

ФАКТОРЫ УСПЕШНОСТИ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ

Л.П. Черапкина

*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,
г. Омск, Россия*

Проблема исследования связана с отсутствием данных, объясняющих влияние спортивной квалификации, специализации и пола на успешность нейробиоуправления. **Цель.** Выявление взаимосвязи спортивной квалификации, специализации (в зависимости от характера выполняемых движений) и пола с успешностью нейробиоуправления у спортсменов. **Организация и методы исследования.** Группу обследования составили 216 спортсменов: 124 – юноши и 92 – девушки в возрасте 19 ($19,0 \pm 0,1$) лет. Стаж занятий спортом – 5 лет и более. Все спортсмены дали информированное согласие на участие в исследовании. Сеансы нейробиоуправления длительностью 25–30 минут проводились 1 раз в сутки в течение 15 дней с помощью программно-аппаратного комплекса «Бослаб-альфа» (Россия). Монтаж электродов – биполярный в соответствии с международной системой «10–20» в лобной и теменной области (F1 и P3). В качестве критерия успешности нейробиоуправления рассматривалось увеличение спектральной мощности в альфа-диапазоне за сеанс не менее чем на 10 % по сравнению с мощностью в альфа-диапазоне, зарегистрированной во время первого сеанса. У каждого обследуемого подсчитывался процент успешных и неуспешных сеансов тренинга. Статистический анализ данных осуществлялся с помощью программного продукта SPSS 13.0. **Результаты.** Изучение успешности тренинга в группах спортсменов, дифференцированных по одному основанию (пол, спортивная квалификация, спортивная специализация), не выявило статистически значимых взаимосвязей. С помощью многофакторного дисперсионного анализа определено, что успешность нейробиоуправления у спортсменов зависит от взаимодействия всех трех факторов ($F = 2,780$; $P < 0,05$). **Заключение.** Успешность нейробиоуправления у спортсменов определяется сочетанием трех факторов (пол, спортивная специализация и квалификация), ни один из которых изолированно не оказывает значимого влияния.

Ключевые слова: спортсмены, пол, спортивная квалификация, специализация, успешность нейробиоуправления, альфа-стимулирующий тренинг.

Введение

В настоящее время нейробиоуправление активно внедряется в процесс подготовки спортсменов (Liu et al., 2018; Трэмбач с соавт., 2018) в том числе олимпийских чемпионов (Duree et al., 2016). Среди различных его модификаций в спорте чаще всего используется тренинг, направленный на произвольную регуляцию биоэлектрической активности головного мозга в альфа-диапазоне (Mikicic et al., 2015). Учитывая мнение И.А. Святогор с соавторами (2000) о целесообразности оценивания успешности (под успешностью понимается изменение регулируемого параметра в заданном направлении) по достоверному изменению выбранных для биоуправления составляющих ЭЭГ, в качестве критерия успешности альфа-стимулирующего тренинга, как правило, выбирается увеличение интен-

сивности (мощности) альфа-ритма за сеанс не менее чем на 10 % (Еремеева, 2008), 15 % (Святогор с соавт., 2000) и даже 20 % (Завьялов с соавт., 1999) по сравнению со средней интенсивностью альфа-активности, зарегистрированной во время первого сеанса. В целом курс нейробиоуправления считается успешным, если обследуемому удалось справиться с поставленной задачей не менее чем на 30 % за сеанс (Святогор с соавт., 2000). Многочисленные исследования показывают, что в случае успешности тренинг способствует достижению состояния оптимального функционирования (Rijken, 2016; Zadkhosh, 2018) и росту спортивной результативности (Strizhkova et al., 2014; Cherapkina, 2018). Однако не все спортсмены способны достичь поставленной цели (Тристан с соавт., 2001). По мнению И.А. Моховиковой и И.А. Святогор (2005), вы-

явление зависимости успешности от различных факторов может иметь большое значение для понимания нейрофизиологических механизмов процесса биоуправления.

К настоящему времени изучены отдельные психофизиологические аспекты нейробиоуправления у спортсменов, а комплексные исследования, учитывающие влияние спортивной квалификации, специализации и пола на успешность тренинга, практически отсутствуют. Важность данной проблемы для практики и недостаточная ее разработанность определили цель данного исследования, заключающегося в выявлении взаимосвязи спортивной квалификации, специализации (в зависимости от характера выполняемых движений) и пола с успешностью освоения навыка произвольной регуляции биоэлектрической активности головного мозга в альфа-диапазоне.

Организация и методы исследования

Группа обследования включала 216 спортсменов (124 юноши, 92 девушки) в возрасте 19 лет ($19,0 \pm 0$) со стажем занятий спортом от пяти лет и более. Все спортсмены дали информированное согласие на участие в исследовании. Все спортсмены прошли 15-дневный курс сеансов нейробиоуправления, направленный на повышение спектральной мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне, по методике В.Г. Тристана и О.В. Погадаевой (2001).

Исследование проводилось с помощью программно-аппаратного комплекса «Бослаб-альфа», созданного в ИМББ (г. Новосибирск, Россия), состоящего из многоканального интерфейса БИ-012 для компьютерного мониторинга, записи и воспроизведения ЭЭГ, комплекта датчиков и программной системы «BOSLAB». Для записи биопотенциалов мозга использовалось биполярное отведение. Электроды располагались согласно международной системе «10–20» в лобной и теменной области (F1, F2, P3, P4). Референтный электрод прикреплялся к мочке уха обследуемого. Для фиксации электродов использовалась электропроводящая паста TEN-20. Критерием успешности нейробиоуправления, направленного на повышение мощности в альфа-диапазоне, было увеличение спектральной мощности в альфа-диапазоне за сеанс не менее чем на 10 % по сравнению с мощностью в альфа-диапазоне, зарегистрированной во время первого сеанса. У каждого обследованного

спортсмена подсчитывался процент успешных и неуспешных сеансов тренинга (Святогор, 2010).

Сеансы нейробиоуправления проводились 1 раз в сутки. В течение сеанса нейробиоуправления, которое продолжалось в течение 25–30 минут, спортсмен располагался в кресле с закрытыми глазами. Его задачей было достижение учащения подачи звукового сигнала обратной связи, который возникал при превышении в течение 0,2 с мощности в альфа-диапазоне порогового значения. Порог возникновения сигнала обратной связи устанавливался перед началом сеанса таким образом, чтобы мощность в альфа-диапазоне исходно превышала его в 30 % случаев. В случае если по ходу сеанса мощность в альфа-диапазоне стабильно снижалась, порог возникновения сигнала обратной связи соответственно снижался (вручную).

Опираясь на результаты исследования Т.Ю. Стрижковой с соавторами (2013), свидетельствующие о том, что фолликулярная и овуляторная фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) наиболее благоприятны для проведения нейробиоуправления, все спортсменки, принявшие участие в исследовании, находились в фолликулярной фазе (фазы ОМЦ определялись врачом-гинекологом Омского Центра планирования семьи и репродукции, кандидатом медицинских наук И.Р. Вотриной).

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программного продукта SPSS 13.0 с использованием параметрических и непараметрических (в зависимости от характера распределения) методов математической статистики для независимых выборок. Нормальность распределения определялась по критериям асимметрии и эксцесса. При интерпретации статистических результатов максимальной вероятностью ошибки (минимальный уровень значимости) считалось значение $p < 0,05$.

Все первичные материалы статьи были рассмотрены и одобрены ЛЭК СибГУФК (протокол № 2 от 20.05.2019).

Результат

Анализ полученных результатов показал, что количественная мера успешности тренинга не зависела от спортивной квалификации, но среди спортсменов высшей квалификации большая часть обследуемых успешно освоила навык произвольной регуля-

Психофизиология

ции биоэлектрической активности в альфа-диапазоне (табл. 1).

В зависимости от кинематической характеристики выполняемых движений между выделенными группами также не было обнаружено статистически значимых различий по успешности курса нейробиопрограммирования. При этом выявлено, что в группе спортсменов, занимающихся стандартными видами спорта, количество участников тренинга, успешно освоивших навык управления мощностью ЭЭГ в альфа-диапазоне, значительно преобладало над количеством спортсменов, которым это не удалось. Среди представителей нестандартно-переменных и циклических видов спорта количество спортсменов, освоивших и не освоивших технологию нейробиопрограммирования, было примерно одинаковым (табл. 2).

Половых различий по средней величине успешности тренинга выявить также не удалось (табл. 3), несмотря на то, что количество

девушек, успешно освоивших технологию нейробиопрограммирования, преобладало над количеством девушек, которым освоение навыка произвольной регуляции биоэлектрической активности головного мозга давалось с трудом.

Отсутствие непосредственной связи успешности произвольной регуляции биоэлектрической активности головного мозга в альфа-диапазоне с изучаемыми характеристиками спортсменов послужило основанием для проведения многофакторного дисперсионного анализа с предварительной проверкой на однородность дисперсии по критерию Ливиня ($F = 1,644$ при $P > 0,05$). Полученные результаты показали, что успешность нейробиопрограммирования у спортсменов определяется взаимодействием всех трех факторов: пол, спортивная специализация и квалификация ($F = 2,780$ при $P = 0,028$) (рис. 1, 2). В качестве коварианты, оказывающей статистически значимое влияние на успешность тренинга

Таблица 1
Table 1

Показатели успешности тренинга у спортсменов разной квалификации
Indicators of successful training in athletes of different qualification

Квалификационная группа	Успешность тренинга, %/	Количество спортсменов, прошедших тренинг		P
		Успешно	Неуспешно	
Низкоквалифицированные спортсмены	$40 \pm 3,5$	41	28	$> 0,05$
Кандидаты в мастера спорта	$42 \pm 3,4$	43	34	$> 0,05$
Мастера спорта, мастера спорта международного класса	$45 \pm 3,6$	48	22	$< 0,03$

Таблица 2
Table 2

Показатели успешности тренинга у спортсменов, отличающихся спортивной специализацией
Indicators of successful training in athletes with different sports specialization

Группа	Успешность тренинга, %	Количество спортсменов, прошедших тренинг		P
		Успешно	Неуспешно	
Ациклические нестандартно-переменные виды спорта	$39 \pm 3,5$	36	32	$> 0,05$
Ациклические стандартно-переменные виды спорта	$45 \pm 2,9$	66	30	$< 0,001$
Циклические виды спорта	$43 \pm 4,5$	30	22	$> 0,05$

Таблица 3
Table 3

Половые различия успешности тренинга у спортсменов
Gender-related differences of successful training in athletes

Группа	Успешность тренинга, %	Количество спортсменов, прошедших тренинг		P
		Успешно	Неуспешно	
Юноши	$42 \pm 2,9$	71	53	$> 0,05$
Девушки	$43 \pm 2,7$	61	31	$< 0,005$

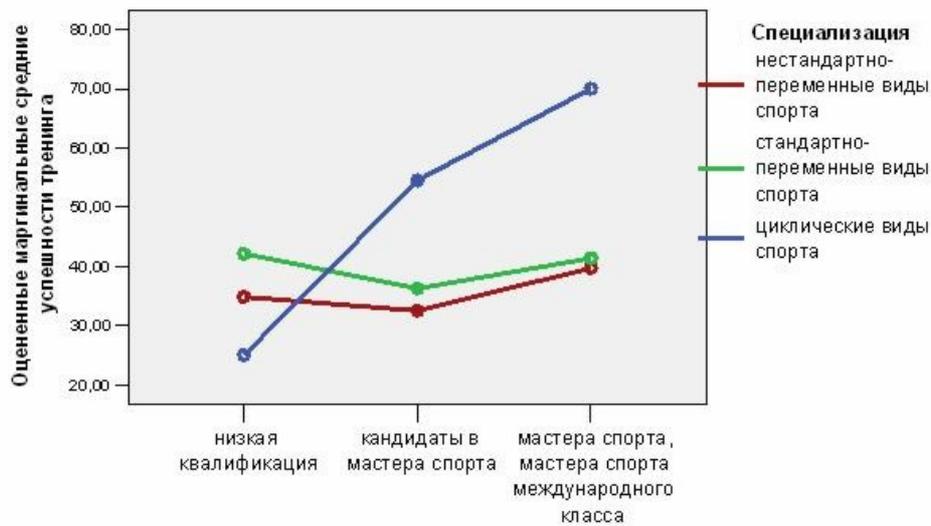


Рис. 1. Факторы, определяющие успешность нейробиоуправления у спортсменок
Fig. 1. Factors determining successful neurobiofeedback in female athletes

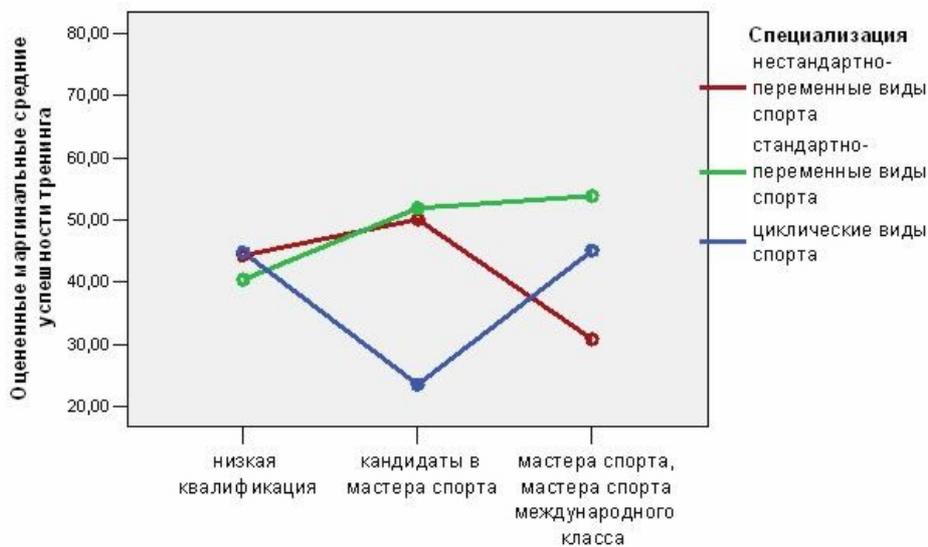


Рис. 2. Факторы, определяющие успешность нейробиоуправления у спортсменов
Fig. 2. Factors determining successful neurobiofeedback in male athletes

($F = 46,104$ при $P < 0,001$), выступает успешность альфа/тета-соотношения (выраженное в процентах количество сеансов, в течение которых соотношение абсолютной мощности альфа/тета-ритмов на 15 % превышает исходную величину), обеспечивающая 19 % дисперсии успешности тренинга ($\eta^2 = 0,190$).

У девушек успешность тренинга в группах ациклических видов спорта (стандартно-переменных и нестандартно-переменных) практически не зависела от их квалификации, в то время как у представительниц циклических видов спорта успешность тренинга находилась в прямой зависимости от квалифика-

ции спортсменок (см. рис. 1). У юношей успешность тренинга была более разнородной (см. рис. 2).

Низкоквалифицированные спортсмены и кандидаты в мастера спорта ациклических видов спорта продемонстрировали практически одинаковую успешность тренинга (хотя у спортсменов стандартно-переменных видов спорта тенденция увеличения успешности тренинга с ростом спортивной квалификации была несколько более выраженной). На уровне высшего спортивного мастерства у спортсменов, занимающихся нестандартно-переменными видами спорта, успешность

нейробиоуправления снизилась, а у спортсменов, занимающихся стандартно-переменными видами спорта, незначительно увеличилась.

Кривая оцененных маргинальных средних успешности тренинга у спортсменов циклических видов спорта носила V-образную форму с наименьшим значением, ставшим причиной появления статистически значимых различий в группе кандидатов в мастера спорта по сравнению с представителями других специализаций (при $P < 0,05$). Сравнение двух рисунков (см. рис. 1, 2) показало, что в целом различия по успешности тренинга между юношами и девушками во всех квалификационных подгруппах ациклических видов спорта выражены меньше, чем в подгруппах циклических видов спорта.

Обсуждение

В основе проведенного исследования лежало несколько теоретических предположений.

1. Учитывая то, что тренируемость спортсмена, а следовательно, возможность достижения высокого спортивного мастерства, так же как и успешность нейробиоуправления, зависит от пластичности нервной системы (Скребицкий, Штарк, 2012; Сороко, Трубачев, 2010), предполагалось, что высококвалифицированные спортсмены, обладая большей пластичностью нейродинамических процессов, успешнее осваивают навык произвольной регуляции биоэлектрической активности головного мозга в альфа-диапазоне.

2. Отмеченное многими исследователями уменьшение выраженности признаков полового диморфизма у спортсменок при сравнении со спортсменами (Соболева с соавт., 2013; Иорданская, 1999), отражаясь на функциональной активности мозга, не вызовет значительных различий по показателю успешности тренинга.

3. Наличие особенностей ЭЭГ, характерных для представителей разных спортивных специализаций (Черный с соавт., 2016) и их связь с уровнем пластичности ЦНС (Ermutlu et al., 2015), позволило сделать предположение об ожидании более высокого уровня успешности нейробиоуправления у спортсменов ациклических видов спорта.

Вместе с тем проведенное исследование лишь отчасти подтвердило высказанные предположения. Не обнаружены гендерные различия в успешности тренинга у спортсменов ациклических видов спорта. Однако не выяв-

лена взаимосвязь успешности нейробиоуправления с ростом спортивной квалификации у девушек, занимающихся циклическими видами спорта, и у юношей, занимающихся стандартно-переменными видами спорта (связь менее плотная). Отмеченные закономерности свидетельствуют о различиях в психофизиологических механизмах обеспечения успешности нейробиоуправления у спортсменов, отличающихся спортивной квалификацией, специализацией и полом.

Зависимость успешности тренинга от совокупности всех трех факторов, по всей вероятности, связана с тем, что биоэлектрическая активность головного мозга в альфа-диапазоне обладает значительной межиндивидуальной вариабельностью (Болдырева с соавт., 2009) и выделяемые особенности ЭЭГ по отдельному, пусть даже весьма значимому в профессиональном плане, фактору могут проявить свое влияние на успешность нейробиоуправления только в комплексе.

Заключение

Успешность нейробиоуправления у спортсменов определяется сочетанием трех факторов (пол, спортивная специализация и квалификация), ни один из которых изолированно не обеспечивает статистически значимых различий.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Болдырева, Г.Н. ФМРТ-ЭЭГ-исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки / Г.Н. Болдырева, Л.А. Жаворонкова, Е.В. Шарова и др. // *Физиология человека*. – 2009. – Т. 35, № 3. – С. 20–30.
2. Еремеева, О.В. Электроэнцефалографическая функциональная проба произвольного усиления мощности ритма мозга в альфа-диапазоне и ее результаты у спортсменов, прошедших курс нейробиоуправления / О.В. Еремеева // *Вестник ЮГУ*. – 2008. – № 3 (10). – С. 39–47.
3. Завьялов, В.Ю. Динамика психофизиологических аспектов аддиктивного поведения в процессе использования альфа-стимулирующего тренинга / В.Ю. Завьялов,

А.Б. Скок, М.Б. Штарк и др. // Бюллетень Сибирского отделения РАМН. – 1999. – № 1(91). – С. 39–47.

4. Иорданская, Ф.А. Морфофункциональные возможности женщин в процессе долговременной адаптации к нагрузкам современного спорта / Ф.А. Иорданская // Теория и практика физической культуры. – 1999. – Т. 6. – С. 43–50.

5. Моховикова, И.А. Критерии оценки успешности биоуправления потенциалами мозга / И.А. Моховикова, И.А. Святогор // Биоуправление в медицине и спорте: материалы VII Всероссийской научной конференции. – М., 2005. – С. 27–31.

6. Святогор, И.А. Оценка эффективности и успешности метода биологической обратной связи в управлении потенциалами мозга / И.А. Святогор, И.А. Моховикова, С.С. Бекшаев и др. // Биологическая обратная связь. – 2000. – № 1. – С. 8–11.

7. Святогор, И.А. Характер перестройки статистической структуры взаимодействия волновых компонентов электроэнцефалограммы в процессе биоуправления / И.А. Святогор, И.А. Моховикова // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 53–58.

8. Скребицкий, В.Г. Фундаментальные основы пластичности нервной системы / В.Г. Скребицкий, М.Б. Штарк // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2012. – Т. 67, № 9. – С. 39–44.

9. Соболева, Т.С. Пол, гендер, маскулинность и женский спорт / Т.С. Соболева, Т.Д. Азарных, Д.В. Соболев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 10 (104). – С. 158–162.

10. Сороко, С.И. Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления / С.И. Сороко, В.В. Трубачев. – СПб.: Политехника-сервис, 2010. – 607 с.

11. Стрижкова, Т.Ю. Влияние нейробиоуправления на биоэлектрическую активность головного мозга у гимнасток / Т.Ю. Стрижкова, Л.П. Черепкина, О.Ю. Стрижкова // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 2. – С. 227–233.

12. Трёмбач, А.Б. Нейрофизиологические механизмы, определяющие точность и устойчивость целенаправленных движений на примере стрельбы из лука / А.Б. Трёмбач, О.И. Шестаков, Т.В. Пономарева и др. // Фи-

зическая культура, спорт – наука и практика. – 2018. – № 4. – С. 82–87.

13. Тристан, В.Г. Нейробиоуправление в спорте / В.Г. Тристан, О.В. Погадаева. – Омск: Изд-во СибГАФК, 2001. – 136 с.

14. Черный, С.В. Особенности электроэнцефалограммы спортсменов ациклических видов спорта / С.В. Черный, Н.П. Мишин, Е.И. Нагаева // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Серия. Биология. Химия. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 45–54.

15. Cherapkina, L. Bioelectric activity of the brain and the predictive importance of effects of neurobiofeedback course at athletes / L. Cherapkina // Journal of Human Sport and Exercise. – 2018. – Vol. 13, (Proc. 2). – P. 370–384.

16. Dupee, M. Perceived outcomes of a biofeedback and neurofeedback training intervention for optimal performance: Learning to enhance self-awareness and self-regulation with Olympic athletes / M. Dupee, T. Forneris, P. Werthner // The Sport Psychologist. – 2016. – Vol. 30, № 4. – P. 339–349.

17. Ermutlu, N. Brain electrical activities of dancers and fast ball sports athletes are different / N. Ermutlu, İ. Yücesir, G. Eskikurt et al. // Cognitive neurodynamics. – 2015. – Vol. 9, № 2. – P. 257–263.

18. Liu, Y. Neuro Feedback training for enhancement of the focused attention related to athletic performance in elite rifle shooters / Y. Liu, S.C.H. Subramaniam, O. Sourina et al. // Transactions on Computational Science XXXII. – Springer, Berlin, Heidelberg. – 2018. – P. 106–119.

19. Mikicin, M. Brain-training for physical performance: a study of EEG-neurofeedback and alpha relaxation training in athletes / M. Mikicin, G. Orzechowski, K. Jurewicz et al. // Acta Neurobiol Exp. – 2015. – Vol. 75. – P. 434–445.

20. Rijken, N.H. Increasing performance of professional soccer players and elite track and field athletes with peak performance training and biofeedback: a pilot study / N.H. Rijken, R. Soer, E. de Maar et al. // Applied psychophysiology and biofeedback. – 2016. – Vol. 41, № 4. – P. 421–430.

21. Strizhkova, O. The neurofeedback course using of high skilled gymnasts at competitive period / O. Strizhkova, L. Cherapkina, T. Strizhkova // Journal of Human Sport and Exercise. – 2014. – Vol. 9, № 1. – P. 561–569.

22. Zadkhosh, S.M. *Neurofeedback versus mindfulness on young football players' anxiety and performance* / S.M. Zadkhosh,

H.G. Zandi, R. Hemayatlab // *Turkish Journal of Kinesiology*. – 2018. – Vol. 4. – № 4. – P. 132–141.

Черепкина Лариса Петровна, доцент, кандидат биологических наук, доцент, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта (Омск), kochelab@mail.ru, ORCID 0000-0002-4185-4825

Поступила в редакцию 9 апреля 2019 г.

DOI: 10.14529/jpps190207

FACTORS DETERMINING SUCCESSFUL NEUROBIOFEEDBACK IN ATHLETES

*L.P. Cherapkina, kochelab@mail.ru, ORCID 0000-0002-4185-4825
Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation*

Alpha-stimulating neurobiofeedback is actively introduced into sports training. Successful training contributes to optimal functioning and sports performance enhancement. However, not all athletes are able to achieve their goals. The main problem is the absence of the data explaining the effect of sports qualification, specialization, and gender on successful neurobiofeedback. **Aim.** The article deals with establishing the correlation between sports qualification, specialization (depending on movement character), gender, and successful neurobiofeedback. **Materials and methods.** 216 athletes (124 males and 92 females) participated in a 15-day neurobiofeedback course with the Boslab-alpha equipment (Russia). The average age of participants is 19 ± 0.1 years. All participants have 5 or more years of sports experience. All athletes provided their written informed consent for participation in the study. The 25–30-minute sessions of neurobiofeedback were conducted once per day. The electrodes were set up in the frontal and parietal area in a bipolar mode according to the 10–20 international system (F1 and P3). The increase in the spectrum power of alpha range by no less than 10 % compared to the previous session was considered as successful neurobiofeedback. We calculated the percentage of successful and unsuccessful training sessions for each participant. Statistical analysis of the data obtained was performed with the help of SPSS 13.0 software. **Results.** The study of successful training in athletes divided into groups in terms of gender, sports qualification, and sports specialization did not reveal any statistically significant differences. By using multifactor dispersion analysis, it was established that successful neurobiofeedback in athletes depended on all the abovementioned factors ($F = 2.780$; $P < 0.05$). **Conclusion.** Successful neurobiofeedback in athletes is determined by the combination of three factors (gender, sports specialization, sports qualification), which do not possess significant effect when studied separately.

Keywords. athletes, gender, sports qualification, specialization, successful neurobiofeedback, alpha stimulating training.

References

1. Boldyreva G.N., Zhavoronkova L.A., Sharova E.V., Buklina S.B., Migalev A.S., Pyashina D.V., Pronin I.N., Kornienko V.N. [fMRI-EEG-research of reactions of a brain of the healthy person to functional loadings]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2009, vol. 35, no. 3, pp. 20–30 (in Russ.).
2. Ereemeeva O.V. [EEG functional test of any strengthening of power of a rhythm of a brain in an alpha range and its results at the athletes who completed a course of neurobiomanagement]. *Vestnik YuGU* [Yugra State University Bulletin]. 2008, no. 3 (10), pp. 39–47 (in Russ.).

3. Zav'yalov V.Yu., Skok A.B., Shtark M.B., Shubina O.S. [Dynamics of psychophysiological aspects of addictive behavior in the course of use of the alpha stimulating training]. *Byulleten' Sibirskoy otdeleniya RAMN* [Bulletin of the Siberian office of the Russian Academy of Medical Science]. 1999, no. 1(91), pp. 39–47 (in Russ.).
4. Iordanskaya F.A. [Morphological and functionality of women in the course of long-term adaptation to loadings of modern sport]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and practice of physical culture]. 1999, vol. 6, pp. 43–50 (in Russ.).
5. Mokhovikova I.A., Svyatogor I.A. [Criteria for evaluation of success of biomanagement of potentials of a brain]. *Bioupravlenie v meditsine i sporte: Materialy VII Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Biomanagement in medicine and sport]. Moscow, 2005, pp. 27–31 (in Russ.).
6. Svyatogor I.A., Mokhovikova I.A., Bekshaev S.S., Frolova T.A. [Assessment of efficiency and success of a method of biological feedback in management of brain potentials]. *Biologicheskaya obratnaya svyaz'* [Biological feedback], 2000, no. 1, pp. 8–11 (in Russ.).
7. Svyatogor I.A., Mokhovikova I.A. [The nature of reorganizations of statistical structure of interaction of wave components of the electroencephalogram in the course of biomanagement]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine], 2010, vol. 9, no. 2, pp. 53–58 (in Russ.).
8. Skrebitskiy V.G., Shtark M.B. [Fundamental bases of plasticity of nervous system]. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Annals of the Russian academy of medical sciences], 2012, vol. 67, no. 9, pp. 39–44 (in Russ.).
9. Soboleva T.S., Azarnykh T.D., Sobolev D.V. [Sex, gender, maskulinnost and female sport]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta], 2013, no. 10 (104), pp. 158–162 (in Russ.).
10. Soroko S.I., Trubachev V.V. *Neyrofiziologicheskie i psikhofiziologicheskie osnovy adaptivnogo bioupravleniya* [Neurophysiological and psychophysiological bases of adaptive biomanagement]. St. Petersburg, Politehnika-servis, 2010. 607 p. (in Russ.).
11. Strizhkova T.Yu., Cherapkina L.P., Strizhkova O.Yu. [Influence of neurobiomanagement on bioelectric activity of a brain at gymnasts]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine], 2013, vol. 12, no. 2, pp. 227–233 (in Russ.).
12. Trembach A.B., Shestakov O.I., Ponomareva T.V., Minikhanova E.R. [The neurophysiological mechanisms determining the accuracy and stability of purposeful movements on the example of archery]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika* [Physical culture, sport – science and practice], 2018, no. 4, pp. 82–87 (in Russ.).
13. Tristan V.G., Pogadaeva O.V. *Neyrobioupravlenie v sporte* [Neurobiofeedback in sport]. Omsk, SibGAFK, 2001. 136 p. (in Russ.).
14. Chernyy S.V., Mishin N.P., Nagaeva E.I. [Features of the electroencephalogram of athletes of acyclic sports]. *Uchenye zapiski Krymskoy ofederal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya* [Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry], 2016, vol. 2, no. 3, pp. 45–54 (in Russ.).
15. Cherapkina L. Bioelectric activity of the brain and the predictive importance of effects of neurobiofeedback course at athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2018, vol. 13, (proc. 2), pp. 370–384.
16. Dupee M., Forneris T., Werthner P. Perceived outcomes of a biofeedback and neurofeedback training intervention for optimal performance: Learning to enhance self-awareness and self-regulation with Olympic athletes. *The Sport Psychologist*, 2016, vol. 30, no. 4, pp. 339–349.
17. Ermutlu N., Yücesir İ., Eskikurt G., Temel T. İşoğlu-Alkaç Ü. Brain electrical activities of dancers and fast ball sports athletes are different. *Cognitive neurodynamics*, 2015, vol. 9, no. 2, pp. 257–263.
18. Liu Y., Subramaniam S.C.H., Sourina O., Shah E., Chua J., Ivanov K. NeuroFeedback training for enhancement of the focused attention related to athletic performance in elite rifle shooters. *Transactions on Computational Science XXXII*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2018, pp. 106–119.
19. Mikicin M., Orzechowski G., Jurewicz K., Paluch K., Kowalczyk M., Wróbel A. Brain-training for physical performance: a study of EEG-neurofeedback and alpha relaxation training in athletes. *Acta Neurobiol Exp.*, 2015, vol. 75, pp. 434–445.

20. Rijken N.H., Soer R., de Maar E., Prins H., Teeuw W.B., Peuscher J., Oosterveld F.G. Increasing performance of professional soccer players and elite track and field athletes with peak performance training and biofeedback: a pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 2016, vol. 41, no. 4, pp. 421–430.

21. Strizhkova O., Cherapkina L., Strizhkova T. The neurofeedback course using of high skilled gymnasts at competitive period. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2014, vol. 9, no. 1, pp. 561–569.

22. Zadkhosh S.M., Zandi H.G., Hemayattalab R. Neurofeedback versus mindfulness on young football players' anxiety and performance. *Turkish Journal of Kinesiology*, 2018, vol. 4, no. 4, pp. 132–141.

Received 9 April 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Черапкина, Л.П. Факторы успешности нейробиоуправления у спортсменов / Л.П. Черапкина // Психология. Психофизиология. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 80–88. DOI: 10.14529/jpps190207

FOR CITATION

Cherapkina L.P. Factors Determining Successful Neurobiofeedback in Athletes. *Psychology. Psychophysiology*. 2019, vol. 12, no. 2, pp. 80–88. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps190207
