

5. Dukić, W. Clinical effectiveness of diode laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a randomized clinical study / W. Dukić, I. Bago, A. Aurer et al. // J. Periodontol. — 2013. — V. 84. — №8. — P. 1111–1117.
6. Schulte-Lunzum, R. The impact of a 940 nm diode laser with radial firing tip and bare end Fiber tip on Enterococcus faecalis in the root canal wall dentin of bovine teeth: an in vitro study / R. Schulte-Lunzum, N. Gutknecht, G. Conrads et al. // Photomed Laser Surg. — 2017. — Vol. 35. — №7. — P. 357–363.
7. Masilionyte, M. Outcome of 940-nm diode laser-assisted endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a retrospective study of clinical cases / M. Masilionyte, N. Gutknecht // Lasers in Dental Science. — 2018. — Vol. 2. — №3. — P. 169–179.
8. Gutknecht, N. Temperature evolution on human teeth root surface after diode laser assisted endodontic treatment / N. Gutknecht, R. Franzen, J. Meister et al. // Lasers Med Sci. — 2005. — Vol. 20. — №2. — P. 99–103.

УДК 612.7

ФОРМИРОВАНИЕ У ЧЕЛОВЕКА НАВЫКА ТОЧНОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗАДАНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЦЕНТРОМ ТЯЖЕСТИ ТЕЛА

В.А. ДУБОВСКИЙ¹, Г.А. РОЗУМ², В.В. САВЧЕНКО¹

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Аннотация. Исследован процесс обучения человека точному воспроизведению заданных движений с использованием балансировочной стабилметрической платформы с визуальной обратной связью по отклонению опорной поверхности от горизонтального положения. Выявлены особенности и проведен сравнительный анализ процесса формирования у человека навыка точного воспроизведения различных циклических движений центром тяжести тела. Результаты исследования являются научным обоснованием применения балансировочных стабилметрических систем для восстановления или развития двигательных функций человека, в том числе и для выработки профессионально важных качеств у операторов систем «человек-машина».

Ключевые слова: двигательное обучение, двигательная память, реабилитация, система «человек-машина», координационные способности, профессионально важные качества.

Abstract. In this paper we present some results concerning the use of an unstable balance platform equipped with visual feedback of the support surface inclination to train human ability to reproduce specified motion patterns by changing the position of his center of gravity in horizontal plane. The results of the study demonstrated that the balancing stabilometric systems can be a useful tool for neurological rehabilitation and an effective means of acquiring professionally important qualities of man-machine systems operators.

Keywords: motor learning, motor memory, rehabilitation, man-machine system, coordination abilities, professionally important qualities.

Введение

Изучение механизмов двигательного обучения, несмотря на многочисленные исследования в этом направлении, остается одной из центральных задач физиологии моторной активности человека применительно к таким областям, как медицинская реабилитация, подготовка спортсменов, профотбор и выработка профессионально важных качеств операторов систем «человек-машина» [1]. Известно, что целенаправленные движения часто включают регуляцию позы тела [2], что свидетельствует о комплексном характере управления движениями человека и необходимости многостороннего изучения влияния различных факторов на процессы взаимодействия человека с внешней средой.

Одним из подходов к изучению моторной активности человека, связанной с регуляцией позы тела, является анализ процесса формирования навыка произвольного управления центром тяжести (ЦТ) тела с использованием стабилметрических систем [3]. В соответствии с данным подходом человек, стоя на стабилметрической платформе, выполняет поставленную перед ним ту или иную двигательную задачу, руководствуясь сигналами биологической обратной связи (БОС) по стабิโลграмме. При этом регистрируются пространственно-временные параметры совершаемых движений и осуществляется анализ выполнения испытуемым поставленной перед ним двигательной задачи.

К настоящему времени проведено большое количество исследований, в ходе которых в основном изучались способности человека удерживать равновесие вертикального положения тела при спокойном стоянии и выполнении заданных движений в условиях устойчивой и неустойчивой опоры [4-6]. Авторам неизвестны работы, в которых был бы исследован процесс обучения челове-

ка, находящегося в вертикальной позе, навыку точного воспроизведения сложных циклических движений ЦТ тела. Подобного рода исследования позволили бы получить дополнительные данные о процессе формирования навыка произвольного управления ЦТ тела и провести сравнительный анализ результатов, полученных при воспроизведении циклических движений различной структуры и сложности. Данная постановка задачи легла в основу настоящей работы.

Методика эксперимента

В исследовании принимали участие 20 здоровых испытуемых, не имеющих повреждений опорно-двигательного аппарата, в возрасте от 18 до 20 лет. Средний возраст составил 19,2 года. Все участники были заранее проинформированы о цели и содержании исследования и дали согласие на проведение эксперимента. Для исследования был использован программно-аппаратный стабилметрический комплекс «Стабилотренажер Д-01», разработанный в ОИМ НАН Беларуси. Данный комплекс основан на использовании стабилметрической платформы балансирующего типа с БОС по отклонению опорной поверхности от горизонтального положения, характеризуется наличием ряда устойчивых положений и позволяет оценивать и тренировать способность человека точно воспроизводить движениями ЦТ тела заданные траектории (тест «Воспроизведение») [7].

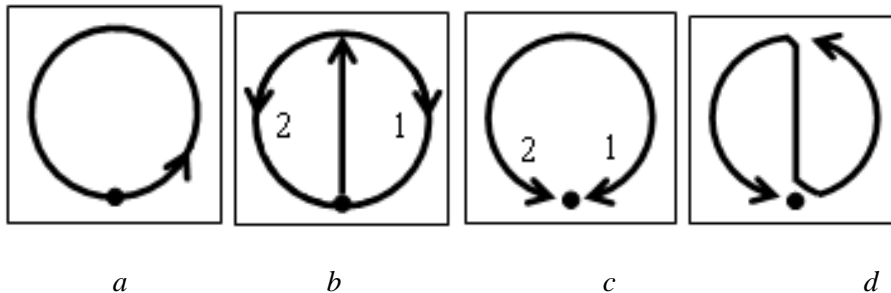


Рис. 1. Однонаправленная круговая траектория (a); однонаправленная траектория, состоящая из двух полу- кругов (b); круговая траектория с реверсом в исходной точке (c); траектория, состоящая из двух полу- кругов с реверсом (d). Точки обозначают исходное положение ЦТ, стрелки – направление движения, цифры – по- следовательность движений.

Тренировочный сеанс состоял из четырех этапов, на каждом из которых испытуемый, стоя в вертикальной позе на стабилметрической платформе, должен был как можно более точно вос- произвести одну из траекторий, изображенных на рис. 1, перемещая соответствующим образом ЦТ своего тела и посредством визуальной БОС получая в реальном времени информацию о теку- щем положении опорной поверхности. На первом этапе для воспроизведения задавалась однона- правленная круговая траектория (рис. 1a), на втором – однонаправленная траектория, состоящая из двух полу- кругов (рис. 1b), на третьем – круговая траектория с реверсом в исходной точке (рис. 1c), а на четвертом – траектория, состоящая из двух полу- кругов с реверсом (рис. 1d). Все указан- ные траектории воспроизводились из исходной точки, соответствующей заднему устойчивому по- ложению опорной поверхности платформы. Каждый этап обучения считался законченным при условии, если испытуемый безошибочно сумеет воспроизвести заданную траекторию 4 раза под- ряд. После каждого этапа испытуемый получал оценку (стабилметрический показатель) успеш- ности выполнения задания, выраженную в относительных единицах в зависимости от ошибочных отклонений реальной траектории от заданной.

По завершении тренировочного процесса рассчитывали средние значения полученных по- казателей успешности воспроизведения каждой из заданных траекторий для всей группы испыту- емых, на основании которых был проведен сравнительный анализ процесса формирования новых двигательных координат различной структуры и сложности.

Результаты и обсуждение

В таблице приведены результаты обучения группы испытуемых точному воспроизведению движениями ЦТ тела различных циклических движений.

Таблица1 Значения стабилметрических показателей успешности воспроизведения заданных траекторий

Стабилметрические показатели успешности воспроизведе- ния траектории	Воспроизводимые траектории			
	Однонаправленная круговая траекто- рия	Однонаправленная траектория, состо- ящая из двух по- лу- кругов	Круг с реверсом в исход- ной точке	Траектория, состоящая из двух по- лу- кругов с

				реверсом
Значения показателей в группе	0,20–1,00	0,07–0,77	0,08–0,69	0,05–0,56
Среднее значение показателя в группе	0,72	0,39	0,32	0,18

Эффективность формирования новых двигательных координаций в группе испытуемых при воспроизведении ими движениями ЦТ своего тела различных циклических траекторий представлена на рис. 2.

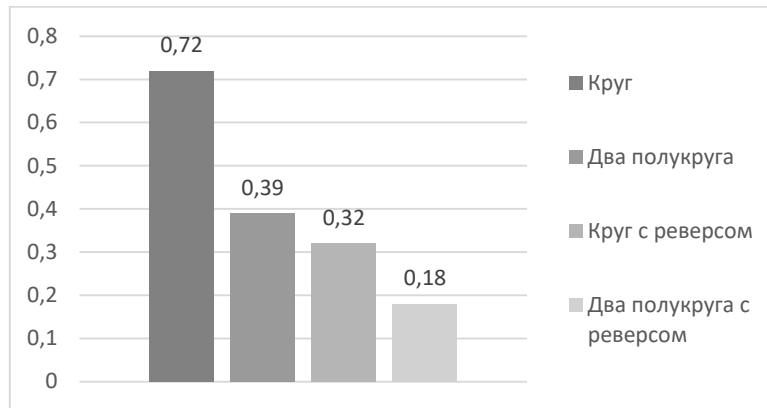


Рис. 2. Эффективность воспроизведения циклических траекторий группой испытуемых (20 человек) с использованием балансировочной стабилметрической системы

Результаты исследования показывают, что эффективность тренировки способности человека воспроизводить циклические траектории движениями ЦТ тела существенно зависит как от сложности траектории, так и от того, имеет ли она точки, в которых направление движения меняется на противоположное (точки реверса). При воспроизведении однонаправленных циклических траекторий, отличающихся сложностью – простейшей траектории в виде круга (рис. 1а) и более сложной в виде двух полукругов (рис. 1б) испытуемые продемонстрировали существенно более высокую эффективность обучения в первом случае. Аналогичная картина наблюдалась и при сравнении эффективности воспроизведения простейшей траектории в виде круга с точкой реверса (рис. 1с) и более сложной в виде двух полукругов с реверсом (рис. 1д). Принимая во внимание, что траектории, изображенные на рис. 1а и 1с не отличаются сложностью друг от друга, равно как и не отличаются сложностью траектории, изображенные на рис. 1б и 1д, но, при этом траектории на рис. 1с и 1д имеют точки реверса направления движения, на основании полученных данных можно заключить, что эффективность обучения человека воспроизведению циклических траекторий существенно снижается, если они характеризуются необходимостью менять направление движения в определенных точках. Это может быть связано с тем, что в данном случае требуется повышенное внимание человека к выполнению задания, чтобы не пропустить точку реверса, а также с тем, что для управления движением по заданной траектории в обратном направлении мозг человека вынужден формировать вторую двигательную программу.

Заключение

Исследован процесс обучения человека точному воспроизведению заданных движений с использованием балансировочной стабилметрической платформы с визуальной обратной связью по отклонению опорной поверхности от горизонтального положения. Показано, что эффективность формирования у человека новых двигательных координаций, связанных с циклическими движениями ЦТ тела, существенно зависит как от сложности траектории движения, так и от того, имеет ли она точки, в которых направление движения меняется на противоположное (точки реверса). Эффективность обучения человека воспроизведению циклических траекторий существенно снижается, если они характеризуются более высокой сложностью и необходимостью менять направление движения в определенных точках. Это может быть связано с тем, что в данных случаях требуется повышенное внимание человека к выполнению задания, чтобы не пропустить точку реверса, а также с тем, что для управления движением по заданной траектории в обратном направлении мозг человека вынужден формировать вторую двигательную программу. Результаты исследования являются научным обоснованием применения балансировочных стабилметриче-

ских систем для восстановления или развития двигательных функций человека, в том числе и для выработки профессионально важных качеств у операторов систем «человек-машина».

Список литературы

1. Tani G., Correa U.C., Basso L. et al. / An Adaptive Process Model of Motor Learning: Insights for the Teaching of Motor Skills // *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*. – 2014. – Vol. 18, No. 1, P. 47-65.
2. Scott S.H. / Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control // *Nature reviews / Neuroscience*. – 2004. – Vol. 5. – P. 534–545.
3. Dubovsky V.A. / A Computerized Rehabilitation Simulator for Patients with Locomotor Dysfunctions / V.A. Dubovsky // *Biomedical Engineering*. – 2011. – Vol. 45, № 2. – P. 51–53).
4. Ringhof S., Stein T. / Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests // *Human Movement Science*. – 2018. – Vol. 58. – P. 140-147.
5. Bruin E.D., Swanenburg J., Betschon E. et al. / A randomized controlled trial investigating motor skill training as a function of attentional focus in old age // Mode of access: <http://www.biomedcentral.com/1471-2318/9/15>. – Date of access: 05.11.2018.
6. Janura M., Bizovska L., Svoboda Z. et al. / Assessment of postural stability in stable and unstable conditions // *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. – 2017. – Vol. 19, No. 4. – P. 89-94.
7. Dubovsky V.A., Mironovich G.K. *Rehabilitation: Practices, Psychology and Health*. Nova Science Publishers, Inc. / Ed. R. Lagana and S. M. Esposito. NY, 2012. Ch.5. P. 113–124.

УДК 378.2(476)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ПРИОРИТЕТНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.А. НИКОНЕНКО¹, А.К. СУТУРИН²

¹*Белорусский государственный медицинский университет, пр. Дзержинского, 83, Минск, 220116, Республика Беларусь;*

²*Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы, пр. Победителей 7, Минск, 220004, Республика Беларусь*

Аннотация. Представлен анализ состояния подготовки научных работников высшей квалификации за период 2014-2017 гг. по приоритетным специальностям в сфере информационно-коммуникационных технологий, а также по специальности «Приборы, системы и изделия медицинского назначения», связанной с решением проблем развития современных медицинских технологий и их информационного обеспечения.

Ключевые слова: научные работники высшей квалификации, послевузовское образование, информационно-коммуникационные технологии.

Abstract. This work is devoted to the analysis of the state of highest qualification scientific personnel training in 2014-2017 years on the priority specialties in the field of information and communication technologies, as well as on the specialty "Devices, systems and products for medical purposes", related to the creation of novel high-performance systems for medical applications.

Keywords: highest qualification scientific personnel, post-graduate studies, information and communication technologies

Введение

Важнейшим направлением инновационного развития Республики Беларусь является формирование цифровой экономики, развитие национальной информационно-коммуникационной инфраструктуры [1]. В связи с этим на современном этапе особую актуальность приобретает разработка и внедрение информационно-коммуникационных и наукоемких технологий, том числе в сфере здравоохранения и медицины. Решение этих задач предусматривает целенаправленную подготовку высококвалифицированных специалистов и научных кадров с учетом потребностей инновационных преобразований страны и цифровой трансформации экономики.

Главными институтами формирования кадрового потенциала науки в Республике Беларусь являются аспирантура (адъюнктура) и докторантура. В рамках Подпрограммы 6 «Развитие системы послевузовского образования» Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016-2020 годы (далее – Государственная программа) поставлены задачи по увеличению численности подготовки научных работников высшей квалификации (НРВК) по приоритетным специальностям, необходимым для развития высокотехнологичных производств, относящихся к V и VI технологическим укладам экономики (далее – приоритетные специальности) [2].