DOI: 10.33266/2782-6430-2024-3-50-56

Н.З. Орлова, М.А. Брагин, И.А. Колесникова

КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ СОХРАНЕНИИ БАЛАНСА У ГРЕБЦОВ-СЛАЛОМИСТОВ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Орлова Надежда Зинуровна: orlova.nz@mail.ru

Резюме

Проведено пилотное исследование применения психофизиологических функциональных проб у спортсменов гребного слалома разного уровня спортивного мастерства. Для определения психофизиологических ограничений при сохранении баланса эффективность балансирования проводилась под контролем электромиографии (ЭМГ) фронтальных мышц лба и электроэнцефалографии (ЭЭГ) в лобно-теменном отведении по сагиттальной линии (Fz-Pz). Результаты исследования показали зависимость распределения функционального мышечного тонуса и тонуса мимических мышц от квалификационного разряда спортсмена. Применение функциональных проб в психофизиологическом обследовании с учётом видоспецифичности спорта позволяет определить актуальные зоны для психофизиологического роста спортсмена.

Ключевые слова: *эпсихофизиологическая функциональная проба, эффективность, баланс, психоэмоциональный конфликт*

Для цитирования: Орлова Н.З., Брагин М.А., Колесникова И.А. Клинические наблюдения психофизиологических ограничений при сохранении баланса у гребцов-слаломистове // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2024. №3. С. 50–56. DOI: 10.33266/2782-6430-2024-3-50-56

DOI: 10.33266/2782-6430-2024-3-50-56

N.Z. Orlova, M.A. Bragin, I.A. Kolesnikova

Clinical Examples of Psychophysiological Limitations in Maintaining Balance in Slalom Rowers

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: **Orlova** Nadejda Zinarovna: orlova.nz@mail.ru

Abstract

A pilot study of the use of psychophysiological functional tests in rowing slalom athletes of different levels of sports skill was conducted. To determine psychophysiological limitations while maintaining balance, the effectiveness of balancing was carried out under the control of electromyography (EMG) of the frontal muscles of the forehead and electroencephalography (EEG) in the frontoparietal lead along the sagittal line (Fz-Pz). The results of the study showed the dependence of the distribution of functional muscle tone and the tone of facial muscles on the qualification category of the athlete. The use of functional tests in a psychophysiological examination, taking into account the type-specific nature of the sport, allows us to determine the relevant zones for the psychophysiological growth of an athlete.

Keywords: *psychophysiological functional test, effectiveness, balance, psycho-emotional conflict*

For citation: Orlova NZ, Bragin MA, Kolesnikova IA. Clinical Examples of Psychophysiological Limitations in Maintaining Balance in Slalom Rowers. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2024.3:50-56. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2024-3-50-56

Введение

Процесс поддержания положения центра тяжести тела вертикально над основанием опоры основан на быстрой и непрерывной обратной связи от зрительных, вестибулярных и соматосенсорных структур [7]. Выполнение плавных и скоординированных нервно-мышечных действий позволяет удерживать баланс на нестабильной поверхности, сохраняя постуральное равновесие. К видам постурального равновесия относится статическое и динамическое, что соответствует способности регулировать заданное положение тела на неподвижной и подвижной поверхности.

Способность поддерживать статическое и динамическое равновесие является основой управления движениями особенно в спорте. Достижение высокого результата во многих видах спорта связано с высокой способностью к регуляции позы [13]. Гребной слалом требует технических навыков, хорошо развитой саморегуляции диапазона движений для выполнения различных сложных гребков веслом при маневрировании на сложной трассе с бурной водой. Установлена взаимосвязь между балансом и риском спортивных травм [11]. Для оценки нейромышечной активности спортсменов (сила мышц и мышечного утомления, времени мышечной реакции, анализе функции мышечной активности, координации мышц, состава мышечных волокон, скорости сокращения мышц и мышечной стабильности) используется поверхностная электромиографическая

диагностика [2; 8]. По данным ЭМГ для поддержания баланса на нестабильной поверхности функциональный мышечный тонус распределяется относительно целевых групп мышц, а именно мышц голеностопного сустава, камбаловидной и передней большеберцовой мышц, мышц пресса [1; 11]. Таким образом, избыточный мышечный тонус других группы мышц может свидетельствовать о нецелевом использовании, что повышает психофизиологическую цену сохранения баланса.

Анализ изменчивости биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ) используется при оценки эмоционального состояния при тревожно-депрессивных расстройствах. Задача постурального контроля требует активации мозговой деятельности, активность которой регистрируется в лобно-теменной области [12]. По результатам соотношения спектральных индексов тета/бета в лобно-теменной проекции по сагиттальной линии (отведение Fz-Pz) рассчитывается индекс вовлечённости TBR и является биомаркером, характеризующим степень концентрации внимания [10].

В системе мер обеспечения общественной и личностной безопасности массовых мероприятий используется система анализа мимических реакций субъекта. Изменение тонуса мимических мышц позволяет оценить степень напряжённости субъекта и другие негативные психоэмоциональные реакции [4].

Оценка фонового психоэмоционального состояния проводилась с использованием метода биоэлектрография по авторским аналитическим критериям С.М. Разинкина, А.А. Киш [3].

Таким образом, для совершенствования динамического равновесия спортсменов существует множество тренировок [9], однако факторы, снижающие постуральную эффективность у спортсменов, изучены недостаточно. На наш взгляд, именно они являются зоной персонального психофизиологического роста высококвалифицированных спортсменов.

Материалы и методы

В пилотном инициативном исследовании на базе лаборатории медико-биологического сопровождения деятельности лиц экстремальных профессий Центра специальных исследований ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России на добровольной основе приняли участие 3 спортсмена высокого класса федерации гребного слалома Россиив том числе: 2 мастера международного класса (МСМК) и 1 мастер спорта (МС).

Для исследования использованы аппаратно-программные комплексы: АПК «Диамед-МБС», КАП «осм-Глобус», психофизиологическое телеметрическое устройство «Реакор-Т» и баланс-платформа.

Таблица 1

Дизайн психофизиологического исследования
Дизайн психофизиологического исследования

Этап	Описание	Статус этапа	Примечание
Сидя_ОГ	Удерживания баланса без внешней стимуляции	Фоновый	Глаза открыты
Сидя_ Мишень	Удерживание баланса по заданному эталону	Управляемый	Глаза открыты
Сидя_ЗГ	Удерживание баланса без зрительного контроля	Фоновый	Глаза закрыты
Сидя_ЗГ_Звуки	Удерживание баланса в условиях звуковых помех	Фоновый	Глаза открыты

Спортсменам обозначены цели и задачи исследования, дана инструкция удерживать баланс на всех этапах тестирования. Для оценки эффективности баланса использовался авторский показатель [6]. Одновременно регистрировалась поверхностная электромиография в проекции фронтальных мышц лба [5] и активация мозговой деятельности в проекции лобно-теменного ЭЭГ-отведения по сагиттальной линии (Fz-Pz).

В целях создания видоспецифичности обследования относительно вида профессиональной деятельности спортсменов, тестирование проводилось в положении сидя. На баланс-платформу закреплялась специальная площадка дляполной имитации сидячего положения спортсмена в лодке.

Дизайн психофизиологического обследования (табл. 1) состоял из четырёх основных этапов: нейтральный (фоновые значения), с обратной связью (управляемый этап), с закрытыми глазами (фоновые значения), звуковое воздействие (фоновые значения). Продолжительность этапа 180 секунд. Между этапами функциональных проб осуществлялся отдых продолжительностью 60 секунд.

На данном этапе исследования статистическая обработка не проводилась по причине малой выборки, расчёты представлены в графическом варианте. Обработка данных осуществлялась по средним значениям показателей динамики ЭМГ-активности мышц, ЭЭГ-индекса вовлечённости и показателя эффективности сохранения баланса на неустойчивой платформе на различных этапах функциональных проб.

Таблица 2

Фоновые значения гемодинамических показателей у спортсменов, n=3
Psychophysiological study design

Спортсмен	Возраст	АД систолическое, мм рт.ст.	АД диастолическое, мм рт.ст.	Ударный объём, мл	Общее периферическое сопротивление, дин-см$^{-5}$/с
Спортсмен_1	18	113	68	73	1483
Спортсмен_2	38	111	66	92	1300
Спортсмен_3	33	121	74	114	1193

Результаты исследования и их обсуждение

Перед проведением функционального тестирования проводилась оценка актуального психоэмоционального состояния спортсмена (рис. 1 - 3) и показателей гемодинамики (табл. 2).

По результатам анализа актуального психоэмоционального состояния у Спортсмена_1 преобладает чувство тревоги, повышенный контроль эмоционального состояния, пораженческий настрой. Подобный статус свидетельствует о признаках психоэмоционального (внутреннего) конфликта. Полученные данные подтверждает и сам спортсмен.

По результатам анализа актуального психоэмоционального состояния у Спортсмена_2 преобладает

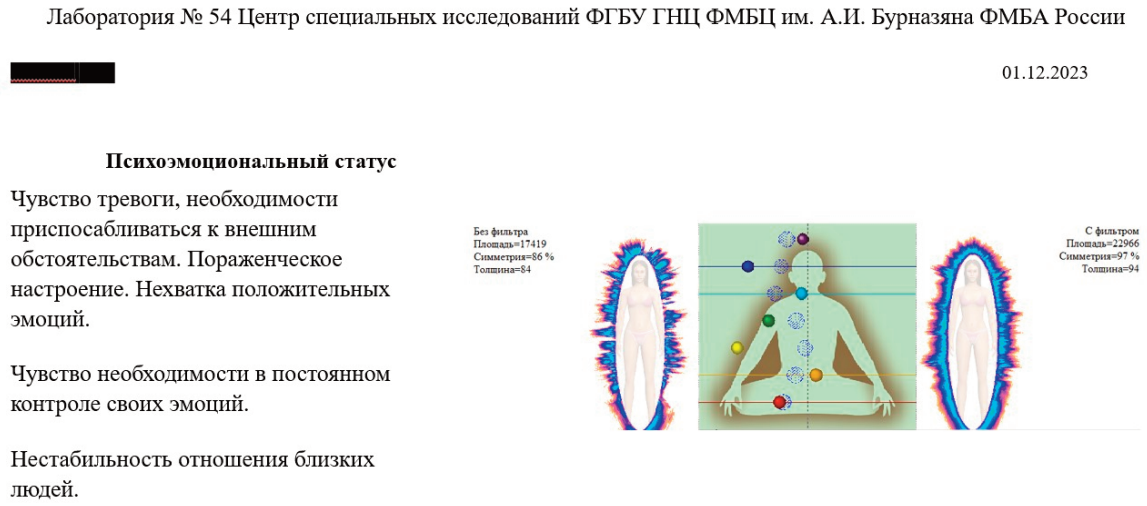

Рис. 1. Показатели актуального психоэмоционального состояния Спортсмена_1 (мастер спорта)
Fig. 1. Current psychoemotional state parameters of Sportsman_1 (master of sport)

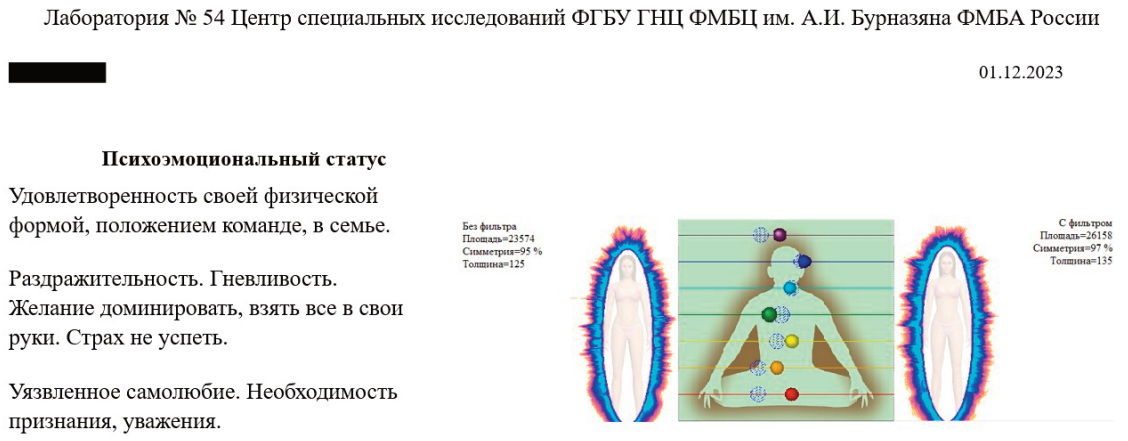

Рис. 2. Показатели актуального психоэмоционального состояния Спортсмена_2 (мастер международного класса)
*Fig. 2.*Current psychoemotional state parameters of Sportsman_2 (World-class athlete)

Рис. 3. Показатели актуального психоэмоционального состояния Спортсмена_3 (мастер международного класса)
Fig. 3. Current psychoemotional state parameters of Sportsman_3 (World-class athlete)

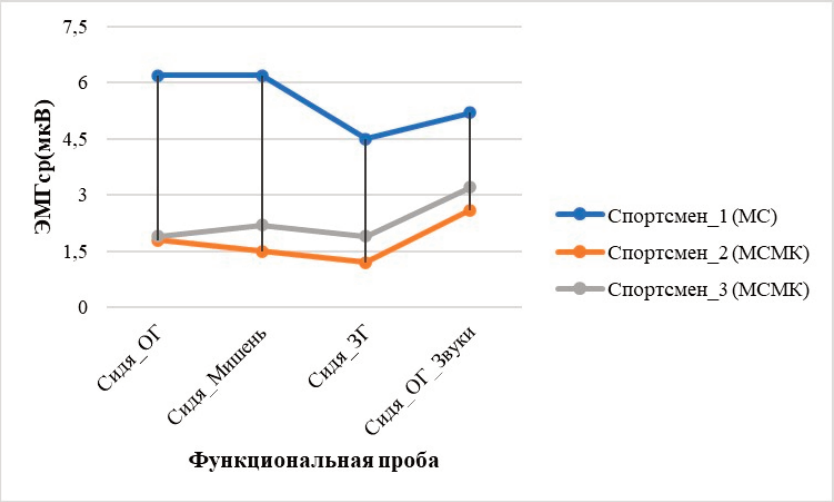

Рис. 4. Динамика показателя тонуса мимических мышц на этапах функциональных проб у спортсменов
Fig. 4. Facial muscle tonus trend on stages of sportsmen functional tests

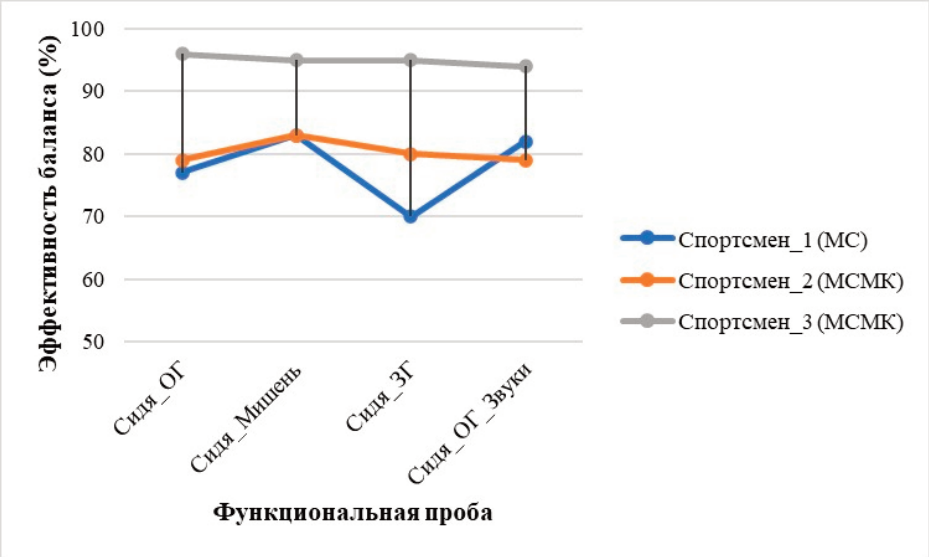

Рис. 5. Динамика показателя эффективности баланса на этапах функциональных проб у спортсменов
Fig. 5. Balance effectiveness trend on stages of sportsmen functional tests

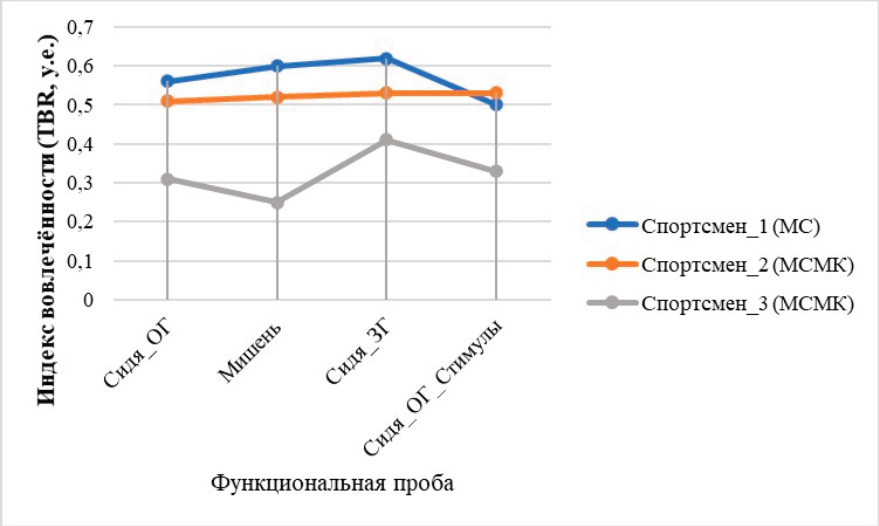

Рис. 6. Динамика индекса вовлечённости на этапах функциональных проб у спортсменов
Fig. 6. Engagement index trend on stages of sportsmen functional tests

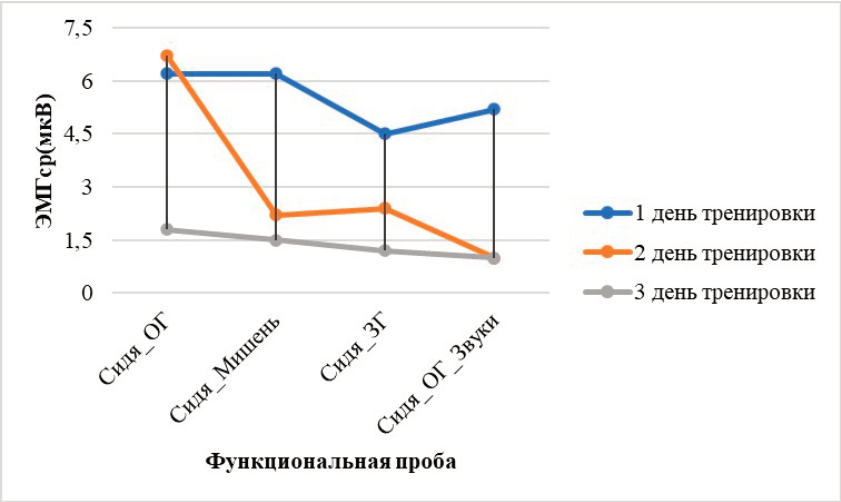

Рис. 7. Динамика показателя тонуса мимических мышц на этапах функциональных проб в течении 3-х тренировочных сессий у мастера спорта
Fig. 7. Master's of sport facial muscle tonus trend on stages of functional tests during 3 training sessions

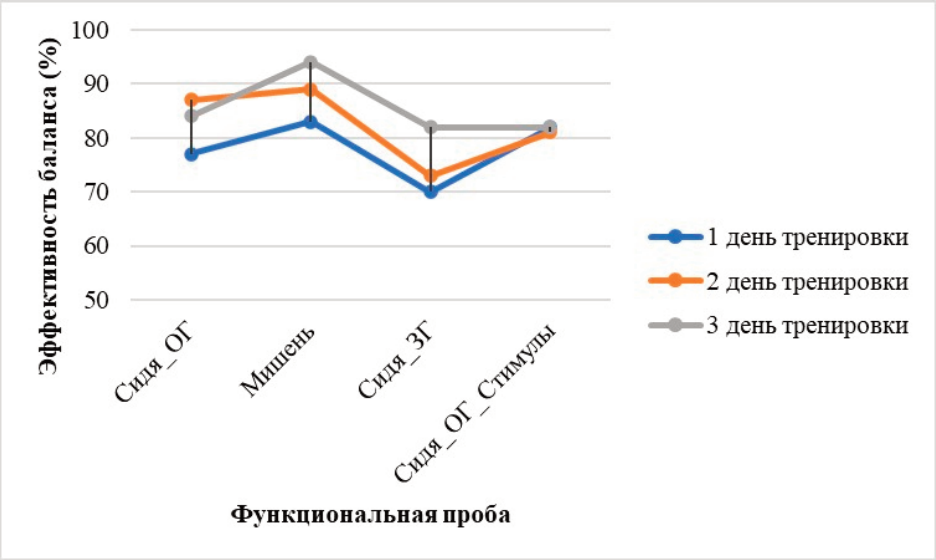

Рис. 8. Динамика показателя эффективности баланса на этапах функциональных проб в течении 3-х тренировочных сессий у мастера спорта
Fig. 8. Master's of sport balance effectiveness trend on stages of functional tests during 3 training sessions

удовлетворённость своей физической формой, раздражительность, желание доминировать. Полученные данные подтверждает и сам спортсмен.

По результатам анализа актуального психоэмоционального состояния у Спортсмена_3 преобладает одержимость идеей, волевая решительность и настойчивость, повышенный контроль своих эмоций и мыслей. Полученные данные подтверждает и сам спортсмен. В табл. 2 представлены результаты оценки гемодинамических показателей спорстменов по данным объемной компрессионной осциллометрии, полученные до проведения тестирования

По результатам данных гемодинамики показатели артериального давления не выходят за пределы нормативных значений для данной профессиональной группы. Отмечается высокий показатель ударного объёма у Спортсмена_3, что согласуется с нормативными характеристиками сердечной деятельности у высококвалифицированных спортсменов. На рис. 4 – 6 показана динамика изменений оцениваемых показателей спортсменов на различных этапах выполнения функциональной пробы.

Повышенный тонус мимических мышц отмечается у Спортсмена_1 (МС). В то время, как у спортсменов с высоким уровнем мастерства (МСМК) показатель электрической активности мышц не превышает нормативных значений, и прирост отмечается только на этапе звукового воздействия.

Максимально эффективное сохранение баланса на неустойчивой поверхности вне зависимости от функциональной пробы отмечается у Спортсмена_3. У Спортсмена_1 на этапе удерживания баланса без зрительного контроля отмечается резкое снижение устойчивости.

При сохранении динамического равновесия уровень концентрации внимания высококвалифицированных спортсменов по показателю индекса вовлечённости (рисунок 6) не имеет значительных изменений, что говорит о высоком психомоторном автоматизме совершаемых движений.

По результатам проведённого обследования каждому спортсмену даны индивидуальные рекомендации в актуальных зонах для психофизиологического роста. Спортсмену_1 дополнительно проведено три тренировочных сессии (рис. 7, 8) для выработки навыков саморегуляции избыточного мышечного тонуса в области лицевых мышц при эффективном балансировании на неустойчивой поверхности и подобраны персонализированные корригирующие методы сохранения психоэмоциональной стабильности.

По результатам персональных тренировочных сессий отмечается постепенное снижение избыточного мимического мышечного тонуса (рис. 7) и увеличение эффективности удержания баланса при предъявлении функциональных проб (рис. 8).

Заключение и выводы

Повышение тонуса мимических мышц спортсменов снижает эффективность балансирования на неустойчивой поверхности и является маркером актуального психоэмоциональнного напряжения, что подтверждается и дополнительными методами регистрации фонового психоэмоционального состояния. При сохранении динамического равновесия уровень концентрации внимания высококвалифицированных спортсменов не имеет значительных изменений, что говорит о высоком психомоторном автоматизме совершаемых движений. Использование протоколов психофизиологической диагностики с применением функциональных проб, учитывающих видоспецифичность спорта, позволяет определить актуальную зону для психофизиологического роста спортсмена. Для сохранения профессиональной надёжности высококвалифицированных спортсменов необходимо учитывать индивидуальные психофизиологические особенности при подборе персонально эффективных корригирующих методик оптимизации психоэмоционального состояния.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование. М.: Маска, 2010. 176 с.
2. Paillard T. Relationship between Sport Expertise and Postural Skills // Frontiers in Psychology. 2019. No.10. P.1428. DOI: http://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01428
3. Hrysomallis C. Relationship between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk // Sports Med. 2007. V.37. No.6. P.547-56. DOI: 10.2165/00007256-200737060-00007.
4. Казенников О.В., Шлыков В.Ю., Левик Ю.С. Реакция на возмущение вертикальной позы у человека при различных условиях стояния и наличии контакта с дополнительной опорой: Сборник научных трудов. М.: Физиология человека, 2009. С. 47-53.
5. Федотова Е.В., Зудилина Д.С., Останний К.Д. Электромиография: перспективные направления и методологические основы использования в практике спортивной подготовки // Сборник трудов конференции. М.: Федеральный центр подготовки спортивного резерва, 2022. С.114-120.
6. Иваненко Ю.П. Структурно-функциональная и информационная организация моторного выхода системы управления позой и ходьбой человека: Дис. ... докт. биол. наук: М., 2016. 188 с.
7. Maksimenko V., Kurkin S.A., Badarin A. EEG Activity During Balance Platform Test in Humans // Cybernetics and Physics. 2019. No.3. P.132-136.
8. Aguerre N.V., Gómez-Ariza C.J., Ibáñez-Molina A.J., Bajo M.T. Electrophysiological Prints of Grit // Front. Psychol. 2021. No.12. P.730172. doi: 10.3389/fpsyg.2021.730172
9. Подосинов В.Н. Поведенческая тревожность как маркер противоправного замысла (на примере зрителей оперного театра) // Военно-правовые и гуманитарные науки Сибири: научный журнал. 2020. Т.1. №3. 126 с.
10. Киш А.А., Разинкин С.М. Объективная психодиагностика. Аппаратно-программный комплекс «Диамед-МБС». М.: Научная книга, 2019. 227 с.
11. Шевякова Н. И., Комлев С.М., Катковский И.В., Хан А.В. Анализ координационных способностей при восстановлении спортсменов после артроскопии коленного сустава на основе проведенных реабилитационных мероприятий // Сборник материалов тезисов XIV международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений "Спортмед-2019". М.: Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, 2019. С. 170-171.
12. Программно-методическое обеспечение: функциональное биоуправление с биологической обратной связью «Реакор» А_2577-51_РП.
13. Программно-методическое обеспечение функциональное биоуправление с биологической обратной связью «Реакор» А_2477-30_МС.

REFERENCES

1. Skvortsov D.V. Stabilometricheskoye Issledovaniye = Stabilometric Study. Moscow, Maska Publ., 2010. 176 p. (In Russ.).
2. Paillard T. Relationship between Sport Expertise and Postural Skills. Frontiers in Psychology. 2019;10:1428. DOI: http://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01428
3. Hrysomallis C. Relationship between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk. Sports Med. 2007;37;6:547-56. DOI: 10.2165/00007256-200737060-00007.
4. Kazennikov O.V., Shlykov V.Yu., Levik Yu.S. Reaction to Disturbance of Vertical Posture in Humans under Different Standing Conditions and in the Presence of Contact with Additional Support. Collection of Scientific Papers. Moscow, Fiziologiya Cheloveka Publ., 2009. P.47-53 (In Russ.).
5. Fedotova Ye.V., Zudilina D.S., Ostanniy K.D. Elektromiografiya: Perspektivnyye Napravleniya i Metodologicheskiye Osnovy Ispol'zovaniya v Praktike Sportivnoy Podgotovki = Electromyography: Promising Directions and Methodological Bases of Use in the Practice of Sports Training. Materials of Scientific Conference. Moscow Publ., 2022. P.114-120 (In Russ.).
6. Ivanenko Yu.P. Strukturno-Funktsional'naya i Informatsionnaya Organizatsiya Motornogo Vykhoda Sistemy Upravleniya Pozoy i Khod'boy Cheloveka = Structural-Functional and Informational Organization of the Motor Output of the Human Posture and Gait Control System. Doctor's Thesis (Biol.). Moscow Publ., 2016. 188 p. (In Russ.).
7. Maksimenko V., Kurkin S.A., Badarin A. EEG Activity During Balance Platform Test in Humans. Cybernetics and Physics. 2019;3:132-136.
8. Aguerre N.V., Gómez-Ariza C.J., Ibáñez-Molina A.J., Bajo M.T. Electrophysiological Prints of Grit. Front. Psychol. 2021;12:730172. doi: 10.3389/fpsyg.2021.730172
9. Podosinov V.N. Behavioral Anxiety as a Marker of Illegal Intent (Using Opera Theater Spectators as an Example). Voyenno-Pravovyye i Gumanitarnyye Nauki Sibiri: Nauchnyy Zhurnal = Military-Legal and Humanitarian Sciences of Siberia. Scientific Journal. 2020;1;3:126 (In Russ.).
10. Kish A.A., Razinkin S.M. Ob'Yektivnaya Psikhodiagnostika. Apparatno-Programmnyy Kompleks «Diamed-Mbs» = Objective Psychodiagnostics. Hardware and Software Complex "Diamed-MBS". Moscow, Nauchnaya Kniga Publ., 2019. 227 p. (In Russ.).
11. Shevyakova N.I., Komlev S.M., Katkovskiy I.V., Khan A.V. Analysis of Coordination Abilities During the Recovery of Athletes after Knee Arthroscopy Based on the Rehabilitation Measures Carried out. "Sportmed-2019". Collection of Abstracts of the XIV International Scientific Conference. Moscow Publ., 2019. P.170-171 (In Russ.).
12. Software and Methodological Support: Functional Biocontrol with Biological Feedback "Reakor" A_2577-51_Rp.
13. Software and Methodological Support for Functional Biocontrol with Biological Feedback "Reakor" A_2477-30_Ms.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 13.06.2024. Принята к публикации: 11.07.2024.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 13.06.2024. Accepted for publication: 11.07.2024