**3. Совершенствование и практическое использование инновационных методик обучения в системе спортивной подготовки**

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОГРАММЫ БИОУПРАВЛЕНИЯ, НАПРАВЛЕННОЙ НА СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ**

Горбачев Д. В., Жидких Т. М., Минеев В. С.,

Санкт-Петербургский государственный университет,

г. Санкт-Петербург

**Аннотация:** Результативность в спорте зависит на прямую от такого комплексного показателя как здоровье. С ростом мастерства спортсменов увеличивается нагрузка на организм, что может привести к срыву адаптационных возможностей и как следствие отрицательно отразится на наиболее важные физиологические показатели. Излишнее применение фармакологических средств восстановления приводит к нежелательным последствиям и отрицательно сказывается на здоровье спортсменов. Предложенная программа на основе биоуправление позволит контролировать наиболее важные физиологические параметры, что в свою очередь сохранит здоровье спортсменов и повысит их результативность.

**Ключевые слова:** биоуправление, здоровье, межмышечная координация, мышечные группы, нейронная сеть, программа, функциональная асимметрия, электромиография, спортсмены.

**SCIENTIFIC-METHODOLOGICAL ASPECTS OF BIOFEEDBACK PROGRAMS AIMED AT MAINTAINING THE HEALTH OF ELITE ATHLETES**

Gorbachev D. V., Zhidkikh T. M. Mineev, V. S

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

**Abstract:** Performance in sports depends directly on such a complex indicator as health. With the growth of skill of athletes increases the load on the body, which can lead to a breakdown of adaptive capabilities and as a consequence will have a negative impact on the most important physiological indicators. Excessive use of pharmacological means of recovery leads to undesirable consequences and adversely affects the health of athletes. The proposed program on the basis of biofeedback will allow to control the most important physiological parameters, which in turn will preserve the health of athletes and increase their effectiveness.

**Key words:** biofeedback, health, intermuscular coordination, muscle groups, neural network, program, functional asymmetry, electromyography, athletes.

**Введение.** Современный спорт предъявляет огромные требования к возможностям человека, в связи с этим возникает необходимость изучения факторов влияющих на структуру здоровья, особенно у спортсменов высоких квалификаций, так как достижение спортивных результатов сопряжено с большими нагрузками, которые приводят к срыву адаптационных возможностей организма. [2, 7].

Включение фармакологических средств в систему подготовки спортсменов, способствует более интенсивному восстановлению, повышению возможностей организма и росту спортивного результата, но имеет ряд отрицательных последствий на функциональное состояние. К одному из основных факторов, детерминирующим предпатологические и патологические состояния спортсменов, относят чрезмерное употребление фармакологических средств восстановления.

Одним из нефармакологических методов не имеющих побочных результатов диагностики и коррекции функциональных состояний спортсменов, является биоуправление, базирующееся на принципах биологической обратной связи (БОС), осуществляемой на основе современной компьютерной техники. Специалисты в данной области исследований [1, 4-6, 9-12] выделяют несколько основных групп БОС-процедур:

- по вегетативным показателям (температура, дыхание, кровоток, электрические свойства кожи, частота сердечных сокращений);

- по параметрам электромиограммы (ЭМГ) скелетных мышц (релаксационные и реабилитационные протоколы)

- по параметрам электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

На современном этапе развития теории и практики биоуправления в литературе практически отсутствуют сведения об особенностях влияния на функциональное состояние спортсменов различных БОС-процедур в зависимости от спортивной специализации и о тех психофизиологических особенностях, которые способствуют или препятствуют их успешному и эффективному использованию.

Актуальность исследования обусловлена не разработанностью вопросов теории и практики биоуправления, относительно решения проблемы использования БОС-процедур в многолетней системе подготовки с целью сохранения здоровья спортсменов.

В нашем исследовании было оценена эффективность различных видов БОС-процедур для профилактики дисфункций и повышения результативности спортсменов. На основе полученных данных была разработана программа психофизиологической подготовки высококвалифицированных спортсменов на основе биоуправления, которая направлена на сохранение здоровья и повышение результативности.

**Методы и организация исследования.** Было обследовано 230 человек в возрасте от 17 до 22 лет: борцы греко-римского и вольного стилей (I разряд, кандидаты в мастера – КМС, мастера спорта – МС), легкоатлеты (I разряд) специализирующиеся в беге на средние дистанции и студенты не занимающиеся спортом.

При обработке данных полученных в исследованиях использовался t-критерий Стьюдента, для связанных и несвязанных выборок. Уровень значимости (Р) равнялся 0,05, 0,01 и 0,001.

Обработка данных методом факторного анализа проводилась с помощью пакета статистических программ STATISTICA 6.0. фирмы Stat Soft (США).

*На первом* этапе исследования оценивали особенности функциональной и межполушарной асимметрии, определяли ведущие способы восприятия информации[8], адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы по Баевскому [3], проводилась экспресс-оценка уровня физического здоровья по методу Апанасенко Г.Л. [2].

*На втором этапе* со всеми испытуемыми проводили следующие виды БОС-процедур: по вегетативным показателям (температура, дыхание, кровоток, электрические свойства кожи, частота сердечных сокращений), по параметрам огибающей электромиограммы (ОЭМГ) скелетных мышц (релаксационные протоколы), по параметрам электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Выявлялось способности к биоуправлению в зависимости от функциональных особенностей испытуемых.

*На третьем этапе* с легкоатлетами проводились БОС-процедуры по параметрам дыхательной и сердечно-сосудистой систем (включая 2-канальный тренинг на взаимодействие кардиореспираторного резонанса). Сеансы проводились 2 раза в неделю, 1 раз в день перед тренировками. Всего по 10 сеансов с каждым испытуемым. Для определения особенностей реакции сердечно-сосудистой системы на кардиотренинг фиксировались показатели гемодинамики, определялся адаптационный потенциал.

С борцами проводился БОС-тренинг двуглавой мышц плеча обеих рук по параметрам ОЭМГ. После чего, была внедрена, разработанная нами БОС-процедура по параметрам ОЭМГ. Сеансы проводились 2 раза в неделю, 1 раз в день перед тренировками. Всего по 10 сеансов с каждым испытуемым (по 5 сеансов на каждую руку). Для определения особенностей реакции сердечно-сосудистой системы на БОС-тренинг по параметрам ОЭМГ у борцов так же фиксировались показатели гемодинамики, определялся адаптационный потенциал.

**Результаты исследования и их обсуждения.** В ходе анализа полученных результатов нами было установлено, что на формирование низких уровней здоровья влияют в большей мере физические показатели: масса, рост, вес, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), динамометрия. На формирование оптимальных уровней здоровья (средний и выше среднего) оказывают влияние психофизиологические показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), время восстановления ЧСС. Среди высококвалифицированных спортсменов преобладают испытуемые со средним уровнем здоровья и выше среднего. Это свидетельствует о более качественном составе групп и является подтверждением предположения о том, что достижение высоких спортивных результатов обеспечивается за счет оптимального взаимодействия функциональных систем, а не за счет исчерпания внутренних ресурсов организма, которые приводят к снижению качества здоровья.

В таблице 1 представлены показатели ЧСС, АД и адаптационного потенциала (АП) после проведения БОС-тренинга по параметрам ОЭМГ. Различия достоверны между показателями контрольной и экспериментальной группы в которой проводили БОС-тренинг по параметрам ОЭМГ до нагрузки только по ЧСС в покое (p≤0,01). Анализ частоты сердечных сокращений дает возможность утверждать о наличии более высокого значения ЧСС в покое у борцов контрольной группы, как перед нагрузкой, так и после на 5-й минуте восстановления в сравнении со спортсменами экспериментальной группы, что свидетельствует о положительном влиянии БОС-тренинга по параметрам ОЭМГ на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

После нагрузки (батареи тестов) на 5-й минуте восстановления между борцами контрольной и экспериментальной группы были обнаружены существенные отличия в показателях гемодинамики и производительности сердца. Исследуемые показатели у борцов контрольной группы характеризовались наиболее высокими величинами. По показателям ЧСС, систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) различия достоверны при p≤0,01. По показателю АП различия достоверны при p≤0,05.

Таблица 1

Показатели центральной гемодинамики и адаптационного потенциала в контрольной и экспериментальной группах борцов после БОС-тренинга по параметрам ОЭМГ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ЧСС | | САД | | ДАД | | АП | |
| Группы | К | Э | К | Э | К | Э | К | Э |
| До нагрузки | 63,8 | 54,4 | 113,8 | 112,2 | 76,6 | 75,5 | 1,7 | 1,6 |
| ±2,6 | ±1,7 | ±1,4 | ±1,7 | ±1,2 | ±1,3 | ±0,06 | ±0,03 |
| 3,0\*\* | | 0,7 | | 0,2 | | 0,7 | |
| После  нагрузки  на 5-й минуте восстанов-  ления | 86,4 | 78,3 | 127,7 | 118,3 | 88,0 | 77,2 | 2,3 | 2,0 |
| ±2,8 | ±3,0 | ±1,7 | ±2,3 | ±1,8 | ±2,2 | ±0,08 | ±0,1 |
| 3,6\*\* | | 3,2\*\* | | 3,8\*\* | | 2,2\* | |

Примечание. К – контрольная группа борцов; Э – экспериментальная группа борцов. Статистическая достоверность различия по t-критерию Стьюдента:

\* - при p≤0,05; \*\* - при p≤0,01

Постепенно после сеансов биоуправления во всех группах испытуемых не зависимо от примененных видов БОС-процедур, их конфигураций, спортивной специализации испытуемых, уровня подготовленности фиксировалось снижение значения адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы на 5-й минуте восстановления. Так как показатели гемодинамики свидетельствуют об общем состоянии организма, это предполагает, что центры регуляции при проведении процедур биоуправления располагаются ни только в гипоталамусе, который является координатором и регулятором деятельности и способен к образованию новых форм адекватного реагирования на внутренние и внешние факторы, но и «рассредоточены» по нейронной сети.

Выявлена явная взаимосвязь при проведение тренингов по параметрам ОЭМГ и межполушарной функциональной асимметрией. По способности к эффективному управлению напряжением мышц целесообразно разделение спортсменов на две группы. Первая группа с более выраженным доминированием левого полушария и хорошей способностью к БОС-тренингу по параметрам ОЭМГ, вторая с менее выраженным доминированием левого полушария и пониженной способностью к релаксации.

Между способностью освоения БОС-процедур по управлению кардиореспираторной системой и функциональной асимметрией взаимосвязь не выявлено. Так же нами было установлено, что знакопеременный кардиотренинг в системах с биологической обратной связью может с успехом использоваться для профилактики тревожности и агрессивности независимо от типа доминирующей информации и пола.

Различия между не занимающимися спортом и спортсменами по уровню освоения БОС-процедур не достоверны. Уровень способностей к обучению, обусловлен врожденной индивидуальной пластичностью нейронной сети. Избранный вид спорта активизирует возможные нейронные связи только до уровня определенных (врожденных) задатков.

Проведенный комплекс исследований позволил разработать программу психофизиологической подготовки спортсменов на основе биоуправления, включающую четыре блока (рис.)

1. ***Диагностический блок***
2. ***Базовый блок***
3. ***Специфический блок***
4. ***Углубленный блок***

Рис. Этапы программы биоуправления направленной на сохранение здоровья высококвалифицированных спортсменов

1. *Диагностический блок -* определение актуального психофизиологического состояния – психодиагностика и психофизиологическое стресс-тестирование; диагностический этап должен строится с учетом специализации спортсменов.
2. *Базовый блок* – обучение техникам управления физиологическими функциями и навыкам быстрого восстановления по принципу от простых БОС-процедур к более сложным. Сначала проводятся процедуры по управлению дыханием: освоение навыков психической и физической релаксации, формирование абдоминально-релаксационного типа дыхания (включая 2-канальный тренинг на взаимодействие кардиореспираторного резонанса), потом по частоте сердечных сокращений (ЧСС), далее БОС-процедуры по параметрам ОЭМГ и релаксационные процедуры по температуре.
3. *Специфический блок* – БОС-процедуры подбираются в зависимости от специализации, например:

*-* в видах спорта, где определяющим фактором в результативности является межмышечная и внутримышечная координация, проводятся более углубленные БОС-процедуры по параметрам ОЭМГ (с усложненными сценариями).

*-* в видах спорта, где определяющим фактором в результативности является выносливость, проводятся БОС-процедуры направленные на тренировку кардиореспираторной системы.

1. *Углубленный блок* - на основе нейробиоуправления, составляется БОС-процедура с учетом индивидуальных особенностей. Рекомендуется одновременная регуляция нескольких психофизиологических функций, это позволит прорабатывать «слабые места» и приближать спортсмена к оптимальному уровню функционирования и его готовности к победе.

**Заключение.** Таким образом, информация о психофизиологической готовности, полученная на каждом блоке программы биоуправления может эффективно использоваться при подготовки высококваллифицированных спортсменов, а полученные навыки биоуправления наиболее важных параметров позволит повысить результативность, без ущерба для здоровья спортсменов.

Разработанная программа предусматривает поэтапное освоение регуляции наиболее важных физиологических показателей. Процедуры нейробиоуправления, рекомендуется проводить исключительно на последнем этапе. Предложенная последовательность позволит эффективно выработать навык биоуправления, сформировать «нужные» соединения в нейронной сети.

Особое внимание следует уделять миобиоуправлению и его сочетаний с нейробиоуправлением. Эти виды БОС-процедур оказывают косвенное влияние на показатели формирующие оптимальные уровни здоровья (ЧСС, АД, время восстановления ЧСС).

С развитием биотехнических систем расширяется не только количественный состав БОС-процедур, но и качественный. Приборы становятся более компактными и более чувствительными к изменению регулируемых показателей, поэтому будет возникать вопрос о корректировки и усовершенствование программы. Но какие бы новые конфигурации процедур не были разработаны специалистами в области биотехнических систем, нашими исследованиями установлено, что начинать обучать навыку биоуправления необходимо с наиболее легко контролируемых показателей, постепенно усложняя БОС-процедуры по принципу «от простого к сложному».

**Литература:**

1. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем / П.К. Анохин– М., 1980. – 197с.
2. Апанасенко Г. Л. Здоровье спортсмена: критерии оценки и прогнозирования / Г. Л. Апанасенко, Ю. С. Чистякова // Теория и практика физ. культуры. -№ 1. - 2006. - С. 19-22.
3. Баевский Р. М. Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения при массовых профилактических обследованиях населения: экспресс –информация / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, Н. Р. Палеев – М.: ВНИИ-1,1987. – № 10. – С. 1 – 19.
4. Василевский, Н. Н. Биоуправление с обратной связью / Н.Н. Василевский // Биоуправление: теория и практика. – Новосибирск, 1998. – с. 17-42.
5. Горбачев Д. В. Актуальные вопросы использования БОС-процедур в системе подготовки спортсменов /Д. В. Горбачев// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Физическая культура и спорт в системе образования России: инновации и перспективы развития», 2-3 ноября 2016г. Санкт-Петербург С. 188-193
6. Кайгородцева О. В. Перспективы использования БОС-технологий в реабилитации / О. В. Кайгородцева, И. Г. Таламова // [Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта](http://elibrary.ru/item.asp?id=23550046) Научно-практическая конференция, IV фестиваль по адаптивной физической культуре. 2015. Омск С. 65-69.
7. Коган, О.С. Формирование здоровья высококлассных спортсменов после завершения карьеры в спорте высших достижений / О.С. Коган // Теория и практика физ. культуры. – 2006. − №5. – с.20-21.
8. Кулагин, Б. В. Основы профессиональной психодиагностики / Б. В. Кулагин - Л.: Медицина, 1984. - 216 с.
9. Штарк, М. Б. Заметки о биоуправлении (сегодня и немного о завтра) / М. Б. Штарк // Биоуправление-3: Теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С.4 -14.
10. Gruzelier J. A theory of alpfa/ theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance funcstional connectivity and psychological integration // Cognitive Processing. – 2009. – Vol. 10. – P 101 -109.
11. Schalk G. Brain-computer symbiosis // J Neural. Eng. 2008. Vol. 5. P. 1-15.
12. Wilson V., Gunkelman J. Neurofeedback in sport. //Biofeetback. – 2001. -- Vol. 29. – №1. – Р. 16-18.