ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОУПРАВЛЕНИЯ ПО СИЛОВЫМ ПАРАМЕТРАМ

Джелдубаева Э.Р.¹, Бирюкова Е.А.¹, Чуян Е.Н.¹, Кубряк О.В.²,
Бабанов Н.Д.², Абдурафиев А.Д.¹

¹ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
Симферополь, Россия

²ФГБУН «НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина»
delviza@mail.ru

Исследование проведено с целью изучения динамики биоэлектрической активности мышц верхней конечности в процессе выполнения двигательной задачи в режиме мануального управления виртуальным объектом по силовым параметрам на стабилметрической платформе.

Работа была выполнена на базе ЦКП «Экспериментальная физиология и биофизика» Таврической академии ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского». В исследованиях приняли участие 25 юношей в возрасте 18-22 года. На первом этапе исследования у всех волонтеров осуществляли регистрацию поверхностной интерференционной электромиограммы (иЭМГ) верхних конечностей: *m.flexor digitorum superficialis*, *m.extensor digitorum*, *m. extensor pollicis longus*, *m. flexor pollicis brevis*. Регистрацию иЭМГ проводили по общепринятой методике с помощью многофункционального компьютерного комплекса «Нейрон-Спектр-5/S» с использованием программы «Нейро-МВП.NET» (ООО «Нейрософт», Россия, г. Иваново, 2015). При этом оценивали такие параметры, как максимальная, средняя, суммарная амплитуды (мкВ) и средняя частота сигнала по данным турно-амплитудного анализа (1/с). Испытуемому предлагалось рукой в режиме БОС, смещать метку центра давления на стабилметрическую платформу, визуализированную на экране монитора. Значимость различий средних величин показателей иЭМГ оценивали с помощью дисперсионного анализа для повторных наблюдений с применением F-критерия Фишера (Repeated measures ANOVA или GLM-4).

В первые два сеанса биоуправления по опорной реакции нами зарегистрировано статистически значимое увеличение максимальной, суммарной и средней амплитуд иЭМГ большинства исследуемых мышц, а также увеличение частоты мышечных турнов, что, согласно литературным данным может свидетельствовать о возрастании количества вовлекаемых в процесс реализации движения двигательных единиц, а также о развитии процессов мышечного утомления под влиянием многократных повторений процедуры БОС по опорной реакции. Заметим, что на 3-4 сеансах биотренинга нами зарегистрировано уменьшение показателей максимальной, суммарной и средней амплитуды иЭМГ, а также отношения средней амплитуды мышечного турна к его средней частоте по отношению к фоновым значениям. Так, например, максимальная амплитуда *m.flexor digitorum superficialis* в ходе 3-4 процедуры БОС уменьшалась на 37,78% и 29,54 % относительно фоновых значений, а *m.extensor digitorum* – на 48,58 % и 44,39 % соответственно. При этом, следует отметить, что данные изменения были более выражены у мышц разгибателей, менее выражены у мышц сгибателей. Кроме того, результаты турно-амплитудного анализа иЭМГ свидетельствуют об увеличении согласованности в работе двигательных единиц, при уменьшении количества спинальных нейронных ансамблей, вовлеченных в двигательный акт под

влиянием многократного повторения стандартизированной двигательной задачи с биоправлением по опорной реакции. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о выявлении синхронизирующего фактора в работе мотонейронного пула под влиянием многократного повторения стандартизированной двигательной задачи с биоправлением по опорной реакции. Полученные данные свидетельствуют о том, что могут быть использованы для подбора режимов и методик, направленных на совершенствование и восстановление моторных функций человека посредством биологической обратной связи с использованием силовых платформ. Поддержано Грантом Государственного совета Республики Крым для молодых ученых на 2019 год. Руководитель Бирюкова Е.А.

THE DYNAMIC OF BIOELECTRIC ACTIVITY IN THE UPPER LIMB`S MUSCLES INFLUENCED BY THE SUPPORT REACTION BIOFEEDBACK

DzheLdubaeva E.R.¹, Birukova E.A.¹, Chuyan E.N.¹, Kubryak O.V.², Babanov N.D.², Abdurafiev A.D.¹

¹V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

²P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology
delviza@mail.ru

Study had been carried out to research of dynamics of bioelectric activity of muscles in the upper limb to carry out the motor activity of biofeedback of virtual object on stabilometric platform.

The work was done on the base «Experimental physiology and biophysics» center (Taurida academy V.I. Vernadsky Crimean Federal University) in studies took the 25 youngers at the age of 18-22. In the first stage of the volunteers studies they carried out of registration of opaque obscuration of interference electromyogram in upper limb`s *m.flexor digitorum superficialis*, *m.extensor digitorum*, *m. extensor pollicis longus*, *m. flexor pollicis brevis*. The interference electromyogram registration carried out according to the standard technique using a multifunctional computer complex by using'' Neuron Spectrum 5 S'' with using 'Neuron -Net '(Russia, ''Neurosoft'', Ivanovo).Wherein estimated parameters maximal, average, summary, amplitude, average frequency signal according to the turn-amplitude analyses. THEN there was with all volunteers was held a main procedure which represented operation by hand virtual object alternately with both hands six times in one session (3 repetitions of 30 seconds for the left and 3 similar repetitions for the right hand) by applying force to the fixed handle power joystick installed on the power platform ST-150 . The subject was offered a hand in biologically feedback mode shift the center of pressure label to the stabilometric platform rendered on a monitor screen. Altogether there were held four main sessions. Significance of mean differences and EMG values were evaluated using analysis of variance for repeated observations with using Fisher's F-test (Repeated measures ANOVA или GLM-4).

As results showed, in different biocontrol sessions on the support reaction changes in the bioelectric activity of the muscles of the

forearm and hand had a meaningful multidirectional nature. In the first two sessions of biofeedback on the support reaction we registered a significant increase in the maximum, total and average amplitudes most of the studied muscles, as well as an increase in the frequency of muscle turn according to literary data, this may indicate an increase in the number of people involved in the process coordination of motor units as well as on development processes of muscle fatigue under multiple repetitions influence of procedure biologically feedback in support reaction. Note that in 3-4 of sessions of biotrennings we registered a significant decrease in indicators maximum, total and average amplitude and EMG the ratio of the average amplitude of the muscle turn to its average frequency in relation to the background values. For example, the maximal amplitude *m.flexor digitorum superficialis* in progress of 3-4 procedures in biologically feedback decreased by 37.78% ($p<0.005$, $F=4.13$) and 29.54% ($p<0.01$, $F=6.52$) relative to background values *m.extensor digitorum* by 48.58% ($p<0.005$, $F=14.84$) and 44.39% ($p<0.005$, $F=17.16$), respectively. At the same time, it should be noted that these changes were more pronounced in the extensor muscles *m.extensor digitorum*, *m.extensor pollicis longus* less pronounced in flexor muscles *m.flexor digitorum superficialis*, *m.flexor pollicis brevis*. Apart from that amplitude analysis EMG indicate increased consistency of motor units working while reducing the number of spinal neural ensembles involved in a motor act under the influence of multiple repetitions standardized motor task with biocontrol on the support reaction. The real research findings indicate identification synchronizing factor in the work of the motor neuron pool multiple repetitions standardized motor task with biocontrol on the support reaction. The findings suggest the effectiveness of biologically feedback in development of processes in the motor studying of volunteers for the selection of modes and methods aimed at improving and restoring of motor functions through biofeedback of human using power platforms.

Supported by Grant of the State Council of the Republic of Crimea for young scientists for 2019. Head Birukova E.A.