

УДК 612.821

## ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОФОТОСТИМУЛЯЦИИ НА КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ

**Яценко Михаил Владимирович**

Кандидат биологических наук, доцент. Алтайский государственный университет. Барнаул, Россия. E-mail: mich.yatsenko@gmail.com

**Кайгородова Надежда Захаровна**

Доктор биологических наук, профессор. Алтайский государственный университет. Барнаул, Россия. E-mail: kaigorodova56@gmail.com

## INFLUENCE OF COLOR PHOTOSTIMULATION ON COORDINATION OF MOVEMENTS

**Yatsenko Mikhail Vladimirovich**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor. Altai State University. Barnaul, Russia. E-mail: mich.yatsenko@gmail.com

**Kaygorodova Nadezhda Zakharovna**

Doctor of Biological Sciences, Professor. Altai State University. Barnaul, Russia. E-mail: kaigorodova56@gmail.com

**Следует цитировать / Citation:**

*Яценко М. В., Кайгородова Н. З.* Влияние цветофотостимуляции на координацию движений // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. — 2019. — № 4 (15). Спецвыпуск по гранту РФФИ № 19-013-20149\19. — С. 329–335. URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>

*Yatsenko M. V., Kaygorodova N. Z.* 2019. Influence of color photostimulation on coordination of movements. Health, Physical Culture and Sports, 4 (15), pp. 329–335. (in Russian). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>.

Поступило в редакцию / Submitted 27.05.2019

Принято к публикации / Accepted 18.09.2019

**Аннотация.** Одно из важнейших условий жизнедеятельности человека — поддержание координации движений. В управлении движениями принимают участие многие отделы центральной нервной системы, изменение функционального состояния которой влияет на организацию движений. Через различные сенсорные системы (в том числе и через зрительную), наш мозг получает обратную связь о процессе отклонения от вертикали. Визуальная стимуляция является одним из методов коррекции функционального состояния мозга. Известно, что разные цвета и частота стимуляции оказывают разнонаправленное влияние на человека. Ответное изменение на цветостимуляцию биоэлектрической активности головного мозга в избранном диапазоне частот приводит к формированию заданного функционального состояния. В частности, при фотостимуляции в альфа-диапазоне ЭЭГ (8–14 Гц) у испытуемых

проявляются позитивные сдвиги показателей самочувствия, активности, настроения, уровня тревожности, снижается уровень стрессированности.

Исследование проводилось в первой половине дня с добровольным участием 29 студентов Алтайского госуниверситета в возрасте от 18 до 22 лет разного пола. Всего было проведено 116 экспериментов по исследованию влияния цветофотостимуляции на координацию движений.

В статье представлены результаты исследования влияния фотостимуляции красным, зеленым и синим цветом на показатели эффективности координации движений на платформе стабилографа. Использовался тест «Мишень».

Полученные результаты свидетельствуют, что фотостимуляция зеленым и синим цветом частотой 10 Гц оказала оптимизирующее влияние на функциональное состояние мозга испытуемых, что привело к повышению эффективности их целенаправленных движений, т. е. человек лучше контролировал и управлял своим телом по сравнению с ситуацией, когда стимуляция не проводилась. Более значимое улучшение координации движений наблюдалось при использовании для этих целей зеленого цвета.

Результаты исследования могут быть использованы в целях изучения возможностей совершенствования координации движений путем фотостимуляции зеленым цветом в сферах деятельности человека, связанных с двигательной активностью.

**Ключевые слова:** координация движений, центр тяжести, стабилография, фотостимуляция, функциональное состояние нервной системы.

**Abstract.** One of the most important conditions for human life is maintaining coordination of movements. Many parts of the central nervous system take part in the control of movements, the change in the functional state of which affects the organization of movements. Through various sensory systems (including through the visual), our brain receives feedback about the process of deviation from the vertical. Visual stimulation is one of the methods for correcting the functional state of the brain. It is known that different colors and the frequency of stimulation have a multidirectional effect on humans. The response to color stimulation of the bioelectric activity of the brain in a selected frequency range leads to the formation of a given functional state. In particular, during photostimulation in the alpha EEG range (8–14 Hz), the subjects show positive shifts in their health, activity, mood, and anxiety levels, and the level of stress decreases.

The study was conducted in the morning with the voluntary participation of 29 Altai State University students aged 18 to 22 years of different sexes. A total of 116 experiments were conducted to study the effect of color photostimulation on coordination of movements.

The article presents the results of a study of the effects of photostimulation in red, green and blue on the performance indicators of coordination of movements on the stabilograph platform. The target test was used.

The results obtained indicate that photostimulation with green and blue at a frequency of 10 Hz had an optimizing effect on the functional state of the subjects' brains, which led to an increase in the efficiency of their targeted movements, i. e. a person better controlled and controlled his body compared to a situation where stimulation was not carried out. A more significant improvement in motor coordination was observed when using green for these purposes.

The results of the study can be used to study the possibilities of improving coordination of movements by photostimulation in green in the areas of human activity associated with motor activity.

**Key words:** coordination of movements, center of gravity, stabilography, photostimulation, functional state of the nervous system.

**Введение.** Одно из важнейших условий жизнедеятельности человека — поддержание координации движений. Для спорта этот тезис актуален вдвойне.

Разные виды спортивной деятельности осуществляются в ситуациях, возникающих неожиданно, требующих проявления скорости реакции, способности к точности движений (пространственной, временной, динамической) и их биомеханической рациональности. Все эти требования базируются на координационных способностях.

Под координационными понимаются способности наиболее совершенно (т. е. быстро, точно, целесообразно, экономно и находчиво) решать двигательные задачи.

Способности к координации связаны с возможностями управления движениями. Человек должен учитывать возможные изменения внешней ситуации, а не просто реагировать на нее, и в связи с этим строить соответствующую двигательную программу.

Развитие координационных способностей осуществляется путем использования разных методов [1–5], которые основываются на сопоставлении испытуемыми информации о параметрах выполненных движений, полученной посредством использования приборной техники, со своими субъективными ощущениями движений и внесении в них соответствующих коррекций. К таким методам относится и стабилография [6].

Двигательная координация тесно связана со способностью человека к удержанию равновесия, которое обеспечивается в результате взаимодействия различных анализаторов (вестибулярного и зрительного, суставно-мышечной чувствительности), отделов центральной нервной системы (ЦНС), поэтому очевидна связь особенностей этих движений с психофизиологическим состоянием человека [6].

Через различные сенсорные системы (в том числе и через зрительную) наш мозг получает информацию об отклонении от вертикали. ЦНС через регуляцию мышечной активности осуществляет коррекцию утрачиваемого равновесия. Этот процесс принято называть динамической стабилизацией [7].

Поскольку изменение функционального состояния мозга влияет на организацию движений, это может быть использовано для повышения эффективности координации двигательной активности человека.

Визуальная стимуляция является одним из методов коррекции функционального состояния мозга. Этот метод направлен на формирование определенного уровня мозговой активности через воздействие на зрительный анализатор фотостимуляцией с определенной частотой [8].

Известно, что использование разных цветов при стимуляции приводит к разным эффектам. Например, красный цвет активизирует силы организма, увеличивает работоспособность. При этом действует довольно агрессивно. Зеленый цвет успокаивает, помогает справиться с раздражением, нормализует функции организма, помогает сосредоточиться, успокаивающе действует на нервную систему [9].

Изменение биоэлектрической активности головного мозга в ответ на цветостимуляцию в избранном диапазоне частот приводит к формированию заданного функционального состояния [8, 10].

Последнее позволяет использовать визуальную стимуляцию в качестве средства, обеспечивающего повышение устойчивости человека к эмоциональным нагрузкам [11, 12].

Показано, что при фотостимуляции в альфа-диапазоне (8–14 Гц) электроэнцефалограммы коры головного мозга (ЭЭГ) у испытуемых проявляются позитивные сдвиги показателей самочувствия, активности, настроения, уровня тревожности, снижается уровень стрессированности [13, 14].

Цель настоящей работы — рассмотреть влияние цветофотостимулирующего воздействия на показатели эффективности координации движений на платформе стабилографа.

**Методы и выборка исследования.** Для исследования координации движений был выбран метод стабилометрии, так как он является наиболее точным для оценки физиологических параметров. Стабилометрическое обследование основывается на регистрации параметров колебаний проекции центра тяжести тела человека на плоскость стабиллоплатформы.

При этом регистрируются следующие параметры: колебания проекции центра тяжести в сагиттальной и фронтальной плоскостях (стабилограмма), скорость и траектория колебаний (статокинезиограмма). Преимуществом этого метода является его объективность и то, что в процессе измерений мы получаем количественные результаты.

Метод стабилотографии используется для выявления вестибулярных нарушений [15], для оценки равновесия у спортсменов [16].

В данном исследовании этот метод был реализован при помощи компьютерного стабилотоанализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01» производства ЗАО «ОКБ «Ритм» (г. Таганрог) посредством теста «Мишень» в составе программно-методического обеспечения StabMed 2.



Тест «Мишень». Цифрами обозначены зоны мишени

Тест «Мишень» позволяет оценивать функцию равновесия, запас устойчивости человека. Тест проводится в один этап со зрительной обратной связью. Испытуемый, стоящий на платформе стабилотографа, должен отклонением тела удерживать маркер в центре мишени максимальное время (рис. 1).

Для коррекции функционального состояния нервной системы использовался метод

цветовой фотостимуляции (ЦФС) аппаратом ГСПИ-1Ц (затемненные очки со светодиодами на внутренней стороне и блок управления, с помощью которого задается частота и цвет мельканий светодиодов). Фотостимуляция проводилась на частоте 10 Гц красным, синим и зеленым цветом, продолжительностью 5 минут.

Настоящее исследование было проведено в первой половине дня с добровольным участием 29 студентов разного пола в возрасте от 18 до 22 лет. Всего было проведено 116 экспериментов по оценке влияния фотостимуляции разными цветами на координацию движений.

Испытуемый встает в центр стабилотрической платформы (расстояние между пятками — 2 см, носки разведены на угол 30 градусов), которая с помощью датчиков, расположенных с четырех сторон, улавливает колебания центра тяжести тела человека.

После проведения теста «Мишень» осуществлялась 5-минутная фотостимуляция зеленым цветом.

По окончании сеанса фотостимуляции тест «Мишень» проводился заново.

Далее проводилось 5-минутное фотостимуляционное воздействие синим цветом и снова тест «Мишень».

После чего осуществлялось фотостимуляционное воздействие красным цветом и испытуемый снова проходил тест «Мишень».

Проба проводилась 5 раз. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программного обеспечения Microsoft Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты воздействия фотостимуляции разными цветами на координацию движений представлены в таблице.

Можно видеть, что 5-минутная фотостимуляция зеленым и синим цветом частотой 10 Гц достоверно увеличивает время нахождения общего центра тяжести тела испытуемого в зоне 10 мишени.

**Процент времени нахождения общего центра тяжести тела человека в различных зонах мишени до и после 5-мин. сеанса фотостимуляции зеленым, синим и красным цветом**

Цвет/зона мишени	10	9	8	1–7
Исходное	42,11%*,**	26,66*	16,34*	15,24*
Зеленый	54,64*	22,83*	12,93*	10,45*
Синий	50,43**	24,62	12,97	12,55
Красный	48,96	25,21	15,0	12,48

\*, \*\* — достоверные различия относительно исходного показателя,  $p < 0,05$ .

При стимуляции красным цветом достоверных изменений исследуемого параметра обнаружено не было.

Кроме того, как можно видеть в таблице 1, по сравнению с исходным состоянием произошло достоверное уменьшение времени нахождения центра тяжести тела человека в зонах 1–9 мишени при воздействии зеленым цветом. Значимых изменений при стимуляции как синим, так и красным цветом в этом случае не было обнаружено.

Как известно из многочисленных исследований, различные виды деятельности требуют различного функционального состояния [17, 18].

Ранее было выявлено, что фотостимуляция частотой 10 Гц приводит к изменению функционального состояния нервной системы, связанного, прежде всего, с усилением альфа-ритма в биоэлектрической активности мозга [19].

Существуют мнения, касающиеся функциональной роли этого ритма [20]. В частности, предполагается, что альфа-ритм отражает реверберацию возбуждений, кодирующих внутримозговую информацию и создающих

оптимальный фон для приема и переработки поступающих сигналов. Роль этого ритма биоэлектрической активности коры мозга заключается в функциональной стабилизации состояний центральной нервной системы и обеспечении готовности к реагированию.

**Рекомендации и выводы по работе.** Полученные результаты свидетельствуют, что фотостимуляция зеленым и синим цветом частотой 10 Гц оказала оптимизирующее влияние на функциональное состояние мозга испытуемых, что привело к повышению эффективности их целенаправленных движений, т. е. человек лучше контролировал и управлял своим телом по сравнению с ситуацией, когда стимуляция не проводилась. Более значимое улучшение координации движений наблюдалось при использовании для этих целей зеленого цвета.

Результаты исследования могут быть использованы в целях изучения возможностей совершенствования координации движений путем фотостимуляции зеленым цветом в сферах деятельности человека, связанных с двигательной активностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванова Е. В. Методика развития координации движений рук у девочек, занимающихся художественной гимнастикой, на этапе начальной подготовки: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. Чебоксары, 2009. 24 с.
2. Кузнецов В. С. Теория и методика физического воспитания и спорта. М.: Академия, 2009. 480 с.
3. Лях В. И. Совершенствование специфических координационных способностей // Физическая культура в школе. 2001. № 2. С. 7–14.
4. Миниханов В. А. Развитие координационных способностей в процессе спортивной тренировки занимающихся спортивными видами единоборств с применением специфических двигательных тренировочных заданий // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2018. Т. 13, № 2. С. 63–70.

5. Struikhin I. A., Minikhanov V. A., Eganov V. A. Pedagogical substantiation of the training influences orientation to tactical-technical actions by means of motor-coordinating training in Kyokushinkai // *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*. 2015. Vol. 4. P. 158–163.

6. Слива С. С., Войнов И. Д., Переяслов Г. А., Слива А. С. Стабилографическая экспресс-оценка психофизиологического состояния человека: методические рекомендации. Таганрог: ЗАО «ОКБ «Ритм», 2011. 38 с.

7. Gagey P.-M., Ouaknine M., Sasaki O. Pour manifester la dynamique de la stabilisation // *Posture et équilibre*. Neuveautés 2001, conceptuelles, istrumentales et cliniques, Lacour M., Solal. Marseille, 2002. P. 73–79.

8. Араби Л. С., Сысоев В. Н., Кремнева Т. В. Аудио-визуальная стимуляция в комплексной терапии психогенно обусловленных расстройств // *Вестник психотерапии*. 2011. № 39. С. 9–17.

9. Серов Н. В. Цвет культуры: психология, культурология, физиология. СПб.: Речь, 2004. 642 с.

10. Голуб Я. В., Жиров В. М. Медико-психологические аспекты применения свето-звуковой стимуляции и биологически обратной связи. СПб.: КЭРИ, 2007. 93 с.

11. Сандомирский М. Е. Аудиовизуальная стимуляция в групповой психотерапии // *Медицинская наука: материалы республ. конференции молодых ученых Республики Башкортостан*. Уфа: Баш. Гос. мед. университет, 2003. 111 с.

12. Сериков А. Л. Аудио-визуальная стимуляция в терапии пограничных нервно-психических расстройств: дис ... канд. мед. наук. Томск, 1998. 150 с.

13. Осипова М. А., Арьков В. В., Тоневицкий А. Г. Модуляция альфа-ритма и вегетативного статуса человека с использованием цветовой фотостимуляции // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2010. № 6. С. 699–703.

14. Федотчев А. И., Бондарь А. Т., Ларионова А. В., Пивоварова О. В. Изменения спектра ЭЭГ и субъективных характеристик состояния человека при двух типах организации суперпозированных световых воздействий // *Физиология человека*. 2004. № 5. С. 12–17.

15. Доценко В. И., Усачев В. И., Морозова С. В., Скедина М. А. Современные алгоритмы стабилметрической диагностики постуральных нарушений // *Медицинский совет*. 2017. № 8. С. 116–122.

16. Черенкова Л. В., Бердичевская Е. М., Балуева В. А. Стабилографические характеристики постуральной регуляции высококвалифицированных гребцов на каноэ с учетом функциональной асимметрии // *Физиология и спортивная медицина*. 2015. № 4. С. 82–86.

17. Леонова А. Б., Кузнецова А. С. Функциональные состояния и работоспособность человека в профессиональной деятельности // *Психология труда, инженерная психология эргономика / под ред Е. А. Климова и др. М.: Юрайт, 2015. 618 с.*

18. Rilk A. J., Soekadar S. R., Sauseng P., Plewnia C. Alpha coherence predicts accuracy during a visuomotor tracking task // *Neuropsychologia*. 2011. Vol. 49 (13). P. 3704–3709.

19. Яценко М. В. Влияние цветовой фотостимуляции на психофизиологические показатели и биоэлектрическую активность центральной нервной системы (на примере студентов вуза): монография. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2018. 119 с.

20. Базанова О. М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // *Международный неврологический журнал*. 2011. № 8. — С. 96–104.

## REFERENCES

1. Ivanova E. V. Metodika razvitiya koordinacii dvizhenij ruk u devochek, zanimayushchihsya hudozhestvennoj gimnastikoj, na etape nachal'noj podgotovki. avtoref. diss. kand.ped.nauk, CHEboksary, 2009 24 s.

2. Kuznecov V. S. Teoriya i metodika fizicheskogo vospitaniya i sporta. M.: Izdatel'skij centr "Akademiya", 2009. 480 s.

3. Lyah V.I. 2001. Sovershenstvovanie specificheskikh koordinacionnyh sposobnostej. Fizicheskaya kul'tura v shkole. 2001. № 2. S. 7–14.

4. Minihanov V.A. 2018. Razvitie koordinacionnyh sposobnostej v processe sportivnoj trenirovki zanimayushchihsia sportivnymi vidami edinoborstv s primeneniem specificheskikh dvigatel'nyh trenirovochnyh zadaniy. Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta. 2018. T. 13, № 2. S. 63–70.

5. Struikhin I. A., Minikhanov V. A., Eganov V. A. Pedagogical substantiation of the training influences orientation to tactical-technical actions by means of motor-coordinating training in Kyokushinkai. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*. 2015. V. 4. P. 158–163.

6. Sliva S. S., Vojnov I. D., Pereyaslov G. A., Sliva A. S. Stabilograficheskaya ekspress-ocenka psihofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka. Metodicheskie rekomendacii. Taganrog, ZAO "OKB "Ritm", 2011. 38 s.

7. Gagey P.-M., Ouaknine M., Sasaki O. 2002. Pour manifester la dynamique de la stabilization. Posture et équilibre. Neuveautés 2001, conceptuelles, instrumentales et cliniques, Lacour M., Solal, Marseille, 2002. P. 73–79.

8. Arabi L. S., Sysoev V. N., Kremneva T. V. 2001. Audio-vizual'naya stimulyaciya v kompleksnoj terapii psihogenno obuslovlennyh rasstrojstv. *Vestnik psihoterapii*. 2011. № 39. S. 9–17.

9. Serov N. V. *Cvet kul'tury: psihologiya, kul'turologiya, fiziologiya*. SPb: Rech', 2004. 642 s.

10. Golub YA.V., ZHirov V.M. Mediko-psihologicheskie aspekty primeneniya sveto-zvukovoj stimulyacii i biologicheski obratnoj svyazi. SPb.: KERI, 2007. 93 s.

11. Sandomirskij M. E. Audiovizual'naya stimulyaciya v gruppovoj psihoterapii. *Medicinskaya nauka: materialy respubl. konferencii molodyh uchenyh respubliky Bashkortostan*. Ufa: Bash. Gos.med. universitet, 2003. 111 s.

12. Serikov A. L. Audio-vizual'naya stimulyaciya v terapii pogranychnyh nervno-psihicheskikh rasstrojstv: dis. ... kand. med. nauk. Tomsk, 1998. 150 s.

13. Osipova M. A., Ar'kov V. V., Tonevickij A. G. 2010. Modulyaciya al'fa-ritma i vegetativnogo statusa cheloveka s ispol'zovaniem cvetovoj fotostimulyacii. *Byulleten' eksperimental'noj biologii i mediciny*. 2010. № 6. S. 699–703.

14. Fedotchev A. I., Bondar' A. T., Larionova A. V., Pivovarova O. V. 2004. Izmeneniya spektra EEG i subektivnyh karakteristik sostoyaniya cheloveka pri dvuh tipah organizacii superpozirovannyh svetovyh vozdeystvij. *Fiziologiya cheloveka*. 2004. № 5. S. 12–17.

15. Docenko V. I., Usachev V. I., Morozova S. V., Skedina M. A. 2017. *Sovremennye algoritmy stabilometricheskoy diagnostiki postural'nyh narushenij*. *Medicinskij sovet*. 2017. № 8. S. 116–122.

16. CHerenkova L. V., Berdichevskaya E. M., Balueva V. A. 2015. Stabilograficheskie karakteristiki postural'noj regulyacii vysokokvalificirovannyh grebcov na kanoe s uchetom funkcional'noj asimmetrii. *Fiziologiya i sportivnaya medicina*. 2015. № 4. S. 82–86.

17. Leonova A. B., Kuznecova A. S. 2015. Funkcional'nye sostoyaniya i rabotosposobnost' cheloveka v professional'noj deyatel'nosti. *Psihologiya truda, inzhenernaya psihologiya ergonomika*. Pod red E. A. Klimova i dr., M: YUrajt, 2015 (glava 13). Pod red. E. A. Klimova, O. G. Noskovoij, G. N. Solncevoj. M.: Izdatel'stvo YUrajt, 2015. 618 s.

18. Rilk A. J., Soekadar S. R., Sauseng P., Plewnia C. 2011. Alpha coherence predicts accuracy during a visuomotor tracking task. *Neuropsychologia*. 2011. V. 49 (13). P. 3704–3709.

19. YAcenko M. V. Vliyanie cvetovoj fotostimulyacii na psihofiziologicheskie pokazateli i bioelektricheskuyu aktivnost' central'noj nervnoj sistemy (na primere studentov vuza): monografiya. M.; Berlin: Direkt-Media, 2018. 119 s.

20. Bazanova O. M. *Sovremennaya interpretaciya al'fa-aktivnosti EEG*. // *Mezhdunarodnyj nevrologicheskij zhurnal*. 2011. № 8. S. 96–104.