensorimotor rhythms: effects in experts and amateurs, *J. Mot. Behav.*, **47(4)**, 312 (2015).
17. Cheng M. Y., Hung C. L., Huang C. J., Chang Y. K., Lo L. C., Shen C. and Hung T. M., Expert-novice differences in SMR activity during dart throwing, *Biol Psychol.*, **110**, 212 (2015).
18. Saradjian A.H., Tremblay L., Perrier J., Blouin J. and Mouchnino L., Cortical facilitation of proprioceptive inputs related to gravitational balance constraints during step preparation, *J. Neurophysiol.*, **110(3)**, 397 (2013).
19. Kiefer A. W., GualbertoCremades J. and Myer G. D., Train the Brain: Novel_Electroencephalography Data Indicate Links between Motor Learning and Brain Adaptations, *J. Nov. Physiother.*, **4(2)**, 198 (2014).
20. Taliep M. S. and John L., Sport expertise: the role of precise timing of verbal-analytical engagement and the ability to detect visual cues., *Perception.*, **43(4)**, 316 (2014).
21. Cooke A., Kavussanu M., Gallicchio G., Willoughby A., McIntyre D. and Ring C., Preparation for action: psychophysiological activity preceding a motor skill as a function of expertise, performance outcome, and psychological pressure, *Psychophysiology*, **51(4)**, 374 (2014).
22. Chuang L. Y., Huang C. J. and Hung T. M., The differences in frontal midline theta power between successful and unsuccessful basketball free throws of elite basketball players, *Int. J. Psychophysiol.*, **90(3)**, 321 (2013).
23. Li Y., Li L. and Zheng X., EEG-EMG coherence analysis of different hand motions in healthy subjects, *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng XueZaZhi*, **31(5)**, 962 (2014).
24. Halliday D. M., Conway B. A., Farmer S. F. and Rosenberg J. R., Using electroencephalography to study functional coupling between cortical activity and electromyograms during voluntary contractions in humans, *NeurosciLett.*, **241(1)**, 5 (1998).
25. Mima T. and Hallett M., Corticomuscular coherence: a review, *J. ClinNeurophysiol.*, **16(6)**, 501 (1999).
26. Hashimoto Y., Ushiba J., Kimura A., Liu M. and Tomita Y., Correlation between EEG-EMG coherence during isometric contraction and its imaginary execution, *ActaNeurobiol. Exp. (Wars)*, **70(1)**, 76 (2010).
27. Jain S., Gourab K., Schindler-Ivens S. and Schmit B. D., EEG during pedaling: evidence for cortical control of locomotor tasks, *Clin Neurophysiol.*, **124(2)**, 379 (2013).
28. Mima T., Matsuoka T. and Hallett M. Information flow from the sensorimotor cortex to muscle in humans, *ClinNeurophysiol.*, **112(1)**, 122 (2001).
29. Gwin J. T. and Ferris D. P., Beta- and gamma-range human lower limb corticomuscular coherence, *Front Hum Neurosci.*, **6**, 258 (2012).
30. Koryukalov Y. I. Izmenenie organizacii bioelektricheskoy aktivnosti mozga u sportsmenov pri lokal'noj nagruzke, *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdravooхранenie, fizicheskaya kul'tura*, **13, 2**, 143 (2013).
31. Baumeister J., von Detten S., van Niekerk S. M., Schubert M., Ageberg E. and Louw Q. A., Brain activity in predictive sensorimotor control for landings: an EEG pilot study, *Int J Sports Med.*, **34(12)**, 1106 (2013).
32. Baumeister J., Reinecke K., Schubert M., Schade J. and Weiss M., Effects of induced fatigue on brain activity during sensorimotor control, *Eur J Appl Physiol.*, **112(7)**, 2475 (2012).
33. Barwick F., Arnett P. and Slobounov S., EEG_correlates of fatigue during administration of a neuropsychological test battery, *Clin Neurophysiol.*, **123(2)**, 278 (2012).
34. Gutmann B., Mierau A., Hülsdünker T., Hildebrand C., Przyklenk A., Hollmann W., Strüder H K. Effects of physical exercise on individual resting state EEG alpha peak frequency, *Neural Plast.*, **1** (2015).
35. Klassina S. Y., Fudin N. A. Sostoyanie central'noj i vegetativnoj nervnoj system cheloveka v vosstanovitel'nyj period posle otказа ot intensivnoj fizicheskoy nagruzki, *Vestnik novyh medicinskih tekhnologij*, **22, 3**, 122 (2015).
36. Koryukalov Y. I. Sinhronizaciya al'fa- i beta-ritmov EEG pri lokal'noj myshechnoj deyatel'nosti, *Fundamental'nye issledovaniya*, **8-1**, 74 (2014).

УДК 57.043

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС (ЧАСТЬ 1)

Чуян Е. Н., Заячникова Т. В., Раваева М. Ю., Миронюк И. С., Бирюкова Е. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: m-ravaeva@rambler.ru*

Исследовано модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение поведенческих феноменов у крыс при экспериментально вызванных тонической соматической, висцеральной, острой термической боли и электростимуляции. Показано, что гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у животных при болевых стрессах различной этиологии. Однако модификация болевой чувствительности у крыс в экспериментальных болевых тестах зависит от продолжительности ограничения подвижности.

Ключевые слова: гипокинетический стресс, поведенческие реакции, тоническая боль, висцеральная боль, острая термическая боль, электростимуляция.

ВВЕДЕНИЕ

Боль представляет собой крайне сложный феномен, образуемый переплетением анатомического, психического, физиологического, биохимического и социального компонентов, каждый из которых включает в себя целый ряд составных элементов [1–3].

Экспериментальное исследование боли у людей наталкивается на многочисленные трудности. Во-первых, практически все стимулы, повреждающие ткань, вызывают боль, поэтому нельзя выделить какой-то один стимул, адекватный для боли. Во-вторых, в связи с субъективной оценкой интенсивности боли человеком многие аспекты количественного определения болевой чувствительности не исследованы. В-третьих, интенсивность болевых реакций зависит не только от величины стимула, но и от функционального состояния организма. Например, в экстремальных ситуациях эмоционального стресса (несчастный случай) человек может и вовсе не почувствовать боли.

Решению данных проблем могут способствовать, с одной стороны, эксперименты на животных, которые позволяют количественно оценить интенсивность боли при отсутствии психогенного фактора, сопровождающего исследования болевых реакций у человека, а, с другой стороны, изучение модифицирующего действия различных факторов, в том числе и стрессорных, на изменение болевой чувствительности. Одним из широко распространенных в настоящее время и вызывающих ряд изменений в функционировании практически всех органов и систем организма стресс-факторов является гипокинезия (ГК,

ограничение подвижности) [4]. Вместе с тем модифицирующее влияние ГК стресса на уровень болевой чувствительности остается неизученным.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение модифицирующего действия ГК стресса на изменение поведенческих реакций крыс при болевых стрессах различной этиологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на взрослых белых крысах-самцах ($n = 224$) линии Вистар массой 180–220 грамм. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые, согласно нашим [5] и литературным [6] данным, преобладают в популяции. Поэтому можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

Предварительно отобранных животных распределили на 8 равноценных групп. Животные первой (ФТ) ($n = 36$), третьей (АТ) ($n = 25$), пятой (ТПП) ($n = 36$), седьмой (ТЭС) ($n = 15$) групп подвергались изолированному действию болевого фактора. Болевой стресс у животных моделировался с помощью разных экспериментальных болевых тестов: формалиновый (ФТ) (моделирование тонической соматической боли), ацетатный (АТ) (моделирование висцеральной боли), горячей пластинки (ТПП) и электростимуляции (ТЭС) (моделирование острой боли). Животные второй ($n = 36$) (ГК+ФТ), четвертой ($n = 25$) (ГК+АТ), шестой ($n = 36$) (ГК+ТПП) и восьмой ($n = 15$) (ГК+ТЭС) групп предварительно подвергались действию ГК стресса, который создавался помещением крыс в специальные пеналы из оргстекла, состоящие из пяти ячеек, в которых они находились в течение девяти суток по 22 часа ежедневно [4].

У животных первой (ФТ) и второй (ГК+ФТ) групп экспериментально вызывали тоническую боль путем подкожной инъекции 5%-ного раствора формалина (0,08 мл на 100 грамм веса) (формалиновый тест) [7] в дорсальную поверхность стопы задней конечности крыс. У крыс третьей (АТ) и четвертой (ГК+АТ) групп вызывали висцеральную боль интраперитонеальной инъекцией 2 % раствора уксусной кислоты (1 мл на 100 грамм веса) [8].

После инъекции каждую крысу из второй – четвертой групп возвращали в свою клетку и с помощью специальной компьютерной программы [9] регистрировали на протяжении 90 минут продолжительность поведенческих проявлений. Показателями интенсивности болевой реакции у крыс при экспериментально вызванной тонической соматической боли служили продолжительность вылизывания пораженной конечности, а при висцеральной боли – длительность характерных болевых реакций («корчей») и лизания живота. В качестве характеристик неболевых поведенческих феноменов рассматривались продолжительности двигательной активности и пассивного поведения. При этом двигательная активность оценивалась по сумме времени перемещения животных по клетке (собственно локомоции) и времени, затраченного животными на принятие пищи и груминг. Длительность пассивного поведения вычислялась как сумма времени, затраченного животными на покой в состоянии бодрствования и сон.

Животные пятой (ТГП) и шестой групп (ГК+ТГП) подвергались термическому воздействию в тесте «горячая пластинка» [10]. Показателями уровня болевой чувствительности служили болевой порог (БП) – минимальная температура, при которой появлялись первые болевые реакции у животных (отдергивание и лизание конечностей) и уровень выносливости боли (УВБ), когда при постепенном повышении температуры контактного элемента ($0,1^{\circ}\text{C} / 2 \text{ с}$) наблюдалось развитие другого вида ноцицептивного возбуждения, сопровождавшегося максимальным усилением эмоционально-поведенческих проявлений, а именно генерализованной двигательной реакцией побега, прыжка и вокализации [11, 12].

Животных седьмой (ТЭС) и восьмой (ГК+ТЭС) групп подвергали воздействию острой боли в тесте «электростимуляция» [13]. Уровень болевой чувствительности определяли по показателю БП (в миллиамперах, мА) – реакции отдергивания конечности или подскока.

БП и УВБ определялся в ТГП и ТЭС у каждого животного три раза подряд с интервалом в три минуты, затем вычисляли среднее арифметическое из трех измерений.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток варьирует [14], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов).

Для количественной оценки модифицирующего влияния ГК стресса на уровень болевой чувствительности крыс использовался коэффициент модификации (КМ; усл. ед.):

$$KM = \frac{X_{2k} - X_k}{X_k}, \quad (1)$$

где X_k – значение уровня болевой чувствительности у крыс, подвергнутых изолированному действию болевого фактора; $X_{ГК}$ – значение уровня болевой чувствительности у крыс, подвергнутых последовательному действию ГК и болевого стресса. В случае если КМ приближается к нулевому значению, модифицирующее влияние изучаемого фактора отсутствует.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Модифицирующее действие гипокINETического стресса на изменение болевой чувствительности у крыс при экспериментально вызванной тонической соматической боли. Как показали результаты исследования, у животных второй группы (ГК+ФТ) болевой стресс на ограничения подвижности вызвал достоверные изменения продолжительностей болевой и неболевых поведенческих проявлений. Так, уже после суточной ГК продолжительность болевой реакции уменьшилась на 44,94 % ($P < 0,05$) относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого стресса (ФТ) в первые сутки наблюдения (рис. 1, А).

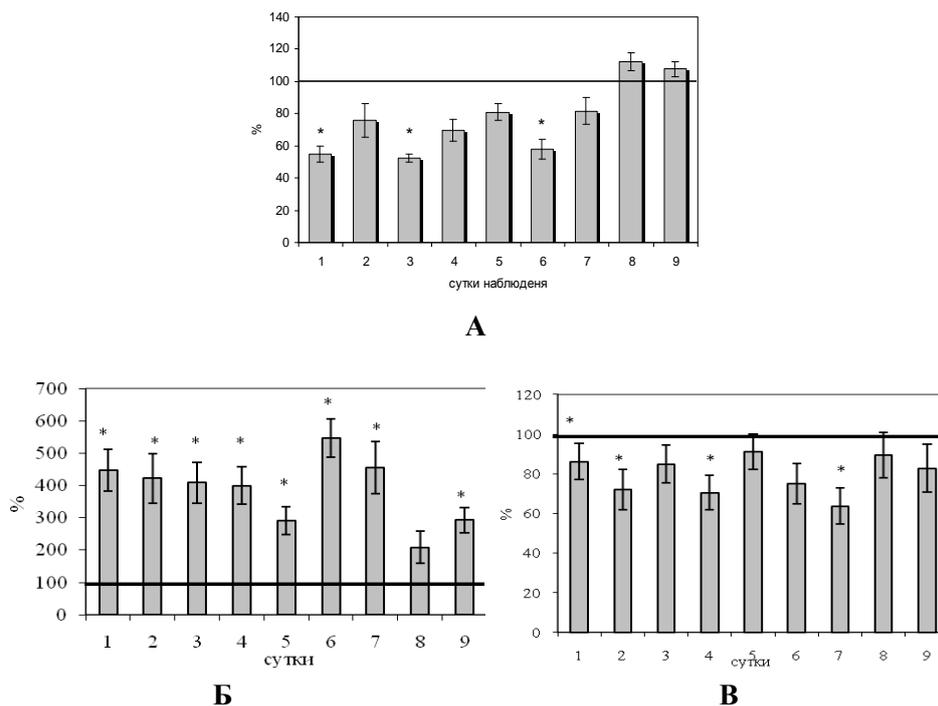


Рис. 1. Динамика продолжительностей болевой реакции (А), двигательных (Б) и пассивных (В) неболевых поведенческих феноменов у крыс в формалиновом тесте в течение девяти суток гипокинезии (за 100 % приняты значения у животных в группах с изолированным воздействием болевого фактора).

Примечание: * – достоверность различий относительно значений у животных, подвергнутых изолированному болевому стрессу.

Продолжительность неболевых поведенческих феноменов, напротив, увеличилась: длительность реакции принятия пищи возросла в 15,67 раза ($P < 0,001$), бега – в 1,63 раза ($P < 0,01$), груминга – в 2,11 раза ($P < 0,05$), а сна, напротив, уменьшилась в 4,88 раза ($P < 0,01$) относительно значений данных показателей у животных первой группы (ФТ) (рис. 1, Б).

После вторых суток ограничения подвижности продолжительность болевой реакции имела тенденцию к уменьшению (на 24,21 %; $P > 0,05$) относительно значений этого показателя у животных, подвергшихся только инъекции формалина. Длительность двигательной активности при этом увеличилась на 321,68 % ($P < 0,001$), а пассивного поведения, напротив, уменьшилась на 13,93 % ($P < 0,05$) относительно значений этих показателей у животных первой группы (рис. 1, В).

Максимальное уменьшение продолжительности болевой реакции отмечалось на третьи (на 47,49 %; $P < 0,05$) и шестые (на 41,99 %; $P < 0,05$) сутки ограничения подвижности относительно значений этого показателя у животных первой группы (ФТ) (рис. 1, А). В динамике изменения продолжительности неболевых поведенческих проявлений максимальное увеличение длительности двигательной

активности отмечалось на шестые сутки наблюдения (на 446,59 %; $P < 0,001$) относительно значений таковых у животных первой группы. Максимальное уменьшение продолжительности пассивного поведения регистрировалась на седьмые сутки эксперимента (на 36,27 %; $P < 0,05$) относительно значений соответствующих показателей у крыс, которые дополнительному воздействию ГК стресса не подвергались (ФТ) (рис. 1, Б, В).

Начиная с седьмых суток ГК отмечалась тенденция к повышению продолжительности болевой реакции (рис. 1, А). Так, на восьмые и девятые сутки наблюдения продолжительность болевой реакции превышала значения этого показателя у животных первой группы на 12,06 % ($P > 0,05$) и 7,85 % ($P > 0,05$) соответственно (рис. 1, А). Изменилась и длительность неболевых поведенческих феноменов: двигательная активность увеличилась в среднем на 219,00 % ($P < 0,01$), а пассивного поведения имела тенденцию к уменьшению относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого стресса (ФТ) (рис. 1, Б, В). Однако по сравнению со значениями данных показателей у животных второй группы (ГК+ФТ), зарегистрированных на седьмые сутки наблюдения, продолжительность двигательной активности на восьмые – девятые сутки уменьшилась в среднем на 150,81 % ($P < 0,001$), длительность пассивного поведения, напротив, увеличилась в среднем на 14,01 % ($P > 0,05$) (рис. 1, Б, В).

Таким образом, как показали результаты исследования, ГК стресс оказывал модифицирующее действие на уровень болевой чувствительности крыс при тонической боли. Однако данный эффект зависел от продолжительности ограничения подвижности. В ранние сроки ГК стресса (первые – шестые сутки) отмечалось уменьшение болевой чувствительности, а в более поздние сроки ГК (седьмые – девятые) – напротив, увеличение, что подтверждает и динамика КМ. Данный показатель с первых по седьмые сутки составлял в среднем -0,35 усл. ед., а с восьмых по девятые сутки + 0,08 усл. ед. (рис. 2).

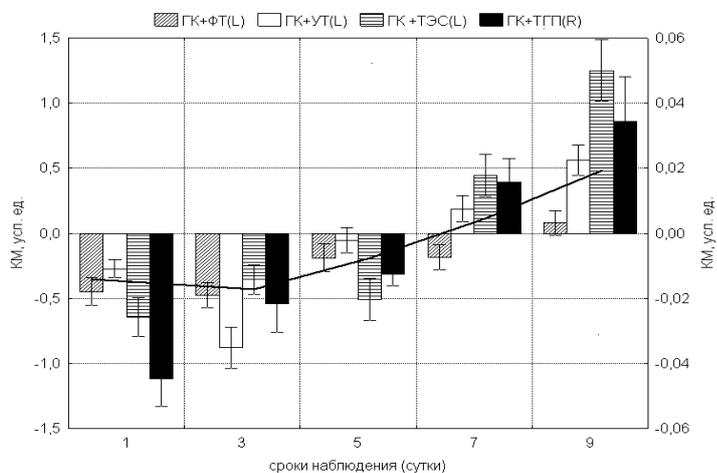


Рис.2. Динамика коэффициента модифицирующего действия (КМ, усл. ед.) гипокинетического стресса на болевую чувствительность у животных при тонической боли.

экспериментально вызванных тонической (ГК+ФТ), висцеральной (ГК+УТ) боли, электростимуляции (ГК+ТЭС) (левая шкала [L]) и острой термической (ГК+ТПП) боли (правая шкала [R]) у крыс в течение девяти суток наблюдения.

2. Модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности у крыс при экспериментально вызванной висцеральной боли. У крыс четвертой группы, которые перед АТ подвергались суточному ограничению подвижности, общая продолжительность болевых реакций уменьшилась на 27,37 % ($P < 0,05$) (реакции лизания живота – на 91,71 % [$P < 0,01$], корчей – на 21,89 % [$P < 0,05$]) относительно значений данных показателей у крыс третьей группы (рис. 3, А).

Предварительное воздействие ГК стресса изменило и продолжительность неболевых поведенческих феноменов у крыс после воздействия болевого фактора. При этом длительность двигательной активности увеличилась на 24,14 % ($P < 0,05$), а пассивного поведения, напротив, уменьшилась на 72,55 % ($P < 0,02$) по сравнению со значениями соответствующих показателей у крыс, подвергавшихся изолированному воздействию болевого фактора (рис. 3, Б).

После трехсуточной ГК наблюдалось максимальное уменьшение общей продолжительности болевых реакций на 87,94 % ($P < 0,01$), что реализовалось в основном за счет уменьшения продолжительности реакции корчей на 94,62 % ($P < 0,001$) относительно значений у животных третьей группы (АТ) (рис. 3, А). Анализ продолжительности неболевых поведенческих феноменов показал, что длительность двигательной активности увеличилась на 41,7 % ($P < 0,05$) (бега – на 80,92 % [$P < 0,001$], приема пищи – на 90,57 % [$P < 0,001$]), а пассивного поведения и реакции груминга, напротив, уменьшилась на 58,68 % ($P < 0,05$) и 55,74 % ($P < 0,001$) соответственно относительно значений данных показателей у животных третьей группы (АТ) (рис. 3, Б).

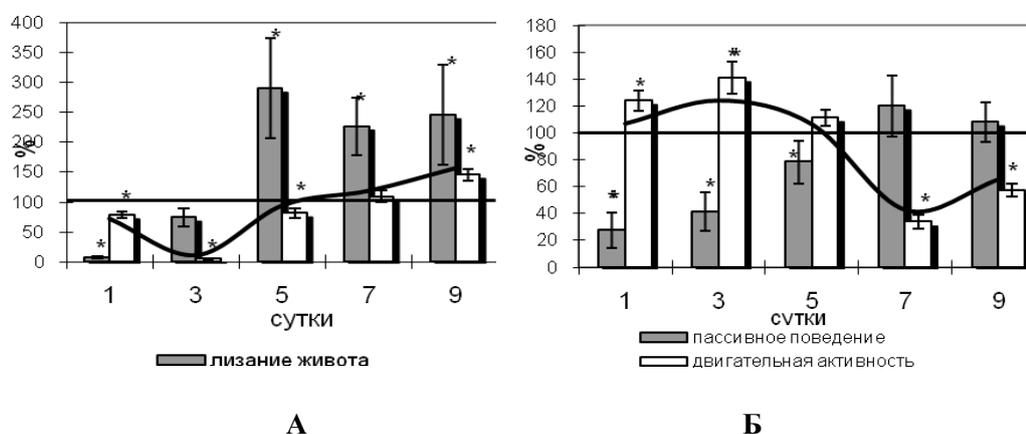


Рис. 3. Изменение продолжительностей болевых (лизания живота и корчей) (А) и неболевых (двигательной активности и пассивного поведения) (Б) поведенческих

феноменов у крыс, подвергнутых комбинированному действию гипокинезии и болевого фактора в ацетатном тесте в течение девяти суток наблюдения (за 100 % приняты значения у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора).

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых действию изолированного болевого стресса.

После пятисуточной ГК динамика длительности поведенческих проявлений у крыс в АТ изменилась. Так, по сравнению со значениями, зарегистрированными у животных данной группы (ГК+АТ), на третьи сутки ограничения подвижности произошло увеличение общей продолжительности болевых реакций на 82,56 % ($P < 0,01$) (лизания живота – на 215,35 % [$P < 0,001$], корчей – на 76,04 % [$P < 0,01$]). При этом относительно значений этих показателей у крыс третьей группы (АТ) отмечалось увеличение общей продолжительности болевой реакции лизания живота на 189,79 % ($P < 0,05$) на фоне уменьшения продолжительности реакции корчей на 18,58 % ($P < 0,05$).

Изменялись продолжительности и неболевых поведенческих феноменов: длительность двигательной активности уменьшилась на 29,65 % ($P < 0,05$), а пассивного поведения, напротив, увеличилась на 37,06 % ($P < 0,05$) относительно значений у крыс, подвергнутых трехсуточной ГК (рис. 3, Б).

Начиная с седьмых суток ограничения подвижности общая продолжительность болевых реакций у животных четвертой группы (ГК+АТ) имела тенденцию к повышению (на 18,79 %; $P > 0,05$) (длительность реакции лизания живота увеличилась на 126,58 % [$P < 0,01$], а корчей – на 9,58 % [$P > 0,05$]) относительно значений у животных, подвергнутых изолированной инъекции уксусной кислоты (АТ). Изменилась и длительность неболевых феноменов: двигательной активности уменьшилась на 66,23 % ($P < 0,01$), а пассивного поведения имела тенденцию к увеличению (на 20,09 % $P > 0,05$) относительно значений у животных, подвергнутых изолированному болевому воздействию (рис. 3).

После девятисуточной ГК общая продолжительность болевых реакций увеличилась на 56,10 % ($P < 0,01$) (лизания живота – на 145,59 % [$P < 0,05$], корчей – на 45,64 % [$P < 0,01$]) относительно значений у животных третьей группы (АТ) (рис. 3, А). При этом продолжительность двигательных неболевых феноменов уменьшилась на 42,61 % ($P < 0,01$), а пассивного поведения, напротив, имела тенденцию к увеличению (на 8,12 %; $P > 0,05$) относительно значений данных показателей у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора (рис. 3, Б).

Таким образом, результаты данного исследования позволили выявить способность ГК стресса модифицировать уровень болевой чувствительности животных при висцеральной боли. При этом модификация болевой чувствительности крыс в АТ зависела от продолжительности ГК стресса, что подтверждается динамикой КМ, который в первые пять суток наблюдения составлял в среднем -0,40 усл. ед., а с седьмых по девятые сутки ограничения подвижности увеличился до +0,56 усл. ед. (см. рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Гипокинетический стресс изменяет поведенческие реакции у крыс как при действии болевых стрессов (в «формалиновом» и «уксусном» тестах), так и болевую чувствительность на пороговом уровне в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции, что свидетельствует о модифицирующем действии гипокинезии на болевую чувствительность животных вне зависимости от природы болевого раздражителя.
2. При адаптации крыс к непродолжительному гипокинетическому стрессу (первые – шестые сутки) отмечается повышение резистентности к болевым факторам, что выражается в уменьшении продолжительности болевых реакций в среднем на 32,30 % ($p < 0,01$) и 40,23 % ($p < 0,01$) на фоне увеличения двигательной активности в среднем на 324,44 % ($p < 0,001$) и 25,54 % ($p < 0,01$) в «формалиновом» и «уксусном» тестах соответственно, болевого порога в среднем на 2,71 % ($p < 0,01$) и 86,47 % ($p < 0,01$) и уровня выносливости боли в среднем на 3,59 % ($p < 0,01$) в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции.
3. Продолжительное ограничение подвижности (седьмые – девятые сутки) приводит к уменьшению резистентности к болевым факторам, что проявляется в увеличении продолжительности болевых реакций в среднем на 9,95 % ($p > 0,05$) и 37,45 % ($p < 0,01$) на фоне уменьшения двигательной активности в среднем в 2,96 раза ($p < 0,01$) и в 2,75 раза ($p < 0,01$) в «формалиновом» и «уксусном» тестах соответственно, болевого порога в среднем на 3,50 % ($p < 0,05$) и 55,56 % ($p < 0,01$) и уровня выносливости боли в среднем на 2,89 % ($p < 0,05$) в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции.
4. Модифицирующий эффект гипокинетического стресса на болевую чувствительность у крыс в экспериментальных болевых тестах зависит от продолжительности ограничения подвижности. При этом изменение болевой чувствительности (уменьшение и увеличение) животных при гипокинетическом стрессе может служить критерием перехода эустресса в дистресс.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования, науки и молодежи Республики Крым в рамках научного проекта № p_a 16–44–910604 «Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации организма к условиям длительного ограничения подвижности».

Список литературы

1. Калюжный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности / Л. В. Калюжный. – М.: Медицина, 1984. – 216 с.
2. Брагин Е. О. Нейрохимические механизмы регуляции болевой чувствительности / Е. О. Брагин – М.: Изд-во Ун-та дружбы народов, 1991. – 248 с.
3. Вейн А. М. Боль и обезболивание / А. М. Вейн, М. Я. Авруцкий. – Медицина, 1997. – 280 с.
4. Коваленко Е. А. Гипокинезия / Е. А. Коваленко, Н. Н. Гуровский. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
5. Чуян Е. Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис. канд биол. наук. / Чуян Е. Н. – Симферополь, 1992. – С. 25.

6. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокINETического стресса у крыс: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.13 / Сантана Вега Л. – СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
7. Dubuisson D. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats / D. Dubuisson, S. G. Dennis – 1997. – С. 161–164.
8. Koster R. Acetic acid for analgesic screening / R. Koster, M. Anderson, E. J. De Beer Fed. – 1959. – С. 412–413.
9. Свідомство на комп'ютерну програму обробки, реєстрації і автоматизованого аналізу тривалості та частоти різних видів поведінкових реакцій у тварин, № 19243 від 18.01.2007, М. Луцюк, Е. Джелдубаєва.
10. O'Callaghan J. Quantification of the analgesic activity of narcotic antagonists by a modified hot-plate procedure / J. O'Callaghan, S. G. Holtzman // Pharmacol. Exp. Ther. – 1979. – P. 497–505.
11. Папин А. А. Исследование анальгетического компонента премедикации методом тепловой сенсометрии / А. А. Папин, О. В. Петров, Ф. Ф. Какурин [и др]. // Анестезиология и реаниматология. – 1983. – № 1. – С. 18–20.
12. Василенко А. М. Тензоалгометрия / А. М. Василенко // Боль и ее лечение. – 1997. – N 6. – С. 56–75.
13. Слоним А. Д. Виды и формы адаптивного поведения животных/ А. Д.Слоним // Руководство по физиологии "Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности". – М.: Наука, 1986. – С. 23–79.
14. Golombek D. A. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist / D. A. Golombek, E. Escolar, L. J. Burin [et al]. // Eur. J. Pharmacol. – 1991. – № 1. – P. 25–30.

MODIFYING EFFECT OF HYPOKINETIC STRESS ON CHANGE PAIN SENSITIVITY OF RAT (Part 1)

Chuyan E. N., Zayachnikova T. V., Ravaeva M. Yu., Mironyuk I. S., Birukova E. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: m-ravaeva@rambler.ru*

Modifying action of a hypokinetic stress is investigated on change of behavioral phenomena in rats with experimentally induced tonic somatic, visceral, acute heat pain and electrical stimulation.

It is shown that at adaptation of rats to short hypokinetic to a stress (the first – the sixth days) increase in resistance to painful factors is noted that is expressed in reduction of duration of painful reactions, and long restriction of mobility (the seventh – the ninth days) leads to reduction of resistance to painful factors that is shown in increase in duration of painful reactions.

Thus, the hypokinetic stress changes behavioural reactions at rats as at action of painful stresses (in "formalin" and "acetic" tests), and painful sensitivity at the threshold level in tests of "a hot plate" and electrostimulation that demonstrates the modifying action of a gipokineziya on painful sensitivity of animals regardless of the nature of a painful irritant.

However, the modifying effect of a hypokinetic stress on painful sensitivity at rats in experimental painful tests depends on mobility restriction duration. At the same time change of painful sensitivity (reduction and increase) of animals at a hypokinetic stress can serve as criterion of transition of an eustress to a distress.

Keywords: hypokinetic stress, behavioral reactions, tonic pain, visceral pain, acute thermal pain, electrical stimulation.

References

1. Kalyuzhnyy L. V. *The physiological mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 216. (M.: Meditsina (1984).
2. Bragin E. O. *The neurochemical mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 248. (M.: Izd-vo Un-ta druzhby narodov, 1991).
3. Veyn A. M., Avrutskiy M. Ya. Pain and pain relief, 280 (Meditsina, 1997).
4. Kovalenko E. A., Gurovskiy N. N. *Hypokinesia*, 307. (M.: Meditsina, 1980).
5. Chuyan E. N. Influence of millimeter waves on the development of non-thermal intensity hypokinetic stress in rats with various individual characteristics : Avtoref. dis. kand biol.nauk., 25. (Simferopol', 1992).
6. Santana Vega L. The part of individual characteristics of physical activity in the development hypokinetic stress in rats: Avtoref. dis. kand. biol. nauk: 03.00.13 /SGU, 21. (Simferopol,1991).
7. Dubuisson D. *The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats*, 161. (1997).
8. Koster R. Acetic acid for analgesic screening, *De Beer Fed.*, 412 (1959).
9. Certificate in computer software processing, registration and automated analysis duration and frequency of different types of behaviors in animals: № 19243 vid 18.01.2007 , M. Lutsyuk, E. Dzheldubaeva.
10. O'Callaghan J. Quantification of the analgesic activity of narcotic antagonists by a modified hot-plate procedure, *Pharmacol. Exp. Ther.*, 497 (1979).
11. Papin A. A., Petrov V., Kakurin F. F. The research component of the analgesic sedation by heat sensometrii, *Anesteziologiya i reanimatologiya*, **1**, 18 (1983).
12. Vasilenko A. M. Tenzoalgotometriya, *Bol' i ee lechenie*, **6**, 56 (1997).
13. Slonim A. D. *Types and forms of adaptive behavior of animals: Rukovodstvo po fiziologii "Fiziologiya povedeniya. Neyrofiziologicheskie zakonomernosti"*. 23. (M: Nauka 1986).
14. 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.*, **1**, 25. (1991)

УДК 159.922.7/159.922.8

КОМПЬЮТЕРНАЯ АДДИКЦИЯ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ПОДРОСТКОВ

Янцев А. В., Кириллова А. В., Панова С. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: kyryllova.alla@mail.ru*

Установлено, что в ряде исследуемых факторов: пол, компьютерная зависимость, тип нервной системы, а также место учебы и проживания, – способных оказывать влияние на психофизиологические показатели, ведущую роль играет фактор компьютерной зависимости.

Ключевые слова: компьютерная аддикция, подросток, компьютер, дисперсионный анализ, психофизиологические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Компьютер вошел практически во все сферы человеческой жизни. Из интернета черпается информация, с его помощью обеспечивается связь, на компьютере играют и работают даже на дому. Это и развлечение, и заполнение свободного времени в развитии детей. Заполнение свободного времени подобными развлечениями зачастую оказывает влияние на детей, подростков, а также на взрослых. Основным отрицательным последствием компьютерных игр явилась компьютерная аддикция [1].

Результаты исследования зависимости детей от компьютерных игр, проведенные в Москве в 2014–2015 годах, показали, что степень зависимости учеников начальных классов от компьютерных игр выше среднего уровня. Степень привязанности к компьютерным играм разнится в зависимости от пола, ежедневного использования компьютера, наличия домашнего компьютера и, напротив, не зависит от наличия свободного времени в школе или вне класса [2].

Лучшим лекарством от компьютерной зависимости является насыщенная интересная жизнь в реальном мире, и для того, чтобы избавить ребенка от аддикции, ему нужно показать красоту окружающей его вселенной и помочь найти занятие по душе. Немаловажными средствами в борьбе с зависимостью являются профилактика семейных конфликтов и своевременное решение возникающих проблем: ведь гармонично развитый человек, у которого в жизни все благополучно, вряд ли станет зависимым от чего бы то ни было, в том числе и от компьютера. Компьютерными аддиктами очень часто становятся неуверенные в себе, замкнутые дети и подростки, для которых интернет становится средством самовыражения, которое становится недоступным в реальной жизни для дезадаптированного молодого человека [3].

В силу развития научно-технического прогресса овладение компьютерными технологиями становится необходимым в современном обществе. Потому стоит вопрос о грамотном построении процесса общения ребенка с компьютером. Воспитание ребенка должно сводиться по большей части к тому, что компьютер – это лишь часть жизни, а не главный подарок за хорошее поведение. Единственный на настоящий момент проверенный способ не дать ребенку оказаться в зависимости от компьютера – это привлечь его в процессы, не связанные с компьютерной деятельностью, чтобы электронные игры и процессы не стали заменой реальности, показать растущему человеку, что существует масса интересных развлечений помимо компьютера, которые не только позволяют пережить острые ощущения, но также тренируют тело и нормализуют психологическое состояние.

Для выявления эмоциональных и психофизиологических характеристик подростка широко используется ряд тестов, позволяющих регистрировать психологические и физиологические показатели.

Цель данной работы – проанализировать влияние фактора компьютерной аддикции на психофизиологическое состояние организма подростков, проживающих в Республике Крым.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились психофизиологические показатели учащихся 9-х классов сельской (с. Родниковое) и городской (г. Симферополь) школ. В тестировании принимало участие 60 человек обоего пола в возрасте от 14 до 15 лет. По результатам анкетирования все учащиеся как сельской, так и городской школ были разделены на 2 группы по 15 человек: контрольную (учащиеся, практически не использующие компьютер) и основную (учащиеся, проводящие за компьютером большую часть свободного времени).

В работе были использованы следующие тесты и методики: тест «Компьютерная зависимость», (разработанный американским психологом Кимберли Янг [4]); тест школьной тревожности Филипса; тест «Корректирующая проба» (Бурдона); тест «Заучивание 10 слов»; тест «Опросник САН»; «Теппинг-тест»; вегетативный индекс В. И. Кердо.

Статистический анализ производился с использованием пакета прикладных компьютерных программ Statistica 6.0. в модуле ANOVA/MANOVA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При регистрации физиологических характеристик организма испытуемых и результатов выполнения тестовых заданий учитывалось наличие или отсутствие компьютерной зависимости, пол, тип нервной системы, а также место учебы и проживания. Дисперсионный анализ с последующим вычислением степени влияния фактора по Н. А. Плохинскому [5], показал, что ведущую роль в наблюдающихся различиях играет фактор компьютерной зависимости.

Итоговые данные для городской школы приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа по фактору влияния компьютерной зависимости психофизиологических показателей учащихся городской школы

Показатель	Факториальная дисперсия	Остаточная дисперсия	Показатель Фишера	p
Концентрация внимания	6097,33	399,79	15,25	0,001
Количество ошибок	135,86	7,05	19,28	0,000
Продуктивность	15679,35	1429,04	10,97	0,004
Уровень агрессии	0,76	2,96	0,26	0,620
Оперативная память	1,77	0,79	2,25	0,152
Успеваемость по гуманитарным наукам	0,76	3,67	0,21	0,655
Успеваемость по естественным наукам	0,40	3,02	0,13	0,722
Успеваемость по точным наукам	0,08	3,27	0,03	0,874
Успеваемость по физкультуре	0,13	0,74	0,18	0,678
Общая тревожность в школе	6,57	8,23	0,80	0,384
Социальный страх	1,46	1,42	1,03	0,325
Страх самовыражения	0,43	2,48	0,17	0,683
Страх ситуации проверки знаний	6,57	1,76	3,73	0,070
Сопrotивляемость стрессу	6,57	1,00	6,70	0,019
Проблемы и страхи в отношениях с учителем	1,13	3,61	0,31	0,583
Систолическое давление	7,73	88,36	0,09	0,771
Диастолическое давление	14,05	50,00	0,28	0,603
Вегетативный индекс Кердо	0,03	201,51	0,00	0,991
Частота сердечных сокращений	8,99	87,64	0,10	0,753

Из таблицы видно, что достоверное влияние компьютерной зависимости проявляется в значениях следующих показателей: концентрация внимания, количество ошибок, продуктивность и сопротивляемость стрессу. Вклад компьютерной зависимости в ряде факторов, определяющих более низкие значения концентрации внимания у зависимых испытуемых (47,20) по сравнению с контрольной группой (85,10), составляет 50,0 %.

Компьютерно зависимые испытуемые допускали гораздо больше ошибок при выполнении тестовых заданий (9,56), чем независимые (4,20) при уровне значимости менее 0,001. Степень влияния фактора компьютерной зависимости для данного случая составила 55 %.

Достаточно высокие значения по фактору зависимости были получены для показателей продуктивности – 41 % и сопротивляемости стрессу – 30 %. При этом оба показателя имели большие значения у школьников, проводящих много времени у экрана монитора. Эффект высокой продуктивности выполнения работы компьютерно зависимыми испытуемыми становится понятным, если принять во внимание большое количество допускаемых при этом ошибок. Иными словами, тестовое задание выполняется быстрее, но в то же время небрежно и невнимательно.

Что же касается более существенной сопротивляемости стрессу компьютерно зависимых учащихся, то, не претендуя на однозначность трактовки, можно предположить наличие ощущения психологической защищенности от возникающих личных проблем, порождаемым уходом в виртуальное пространство компьютера.

Школьники, проводящие долгие часы у компьютера, имели худшие показатели оперативной памяти и испытывали больший страх проверки знаний. Однако процентный вклад фактора компьютерной зависимости был сравнительно невелик (16 % и 19 %, соответственно), и результаты вычислений не достигали 5%-ного уровня значимости. На физиологические показатели организма: артериальное давление (1,2 %), вегетативный индекс Кердо (0,01 %) и частоту сердечных сокращений – фактор компьютерной зависимости практически не оказывал влияния.

Сходные, хотя и несколько иные результаты, полученные при постановке экспериментов с учащимися сельской школы, приводятся в таблице 2.

Прежде всего обращает на себя внимание существенно больший вклад фактора компьютерной зависимости в показатели психофизиологических переменных у сельских школьников по сравнению с городскими. Так, для концентрации внимания он составил 72 %, для количества ошибок – 67 %, а для продуктивности – 60 %. Общая же направленность изменений названных показателей вследствие интенсивного «общения» с компьютером совпадала для учащихся обеих школ.

Состояние оперативной памяти у сельских и городских школьников ухудшается при длительной работе на компьютере и составляет соответственно 7,8 и 7,7. При этом вклад компьютерной зависимости в совокупности негативных факторов становится достоверным и составляет 31 %.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа по фактору влияния компьютерной зависимости психофизиологических показателей учащихся сельской школы

Показатель	Факториальная дисперсия	Остаточная дисперсия	Показатель Фишера	p
Концентрация внимания	6265,8	30,01	208,78	0,000
Количество ошибок	238,05	3,05	78,05	0,000
Продуктивность	30811,25	1132,21	27,21	0,000
Уровень агрессии	7,2	7,03	1,02	0,33
Оперативная память	7,2	0,87	8,31	0,01
Успеваемость по гуманитарным наукам	2,45	4,41	0,56	0,47
Успеваемость по естественным наукам	5	5,01	1,00	0,33
Успеваемость по точным наукам	9,8	4,51	2,17	0,16
Успеваемость по физкультуре	0,2	1	0,2	0,66
Общая тревожность в школе	12,8	16,41	0,78	0,39
Социальный страх	2,45	4,01	0,61	0,44
Страх самовыражения	1,37	1,82	0,75	0,31
Страх ситуации проверки знаний	6,05	2,69	2,25	0,15
Сопrotивляемость стрессу	0,56	0,49	1,14	0,29
Проблемы и страхи в отношениях с учителем	0,8	2,52	0,32	0,58
Систолическое давление	3,2	64,03	0,05	0,83
Диастолическое давление	11,25	28,09	0,40	0,53
Вегетативный индекс Кердо	0,45	42,23	0,01	0,92
Частота сердечных сокращений	20	38,51	0,52	0,48

По-прежнему ощутимо влияние данного фактора на страх проверки знаний. Хотя процентная доля его уменьшается до 11 % и оказывается вне границ достоверности.

Имеется еще одно отличие: у сельских школьников, в противоположность городским, возможность бегства в виртуальные миры практически не влияет на сопротивляемость к стрессорным воздействиям.

На уровне тенденции можно отметить положительное влияние регулярной работы с компьютером на успеваемость в области точных наук. Хотя справедливости ради следует допустить и иное объяснение: школьники, имеющие склонность к точным наукам, испытывают вполне объяснимую тягу к сложной вычислительной технике и зачастую реализуют ее, «подсаживаясь на компьютерную иглу». Выявленные закономерности иллюстрирует приводимая ниже диаграмма.

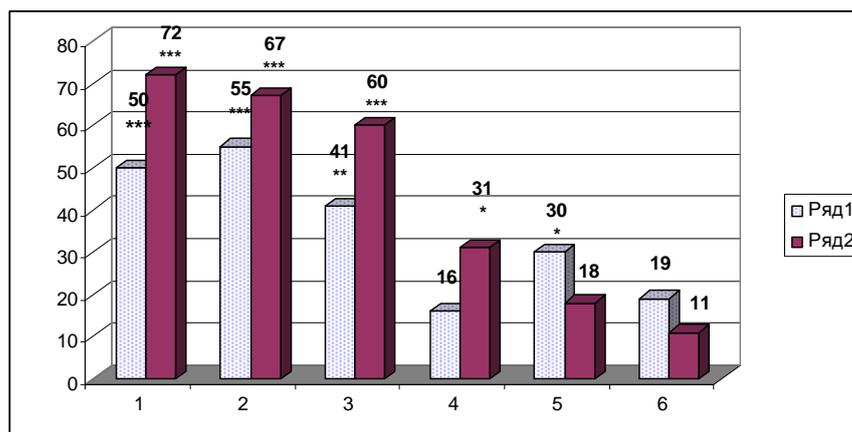


Рис. 1. Влияние фактора компьютерной зависимости на психофизиологические показатели подростков.

Ряд 1 – городская школа; ряд 2 – сельская школа.

1 – концентрация внимания; 2 – количество ошибок; 3 – продуктивность;

4 – оперативная память; 5 – сопротивляемость стрессу; 6 – страх проверки знаний.

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Применение многофакторного дисперсионного анализа показало, что сочетанное воздействие компьютерной зависимости и половой принадлежности у учащихся городской школы не оказывает достоверного влияния на исследуемые психофизиологические показатели организма. Иными словами, у компьютерно зависимых как девочек, так и мальчиков могли наблюдаться сходные значения концентрации внимания, тревожности и вегетативного индекса.

У сельских школьников совместное влияние обоих факторов проявлялось несколько в большей степени. Выяснилось, что у компьютерно зависимых мальчиков показатели концентрации внимания и оперативной памяти достоверно ниже, чем у девочек ($p \leq 0,05$).

Гендерный фактор в значениях психофизиологических переменных более явно проявляется в зависимости от места учебы и проживания (табл.3, 4).

Таблица 3
Результаты дисперсионного анализа по фактору влияния половой принадлежности
психофизиологических показателей подростков городской школы

Показатель	Факториальная дисперсия	Остаточная дисперсия	Показатель Фишера	p
Концентрация внимания	402,15	734,80	0,55	0,470
Количество ошибок	25,63	13,53	1,89	0,187
Продуктивность	7263,89	1924,06	3,78	0,069
Уровень агрессии	0,02	3,01	0,01	0,934
Оперативная память	1,16	0,82	1,41	0,252
Успеваемость по гуманитарным наукам	6,10	3,36	1,82	0,195
Успеваемость по естественным наукам	1,81	2,93	0,62	0,443
Успеваемость по точным наукам	1,81	3,17	0,57	0,460
Успеваемость по физкультуре	0,57	0,71	0,81	0,381
Общая тревожность в школе	7,11	8,20	0,87	0,365
Социальный страх	0,96	1,45	0,66	0,429
Страх самовыражения	0,65	2,46	0,26	0,614
Страх ситуации проверки знаний	0,34	2,13	0,16	0,692
Сопrotивляемость стрессу	0,78	1,35	0,58	0,459
Проблемы и страхи в отношениях с учителем	0,0	3,67	0,0	0,990
Систолическое давление	16,88	87,82	0,19	0,667
Диастолическое давление	9,20	50,29	0,18	0,674
Вегетативный индекс Кердо	5,63	201,18	0,03	0,869
Частота сердечных сокращений	0,07	88,17	0,00	0,977

Таблица 4

Результаты дисперсионного анализа по фактору влияния половой принадлежности психофизиологических показателей подростков сельской школы

Показатель	Факториальная дисперсия	Остаточная дисперсия	Показатель Фишера	p
Концентрация внимания	33,8	376,23	0,08	0,767
Количество ошибок	4,05	16,05	0,25	0,621
Продуктивность	3302,45	2660,47	1,24	0,279
Уровень агрессии	33,8	5,55	6,08	0,02
Оперативная память	0,8	1,22	0,65	0,429
Успеваемость по гуманитарным наукам	26,45	3,07	8,60	0,008
Успеваемость по естественным наукам	39,2	3,11	12,6	0,002
Успеваемость по точным наукам	20,0	3,94	5,07	0,037
Успеваемость по физкультуре	3,2	0,83	3,84	0,065
Общая тревожность в школе	16,2	16,22	0,99	0,330
Социальный страх	4,05	3,91	1,03	0,322
Страх самовыражения	1,8	1,72	1,04	0,320
Страх ситуации проверки знаний	0,05	3,02	0,01	0,899
Сопrotивляемость стрессу	0,2	0,47	0,41	0,525
Проблемы и страхи в отношениях с учителем	5,0	2,28	2,18	0,156
Систолическое давление	387,2	42,7	9,06	0,007
Диастолическое давление	31,25	26,98	1,15	0,296
Вегетативный индекс Кердо	101,25	36,62	2,76	0,113
Частота сердечных сокращений	7,2	39,22	0,18	0,673

У городских школьников только по показателю продуктивности мальчики заметно превосходили девочек (790,7 и 751,1 соответственно), однако результаты вычислений не достигали минимального 5 %-го уровня значимости ($p=0,069$). В отличие от этого у сельских школьников гендерные различия достоверно проявлялись в значениях пяти показателей (табл. 4).

Половая принадлежность определяла большую агрессивность мальчиков и составляла 25 % от суммарного влияния всех факторов. Еще более проявлялся вклад гендерной составляющей в показатели систолического артериального давления (35 %), что, по всей видимости, объясняется более высоким содержанием катехоламинов в организме мальчиков в пубертатный период [6]. В отличие от этого у девочек были выявлены достоверно более высокие показатели успеваемости по естественным, гуманитарным и точным наукам. Роль половых различий составляла соответственно 42 %, 33 % и 22 %.

Что касается типа нервной системы как фактора различий, то выборка в эксперименте была не представительна и поэтому исключена из общего списка испытуемых. Дальнейший анализ показал, что, как и ожидалось, учащиеся со слабым типом нервной системы характеризовались меньшей агрессивностью и преобладанием парасимпатического влияния, что нашло отражение в значениях индекса Кердо и показателях сердечно-сосудистой системы, у них были хуже результаты успеваемости по всем дисциплинам, выше уровень тревожности и страх самовыражения в сравнении с испытуемыми со средним (промежуточным) типом нервной системы. Эти закономерности проявлялись как у городских школьников, так и у сельских. Однако результаты сопоставления данных не достигали требуемого уровня значимости.

Таким образом, результаты нашей работы в целом согласуются с данными других исследователей [1–3], однако использование методов многофакторного дисперсионного анализа позволило нам вычислить уровень вклада компьютерной аддикции в ряд показателей психофизиологического состояния организма подростков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В ряду исследуемых факторов: пол, компьютерная зависимость, тип нервной системы, а также место учебы и проживания, – способных оказывать влияние на психофизиологические показатели, ведущую роль играет фактор компьютерной зависимости.
2. Компьютерная зависимость достоверно снижает концентрацию внимания, увеличивает количество допускаемых ошибок и ухудшает показатели оперативной памяти. На физиологические показатели сердечно-сосудистой системы и вегетативный тонус статистически значимого влияния компьютерной зависимости не выявлено.
3. У сельских школьников совместное влияние факторов компьютерной зависимости и половой принадлежности проявлялось в большей степени, чем у городских школьников. Установлено, что у компьютерно зависимых мальчиков

показатели концентрации внимания и оперативной памяти достоверно ниже, чем у девочек ($p \leq 0,05$).

- У девочек были выявлены достоверно более высокие показатели успеваемости по естественным, гуманитарным и точным наукам. Роль половых различий составляла соответственно 42 %, 33 % и 22 %. Фактор половой принадлежности определял большую агрессивность мальчиков и составлял 25 % от суммарного влияния всех факторов.

Список литературы

- Шюкря О. Анализ зависимости школьников от компьютерной игры / Шюкря О. // Редакция международного научного журнала «Мир науки, культуры, образования» (Горно-Алтайск), 2016. – № 1 (56). – С. 59–61.
- Chiu S. Video Game Addiction in Children and Teenagers in Taiwan. / Chiu S., Lee J. Z. ve Huang D. H. // *Cyberpsychology & Behavior*. – 2004 – 7 (5). – С. 571–581.
- Овчаренко Л. Ю. Проблемы успешности социально-психологической адаптации подростков в современной среде / Овчаренко Л. Ю. // *Системная психология и социология*. – 2015. – № 13. – С. 44–56.
- Kimberly S. Young. Cybersex and Infidelity Online: Implications for Evaluation and Treatment // 107th annual meeting of the American Psychological Association / Kimberly S. Young, James O'Mara, and Jennifer Buchanan // August 21, 1999.
- Плохинский Н. А. Биометрия / Плохинский Н. А.. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 368 с.
- Романов Т. А. Медико-социальные проблемы состояния здоровья детей пубертатного возраста / Т. А. Романов // *Детская и подростковая реабилитация*. – 2005. – С. 36–40.

COMPUTER ADDIKCIYA AS FACTOR DETERMINING THE PSIKHOFIZIOLOGICHESKOE STATE OF ORGANISM OF TEENAGERS

Yantsev A. V., Kirillova A. V., Panova S. A.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: kyryllova.alla@mail.ru*

The computer has entered practically into all areas of a human life. The information is scooped from the Internet and communication is provided, on a computer play and work even in-home. It both entertainment, and filling of a free time in progress of children. Filling of a free time with similar entertainments frequently influences children, teenagers, as well as on adults. The most basic subzero consequence of computer games was computer addikciya [1].

Results of research of dependence of children from computer games lead to Moscow in 2014–2015 have shown, that a degree of dependence of disciples of initial classes from computer games above an average level. Degree of attachment to the computer games, differs depending on a floor, daily use of computer, presences of home computer and, opposite, does not depend on the presence of spare time at school or out of class [2].

The best medicine for computer dependence is the sated interesting life in the actual world and to relieve the child from addikcii, it needs to be shown beauty of the Universe surrounding it and to help to find employment on a shower. Important means in struggle

against dependence are preventive maintenance of family conflicts and the duly decision of arising problems: in fact harmoniously developed person at whom in a life all is safe, hardly becomes dependent on something, including from a computer. Computer addicts very often there are diffident, closed children and teenagers for whom the Internet becomes the self-expression which becomes inaccessible in an actual life for deadaptirovannogo the young man [3].

By virtue of progress of scientific and technical progress mastering by computer technologies becomes necessary in a modern society. Therefore there is a question on competent construction of process of dialogue of the child with a computer, having reduced to a minimum its negative influence on mental health of the child. Education of the child should be reduced generally to that the computer is only a part of a life, instead of the most important gift for good behaviour. The only thing on the present instant in the checked up way to not give the child to appears depending on a computer is to involve it in the processes which have been not connected with computer activity that electronic games and processes did not become replacement of a reality. To show the growing person that there is a weight of interesting entertainments besides a computer which not only allow to go through sharp sensations, but also train a body and normalize a psychological condition.

In a number of investigated factors: the floor, computer dependence, type of nervous system, as well as a school and the residing, capable to influence on psikhofiziologicheskie parameters, the leading part plays the factor computer dependence. Computer dependence reliably reduces concentration of attention, quantity of supposed mistakes and worsens parameters of operative memory. On physiological parameters of cardiovascular system and a vegetative tone of statistically meaningful influence of computer dependence it is not revealed. At pupils of rural school negative influence of computer dependence on concentration of attention is shown reliably in a greater degree, than at city students. Received statistically meaningful results testify to greater influence of computer dependence on an organism of boys. At it is computer dependent boys progress on all subject matters reliably below, than at girls.

Keywords: computer addiction, teen, computer, analysis of variance, psychophysiological indicators

References

1. Şükrü A. Analysis of students depending on the computer game. *The world of science, culture and education, Out of Gorno-Altai*, **1 (56)**, 59 (2016).
2. Chiu S., Lee J.Z. ve Huang D.H. Video Game Addiction in Children and Teenagers in Taiwan. *Cyberpsychology & Behavior*, **7 (5)**, 571 (2004).
3. Ovcharenko L. U. Problem of success of social adaptation-psychological of teenagers modern environment, *System psychology and sociology*, **13**, 44 (2015).

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского
Биология, химия. Том 2 (68). 2016. № 3. С. 76–82.

УДК 663.253.2: 547.477

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВИНМАТЕРИАЛЕ ИЗ ВИНОГРАДА СОРТА КАБЕРНЕ-СОВИньОН

Аристова Н. И.¹, Черноусова И. В.¹, Панов Д. А.², Лутков И. П.¹, Зайцев Г. П.¹

¹*Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «ННИИВиВ “Магарач”»,
Ялта,*

Республика Крым, Россия

²*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет им. В. И. Вернадского», Симферополь, Россия*

E-mail: akademik_n@mail.ru

Определен компонентный состав столовых винматериалов из красного сорта винограда Каберне-Совиньон, выращенного в условиях различных зон виноградарства Республики Крым. Изучение проводилось методами высокоэффективной жидкостной хроматографии, атомно-абсорбционной спектроскопии и пламенной эмиссионной спектрометрии.

Ключевые слова: винматериал, антоцианы, процианидины, ионы металлов, высокоэффективная жидкостная хроматография, атомно-абсорбционная спектроскопия.

ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно лечебное действие вина на здоровье человека, обусловленное наличием полифенольного комплекса (ПК), содержание которого особенно значительно в красных винах [1–3]. В связи с этим в настоящее время отмечен большой спрос на высококачественную биологически ценную продукцию с уникальными вкусовыми, ароматическими и энотерапевтическими свойствами [4]. Кроме того, для потребителя пищевая ценность вина заключается в наличии в нем биологически активных веществ, витаминов и микроэлементов, которые оказывают на организм человека полезное физиологическое действие [3]. Согласно данным авторов [5–7], содержание минеральных веществ в винах зависит от сорта винограда, места его произрастания, степени зрелости, климатических условий, состава почвы, агротехники, технологии переработки. Поэтому исследование влияния виноградарской зоны произрастания винограда на накопление в нем биологически активных, минеральных и других полезных веществ в условиях Крыма является актуальным.

Целью работы явилось определение компонентного состава групп фенольных и минеральных веществ в столовых винматериалах из красного сорта винограда

Каберне-Совиньон, выращенного в условиях различных зон виноградарства Республики Крым, с помощью современных методов анализа: высокоэффективной жидкостной хроматографии и атомно-абсорбционной спектроскопии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследований были столовые виноматериалы, полученные в условиях микровиноделия из технического красного сорта винограда Каберне-Совиньон, произрастающего в различных зонах виноградарства Крыма: Центральная, Юго-Восточная прибрежная, Южнобережная, Западно-прибрежная и Западная предгорно-прибрежная.

Образцы виноматериалов готовили в условиях микровиноделия по «красному способу» – согласно методическим рекомендациям [8, 9]. Физико-химические показатели виноматериала определялись стандартизированными и принятыми в виноделии методами [10, 11]. Качественный и количественный состав фенольных веществ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором по методикам [12]. Для разделения веществ полифенольной природы использовали хроматографическую колонку Zorbax SB-C18 размером 2,1×150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3,5 мкм. Хроматографирование проводили в градиентном режиме. Для антоцианов хроматограммы регистрировали при длине волны 525 нм. Идентификацию компонентов производили по их времени удерживания. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. Все определения проводили в трех повторностях. Результаты определений обрабатывали стандартными методами математической статистики.

Массовую концентрацию магния, калия, натрия и кальция в виноматериале определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра марки С-115-М1 в следующих диапазонах: магний – 40–250 мг/дм³, калий – 100–2000 мг/дм³, натрий – 0–2000 мг/дм³, кальций – 20–250 мг/дм³ [11]. Массовую концентрацию меди, железа и цинка в исследуемом образце определяли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178 [13] в следующем диапазоне – 0–5 мг/дм³. Определение железа, меди и цинка проводили с предварительной минерализацией объекта методом сухого озоления; магний, калий и натрий определяли непосредственно в разбавленном образце – методом пламенной эмиссионной спектроскопии. Кальций же определяли в разбавленном образце после добавления спектрального буферного раствора.

Массовую концентрацию определяемых веществ в разбавленном образце находили по калибровочному графику. По оси абсцисс откладывали массовую концентрацию исследуемых веществ в стандартных растворах (мг/дм³), а по оси ординат – соответствующее значение абсорбции (эмиссии). Массовую концентрацию (М) магния, кальция, калия и натрия в исследуемых образцах

рассчитывали по формуле: $M = C \times K$, где C – массовая концентрация, найденная по калибровочному графику, мг/дм³; K – коэффициент разбавления (для магния и натрия – 100, для калия – 500, для кальция – 25).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В образцах столовых виноматериалов из винограда красного сорта Каберне-Совиньон, приготовленных «по красному способу», основные химико-технологические показатели соответствовали ГОСТ Р 52523-2006 [14]. В результате исследования виноматериалов были идентифицированы фенольные соединения следующих групп: антоцианы, процианидины (олигомерные и полимерные), установлено общее содержание фенольных веществ (ФВ). Определены массовые концентрации катионов металлов: калия, кальция, натрия, магния, железа, меди и цинка.

В таблице представлены значения массовых концентраций идентифицированных отдельных соединений полифенолов и катионов металлов в виноматериале из красного технического сорта винограда различных зон виноградарства Республики Крым.

Таблица

Определение компонентного состава фенольных и минеральных веществ столового виноматериала красного сорта винограда Каберне-Совиньон в различных районах Республики Крым

Определяемые вещества	Зона произрастания винограда				
	Центральная	Юго-Восточная прибрежная	Южно-бережная	Западно-прибрежная	Западная предгорно-прибрежная
	Массовая концентрация, мг/дм ³				
Калий	604	1127	851	633	546
Кальций	66	54	89	87	54
Натрий	12	36	12	14	9
Магний	75	97	97	102	61
Железо	2,40	4,02	2,72	2,19	0,83
Медь	0,08	0,13	0,17	0,04	0,05
Цинк	0,36	0,47	0,34	0,24	0,05
Антоцианы	168	96,5	113	54,2	71
Олигомерные процианидины	185	247	201	158	103
Полимерные процианидины	1400	3074	3737	2978	1445
Фенольные вещества (ФВ)	1817	3716	4329	3387	1734

Наибольшее количество антоцианов в исследуемых образцах виноматериалов из винограда сорта Каберне-Совиньон достигло в Центральной (168 мг/дм³ – 9,20 % ФВ), Южнобережной (113 мг/дм³ – 2,60% ФВ) и в Юго-Восточной прибрежной зонах (96,5 мг/дм³ – 2,60% ФВ), что в 2–3 раза больше по сравнению с Западной предгорно-прибрежной и Западно-прибрежной.

Идентифицированные процианидины (олигомерные, полимерные), являются сильнейшими антиоксидантами, превосходящими по активности витамины Е и С [16]. Известно, что олигомерные процианидины проникая в кровь, замедляют окисление липопротеидов плазмы крови, предупреждая сердечно-сосудистые заболевания, препятствуют развитию атеросклероза [1, 16]. Наибольшее содержание полимерных процианидинов и фенольных веществ отмечено в образцах виноматериала Прибрежных зон виноградарства Крыма (Южнобережной, Юго-Восточной прибрежной и Западно-прибрежной) – от 2978 до 3737 мг/дм³, фенольные вещества – от 3387 до 4329 мг/дм³. Обнаруженные процианидины (до 90,0 % ФВ), составляют основную часть полифенолов виноматериала из винограда сорта Каберне-Совиньон (Южнобережная зона), олигомерные процианидины составляют 4,60 % ФВ. Полифенолы оказывают оздоровительное воздействие, приводящее к подавлению воспалительных процессов в организме, а также способствуют усвоению аскорбиновой кислоты в организме человека и обладают Р-витаминной активностью [1].

Согласно данным таблицы, наибольшее содержание катионов калия содержится в виноматериалах Юго-Восточной прибрежной и Южнобережной зонах, что составляет соответственно – 1127 и 851 мг/дм³. Катионы калия участвуют в регуляции возбудимости мышц, прежде всего сердечной мышцы, поддерживают осмотическое давление в крови, принимают участие в транспортировке различных веществ в клетку, обеспечивая этим ее функционирование, участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия в крови и других органах, активируют ферменты при синтезе коллагена. Наибольшее количество катионов магния обнаружено в виноматериалах: Западно-прибрежной (102 мг/дм³), Юго-Восточной прибрежной (97 мг/дм³) и Южнобережной зонах (97 мг/дм³). Магний является необходимой составной частью всех клеток и тканей, участвуя вместе с ионами других элементов в сохранении ионного равновесия жидких сред организма; входит в состав около 300 ферментов, обладает спазмолитическим и сосудорасширяющим свойствами. В виноматериалах Южнобережной зоны (89 мг/дм³) и Западно-прибрежной зоны (87 мг/дм³) определено наибольшее количество катионов кальция, участвующих во всех жизненных процессах организма (например, в процессах свертываемости крови). В виноматериалах Юго-Восточной прибрежной зоны обнаружено до 36 мг/дм³ натрия, что объясняется расположением виноградников вблизи моря. Натрий участвует в регуляции осмотического давления, обмена веществ, в поддержке щелочно-кислотного равновесия, выполняет важную роль в регуляции функции сердечной и скелетных мышц. Содержание катионов железа, меди и цинка соответствует требованиям нормативной документации [14, 17].

На основании проведенных исследований установлено, что виноматериалы из красного сорта винограда Каберне-Совиньон различных виноградарских зон Крыма

пригодны для приготовления вин и специализированной продукции, являющейся ценным источником биологически активных и минеральных веществ, полезных для организма человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Отмечено высокое содержание полимерных процианидинов и фенольных веществ в образцах виноматериалов, полученных из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в Прибрежных зонах Крыма (Южнобережной, Юго-Восточной прибрежной, Западно-прибрежной).
2. Концентрации катионов металлов в исследуемых виноматериалах находятся в пределах: калия – 546–1127 мг/дм³; кальция – 54–89 мг/дм³; магния – 61–102 мг/дм³; натрия – 9–36 мг/дм³.
3. Данные компонентного состава фенольных соединений и минеральных веществ виноматериалов из красного винограда Каберне-Совиньон позволяют рекомендовать его для получения высококачественных красных вин и пищевых продуктов переработки винограда, обогащенных минеральными и биологически активными веществами фенольной природы с антиоксидантными свойствами.

Список литературы

1. Vinson J. A. Beneficial effects of a novel IN636 grape seed proanthocyanidin extract and a niacin-bound chromium in a hamster atherosclerosis model / J. A. Vinson, M. A. Mandarano, D. L. Shuta, M. Bagchi, D. Bagchi // *Molecular and Cellular Biochemistry*. – 2002. – 240. – P. 99–103.
2. King P. J. Structure-activity relationships analogues of the and dicaffeoyltartaric acids as potent inhibitors of human immunodeficiency virus type I integrase and replication / P. J. King, G. Ma, W. Miao Q. Jia [et al.] // *J. Med. Chem.* – 1999. – 42. – P. 497–509.
3. Валуйко Г. Г. Вино и здоровье / Г. Г. Валуйко. – Симферополь: ООО ДИАЙПИ, 2007. – 160 с.
4. Дергунов А. В. Влияние особенностей новых сортов винограда на биохимический состав и качество вин / А. В. Дергунов // *Виноградарство и виноделие*: Сб. научных трудов ГБУ ННИИВиВ «Магарач». – Ялта. – 2015. – Том XLV. – С. 75–79.
5. Валуйко Г. Г. Стабилизация виноградных вин / Г. Г. Валуйко, В. И. Зинченко, Н. А. Мехузла. – Изд. 3-е, доп. – Симферополь: Таврида, 2002. – 208 с.
6. Кишковский З. Н. Химия вина / З. Н. Кишковский, И. М. Скурихин – изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 254 с.
7. Макаров А. С. Исследование динамики катионного состава в виноматериалах для игристых вин, выработанных из новых сортов винограда селекции НИВиВ «Магарач» / А. С. Макаров, И. П. Лутков, Т. Р. Шалимова [и др.] // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. – 2012. – № 2. – С. 30–32.
8. Валуйко Г. Г. Методические рекомендации по технологической оценке сортов винограда для виноделия / Г. Г. Валуйко, Е. П. Шольц, Л. П. Трошин. – ВНИИВиВ «Магарач», 1983. – 72 с.
9. Справочник по виноделию / [Под ред. Г. Г. Валуйко, В. Т. Косюры] (Изд. 3-е, перераб. и доп.). – Симферополь: Таврида. – 2005. – 588 с.
10. Аристова Н. И. Методики выполнения измерений физико-химических показателей для контроля качества винопродукции / Н. И. Аристова // «Магарач»: Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 4. – С. 36–39.
11. Методы теххимического и микробиологического контроля в виноделии / [Под ред. Гержиковой В. Г.] – Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.
12. Р 4.1. 1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 184 с.

13. ГОСТ 30178 – 96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.
14. ГОСТ Р 52523-2006 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 8 с.
15. Энциклопедия виноградарства в 3-х томах // [Гл. ред А. И. Тимуш]. – Кишинев: Молд. сов. энциклопедия, 1986. – Т. 1. – 512 с.
16. Bagchi D. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention / D. Bagchi, M. Bagchi, S. J. Stohs, D. K. Das [et al.] // *Toxicology*. – 2000. – 148. – P. 187–197.
17. СанПин 2.3.2.1078-2001 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М: Утв. гл. сан. врачом РФ – С. 3–12.

DETERMINATION OF PHENOLIC AND MINERAL SUBSTANCES IN WINE MATERIAL FROM CABERNET SAUVIGNON GRAPE GRAPES

Aristova N. I.¹, Chernousova I. V.¹, Panov D. A.², Lutkov I. P.¹, Zaytsev G. P.¹

¹*Government-Financed Establishment of the Republic of the Crimea “National Research Institute for Vine and Wine “Magarach”, Crimea, Russia*

²*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia*
E-mail: akademik_n@mail.ru

Medical impact of red wines on health of the person, thanks to features of polyphenolic compounds is widely known. Besides, for the consumer nutrition value of wine consists and available in it biologically active agents, vitamins and minerals which have useful physiological effect on a human body. The purpose of work was determination of structure of groups of phenolic and mineral substances of table wine materials of a red grade of grapes of “Cabernet Sauvignon” which is grown up in the conditions of various zones of wine growing of the Crimea Republic by means of modern methods of analysis: high-performance liquid chromatography (HPLC) and atomic absorption spectroscopy.

In samples of the table wine materials prepared "in a red way for a method" the main chemical and technological indicators corresponded to GOST P 52523-2006. As a result of a research of wine material phenolic substances of the following groups were identified: anthocyanins, procyanidins (oligomeric and polymeric). The identified procyanidins, are the strongest antioxidants exceeding vitamin E and C on activity. The greatest content of polymeric procyanidins and phenolic substances is noted in samples of wine material of Coastal zones of wine growing of the Crimea. The bank of phenolic substances is established. Mass concentrations of cations of metals are determined: potassium, calcium, sodium, magnesium, iron, copper and zinc.

Data of phenolic and mineral component composition of wine materials from red grapes of “Cabernet Sauvignon” allow recommending it for receipt of the high-quality red wines and foodstuff of conversion of grapes enriched with mineral, biologically active agents of the phenolic nature with antioxidant properties.

Keywords: wine material, anthocyanins, procyanidins, metal ions, high-performance liquid chromatography, atomic absorption spectroscopy.

References

1. Vinson J. A., Mandarano M. A., Shuta D. L., Bagchi M., Bagchi D. Beneficial effects of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract and a niacin-bound chromium in a hamster atherosclerosis model, *Molecular and Cellular Biochemistry*, **240**, 99 (2002).
2. King P. J., Ma G., Miao W., Jia Q. Structure-activity relationships analogues of the and dicaffeoyltartaric acids as potent inhibitors of human immunodeficiency virus type 1 integrase and replication, *J.Med.Chem.*, **42**, 497 (1999).
3. Valuiko G. G. *Wine and Health*, 160 p. (ООО ДИ АИ ПИ, Simferopol, 2007). (in Russ.)
4. Dergunov A. V. The influence of new red grape varieties on the biochemical composition and quality of wines, *Viticulture and Winemaking* (GBU NIViV "Magarach", Yalta, 2015), p. 75. (in Russ.)
5. Valuiko G. G., Zinchenko V. I., Mekhuzla N. A. *The stabilization of wines*, 208 p. ("Tavrida", Simferopol, 2002). (in Russ.)
6. Kishkovsky Z. N., Skurihin I. M. *Wine Chemistry*, 254 p. (Agropromizdat, Moscow, 1988). (in Russ.)
7. Makarov A. S., Lutkov I. P., Shalimov T. R., Investigation of the dynamics of a cationic composition in wine materials for sparkling wines, produced from grapes of new selection NIViV "Magarach" , *Magarach. Viticulture and winemaking*, **2**, 30 (2012). (in Russ.)
8. Valuiko G. G., Scholz E. P., Troshin L. P. *Guidelines on the assessment process grapes for winemaking*, 72 p. (GBU NIViV "Magarach", Yalta, 1983). (in Russ.)
9. Valuiko G. G., Kosyura V. T. *Guide of Wine*, 588 p. (Tavrida, Simferopol, 2005). (in Russ.)
10. Aristova N. I. Techniques for the measurement of physical and chemical parameters for the quality control of wine products, *"Magarach": viticulture and winemaking*, **4**, 369 (2014). (in Russ.)
11. Gerzhikova V. G. *Methods technochemical and microbiological control in winemaking*, 304 p. (Tavrida, Simferopol, 2009). (in Russ.)
12. *P 4.1. 1672-03 Quality control methods Manual and safety of biologically active additives to food*, 184 p. (Federal Center gossanepidemnadzora Russian Ministry of Health, Moscow, 2004). (in Russ.)
13. *GOST 30178 – 96 Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements*, (PKI Publishing House of Standards, Moscow, 1997). (in Russ.)
14. *GOST R 52523-2006 dining and wine Dinner Wines. General specifications*, 8 p. (Standartinform, Moscow, 2007). (in Russ.)
15. Timush A. I. *Encyclopedia of viticulture. V. 1*, 512 p. (Mold. Owls. Encyclopedia, Kishinev, 1986). (in Russ.)
16. Bagchi D., Bagchi M., Stohs S. J., Das D. K. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance n guman health and disease prevention, *Toxicology*, **148**, 87 (2000).
17. SanPin 2.3.2.1078-2001 Hygienic requirements for safety and nutritional value of foods, *Approved Gl.san.vrachom RF*, 3 (2001). (in Russ.)

УДК 553.635.1:666.913.2

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ГИПСА

Гришковец В. И.¹, Яковишин Л. А.², Корж Е. Н.²

¹Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь,

Республика Крым, Россия

E-mail: vladgri@ukr.net

Проведено тестирование ряда средних солей лимонной кислоты с однозарядными катионами: лития, натрия, калия, аммония и триэтиламмония. Обнаружено, что из цитратов щелочных металлов наибольшую активность в отношении замедления процесса отверждения гипса проявляет цитрат лития, а активность цитратов с другими однозарядными катионами спадает в ряду: цитрат натрия, цитрат калия, цитрат аммония, цитрат триэтиламмония. Найдена наиболее эффективная область концентраций солей, а для практических целей в качестве эффективных замедлителей рекомендованы натриевая и калиевая соли лимонной кислоты в концентрации около 0,05 М. Показано, что введение солей лимонной кислоты в рекомендованных концентрациях не приводит к снижению прочностных характеристик гипсовых отливок.

Ключевые слова: вяжущие материалы, гипс, лимонная кислота, цитраты.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей предыдущей статье [1] был протестирован широкий ряд органических кислот в отношении их способности замедлять процесс отверждения гипса и найдено, что наряду с яблочной кислотой наиболее эффективной является лимонная кислота, которая в настоящее время широко используется в добавках к гипсовым вяжущим. Более того, было показано, что замедляющий эффект зависит от величины рН среды, регулируемой добавкой натриевых щелочей, а наилучшее действие проявляется при близких к нейтральным значениям рН, что соответствует средней соли лимонной кислоты. Поэтому в настоящей работе проведено тестирование ряда средних солей лимонной кислоты с однозарядными катионами: лития, натрия, калия, аммония и триэтиламмония.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе были использованы следующие вещества и реактивы: гипс строительный (β -полугидрат, марка Г-5), дистиллированная вода, кислота лимонная (о. с. ч.), соли: литий лимоннокислый трехзамещенный (ч.), натрий лимоннокислый трехзамещенный (о. с. ч.), калий лимоннокислый трехзамещенный (ч. д. а.),

основания: водный раствор аммиака (25 %) (ч. д. а.), триэтиламин (ч.), дополнительно перегнаный над КОН.

Для отверждения гипса навески по 2 грамма тщательно перемешивались в течение 30 секунд в ступке с 1,3 мл дистиллированной воды или исследуемого раствора. Полученная масса выливалась на лавсановую подложку, и наблюдался процесс отверждения. Момент помутнения глянцевой поверхности гипсовой массы фиксировался как время начала схватывания. Время окончательного отверждения фиксировали по отсутствию механических деформаций образцов при надавливании стеклянной палочкой. Механические свойства образцов определялись на приборе для определения прочности гипса на изгиб и сжатие МИИ-100.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Задачей исследования было детальное изучение влияния добавок цитратов щелочных металлов (лития, натрия, калия), аммония и триэтиламония на скорость отверждения гипса, а также изучение прочностных характеристик гипса при использовании этих добавок. Исследовались тризамещенные соли лимонной кислоты. Тризамещенные цитраты аммония и триэтиламония были получены непосредственно в растворе нейтрализацией лимонной кислоты расчетным количеством аммиака или триэтиламина.

В начале исследовались серии с различными концентрациями лимонной кислоты и ее солей, а именно 0,05, 0,025 и 0,01 М. Результаты этих экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние лимонной кислоты и ее солей на процесс отверждения гипса

Замедлитель	Время начала отверждения, мин.	Относительная активность (в сравнении с цитратом лития)	Время окончания отверждения, мин.	Относительная активность (в сравнении с цитратом лития)
–	5		20	
Лимонная кислота (0,05 М)	45	0,39	140	0,40
Цитрат лития (0,05 М)	115	1	250	1
Цитрат натрия (0,05 М)	90	0,78	230	0,92
Цитрат калия (0,05 М)	75	0,65	190	0,76
Цитрат аммония (0,05 М)	70	0,61	170	0,68

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ...

Продолжение таблицы 1

Цитрат триэтиламина (0,05 М)	60	0,52	140	0,56
Лимонная кислота (0,025 М)	30	0,29	120	0,52
Цитрат лития (0,025 М)	105	1	230	1
Цитрат натрия (0,025 М)	80	0,76	200	0,87
Цитрат калия (0,025 М)	70	0,67	180	0,78
Цитрат аммония (0,025 М)	60	0,57	150	0,65
Цитрат триэтиламина (0,025 М)	50	0,48	110	0,48
Лимонная кислота (0,01 М)	30	0,35	105	0,68
Цитрат лития (0,01 М)	85	1	155	1
Цитрат натрия (0,01 М)	75	0,88	145	0,94
Цитрат калия (0,01 М)	65	0,76	130	0,84
Цитрат аммония (0,01 М)	50	0,59	110	0,71
Цитрат триэтиламмония (0,01 М)	40	0,47	90	0,58

Как видно из этой таблицы, в каждой серии опытов наблюдалась одна и та же закономерность, а именно наиболее активной оказалась литиевая соль и далее активность заметно убывала в ряду: цитрат натрия, цитрат калия, цитрат аммония, цитрат триэтиламмония. При этом четко прослеживается обратная связь между активностью и радиусом иона (по Полингу) [2], что представлено в таблице 2.

Таблица 2
Зависимость замедляющей активности солей лимонной кислоты от величины радиуса иона

Катион	Ионный радиус (по Полингу), Å	Относительная активность (при концентрации 0,05 М)
Li ⁺	0,60	1
Na ⁺	0,95	0,78
K ⁺	1,33	0,65
NH ₄ ⁺	1,43	0,61

Из таблицы 2 видно, что чем меньше радиус иона, тем сильнее проявляется замедляющая способность. Зависимость замедляющей активности от природы катиона в тризамещенных цитратах при концентрации 0,05 М представлена на рисунке 1. Аналогичная закономерность прослеживается и при уменьшении концентрации вплоть до 0,01 М.

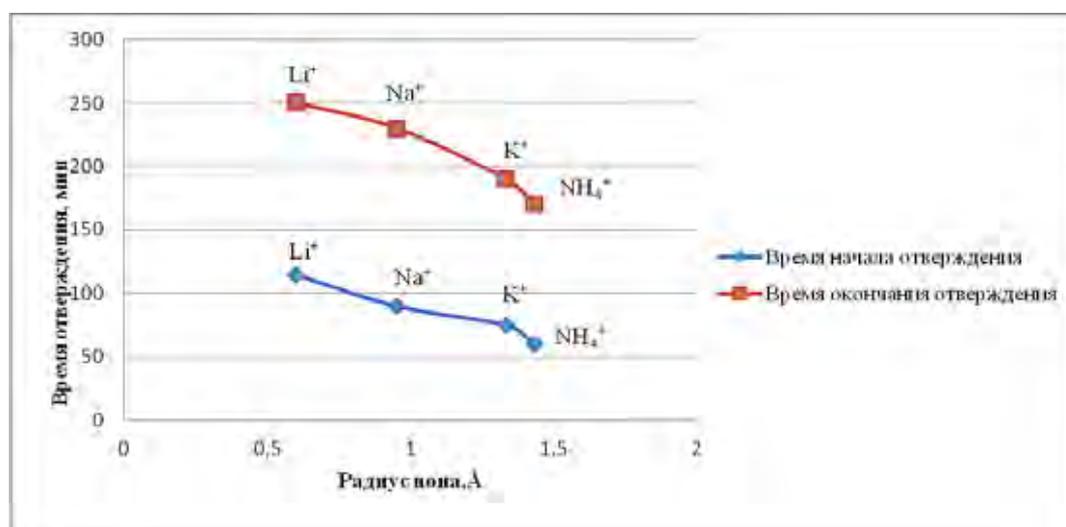


Рис. 1. Влияние природы катиона (ионного радиуса) на скорость отверждения гипса.

Для литиевой соли лимонной кислоты дополнительно была изучена эффективность действия в значительно более широком диапазоне концентраций (от 0,2 до 0,00039 М). При этом обнаружилось, что максимум активности наблюдается для 0,05 М раствора. Результаты эксперимента представлены в таблице 3 и рисунке 2.

Таблица 3

Влияние концентрации цитрата лития на процесс отверждения гипса

Концентрация цитрата лития, моль/л	Время начала отверждения, мин.	Время окончания отверждения, мин.
0,2	35	100
0,1	40	110
0,05	45	140
0,0125	40	120
0,0063	30	100
0,0031	25	90
0,0016	20	50
0,00078	15	40
0,00039	10	30
–	5	20

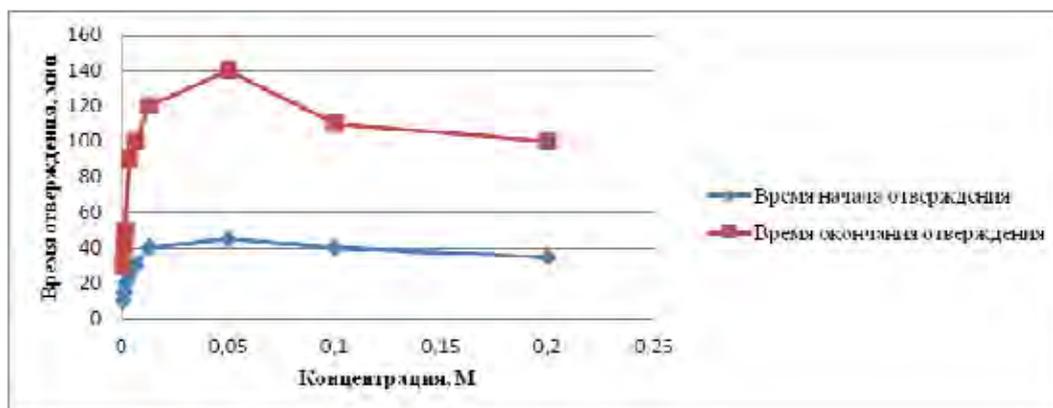


Рис. 2. Влияние концентрации цитрата лития на процесс отверждения гипса.

Вполне понятно убывание эффекта действия при уменьшении концентрации, однако спад активности наблюдался и при увеличении концентрации. Это, очевидно, связано с увеличением общей концентрации ионов в растворе-затворителе [3].

Для натриевой и калиевой солей лимонной кислоты проведены аналогичные эксперименты и найдена та же закономерность, что и для цитрата лития (максимум активности при концентрации $\sim 0,05$ М). Несмотря на то, что литиевая соль проявила наибольшую активность, с практической точки зрения следует предпочесть натриевую или калиевую соли, которые обладают ненамного меньшей

активностью, но приблизительно в 5 раз дешевле литиевой соли и в 1,5 раза – самой лимонной кислоты.

Определение механических свойств отливок гипса при использовании в качестве замедлителей солей щелочных металлов в концентрации 0,05 М показало, что достоверно значимых изменений прочностных характеристик (прочности на сжатие и изгиб) в сравнении с гипсом без добавок не обнаруживается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обнаружено, что из тризамещенных солей лимонной кислоты наибольшую активность в отношении процесса замедления отверждения гипса проявляет цитрат лития, а активность цитратов с другими однозарядными катионами спадает в ряду: цитрат натрия, цитрат калия, цитрат аммония, цитрат триэтиламмония.
2. Найдена наиболее эффективная область концентраций солей и для практических целей рекомендованы в качестве эффективных замедлителей отверждения гипса натриевая и калиевая соли лимонной кислоты в концентрации около 0,05 М.
3. Введение солей лимонной кислоты в рекомендованных концентрациях не приводит к снижению прочностных характеристик гипсовых отливок.

Список литературы

1. Гришковец В. И. Влияние органических кислот на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, Л. Л. Капора, Л. А. Яковишин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология, химия. – 2016. – Т. 2 (68), № 1. – С. 129–134.
2. Справочник химика. Т. 1. – Ленинград – Москва: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962. – 1070 с.
3. Пустовгар А. П. Замедлители схватывания для сухих строительных смесей на основе полуводного гипса / А. П. Пустовгар, А. О. Адамцевич // Baltimix 2012, (Рязань, 21–23 августа 2012 г.): Тезисы докл. – С. 9–10.

EFFECT OF CITRIC ACID SALTS ON THE PROCESS OF GYPSUM CURING

Grishkovets V. I.¹, Yakovishin L. A.², Korzh E. N.²

¹*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

²*Sevastopol State University, Sevastopol, Crimea, Russian Federation*

E-mail: vladgri@ukr.net

Testing of trisubstituted citrates with one-charge cations – lithium, natrium, potassium, ammonium and triethylammonium was made. It is discovered that from trisubstituted citrates most activity in regard to the gypsum curing process is shown by the lithium citrate, and activity of citrates with other one-charge cations falls in a row: sodium citrate, potassium citrate, ammonium citrate, triethylammonium citrate. The most effective area of salt concentrations is found and for practical aims recommended as effective cure

of gypsum retarders sodium and potassium citrate in a concentrations about 0,05 M. It is shown, that a conduct over of citrates in the recommended concentrations is not brought to the decline of strength characteristics of the gipseous founding.

Keywords: binders, gypsum, citric acid, citrates.

References

1. Grishkovets V. I., Yakovishin L. A., Effect of citric acid salts on the process of gypsum curing, *Scientific Notes of Crimean V.I. Vernadsky Federal University. Biology, chemistry*, **2 (68)**, 129 (2016). (*In Russ.*)
2. *Reference book of chemist. Volume 1*, 1070 p. (State scientific and technical publishing house of chemical literature, Leningrad–Moscow, 1962). (*In Russ.*)
3. Pustovgar A. P., Adamceвич A. O. Retarder for dry construction mixtures on the basis of plaster, *Baltimix 2012*, P. 9–10. (Ryazan, 21–23 August 2012). (*In Russ.*)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Аристова
Надежда Ивановна** Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «ННИИВиВ “Магарач”», кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела аналитических исследований и инновационных технологий, e-mail: akademik_n@mail.ru
- Бирюкова
Елена Александровна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Гришковец
Владимир Иванович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор химических наук, профессор кафедры общей и физической химии, e-mail: vladgri@ukr.net
- Дягилева
Юлия Олеговна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии и психофизиологии, e-mail: yulia.dyagileva@gmail.com
- Зайцев
Георгий Павлович** Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «ННИИВиВ “Магарач”», младший научный сотрудник отдела аналитических исследований и инновационных технологий, e-mail: gorg-83@mail.ru.
- Заячникова
Татьяна Валентиновна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Кириллова
Алла Викторовна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Конарева
Ирина Николаевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии
- Коренюк
Иван Иванович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: ikoreniuk@yandex.ru

Корж Елена Николаевна	ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», доцент кафедры химии, кандидат химических наук, доцент, e-mail: korzhen-sev@mail.ru
Куличенко Александр Михайлович	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра экспериментальной физиологии и биотехнологий, e-mail: alexander.kulichenko@gmail.com
Лутков Игорь Павлович	Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «ННИИВиВ “Магарач”», кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории игристых вин
Миронюк Ирина Сергеевна	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики
Михайлова Анна Андреевна	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: anna.kulenkova@gmail.com
Мишин Николай Петрович	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», старший преподаватель кафедры медико-биологических основ физической культуры
Нагаева Елена Ивановна	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры
Орехова Лилия Сергеевна	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирант кафедры общей психологии и психофизиологии, e-mail: lili_psy@mail.ru
Павленко Владимир Борисович	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии

- Панов
Денис Алесксандрович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат химических наук, доцент кафедры общей и физической химии факультета биологии и химии, e-mail: panovda@crimea.edu
- Панова
Светлана Алексеевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Раваева
Марина Юрьевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Собчук
Наталья Андреевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», магистрантка факультета биологии и химии
- Хусаинов
Денис Рашидович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: gangliu@yandex.ru
- Черетаев
Игорь Владимирович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: cheretaev86@yandex.ru
- Черноусова
Инна Владимировна** Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «ННИИВиВ “Магарач”», кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела аналитических исследований и инновационных технологий
- Черный
Сергей Васильевич** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры
- Чмелева
Светлана Ивановна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений и биотехнологий

- Чуян
Елена Николаевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии человека и животных и биофизики
- Яковлева
Маргарита
Абдуккахоровна** МБОУ «Молодежненская школа № 2», учитель химии и биологии, e-mail: saterra@mail.ru
- Яковишин
Леонид Александрович** ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заведующий кафедрой химии, кандидат химических наук, доцент, e-mail: chemsevntu@rambler.ru
- Янцев
Александр Викторович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Конарева И. Н.</i> ХРОНОТИП И ШКОЛЬНАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ.....	3
<i>Куличенко А. М., Михайлова А. А., Дягилева Ю. О., Орехова Л. С., Павленко В. Б.</i> ВЗАИМОСВЯЗИ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАМЕНТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА.....	11
<i>Собчук Н. А., Чмелева С. И.</i> ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА.....	28
<i>Черетаев И. В., Хусаинов Д. Р., Коренюк И. И., Яковлева М. А.</i> ВЛИЯНИЕ СВЕРХМАЛЫХ ДОЗ АЦЕТИЛСАЛИЦИЛАТА ЦИНКА НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС В ТЕСТЕ ПОРСОЛТА В НОРМЕ И ПРИ АКТИВАЦИИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЮМЕКСОМ	36
<i>Черный С. В., Мишин Н. П., Нагаева Е. И.</i> ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ СПОРТСМЕНОВ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА.....	45
<i>Чуян Е. Н., Заячникова Т. В., Разаева М. Ю., Миронюк И. С., Бирюкова Е.А.</i> МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС (часть 1).....	55
<i>Янцев А. В., Кириллова А. В., Панова С. А.</i> КОМПЬЮТЕРНАЯ АДДИКЦИЯ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ПОДРОСТКОВ	65

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Аристова Н. И., Черноусова И. В., Панов Д. А., Лутков И. П., Зайцев Г. П.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВИНОМАТЕРИАЛЕ ИЗ ВИНОГРАДА СОРТА «КАБЕРНЕ-СОВИНЬОН».....	76
<i>Гришковец В. И., Яковишин Л. А., Корж Е. Н.</i> ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ГИПСА.....	83
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	90
СОДЕРЖАНИЕ	94