

УДК 577.3

**Катаманова Джемиля Лемаровна**

директор,

Центр исследования живых систем, г. Симферополь

[katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru)

**Хундерякова Наталья Васильевна**

кандидат биологических наук,

научный сотрудник,

Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук

[nkhunderyakova@gmail.com](mailto:nkhunderyakova@gmail.com)

**Сатаева Татьяна Павловна**

кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологии медицинской,

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, г. Симферополь

[tanzcool@mail.ru](mailto:tanzcool@mail.ru)

**Бекирова Зера Наримановна**

доктор психологических наук, сотрудник,

Центр исследования живых систем, г. Симферополь

[zera23@mail.ru](mailto:zera23@mail.ru)

**Хундерякова Софья Александровна**

научный сотрудник ИТЭБ РАН, г. Пущино

[skhunderyakova@gmail.com](mailto:skhunderyakova@gmail.com)

**Кондрашова Мария Николаевна**

доктор биологических наук,

главный научный сотрудник ИТЭБ РАН, г. Пущино

[mkondrashova23@inbox.ru](mailto:mkondrashova23@inbox.ru)

**Ященко Светлана Григорьевна,**

кандидат медицинских наук,

доцент кафедры гигиены общей с экологией,

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, г. Симферополь

[yswet.net@mail.ru](mailto:yswet.net@mail.ru)

**Djemilya L. Katamanova**

Director of the Center for the Study of Living Systems, Simferopol

[katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru)

**Natalia V. Hunderyakova**

Candidate of Biological Sciences, Researcher of the Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences (ITEB RAS), Pushchino

[nkhunderyakova@gmail.com](mailto:nkhunderyakova@gmail.com)

**Tatiana P. Sataieva**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Biology Department,  
Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky  
Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Simferopol  
[tanzcool@mail.ru](mailto:tanzcool@mail.ru)

**Zera N. Bekirova**

Doctor of Psychology, staff member of the Center for the Study of Living  
Systems, Simferopol  
[zera23@mail.ru](mailto:zera23@mail.ru)

**Sofya A. Hunderyakova**

Researcher ITEB RAS, Pushchino  
[skhunderyakova@gmail.com](mailto:skhunderyakova@gmail.com)

**Maria N. Kondrashova**

Doctor of Biological Sciences,  
Chief Researcher ITEB RAS, Pushchino  
[mkondrashova23@inbox.ru](mailto:mkondrashova23@inbox.ru)

**Svetlana G. Yashchenko**

Candidate of Medical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Hygiene General Ecology  
Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky  
Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Simferopol  
[yswet.net@mail.ru](mailto:yswet.net@mail.ru)

**Экспериментальное исследование воздействия интерактивного приложения на функциональное состояние организма студентов в условиях учебного процесса**

**Experimental investigation of the impact of the interactive application on the functional state of the organism of students involved in the training process**

*Аннотация.* Цель исследования – выявить эффекты от просмотра цифрового приложения «Гармония» на функциональное состояние организма студентов медицинской академии путем оценки показателей вегетативной регуляции и активности энергообмена в лимфоцитах периферической крови. В исследовании принимали добровольное участие 14 студентов в возрасте от 19 до 22 лет. Функциональное состояние организма определялось до и через 20 минут после просмотра. Мазки крови окрашивали цитобioхимическим методом для оценки активности сукцинатдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы. Функциональное состояние студентов характеризовалось нарушением баланса звеньев регуляции вегетативных функций. В результате просмотра приложения у студентов отмечалось значимое различие между исходными показателями функционального состояния организма и полученными после 20 мин просмотра приложения.

**Ключевые слова:** интерактивное приложение, вегетативная регуляция, сукцинатдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа.

**Summary.** *The aim of this study was to reveal the effects of a twenty-minute viewing of the digital application "Harmony" on the functional state of the body of medical students by evaluating the indices of vegetative regulation and the activity of energy exchange in peripheral blood lymphocytes. The research involved the voluntary participation of 14 students. The functional state of the body was determined before viewing the "Harmony" and then 30 minutes after viewing. Blood smears were stained by the cytochemical method to evaluate the activity of succinate dehydrogenase and lactate dehydrogenase. The functional state of the body of students was characterized by a violation of the balance in the regulation of vegetative functions. As a result of viewing the "Harmony", the majority of students in the experimental group had significant difference between the initial indicators of the functional state of the organism and the indices obtained after 20 minutes of viewing the application.*

**Key words:** digital application, vegetative regulation, succinate dehydrogenase, lactate dehydrogenase.

Известно, что обучение в высшей школе предъявляет повышенные требования к адаптационным возможностям организма студентов [6]. Период смены социальных ролей, обусловленный переходом от ребенка и подростка к статусу взрослого со всеми его правами и обязанностями, необходимость прогноза соответствия собственных способностей выбираемому направлению в жизни, иногда перемена места жительства, большие и непривычно организованные учебные нагрузки при наличии соответствующей предрасположенности проявляются в относительно высокой частоте психосоматических реакций и расстройств [7; 8; 10]. Отрицательные эмоции, приобретающие застойный характер, являются практически неизбежным атрибутом студенческой жизни [13]. Мобильное приложение «Гармония» (авторы Ибадов Я.С., Катаманова Д.Л., Бекирова З.Н.) является результатом многочисленных исследований в области медицины, биологии и психологии и серии практических пособий (патент РФ №149915 от 30.08.2013) [2; 3; 4]. Приложение устанавливается на электронные носители и представляет собой смену разных графических образов (линий, окружностей, спиралей и т.д.) движущихся с определенной скоростью и последовательностью [11; 12].

Изображения различных форм оказывают определенное влияние на эмоциональное состояние человека. Предполагается, что просмотр данного приложения поможет уменьшить психоэмоциональное напряжение стимулировать адаптационные процессы, что может быть верифицировано с помощью высокочувствительного цитобioхимического (ЦБХ) метода на иммобилизованных лимфоцитах крови, в условиях сохранения нативности митохондрий [5; 7].

Цель данного исследования – выявить эффекты 20 мин просмотра цифрового приложения «Гармония» на функциональное состояние организма студентов медицинской академии путем оценки показателей вегетативной регуляции и определения внутриклеточного энергообмена в лимфоцитах периферической крови.

#### **Методика исследования.**

На кафедре биологии Крымской медицинской академии им. С.И. Георгиевского, г. Симферополь, было проведено исследование по изучению влияния просмотра приложения «Гармония» на функциональное состояние организма студентов. В исследовании принимали добровольное участие 14 условно здоровых студентов в возрасте от 19 до 22 лет, обоего пола. Группа добровольцев (n=11) смотрела приложение в течение 20 мин, контрольная группа (n=3) присутствовала в аудитории без просмотра. Функциональное состояние студентов определялось до и по истечении 20 минут после просмотра приложения посредством мобильного аппаратно-диагностического комплекса «Омега-2М» (НПФ Динамика, г. Санкт-Петербург, сертификат соответствия RU.ME77.H00286). «Омега-2М» позволяет определять показатели вегетативной регуляции методами статистического, временного и спектрального (анализа ритмов сердца). «Омега-2М» приводит показатели сердечной деятельности, рассчитанные по стандартным методикам вариационного анализа ритма сердца. Исследованы следующие параметры: УА – уровень адаптации организма, УЦР – уровень центральной регуляции, ПЭС – психоэмоциональное состояние, ИПЗ – интегральный показатель здоровья, УВР и РВР – уровень вегетативной регуляции и резервы вегетативной регуляции, УСР и РСР – уровень саморегуляции организма и резервы саморегуляции организма [9].

Воздействие на состояние организма оценивали авторским цитобиохимическим (ЦБХ) методом по изменению активности ферментов энергетического обмена для дыхания в митохондриях, и гликолиза в цитозоле. Проведено сравнительное определение активностей сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в лимфоцитах на мазке крови [5; 14]. Активность СДГ определялась в двух средах: 1) при добавлении янтарной кислоты (ЯНТ5мМ), 2) при добавлении ЯНТ и изолимонной кислоты (ИЗЛ5мМ). Возрастание активности СДГ отражает сначала физиологическую активацию адренергической регуляции, затем патогенную гиперактивацию и переход в патологическое ингибирование. Эти стадии выявлялись также в пробе с ИЗЛ. ЦБХ метод позволяет по модуляции активности СДГ получить представление о соотношении адренергической и холинэргической регуляции у данного человека, поскольку янтарная кислота является синергистом адреналина [14]. Активность ферментов СДГ и ЛДГ оценивается путем восстановления нитросинего тетразолия (НСТ) [5]. Для поиска клеток использовали специализированную компьютерную программу «Bloodrunner». В каждой мазке исследовали по 50-100 лимфоцитов. Статистическую обработку

данных проводили с помощью лицензионного программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 и Statistica 10.0. Оценку статистической достоверности отклонений полученных результатов от контроля осуществляли с использованием U-критерия Манна-Уитни. Различие считали статистически достоверным при значении  $p < 0,05$ .

#### **Результаты исследования.**

**Результаты функционального состояния организма студентов, измеряемые комплексом «Омега-2М».** В результате проведенного исследования было выявлено достоверно значимое различие между исходным показателем уровня вегетативной регуляции и его значением после просмотра приложения ( $p = 0,02$ ). За основу анализа функционального состояния организма был взят уровень вегетативной регуляции (УВР). В экспериментальной группе отмечалось увеличение данного показателя в среднем на 28,4% после просмотра программы. По результатам изменения этого показателя студенты экспериментальной группы были разделены на 3 подгруппы: рефрактерные – 2 человека. Статистически не достоверное увеличение УВР на 2%; выраженное увеличение УВР от 21% до 248% ( $n=8$ ); снижение УВР. После просмотра приложения у 1 студента УВР снизился на 25%. Такое состояние наблюдается при физиологическом напряжении регуляторных систем, что обеспечивает включение высших уровней регуляции и активацию симпатико-адреналовой системы (как процесс естественного восстановления функционального состояния организма).

Следует отметить, что в экспериментальной группе наряду с повышением УВР отмечалось достоверное увеличение таких показателей как: УА (уровень адаптации организма) на 19,02%,  $p=0,038$ ; УЦР (уровень центральной регуляции) на 19,43%,  $p=0,008$ ; ПЭС (психоэмоциональное состояние) на 25,56%,  $p=0,008$ ; ИПЗ (интегральный показатель здоровья) на 25,54%,  $p=0,005$ . Также в экспериментальной группе отмечалось незначительное снижение частоты сердечного ритма с 88,2 до 79,1 (9,16%). Это свидетельствует о снижении тревожности, негативных эмоциональных переживаний и подтверждает релаксирующий эффект мобильного приложения «Гармония».

**Выявление усиления функциональной активности митохондрий ЦБХ методом при воздействии интерактивного приложения.** В контрольной группе исходная активность СДГ сходна для трех испытуемых, но через 20 мин нахождения в аудитории активность СДГ повысилась на 3-8% от исходного уровня. Опытная группа, по изменению активности СДГ была разделена на три подгруппы: первая –  $n=2$  (слабая активация - увеличение СДГ на 8-10% на уровне контроля; вторая -  $n=7$  сильная активация – увеличение СДГ от 30 до 90%. (повышение дыхания митохондрий можно расценивать как эффект физиологической активации малыми дозами адреналина [1]. Третья подгруппа ( $n=2$ ) демонстрировала отрицательную реакцию, демонстрируя снижение активности СДГ до 30%.

Кроме этого, выявлены большие различия в опытной группе по сравнению с контролем при добавлении модулятора ИЗЛ, разработанного нами для выявления функционального состояния СДГ [14]. Выделяются умеренно активированное состояние, активное, гиперактивное и активированное с переходом к ингибированию. Это развитие происходит в ходе усиления патологической активации. Добавление ИЗЛ, которая восстанавливает НАД(Ф), оказывает сдерживающее воздействие на гиперактивную СДГ, в то же время предупреждая ингибирование. Поэтому снижение активности СДГ при введении ИЗЛ указывает на ее гиперактивацию, повышение – на ингибирование. Отсутствие воздействия – на активацию СДГ в пределах нормы.

Видно, что исходные показатели функциональной активности митохондрий при добавлении ИЗЛ в контрольной и опытной группе выше активности СДГ у десяти студентов, что характеризует их состояние как ингибированное, но лишь у 4 студентов исходное состояние активности СДГ в пределах нормы, поскольку не наблюдается сильного влияния ИЗЛ. На рис.2b показаны результаты после просмотра приложения «Гармония». В контрольной группе у двух студентов проба с ИЗЛ повышает активность СДГ, что указывает на исходное ингибированное состояние, у одного студента из группы контроля СДГ снизилась до нормы. В опытной группе ингибирование СДГ сменилось активацией в пределах нормы и гиперактивацией СДГ. Такие изменения активности СДГ при добавлении ИЗЛ указывают на усиление дыхания в митохондриях после проведенного эксперимента.

Проба СДГ+ИЗЛ (ИЗЛ) используется для оценки функционального состояния СДГ. Если эта проба повышает уровень СДГ, это означает состояние гиперактивации, если проба понижает СДГ, то фермент ингибирован, если не влияет на уровень, то активность СДГ находится в пределах нормы [15]. Таким образом, проба СДГ+ИЗЛ выявляет функциональную реактивность митохондрий. Было выявлено, что все студенты опытной группы исходно были в гиперактивном, либо в ингибированном состоянии, а после просмотра программы у большей части испытуемых ингибирование сменилось активацией в пределах нормы, что может отражать компенсаторную активацию окислительного фосфорилирования.

При анализе данных по активности ЛДГ следует отметить, что при измерении ЦБХ методом активность ЛДГ значительно превышала такую у СДГ. Активность ЛДГ в результате эксперимента изменилась только у троих человек - снизилась в 1,5 и 2 раза от исходного уровня. В целом, активность ЛДГ в опытной и контрольной группе мало отличалась от исходного и от контроля. По-видимому, активность ЛДГ (гликолиза) в основном возрастает при физических нагрузках.

Таким образом, функциональное состояние организма студентов основной и контрольной групп перед началом исследования, проведенного

в конце учебного семестра, характеризовалось нарушением баланса звеньев регуляции вегетативных функций. Также отмечалось уменьшение энергообмена в лимфоцитах. В результате просмотра приложения «Гармония» у большинства студентов экспериментальной группы (8 человек) отмечалось статистически значимое различие между исходными показателями функционального состояния организма и показателями, полученными после 20 мин просмотра приложения «Гармония». Такими, как уровень вегетативной регуляции организма, уровень адаптации, уровень центральной регуляции, интегральный показателя здоровья и психоэмоциональное состояние.

Высококочувствительным ЦБХ методом выявлено усиление процессов дыхания по повышению СДГ и незначительные изменения гликолиза активности ЛДГ, объясняется тем, что при умственной нагрузке процессы дыхания преобладают над гликолизом. В целом, это отражает результат физиологического усиления энергообмена во всем организме. В настоящей работе показано, что просмотр определенных изображений может оказывать модулирующее и гомеостазизирующее действие на состояние ферментов.

#### ***Литература***

1. Л.Х Гаркави., Е.Б Квакина., Т.С. Кузьменко. *(Антистрессорные реакции и активационная терапия. Медицинская книга.1998)*
2. Я.С. Ибадов, Д.Л. Катаманова, *Прописи для гармонизации обоих полушарий мозга. Симферополь: Тарпан, 42 (2013).*
3. Я.С. Ибадов, Д.Л. Катаманова. *Патент РФ №149915 от 30.08.2013.*
4. Я.С.Ибадов, З.Э. Катаманов, Д.Л. Катаманова, *Тотальные аспекты развития живых систем-XX, 296 (2017).*
5. М.Н. Кондрашова, М.В. Захарченко, Н.В Хундерякова и др., *Инновационные методы диагностики в медицине (НП «Сибак», Новосибирск, 2013).*
6. А.Б. Смулевич, А.Л. Сыркин, М.Ю. Дробижев, *Психокардиология. (М., Медицинское информационное агентство. (2005).*
7. Н.В. Хундерякова, М.В. Захарченко, А.В. Захарченко и др. *Биологические мембраны. 29 (6), 442 (2012).*
8. О.П. Щепин, Е.А. Тишук, *Вестник РАМН 9, 3-6 (2005).*
9. Ю.В. Щербатых, *Физиология человека 26(5), 151-152 (2000).*
10. Е.А. Юматов, В.А. Кузьменко, В.И. Бадиков и др., *Физиология человека 27 (2), 104-111 (2001).*
11. К.Г. Юнг, *Франц Фон Мария-Луиза, Хендерсон Джозеф Л., Человек и его символы. М.:Медков.25-27 (2013)*
12. В. Eween, S. Jurien, *Encyclopedia of human brain (Acad. Press, Brooklin. 2002),*
13. D. Felten, M.E. Maida, *Encyclopedia of human brain (Acad. Press, Brooklin. 2002)*

14. M N. Kondrashova, M.V. Zakharchenko, et al., (*Dehydrogenases, InTech, Turin, Italy, 2012*).

15. Zakharchenko M.V., Zakharchenko A.V. et al., *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 45 (1), 190-200 (2013).

### **References**

1. L. X Garkavi., E. B. Kvakina., T.S. Kuzmenko. (*Anti-stress reactions and activation therapy. Medical book. 1998*)

2. Ya.S. Ibadov, D.L. Katamanova, *Recipe for the harmonization of both hemispheres of the brain. Simferopol: Tarpan, 42 (2013)*.

3. Ya.S. Ibadov, D.L. Katamanov. *The patent of the Russian Federation №149915 from 30.08.2013*.

4. Ya.S.Ibadov, Z.E. Katamanov, D.L. Katamanova, *Total Aspects of the Development of Living Systems-XX, 296 (2017)*.

5. M.N. Kondrashova, M.V. Zakharchenko, N.V. Hunderyakova et al., *Innovative diagnostic methods in medicine (NP Sibak, Novosibirsk, 2013)*.

6. A.B. Smulevich, A.JI. Syrkin, M.Yu. Drobizhev, *Psychocardiology. (M., Medical Information Agency. (2005)*.

7. N.V. Hunderyakova, M.V. Zakharchenko, A.V. Zakharchenko and others. *Biological membranes. 29 (6), 442 (2012)*.

8. O.P. Shchepin, E.A. Tishuk, *Bulletin of RAMS 9, 3-6 (2005)*.

9. Yu.V. Shcherbatykh, *Human Physiology 26 (5), 151-152 (2000)*.

10. E.A. Yumatov, V.A. Kuzmenko, V.I. Badikov et al., *Human Physiology 27 (2), 104-111 (2001)*.

11. K.G. Jung, *Franz Von Maria-Louise, Henderson Joseph L., The Man and His Symbols. M.: Medkov.25-27 (2013)*

12. B. Eween, S. Jupien, *Encyclopedia of the human brain (Acad. Press, Brooklin. 2002)*,

13. D. Felten, M.E. Maida, *Encyclopedia of the human brain (Acad. Press, Brooklin. 2002)*

14. M N. Kondrashova, M.V. Zakharchenko, et al., (*Dehydrogenases, InTech, Turin, Italy, 2012*).

15. Zakharchenko M.V., Zakharchenko A.V. et al., *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 45 (1), 190-200 (2013).