

### **ВЛИЯНИЕ ИГРОВОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ НА ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТСМЕНОВ С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

*В.В. Кальсина\*, П.Г. Зайцев\**

\*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта  
(г. Омск)

Современный спорт лиц с поражением опорно-двигательного аппарата характеризуется высоким уровнем тренировочной нагрузки и увеличением конкуренции на соревнованиях, поэтому спортсмены должны обладать не только хорошей тренированностью, но и умением управлять своим функциональным состоянием в условиях напряженной соревновательной деятельности. Спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата более других нуждаются в восстановлении как физической, так и психической работоспособности. Методы саморегуляции состояний, основанные на получении сигналов биологической обратной связи, представляют собой современную, неинвазивную, высокоэффективную технологию. Цель исследования – оценка влияния курса игрового биоуправления по показателям variability сердечного ритма на психофункциональные характеристики спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата в подготовительном периоде годового цикла спортивной подготовки. В работе использован программно-аппаратный комплекс «БОС-Лаб Профессиональный +». Применялся игровой сюжет «Ралли», входящий в программно-аппаратный комплекс «БОС-Пульс». Фотоплетизмографическим способом регистрировалась частота сердечных сокращений, также оценивались показатели variability сердечного ритма и психофизиологические реакции. Критерием эффективности курса игрового биоуправления у спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата считалось наличие посттренировочных эффектов, подтвержденных в ходе комплексного тестирования (оценка хронобиологических характеристик, самооценка состояния и тренированности, оценка эмоциональных реакций). Выявлено, что после курса игрового биоуправления у спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата становятся менее выраженными признаки дезадаптивных реакций, спортсмены четче дифференцируют «быстрых» и «медленных» лиц, профиль переднего плана дополняется стремлением к активности, улучшаются скорость реакции на движущийся объект, сон, память и повышается стремление к творчеству.

**Ключевые слова:** адаптивный спорт, спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата, психофизиологические показатели спортсменов, игровое биоуправление.

---

**Ответственный за переписку:** Кальсина Виктория Владиславовна, адрес: 644009, г. Омск, ул. Масленникова, д. 144; e-mail: victoria\_vk@mail.ru

**Для цитирования:** Кальсина В.В., Зайцев П.Г. Влияние игрового биоуправления на психофункциональные характеристики спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 2. С. 137–146. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.137

Современный адаптивный спорт принимает все более профессиональный характер. Много-часовые тренировки, плотный график соревнований оказывают значительное воздействие на психическую и физическую работоспособность спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА). Выступления на соревнованиях требуют от паралимпийца значительного физического и психического напряжения. Спортсмен должен уметь справляться с тяжелыми стрессовыми нагрузками, конструктивно реагировать в ситуациях возможного проигрыша [1]. Спортивная карьера лиц с ПОДА тесно связана с процессом посттравматической адаптации, характером инвалидности и другими факторами, что создает потребность в организации не только восстановления физической работоспособности, но и психической адаптации спортсменов [2].

Современными средствами, позволяющими поддерживать на оптимальном уровне функционирование органов и систем в спорте, являются технологии, основанные на принципах биологической обратной связи (БОС) [3]. Р. Lehrer считает биоуправление по показателям variability сердечного ритма важным элементом психотерапии [4]. J.H. Kim рекомендует методы БОС по показателям миографии для восстановления функции движения конечностей у пациентов, имеющих ПОДА [5], L. Hong-Ji et al. показывают изменение паттерна движения при использовании БОС-технологий у лиц, имеющих сложное нарушение двигательной функции и измененное состояние мышц, которые регулируют движение позвоночника [6].

В.В. Матвеева после применения метода нейробиоуправления [7] отмечает расширение поведенческого репертуара личности, восстановление психофизиологической устойчивости, использование энергосохраняющих и исключаящих деструктивное поведение стратегий при. В лонгитюдных исследованиях О.В. Кайгородцевой с соавторами [3] показано, что эффекты тренинга сохраняются в течение не-

скольких месяцев. M. Sakakibara et al. [8] выявили положительные эффекты влияния тренировок БОС по variability сердечного ритма, сохраняющиеся длительное время.

Р. Lehrer, R. Gevirtz, D. Eddie рассматривают механизмы влияния БОС по показателям variability сердечного ритма через изменение гомеостаза путем раздражения барорецепторов, а также афферентные влияния через блуждающий нерв на лобные зоны коры больших полушарий [9, 10].

В последние годы широкое развитие приобретает такая разновидность БОС-технологий, как игровое биоуправление, – новая ветвь методологии БОС [1]. Отличительными особенностями игрового биоуправления являются наличие соревновательного сюжета, возможность улучшения собственного результата по сравнению с предыдущим сеансом и формирование навыка контроля вегетативных параметров в ситуации психоэмоционального стресса.

Вопросам связи психофизиологических реакций человека с функциональным состоянием систем вегетативной регуляции в условиях экстремальной спортивной деятельности посвящено множество работ. Л.А. Кузнецовой и И.В. Гуваковой [11] показано, что в ходе сеансов игрового биоуправления у спортсменов-единоборцев оптимизируются психофизиологические показатели и формируется нормальный вегетативный статус.

Основные теоретические положения сопровождения паралимпийского спорта и применения метода биоуправления при подготовке паралимпийцев активно освещаются в научно-методической литературе [12, 13], однако характеристики эффектов, развивающихся у спортсменов с ПОДА при использовании метода игрового биоуправления по показателям variability сердечного ритма, изучены недостаточно.

Цель работы – оценка влияния курса игрового биоуправления по показателям variability сердечного ритма на психофункциональ-

ные характеристики спортсменов с ПОДА в подготовительном периоде годового цикла спортивной подготовки.

**Материалы и методы.** Участники исследования – 11 спортсменов, имеющих врожденные формы ПОДА, занимающихся ациклическими видами спорта. Уровень спортивной квалификации – кандидаты в мастера спорта и мастера спорта. Средний возраст участников –  $24,1 \pm 2,3$  года.

Критерием включения в исследование являлось добровольное информированное согласие, критериями исключения из исследования – отказ от участия, наличие острых заболеваний или обострение хронических, отсутствие регулярных тренировочных нагрузок. Исследование проводилось в соответствии с этическими стандартами, соответствующими Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Всем спортсменам была предоставлена полная и достоверная информация о проводимых мероприятиях.

Для проведения игровых сессий биоуправления применялся программно-аппаратный комплекс «БОС-Лаб Профессиональный +», изготовленный в Научно-исследовательском институте молекулярной биологии и биофизики (НИИМББ, г. Новосибирск). Использовался игровой сюжет «Ралли», входящий в программно-аппаратный комплекс «БОС-Пульс» (НИИМББ). Виртуальный игровой сюжет управляется физиологическими функциями тестируемого. В качестве регулируемого параметра была выбрана частота сердечных сокращений (ЧСС). Победа в игре возможна лишь при применении эффективных стратегий поведения, контроля и саморегуляции психоvegetативного статуса. В ходе сессий осуществлялась регистрация ЧСС (фотоплетизмографическим способом с концевой фаланги указательного пальца тестируемого), последовательности RR-интервалов (длительность кардиоинтерва-

лов, мс), RT-интервалов (время реакции, мс) и проводилась оценка вегетативного статуса. Состояние сегментарных (LF, HF) и надсегментарных (VLF) механизмов регуляции сердечного ритма определялось по индексу централизации  $IC = (LF + HF) / VLF$ .

Курс игрового биоуправления включал 10 ежедневных сессий (продолжительностью 20 мин каждая) по 6 попыток. Сеансы игрового биоуправления проводились 1 раз в сутки, в удобное для обследуемых время, до спортивной тренировки. Все спортсмены находились в подготовительном периоде годового цикла спортивной подготовки, характеризующемся выполнением физических нагрузок средней интенсивности преимущественно в смешанной зоне энергообеспечения.

Критериями эффективности курса игрового биоуправления в нашей работе выбраны наличие и разнообразие посттренировочных эффектов, подтверждаемых при проведении комплексного тестирования.

Для сравнения изменений общего состояния и состояния спортивной работоспособности была использована анкета «Самооценка состояния и тренированности» [14]. Тест социально-интуитивной перцепции динамики поведения (СИПДП), основанный на стимульном материале Сзонди [15, 16], применялся для оценки восприятия индивидуальных временных характеристик по предпочтению «быстрых» или «медленных» лиц.

Эмоциональные реакции определялись с помощью шкалы ситуативной и личностной тревожности (ШСЛТ) Ч.Д. Спилбергера (русский вариант шкалы подготовлен Ю.Л. Ханиным). На основании данных малого теста Люшера рассчитывались коэффициент Шипоша для оценки вегетативного равновесия и коэффициент Вольнеффера для выявления состояния психической напряженности. Оценка психомоторных реакций проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «Спортивный психофизиолог» (ООО НМЦ «Аналитик», Россия) [17].

В ходе исследования всего было выполнено 104 сеанса игрового биоуправления: в 8 случаях – по 10 сессий (всего 80), а в 3 случаях – от 7 до 9 (всего 24). Кроме того, каждый спортсмен был протестирован с помощью комплекса тестов (до начала и после окончания курса биоуправления).

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась при помощи пакета статистических программ «Microsoft Excel 2003» и «Statistica v.6». Результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее значение,  $m$  – стандартная ошибка среднего. Проверка на нормальность распределения проводилась с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. Значимость различий определялась с помощью непараметрического критерия Вилкоксона для парных сравнений (критический уровень значимости  $p < 0,05$ ).

**Результаты.** До курса биоуправления прогноз времени поведенческих реакций в диапазоне «быстро–медленно» по экспрессии лица воспринимаемого человека (тест СИПДП) характеризовался большим предпочтением «мед-

ленных» лиц, при этом спортсмены плохо различали «быстрых» и «медленных» лиц между собой (табл. 1). После курса игрового биоуправления спортсмены с ПОДА по-прежнему тяготели к выбору «медленных» лиц, при этом более четко дифференцируя «быстрых» и «медленных» лиц.

Выявлено изменение характера побуждений, ответственных за формирование личности, после курса биоуправления (табл. 2). Анализ результатов тестирования с использованием стимульного материала Сзонди показал, что до тренинга у спортсменов преобладали следующие факторы: (+h) – свидетельство мягких черт характера, (-hy) – нежелание выставлять себя напоказ, (-k) – тенденция приспособления к коллективу, (+m) – стремление к контактам, (-d) – тенденция к постоянству и самоотречению в пользу других, (+p) – стремление к власти, противопоставление себя другим с переоценкой себя и склонностью к соперничеству. После курса игрового биоуправления профиль переднего плана у спортсменов с ПОДА остался в основном прежним, но при этом появился фактор (+s), свидетельствующий о

Таблица 1

**ВЫБОР И РАСПОЗНАВАНИЕ «БЫСТРЫХ» И «МЕДЛЕННЫХ» ЛИЦ СПОРТСМЕНАМИ С ПОДА ДО И ПОСЛЕ КУРСА ИГРОВОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ,  $M \pm m$ , число карточек**

Группа карточек	Выбор (предпочтение)	Идентификация (распределение по группам)	
		«быстрые»	«медленные»
<i>Тестирование до курса биоуправления</i>			
«Быстрые» лица	18,75±2,33	7,25±1,30	6,00±0,97
«Медленные» лица	29,25±2,33*	10,50±1,30	12,00±0,97 <sup>#</sup>
<i>Тестирование после курса биоуправления</i>			
«Быстрые» лица	17,50±2,11	10,50±2,30 <sup>#</sup>	3,25±0,35
«Медленные» лица	30,50±2,11*	7,50±2,30 <sup>#</sup>	14,75±0,35

*Примечание.* Установлена статистическая значимость различий ( $p < 0,05$ ): \* – между числом предпочитаемых «быстрых» и «медленных» лиц; <sup>#</sup> – между числом идентифицированных «быстрых» и «медленных» лиц.

Таблица 2

**ПРОФИЛЬ ПЕРЕДНЕГО ПЛАНА СПОРТСМЕНОВ С ПОДА  
ДО И ПОСЛЕ КУРСА БИОУПРАВЛЕНИЯ,  $M \pm m$ , число карточек**

Побудительный фактор	Выбор до курса		Выбор после курса	
	положительный (+)	отрицательный (-)	положительный (+)	отрицательный (-)
h	3,00±0,18*	0,60±0,13	3,14±0,16 <sup>#</sup>	0,51±0,12
s	1,09±0,17	1,50±0,19	2,25±0,19 <sup>#</sup>	1,00±0,19
e	1,75±0,11	1,75±0,12	1,75±0,13	1,75±0,16
hy	0,58±0,09	2,23±0,14*	0,49±0,12	2,30±0,16 <sup>#</sup>
k	0,75±0,11	2,25±0,16*	1,50±0,12	2,75±0,17 <sup>#</sup>
p	2,25±0,17*	1,50±0,14	2,75±0,16 <sup>#</sup>	1,75±0,17
d	0,50±0,12	1,75±0,17*	1,25±0,13	1,60±0,18
m	2,25±0,16*	0,75±0,13	2,75±0,16 <sup>#</sup>	0,75±0,13

*Примечание.* Установлена статистическая значимость отличий ( $p < 0,05$ ) положительных и отрицательных выборов: \* – до курса игрового биоуправления; <sup>#</sup> – после курса игрового биоуправления.

стремлении к активности, и уменьшилась активность фактора (-d).

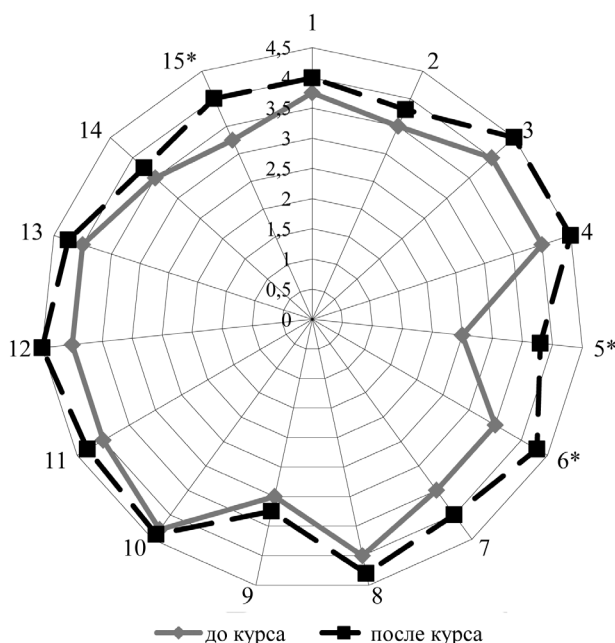
До курса игрового биоуправления ситуативная тревожность обследуемых находилась на умеренном уровне (35,0±1,21 баллов), после курса – практически не изменилась (33,75±1,08 баллов). Личностная тревожность спортсменов до курса биоуправления находилась на верхней границе умеренного уровня (42,75±1,39 баллов), после курса – отмечено некоторое снижение этого показателя (37,50±1,06 баллов,  $p < 0,05$ ).

В ходе курса игрового биоуправления выявлено восстановление взаимоотношений сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы обследуемых. Вклад симпатической регуляции (LF/HF) составил 2,79±0,02 усл. ед. до начала курса и 1,22±0,08 усл. ед. ( $p < 0,05$ ) после его окончания. Индекс централизации (IC) до курса биоуправления соответствовал 4,86±0,02 усл. ед., после – 4,27±0,03 усл. ед. В начале и по окончании курса отмечено преобладание медленных волн I по-

рядка и сегментарных механизмов вегетативной регуляции: LF > HF > VLF. Преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы после курса игрового биоуправления несколько уменьшилось.

Большинство показателей самооценки функционального состояния и тренированности (рис. 1, см. с. 142) до курса биоуправления находились на среднем уровне, самым низким являлся показатель «сон» (2,5±0,01 баллов). По окончании курса у спортсменов с ПОДА улучшилось настроение, повысилось желание общаться с другими людьми, улучшилось внимание, усилился анализ техники приемов в процессе тренировки. Кроме того, отмечено значительное улучшение сна, памяти, увеличение стремления к творчеству ( $p < 0,05$ ).

Важными психофизиологическими характеристиками спортсменов являются показатели сенсомоторного реагирования в ответ на воздействие различных факторов внешней среды. В ходе оценки времени сенсомоторного реагирования до и после про-



**Рис. 1.** Изменение показателей функционального состояния спортсменов с ПОДА после курса игрового биоуправления, баллы: 1 – самочувствие, 2 – активность, 3 – настроение, 4 – желание общаться с другими людьми, 5 – сон, 6 – память, 7 – внимание, 8 – уверенность в себе и своих способностях, 9 – успешность, 10 – самооценка своей деятельности и поведения, 11 – работоспособность на тренировках, 12 – анализ техники приемов в процессе тренировки (поединка), 13 – тактическое мышление, 14 – контроль эмоционального состояния в процессе тренировки (поединка), 15 – стремление к творческой деятельности (\* – установлена статистическая значимость различий показателей до и после курса игрового биоуправления,  $p < 0,05$ )

ведения курса игрового биоуправления были выявлены изменения реагирования спортсменов с ПОДА (рис. 2), которые проявились в улучшении времени реакции на движущийся объект.

**Обсуждение.** Согласно данным О.В. Погадаевой с соавторами [14], под влиянием тренингов БОС происходит изменение как самих физиологических параметров человека в течение сессий тренинга, так и определенных характеристик его психофизиологического состояния.

Результаты применения тестов на оценку времени поведенческих реакций [15, 16] показали, что наиболее хорошо адаптирующиеся лица предпочитают положительно оценивать быстро реагирующих лиц среди предполагаемых партнеров общения и обладают достаточно высокой точностью перцепции скорости поведенческой реакции. При дизадаптации точность перцепции значительно нарушается, а также отмечается парадоксальная перцепция (к «быстрым» лицам относят «медленных» лиц, и наоборот).

Исходные показатели психомоторного тестирования спортсменов с ПОДА – более низкие по сравнению с данными здоровых спортсменов, представленными в работе Ю.В. Корягиной [17]. Отмечается изменение времени простой сенсомоторной реакции на свет и звук после курса игрового биоуправления, однако полученные изменения не носят статистически значимого характера. Время реакции выбора также улучшается после курса игрового биоуправления. Наиболее выраженные различия были выявлены по показателю времени сенсомоторной реакции на движущийся объект: по окончании курса игрового биоуправления отмечается значительное улучшение данного типа реакции.

Полученные данные согласуются с результатами, представленными в работе Л.А. Кузнецовой и И.В. Гуваковой [11]; даже незначительные изменения в индивидуальных значениях времени реакции на движущийся объект могут указывать на существенные перестройки в организме человека, влияющие на качество выполнения профессиональных функций. Увеличение точности реакций на движущийся объект и уменьшение их вариативности под влиянием игрового биоуправления свидетельствуют об оптимизации баланса нервных процессов. На улучшение функционирования ЦНС указывает изменение времени сенсомоторных реакций.

Таким образом, после курса игрового биоуправления у спортсменов с ПОДА наблюда-

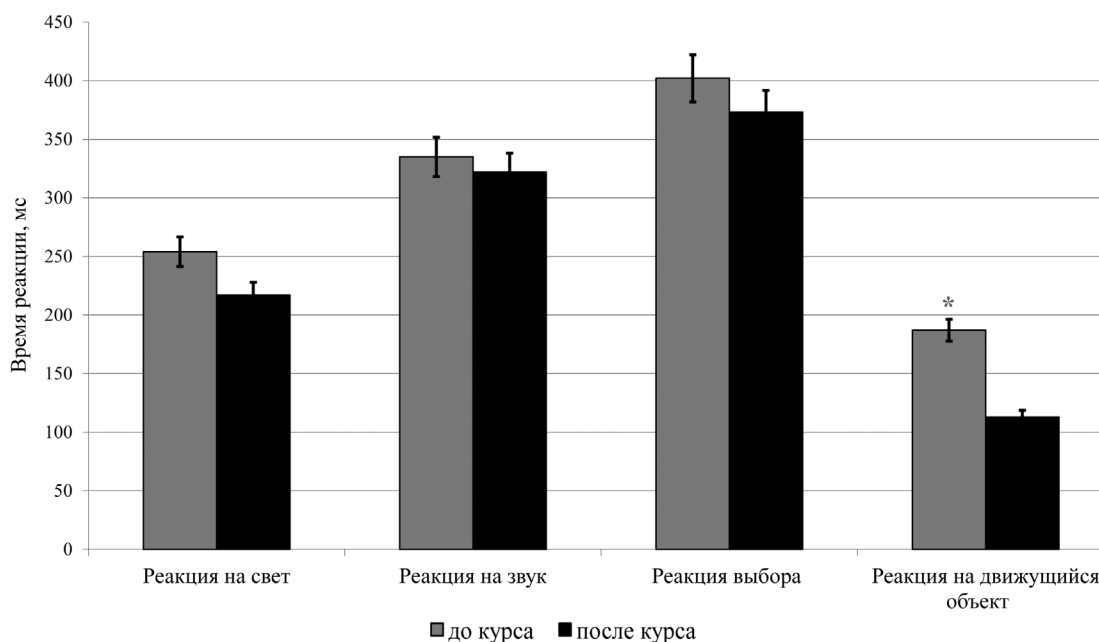


Рис. 2. Изменение времени сенсомоторной реакции у спортсменов с ПОДА после курса игрового биоуправления (\* – установлена статистическая значимость различий до и после курса игрового биоуправления,  $p < 0,05$ )

ется ряд высокозначимых статистических различий психофункциональных характеристик. Прогноз времени поведенческих реакций в диапазоне «быстро–медленно» по экспрессии лица воспринимаемого человека проявляется более четкой способностью различать «быстрых» и «медленных» лиц. Профиль переднего плана после курса игрового биоуправления дополняется фактором (+s), свидетельствующим о стремлении к активности и снижении

стремления к самоотречению, фактор (–d) становится менее выраженным.

По окончании курса игрового биоуправления у спортсменов с ПОДА отмечается улучшение времени реагирования на движущийся объект. Выявлены положительные изменения в характере самооценки функционального состояния и тренированности, проявляющиеся улучшением сна, памяти, увеличением стремления к творчеству.

## Список литературы

1. Гувакова И.В., Джафарова О.А., Кузнецова Л.А., Тишкин Д.И., Штарк М.Б. Компьютерное психофизиологическое стресс-тестирование в подготовке спортсменов на базе школы высшего спортивного мастерства // Биоуправление в медицине и спорте: VIII Всерос. науч. конф. (г. Омск, 15–17 мая 2008 года). Омск, 2008. С. 81.
2. Марьясова Д.А. Психическая адаптация спортсменов-инвалидов с поражением опорно-двигательного аппарата: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2013. 32 с.

3. *Кайгородцева О.В., Черепкина Л.П., Тристан В.Г.* Динамика психофункционального состояния у спортсменов после курса нейробиоуправления // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. 2012. № 6. С. 154–159.

4. *Lehrer P.M.* Heart Rate Variability Biofeedback and Other Psychophysiological Procedures as Important Elements in Psychotherapy // *Int. J. Psychophysiol.* 2017. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2017.09.012

5. *Kim J.H.* The Effects of Training Using EMG Biofeedback on Stroke Patients Upper Extremity Functions // *J. Phys. Ther. Sci.* 2017. Vol. 29, № 6. P. 1085–1088. DOI: 10.1589/jpts.29.1085

6. *Luo H.J., Lin S.X., Wu S.K., Tsai M.W., Lee S.J.* Comparison of Segmental Spinal Movement Control in Adolescents with and Without Idiopathic Scoliosis Using Modified Pressure Biofeedback Unit // *PLoS ONE.* 2017. Vol. 12, № 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0181915

7. *Матвеева В.В.* Динамика функционального состояния вегетативной нервной системы в процессе комплексного восстановительного лечения пациентов с психовегетативными расстройствами // *Фундаментальные науки и практика: сб. науч. тр. с материалами Третьей междунар. телеконф. «Проблемы и перспективы современной медицины, биологии и экологии» (г. Томск, 25 октября – 6 ноября 2010 г.).* 2010. Т. 1, № 4. С. 47–49.

8. *Sakakibara M., Hayano J., Oikawa L.O., Katsamanis M., Lehrer P.* Heart Rate Variability Biofeedback Improves Cardiorespiratory Resting Function During Sleep // *Appl. Psychophysiol. Biofeedback.* 2013. Vol. 38, № 4. P. 265–271. DOI: 10.1007/s10484-013-9232-7

9. *Lehrer P.M., Gevirtz R.* Heart Rate Variability Biofeedback: How and Why Does It Work? // *Front. Psychol.* 2014. Vol. 5. Art. № 756. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00756

10. *Lehrer P., Eddie D.* Dynamic Processes in Regulation and Some Implications for Biofeedback and Biobehavioral Interventions // *Appl. Psychophysiol. Biofeedback.* 2013. Vol. 38, № 2. P. 143–155. DOI: 10.1007/s10484-013-9217-6

11. *Кузнецова Л.А., Губакова И.В.* Исследование влияния игрового биоуправления на психофизиологические показатели спортсменов-единоборцев с нарушением вегетативного статуса // *Бюл. сиб. медицины.* 2013. Т. 12, № 2. С. 211–218.

12. *Субботкина А.Н., Успенский А.Л.* Метод биоуправления в рамках предсоревновательной подготовки спортсменов – членов сборных команд России по паралимпийским и сурдолимпийским видам спорта // *Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011: материалы II Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф., 16–18 июня 2011 года / под общ. ред. С.Е. Павлова. Сочи, 2011. URL: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/118-subbotkina.php> (дата обращения: 24.02.2018).*

13. *Шелков О.М., Чурганов О.А.* Медико-биологическое обеспечение паралимпийских видов спорта // *Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи 2011: материалы II Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф., 16–18 июня 2011 года / под общ. ред. С.Е. Павлова. Сочи, 2011. URL: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/114-shelkov.php> (дата обращения: 24.02.2018).*

14. *Погадаева О.В., Черепкина Л.П., Баёва Н.А., Кальсина В.В., Тристан В.В.* Оценка клинической эффективности локального альфа-стимулирующего тренинга // *Биоуправление в медицине и спорте: материалы IV Всерос. конф., 8–9 апреля 2002 года. Омск, 2002. С. 71–75.*

15. *Кузнецов О.Н., Алехин А.Н., Самохина Т.В., Мусеева Н.И.* Методические подходы к исследованию чувства времени у человека // *Вопр. психологии.* 1985. № 4. С. 140–144.

16. *Кузнецов О.Н., Лебедев А.В., Лукичев Н.А.* Методы количественной оценки нарушения восприятия человека как личности в патопсихологическом исследовании // *Системный подход в использовании методов психологического исследования при решении научно-практических задач. Пенза, 1983. С. 39–40.*

17. *Корягина Ю.В.* Хронобиологические основы спортивной деятельности. Омск: Изд-во СибГУФК, 2008. 264 с.

## References

1. *Guvakova I.V., Dzhafarova O.A., Kuznetsova L.A., Tishkin D.I., Shtark M.B.* Komp'yuternoe psikhofiziologicheskoe stress-testirovanie v podgotovke sportsmenov na baze shkoly vysshego sportivnogo masterstva [Computer-Aided Psychophysiological Stress Testing in Training of Athletes at the School of Outstanding Sporting Proficiency]. *Bioupravlenie v meditsine i sporte* [Biofeedback in Medicine and Sports]. Омск, 2008, p. 81.



2. Mar'yasova D.A. *Psikhicheskaya adaptatsiya sportsmenov-invalidov s porazheniem oporno-dvigatel'nogo apparata* [Mental Adaptation of Athletes with Musculoskeletal Disabilities]. Moscow, 2013. 32 p.
3. Kaygorodtseva O.V., Cherapkina L.P., Tristan V.G. Dinamika psikhofunktional'nogo sostoyaniya u sportsmenov posle kursa neyrobioupravleniya [Psychofunctional State Dynamics in Athletes After a Neurobiofeedback Course]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 6, pp. 154–159.
4. Lehrer P.M. Heart Rate Variability Biofeedback and Other Psychophysiological Procedures as Important Elements in Psychotherapy. *Int. J. Psychophysiol.*, 2017. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2017.09.012
5. Kim J.H. The Effects of Training Using EMG Biofeedback on Stroke Patients Upper Extremity Functions. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2017, vol. 29, no. 6, pp. 1085–1088. DOI: 10.1589/jpts.29.1085
6. Luo H.J., Lin S.X., Wu S.K., Tsai M.W., Lee S.J. Comparison of Segmental Spinal Movement Control in Adolescents with and Without Idiopathic Scoliosis Using Modified Pressure Biofeedback Unit. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no. 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0181915
7. Matveeva V.V. Dinamika funktsional'nogo sostoyaniya vegetativnoy nervnoy sistemy v protsesse kompleksnogo vosstanovitel'nogo lecheniya patsientov s psikhovegetativnymi rasstroystvami [Functional State Dynamics of the Autonomic Nervous System in the Process of Complex Restorative Treatment in Patients with Psychoautonomic Disorders]. *Fundamental'nye nauki i praktika* [Fundamental Sciences and Practice]. Tomsk, 2010, vol. 1, no. 4, pp. 47–49.
8. Sakakibara M., Hayano J., Oikawa L.O., Katsamanis M., Lehrer P. Heart Rate Variability Biofeedback Improves Cardiorespiratory Resting Function During Sleep. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2013, vol. 38, no. 4, pp. 265–271. DOI: 10.1007/s10484-013-9232-7
9. Lehrer P.M., Gevirtz R. Heart Rate Variability Biofeedback: How and Why Does It Work? *Front. Psychol.*, 2014, vol. 5. Art. no. 756. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00756
10. Lehrer P., Eddie D. Dynamic Processes in Regulation and Some Implications for Biofeedback and Biobehavioral Interventions. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2013, vol. 38, no. 2, pp. 143–155. DOI: 10.1007/s10484-013-9217-6
11. Kuznetsova L.A., Guvakova I.V. Issledovanie vliyaniya igrovogo bioupravleniya na psikhofiziologicheskie pokazateli sportsmenov-edinobortsev s narusheniem vegetativnogo statusa [Analysis on How Game Biofeedback Affects Psycho-Physiological Parameters of Single-Combat Sportsmen with Vegetative Status Failure]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 211–218.
12. Subbotkina A.N., Uspenskiy A.L. Metod bioupravleniya v ramkakh predsorevnovatel'noy podgotovki sportsmenov – chlenov sbornykh komand Rossii po paralimpiyskim i surdolimpiyskim vidam sporta [Biofeedback Method in Precontest Training of Members of the Russian Paralympic and Deaflympic Teams]. *Sportivnaya meditsina. Zdorov'e i fizicheskaya kul'tura* [Sports Medicine. Health and Physical Training]. Sochi, 2011. Available at: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/118-subbotkina.php> (accessed 24 February 2018).
13. Shelkov O.M., Churganov O.A. Mediko-biologicheskoe obespechenie paralimpiyskikh vidov sporta [Medical and Biological Support of Paralympic Sports]. *Sportivnaya meditsina. Zdorov'e i fizicheskaya kul'tura* [Sports Medicine. Health and Physical Training]. Sochi, 2011. Available at: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/114-shelkov.php> (accessed 24 February 2018).
14. Pogadaeva O.V., Cherapkina L.P., Baeva N.A., Kal'sina V.V., Tristan V.V. Otsenka klinicheskoy effektivnosti lokal'nogo al'fa-stimuliruyushchego treninga [Evaluation of Clinical Effectiveness of Local Alpha-Stimulation Training]. *Bioupravlenie v meditsine i sporte* [Biofeedback in Medicine and Sports]. Omsk, 2002, pp. 71–75.
15. Kuznetsov O.N., Alekhin A.N., Samokhina T.V., Moiseeva N.I. Metodicheskie podkhody k issledovaniyu chuvstva vremeni u cheloveka [Methodical Approaches to Studying Time Perception in Humans]. *Voprosy psikhologii*, 1985, no. 4, pp. 140–144.
16. Kuznetsov O.N., Lebedev A.V., Lukichev N.A. Metody kolichestvennoy otsenki narusheniya vospriyatiya cheloveka kak lichnosti v patopsikhologicheskom issledovanii [Methods of Quantitative Assessment of Perception of a Human as a Person in a Pathopsychological Study]. *Sistemnyy podkhod v ispol'zovanii metodov psikhologicheskogo issledovaniya pri reshenii nauchno-prakticheskikh zadach* [Systems Approach in the Use of Psychological Research Methods in Solving Scientific and Practical Problems]. Penza, 1983, pp. 39–40.
17. Koryagina Yu.V. *Khronobiologicheskie osnovy sportivnoy deyatel'nosti* [Chronobiological Basis of Sports Activities]. Omsk, 2008. 264 p.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.137

*Viktoriya V. Kal'sina\**, *Pavel G. Zaytsev\**

\*Siberian State University of Physical Education and Sport  
(Omsk, Russian Federation)

### **EFFECT OF GAME BIOFEEDBACK ON THE PSYCHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF ATHLETES WITH MUSCULOSKELETAL DISORDERS**

Modern sports for persons with musculoskeletal disorders are characterized by increased training load and severe competition. Thus, athletes should be not only well-trained but also able to manage their functional state under intense competition. Athletes with musculoskeletal disorders more than others need to restore their physical working capacity and mental performance. Self-regulation methods based on biofeedback are a modern, non-invasive and highly effective technology. This paper aimed to assess (by heart rate variability indices) the effect of a game biofeedback course on the psychofunctional characteristics in athletes with musculoskeletal disorders during the preparatory training phase. We applied BOS-Lab Professional+ software and hardware system and the game story "Rally" included in BOS-Pulse software and hardware system. Heart rate was recorded using the photoplethysmographic method; heart rate variability indices and psychophysiological reactions were measured. The efficiency criterion for the course of game biofeedback in athletes with musculoskeletal disorders was the presence of post-training effects confirmed during a comprehensive testing (assessment of chronobiological characteristics, self-assessment of one's condition and fitness, assessment of emotional reactions). After the course of game biofeedback, athletes with musculoskeletal disorders showed milder maladaptive reactions and could better differentiate between fast and slow individuals; the foreground profile was complemented by activity drive; reaction rate to a moving object improved, as well as sleep, memory and creativity drive.

**Keywords:** *adaptive sports, athletes with musculoskeletal disorders, psychofunctional characteristics in athletes, game biofeedback.*

Поступила 03.10.2017  
Received 3 October 2017

---

**Corresponding author:** Viktoriya Kal'sina, *address:* ul. Maslennikova 144, Omsk, 644009, Russian Federation; *e-mail:* victoria\_vk@mail.ru

**For citation:** Kal'sina V.V., Zaytsev P.G. Effect of Game Biofeedback on the Psychofunctional Characteristics of Athletes with Musculoskeletal Disorders. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 137–146. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.137