

## РОЛЬ ТРЕНИНГОВ С БИОУПРАВЛЕНИЕМ В ИЗМЕНЕНИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОНТЕРОВ

Бирюкова Е. А.<sup>1</sup>, Миронюк И. С.<sup>1</sup>, Черетаев И. В.<sup>1</sup>, Чайка А. В.<sup>1</sup>,  
Непритимова Е. А.<sup>1</sup>

*1 — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Таврическая академия, Симферополь, Россия; biotema@rambler.ru*

Исследование посвящено изучению влияния тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции на изменение показателей психофизиологического тестирования волонтеров. В исследовании с участием 20 здоровых испытуемых показано, что 10-дневный курс биоуправления по опорной реакции, реализованный путем 5-минутной специфической двигательной задачи, когда испытуемому предлагали смещать центр давления на стабилметрическую платформу в соответствии с алгоритмом, заданным на экране монитора, оказывает направленное влияние на когнитивные процессы волонтеров. Показано, что БОС-тренинги приводят к увеличению концентрации и объема внимания испытуемых, повышают скорость сенсомоторной реакции, снижают латентный период принятия решений.

**Ключевые слова:** тренинги, психофизиологическое тестирование, биоуправление.

### Введение

Известно, что вестибулярная регуляция и ориентация в пространстве относится к жизненно важным нейросенсорным функциям, оказывающим значительный вклад в определение качества жизни современного человека. Эффективность системы поддержания заданной позы напрямую обусловлена согласованным взаимодействием комплекса сенсорных систем, в частности, зрительной, вестибулярной, проприоцептивной и др. [1]. Немаловажное значение в поддержании состояния равновесия принадлежит вестибулярным структурам, которые активно информируют центральную нервную систему (ЦНС) об изменениях положения тела относительно гравитационного вектора и плоскости опоры. В настоящее время проблема изучения и коррекции функционального состояния системы поддержания заданной позы приобрела значительную актуальность, поскольку известно, что головокружение и расстройства равновесия могут являться проявлением более десятка различных нарушений функционального состояния, а оценка испытуемых с такими проявлениями является сложной задачей функциональной диагностики [2].

Значительную актуальность среди методов исследования функционального состояния системы поддержания равновесия в последние годы приобрел метод компьютерной стабилметрии [2–4]. Стабилметрия применяется, когда надо уточнить диагноз, управлять восстановительным лечением и фиксировать динамику, обследовать клинически сложных пациентов, проводить дополнительные тренинги пациентов по принципам БОС (поиск двигательной стратегии, тренировка двигательного навыка). Стабилметрические

исследования позволяют визуализировать, объективно оценить качество контроля заданной позы и, при необходимости, в режиме биологической обратной связи провести коррекцию функции поддержания равновесия у волонтеров [2–6].

Кроме того, вследствие воздействия стресс-факторов, нарушений сосудистого генеза, различных травматических и постоперационных расстройств перспективной сферой является применение различных тренингов в режиме биологической обратной связи (БОС) [7]. БОС-интерфейс представляет для человека своего рода «физиологическое зеркало», в котором отражаются его внутренние процессы. Таким образом в течение курса БОС-сеансов возможно усилить или ослабить данный физиологический показатель, а значит, уровень тонической активации той регуляторной системы, чью активность данный показатель отражает.

Однако заметим, что как любая модель биоуправления, БОС по опорной реакции требует вовлечения центральных механизмов в регуляции. На наш взгляд успешность проведения данной когнитивно-поведенческой процедуры напрямую зависит от индивидуальных особенностей волонтеров. Так, изучение психофизиологических аспектов адаптивных перестроек функционального состояния мозга волонтеров при управлении виртуальным объектом в системе с биологической обратной связью по опорной реакции имеет огромное практическое значение для повышения эффективности биоуправления, как в норме, так и при различных патологиях.

В то же время, широко распространенные опросные и бланковые тесты, предназначенные для оценки психофизиологических показателей, не всегда позволяют получать надежные результаты, поскольку они рассчитаны в большей степени на сознательную сферу личности, и не позволяют определить истинную картину психофизиологического состояния. В реальных условиях экспериментальной и практической деятельности для оценки психофизиологического состояния актуальным является объективная оценка количественных и качественных характеристик сенсомоторных реакций, полученная с помощью тестов на скорость, устойчивость реакции выбора и определения силы нервных процессов [8].

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение влияния тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции на скорость сенсомоторной реакции и объем внимания волонтеров.

### **Методы исследования**

Исследование проводилось на базе лаборатории оценки функционального состояния человека Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». В исследовании приняли участие 20 условно здоровых испытуемых женского пола в возрасте 18–24 лет. Все испытуемые были разделены на 2 группы по 10 человек: контрольную и экспериментальную. Эксперимент проводился на сертифицированном оборудовании, прошедшем метрологическую поверку, в тихом, хорошо проветриваемом помещении с постоянной температурой +20 — +22 С<sup>0</sup>, в утренние часы, что позволило исключить влияние суточных колебаний биологических ритмов на результаты исследования.

Со всеми испытуемыми в первые сутки исследования проводили психофизиологическое тестирование на компьютерном комплексе НС–Психотест (ООО «Нейрософт» г. Иваново, тесты: «Простая зрительно-моторная реакция», «Оценка

внимания», «таблицы Шульте-Платонова», методика Мюнстерберга и «Числовой квадрат» [8]), а также ежедневно, в течение 10-ти суток стабилметрическое исследование в модификации «тест Ромберга» [7] (в течение 30 секунд с открытыми и в течение 30 секунд с закрытыми глазами) с помощью стабилметрической платформы «ST-150» с штатным программным обеспечением STPL (ООО Мера-ТСП, г. Москва). Испытуемые экспериментальной группы ежедневно, после предварительной регистрации стабилметрических характеристик проходили 5-минутные сеансы тренировок с биоуправлением с помощью стабилметрической платформы ST-150. Суть тренировок заключалась в перемещении испытуемым центра давления в различных направлениях, сохраняя равновесие в соответствии с алгоритмом, заданным на экране монитора [7]. После чего у волонтеров обеих групп были повторно зарегистрированы показатели психофизиологического тестирования и стабилметрии.

Обработка и графическое оформление полученных в работе данных проводились с использованием пакета программ «Статистика-8.0» и «Microsoft Excell 2010», НС-Психотест [8] и STPL [7].

### Результаты исследования

У испытуемых контрольной и экспериментальной групп в первые сутки исследования до начала проведения БОС-тренингов по опорной реакции не было зарегистрировано значимых различий в показателях сенсомоторной реакции ни в одном из проведенных психофизиологических тестов (таблица 1). У испытуемых контрольной группы не было зарегистрировано значимых различий в показателях двигательного-когнитивных тестов в 1-е и 10-е сутки исследования (таблица 1).

При оценке латентного периода сенсомоторной реакции у испытуемых экспериментальной группы на 10-е сутки исследования под влиянием 5-минутных БОС-тренингов было зарегистрировано уменьшение латентного периода сенсомоторной реакции на 1,34% ( $p < 0,05$ ) в тесте «Простая зрительно-моторная реакция», и на 2,7% ( $p < 0,05$ ) в тесте «Оценка внимания» по сравнению с данными, полученными у волонтеров контрольной группы (таблица). Известно, что величина латентного периода сенсомоторной реакции зависит от абсолютных величин времени реакции, характеризует скорость произвольной реакции и напрямую обуславливается изменением объема внимания волонтеров в ответ на предъявление сигнала на экране монитора [9]. Известно, что снижение латентного периода сенсомоторной реакции в данных сенсомоторных тестах свидетельствует об увеличении скорости реакции в ответ на предъявление стимула и свидетельствует о том, что проведение 5-минутных БОС-тренингов по опорной реакции способствует увеличению концентрации внимания волонтеров и снижению времени, необходимого на принятие решения в ответ на стимул [8–9].

Кроме того, при оценке результатов теста «Красно-черные таблицы Шульте-Платонова» нами зарегистрировано значительное снижение (на 41,51% ( $p < 0,05$ ) относительно значений этого показателя в контрольной группе испытуемых) показателя времени прохождения данного теста у испытуемых экспериментальной группы под влиянием 10-тидневного курса БОС-тренингов (таблица). Из литературных данных [8] известно, что снижение времени прохождения теста «Красно-черные таблицы Шульте-Платонова» напрямую связано с увеличением концентрации внимания испытуемых, что свидетельствует

о позитивном влиянии биоуправления по опорной реакции на когнитивные процессы в ЦНС испытуемых.

Таблица 1

Показатели двигательно-когнитивных тестов у испытуемых выделенных групп под влиянием 10-ти сеансов БОС-тренингов по опорной реакции

Название группы	Тест «Простая зрительно-моторная реакция», латентный период реакции (t, мс)		Тест «Оценка внимания» латентный период реакции (t, мс)		Тест «Таблицы Шульце-Платонова» время прохождения (сек)		«Тест Мюнстерберг» объем внимания (V, усл.ед)		Тест «Числовой квадрат» объем внимания (V, усл.ед.)	
	сутки		сутки		сутки		сутки		сутки	
	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Контрольная группа (n=10)	230,95 ±1,5	229,8 ±1,2	297,65 ±25	298,05 ±3,3	2,12 ±3,3	2,24 ±3,3	358,95 ±58,3	342,89 ±25,1	34,3 ±2,3	36,7 ±3,4
Экспериментальная группа (n=10)	229,67 ±1,8	226,78±1,4 <b>p1&lt;0,05</b> <b>p2&lt;0,05</b>	301,77±3,2	289,99±4,1 <b>p1&lt;0,05</b> <b>p2&lt;0,05</b>	2,14 ±3,3	1,31±3,3 <b>p1&lt;0,05</b> <b>p2&lt;0,05</b>	359,7 ±42,1	421,8±37,1 <b>p1&lt;0,05</b> <b>p2&lt;0,05</b>	34,5 ±3,1	42,9±2,6 <b>p1&lt;0,05</b> <b>p2&lt;0,05</b>

Примечание:  $p_1$  – достоверность различий по критерию Вилкоксона относительно значений, полученных в контрольной группе испытуемых;  $p_2$  – относительно значений, полученных в первые сутки исследования.

Результаты прохождения теста Мюнстерберга у волонтеров экспериментальной группы свидетельствуют об увеличении значений показателя объема внимания на 23,01% ( $p<0,05$ ) по сравнению с данными, полученными у волонтеров контрольной группы. Полученные данные подтверждаются анализом результатов методики «Числовой квадрат» у испытуемых. Так, на 10 сутки исследования у волонтеров экспериментальной группы нами зарегистрировано увеличение значений показателя объема внимания на 16,89% ( $p < 0,05$ ) относительно значений этого показателя в 1-е сутки исследования до проведения 5-ти минутных БОС-тренингов по опорной реакции (таблица).

Известно [8], что под объемом внимания понимается то количество объектов, которые могут быть отчетливо восприняты в относительно короткий период времени. Увеличение объема внимания напрямую обуславливает процессы переключения внимания с одного объекта или вида деятельности на другой и свидетельствует о возможности субъекта направлять и сосредотачивать внимание на несколько независимых переменных

одномоментно. Согласно современным представлениям когнитивной нейронауки, внимание обеспечивает все познавательные процессы, является необходимым условием любой сознательной деятельности человека. Таким образом, 5-минутные сеансы биоуправления, по нашему мнению, оказывали направленное действие на увеличение объема внимания испытуемых, что может быть одним из механизмов достижения высокой эффективности проприорецепторного контроля заданной позы и успешности выполнения двигательных когнитивных тестов (таблица). Так, результаты исследования характеристик внимания у волонтеров экспериментальной группы свидетельствуют о положительном влиянии тренировок по опорной реакции на когнитивные процессы волонтеров: объем внимания, скорость сенсомоторной реакции, латентный период приятия решений.

Полученные в настоящем исследовании данные имеют существенное теоретическое значение, поскольку расширяют представления о механизмах регуляции системы поддержания равновесия, а также модуляции данной системы методом биологической обратной связи по опорной реакции. Кроме того, данные, полученные в нашем исследовании, носят также и прикладное значение, поскольку позволяют использовать результаты настоящего исследования для выбора режимов, методик коррекции функционального состояния опорно-двигательного аппарата, а также для создания условий для тренировки профессиональных спортсменов в условиях повышенной нагрузки на вестибуло-вегетативную систему.

Особенную актуальность изучение психофизиологических эффектов управления виртуальным объектом в системе с биологической обратной связью по опорной реакции приобретает для развития санаторно-курортного кластера, а также отрасли медико-санитарного сопровождения, поскольку проведение подобных исследований направлено на внедрение принципиально новых технологий, таких, как компьютерная стабилметрия, в комплекс рекреационных, санаторно-курортных, а также медико-биологических услуг в Республике Крым, а также на всей территории Российской Федерации.

### **Выводы**

1. Тренинги по опорной реакции на стабилметрической платформе оказывают выраженное влияние на психофизиологические процессы волонтеров: увеличивают концентрацию и объем внимания, повышают скорость сенсомоторной реакции, снижают латентный период приятия решений.

2. 10-дневные тренинги по опорной реакции приводят к уменьшению латентного периода сенсомоторной реакции на 1,34% ( $p < 0,05$ ) в тесте «Простая зрительно-моторная реакция», и на 2,70% ( $p < 0,05$ ), в тесте «Оценка внимания» по сравнению с данными, полученными у волонтеров контрольной группы, что свидетельствует об увеличении концентрации внимания и снижению времени, необходимого на принятие решения в ответ на стимул.

3. Результаты тестов Мюнстерберга и «Числовой квадрат» у волонтеров экспериментальной группы свидетельствуют об увеличении значений показателя объема внимания на 23,01% ( $p < 0,054$  тест Мюнстерберга) и 16,89% ( $p < 0,05$ ; «Числовой квадрат») по сравнению с данными, полученными у волонтеров контрольной группы, что свидетельствует о положительном влиянии тренировок по опорной реакции на когнитивные процессы.

---

---

**Информация о финансировании**

Поддержано Программой развития ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» на 2015–2024 г.

**Литература**

1. Клиническое обследование пациента с головокружением / В. Т. Пальчун, А. Л. Гусева, Ю. В. Левина, С. Д. Чистов // *Метод. пособие...* – М., 2015. – 84с.
2. Скворцов Д. В. Стабилометрическое исследование / Д. В. Скворцов. М.: Маска, 2010. – 176 с.
3. Кубряк О. В. Изменение параметров вертикальной позы человека при демонстрации разных изображений / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский // *Физиология человека*. 2015. Т.41. №2. С.60-63.
4. Okuzano, T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway/ T. Okuzano // *Pract. Otol. Kyoto*. – 1983. – Vol.76. – N-10. – P.2565-2580.
5. Perrin, P. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control / P. Perrin, D. Deviterne, F. Hugel // *J. Gait Posture*. – 2002. – №. 15. – P. 187-194.
6. Устинова К. И. Восстановление позных нарушений методом биоуправления по стабилотрамме в клинике нервных болезней / К. И. Устинова, Л. А. Черникова, М. Е. Иоффе // *Альманах клинической медицины*. – 2001. – № 4. – С. 179-180.
7. Гроховский С. С. Практическая стабилотрия. Статические двигательнo-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский. М.: Маска, 2012. – 88 с.
8. Мантрова И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И. Н. Мантрова – Иваново: ООО Нейрософт, 2007. – 216 с.
9. Шутова С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева. – Тамбов: Вестник ТГУ. – Т.18, Вып. 5. – 2013. – с. 2831-2840.

**ROLE OF BIOFEEDBACK TRAININGS IN CHANGE OF VOLUNTEERS  
PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS**

**Birukova E.A.<sup>1</sup>, Mironyuk I.S.<sup>1</sup>, Cheretaev I.V.<sup>1</sup>, Chaika A.V.<sup>1</sup>, Napritimova E.A.<sup>1</sup>**

*1 — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Taurian Academy, Simferopol, biotema@rambler.ru*

**Abstract.** The study is devoted to the influence of the biofeedback (BFB) trainings for supporting resistance on the volunteers psychophysiological testing indices. The study with the participation of 20 healthy volunteers proposes the 10-day-long course of the 5-minute-long biofeedback trainings for the improvement of the psychophysiological characteristics. The biofeedback (BFB) training is performed as a specific motor task, when a volunteer shifts the pressure center to the stabilometrical platform in accordance with the algorithm set on the monitor

screen. Preliminary results indicate a direct influence of the course on the volunteer's cognitive processes. It is shown, that the BFB trainings increase concentration and span of attention of volunteers, as well as the speed of sensomotor reaction, and decrease the decision-making latent period.

**Keywords:** trainings, psychophysiological testing, biofeedback

### References

1. Clinical bedside evaluation of dizzy patients / V.T. Pal'chun, A.L. Guseva, Yu.V. Levina, S.D. Chistov // Metod. posobie – M., 2015.– 84 pp. (*in Russian*)
2. Skvortsov D.V. Stabilometric study / D.V. Skvortsov. M.: Maska, 2010. – 176 p. (*in Russian*)
3. Kubryak O.V. Shift in vertical stance parameters in humans viewing different images O.V. Kubryak, S.S. Grokhovskiy // Fiziologiya cheloveka. 2015. V.41. № 2. P. 60-63. (*in Russian*)
4. Okyzano T. Vector statokinesigram. A new method of analysis of human body sway/ T. Okyzano // Pract. Otol. Kyoto. –1983.–V.76.– № 10. –P. 2565-2580.
5. Perrin, P. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control / P. Perrin, D. Deviterne, F. Hugué // J. Gait Posture. –2002. – №. 15. – P. 187-194.
6. Ustinova K. I. Recovery poznych violations method of biofeedback for stabilograms in the clinic of nervous diseases /K. I. Ustinova, L.A.Chernikova, M. E. Ioffe // Al'manakh klinicheskoy meditsiny. – 2001. – № 4. – P. 179-180. (*in Russian*)
7. Grokhovskii S.S. Practical stabilometrics. Static motor and cognitive tests with the support resistance biofeedback/O.V. Kubryak, S S. Grokhovskiy. M.: Maska, 2012. – 88 pp. (*in Russian*)
8. Mantrova I.N. Study guide on psychophysiological and psychological diagnostics / I.N. Mantrova – Ivanovo: OOO Neyrosoft, 2007.–216 pp. (*in Russian*)
9. Shutova S.V. Sensorimotor reactions as characteristics of functional state of CNS Murav'eva.– Tambov: Vestnik TGU.–T.18, V. 5.–2013.– p. 2831-2840. (*in Russian*)