

1. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
2. Bouchard, C. Genetic and molecular aspects of sport performance / C. Bouchard, P. Hoffman // The encyclopedia of sports medicine an IOC medical commission publication. – 2011. – Vol. 18. – 404 s.
3. Рогозкин, В.А. Перспективы использования ДНК-технологий в спорте / В.А. Рогозкин, И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова // Теория и практика физической культуры. – 2006. – №7. – С. 45–47.
4. NOS3 genotype-dependent correlation between blood pressure and physical activity / T. Kimura [et al.] // Hypertension. – 2003. – Vol. 61. – P. 149–200.
5. Simultaneous selection of the wild-type genotypes of the G894T and 4B/4A polymorphisms of NOS3 associate with high-altitude adaptation / A. Ahsan [et al.] // Ann. Hum. Genet. – 2005. – Vol. 69. – P. 260–267.
6. Bradykinin receptor gene variant and human physical performance / A.G. Williams [et al.] // J. Appl. Physiol. – 2004. – Vol. 96. – P. 936–942.
7. A Common promoter variant in the cytochrome P450c17a (CYP17) gene is associated with bioavailable testosterone levels and bone size in men / J.M. Zmuda [et al.] // J. of bone and mineral research. – 2001. – Vol. 16. – № 5. – P. 911–917.
8. CYP17A1 gene polymorphisms: prevalence and associations with hormone levels and related factors. a huge review / L. Sharp [et al.] // Am. J. of Epidemiology. – 2004. – Vol. 160. – № 8. – P. 729–740.
9. Abrahams, E. Associations between the CYP17A1, CYP11B1, COMT and SHBG polymorphisms and serum sex hormones in post-menopausal breast cancer survivors / E. Abrahams // Breast cancer res. treat. – 2007. – Vol. 105. – № 1. – P. 45–54.
10. Взаимосвязь структурного полиморфизма гена с биохимическими и биоэнергетическими характеристиками человека / И.Л. Гилеп [и др.] // Вестник Фонда Фундаментальных Исследований. – 2009. – № 4. – С. 118–125.

23.03.2012

УДК 612.821+796.012.412.7

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОВЦОВ НА ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ

**Чарыкова И.А., канд. мед. наук,
Парамонова Н.А., канд. биол. наук, доцент,
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

Аннотация.

В статье представлены результаты анализа динамики показателей психофизиологического состояния пловцов, характеризующих функциональное состояние ЦНС, так как оптимальное функциональное состояние центральных регуляторных механизмов является необходимым условием продуктивной деятельности. С позиций принципа комплексности и системного анализа проведено исследование психомоторных характеристик спортсменов, их психофизиологической реактивности в тренировочной деятельности, а также их структурной взаимосвязи с успешностью спортивной деятельности в соответствии с критериями спортивного мастерства и полового диморфизма.

Проведенные исследования показали, что тестирование сенсомоторного реагирования дает информацию о становлении спортивной формы и позволяет индивидуализировать подготовку на различных этапах. Полученные данные могут служить модельными характеристиками при отборе пловцов в группы спортивного совершенствования и в сборные команды, критерием прогнозирования их способностей и перспективности. Используемые методики и результаты могут быть применены для сравнительной оценки психофизиологических состояний в спортивной деятельности, для диагностики и своевременной коррекции тренировочной деятельности пловцов с целью повышения эффективности и надежности спортивного отбора.

PSYCHO-PHYSIOLOGICAL STATUS INDICES EVOLUTION IN SWIMMERS DURING MULTIANNUAL TRAINING CYCLE

Abstract.

The article presents a survey of psycho-physiological status indices evolution in swimmers that specify the functional status of CNS, in so far as the optimal functional status of central regulatory mechanisms is an essential provision for efficient performance. The study of psychomotor performance in athletes was carried out from the standpoint of the principle of comprehensiveness and systematic analysis, examined was the psycho-physiological reactivity in athletes in training, as well as the structural correlation to success of sports activities in accordance with criteria of sportsmanship and sex-related dimorphism.

The research has proved that testing of the sensomotor response provides the information on sport fitness of an athlete and enables to customize the training at diverse steps. The data obtained can serve as a model background in selection of swimmers to groups of sportsmanship and to national teams; serve as a prediction criterion for assessment of athletes capacities and advance. The employed methods and the results can be used for comparative evaluation of psycho-physiological status sporting activity, for detection and early correction of swimmers training, for improve the efficiency- and reliability of selection in sport.

Введение.

Подготовка высококвалифицированных пловцов в настоящее время представляет собой сложный многолетний и многоэтапный процесс спортивного совершенствования. В этом процессе необходимо учитывать общие закономерности адаптации организма спортсмена к тренировочным и соревновательным нагрузкам и индивидуальные особенности становления спортивного мастерства в зависимости от происходящих изменений структуры и динамики физических и психических качеств. Основой современной спортивной подготовки и повышения спортивной результативности является адекватность «восприятия» тренировочной нагрузки функциональным состоянием организма [3, 4]. Согласно современным представлениям, ключевым звеном в структуре общего функционального состояния организма является состояние центральной нервной системы (ЦНС) [6, 9].

Спортивный навык обеспечивается гармоничным взаимодействием двигательного анализатора с другими анализаторами (зрительным, вестибулярным, кожным, слуховым и др.). В самых общих чертах управление движением по Н.А. Бернштейну можно представить следующим образом. Центральная нервная система (высшие координационные центры) осуществляет смысловую регуляцию работы нервно-мышечного аппарата путем посылки нервных двигательных импульсов. Эти импульсы поступают на периферию тела и вызывают движение или его изменение. Коррекция движения воспринимается внешними и внутренними (мышечно-суставное чувство) рецепторами и передается в центр контроля, который, учитывая правильность хода построения движений, в случае необходимости, корректирует движение дополнительными импульсами. Сердечно-

сосудистая, дыхательная и нейрогуморальная системы обеспечивают реализацию энергетического двигательного потенциала нервно-мышечного аппарата [1].

Состояние этих систем не всегда однонаправлено. Например, достижение высоких показателей общей и специальной работоспособности может сопровождаться нарушениями на разных уровнях нервной и точной регуляции двигательной сферы. При этом управляющая и регулирующая роль ЦНС непостоянна; она претерпевает существенное изменение в процессе любой деятельности, в том числе и в связи с изменением в результате как физического, так и психического утомления. Все это свидетельствует о том, что психофизиологическое состояние является одним из важнейших слагаемых спортивных успехов.

Подходы к разработке способов и средств оценки психофизиологического состояния спортсменов можно найти в работах И.И. Солодовниковой, 1967; С.М. Оя, В.Л. Марищука, 1974; Т.Д. Лоскутовой, 1975; В.Д. Небылицына, 1990; М.П. Мороз, Е.П. Ильина, 2002; В.А. Таймазова, Я.В. Голуба 2004; В.Ф. Сопова, 2007 и др. В русле этих исследований психофизиологические состояния понимаются как системная реакция (от организменного до личностно-психологического уровня), обеспечивающая необходимый уровень ресурсного обеспечения деятельности и компенсации возникающих затруднений [2, 6, 7, 9].

В спортивном плавании уделялось большое внимание вопросам моделирования различных сторон подготовленности квалифицированных пловцов (И.Г. Сафарян, 1975; Л.В. Селина, 1980; В.Н. Платонов, 1980). Были выявлены модельные характеристики, нормативы уровня физического развития и специальной подготовленности пловцов разной специализации и квалификации (Т.С. Тимакова, 1975; Т.М. Абсалямов, 1983; А.Р. Воронцов, 1985; Н.Ж. Булгакова, 1986). Однако до сих пор не разработаны модельные характеристики психофизиологического состояния пловцов.

С ростом квалификации пловцов возрастает объем и интенсивность тренировочных и соревновательных нагрузок, которые в первую очередь оказывают влияние на психофизиологическое состояние, поскольку центральная нервная система наиболее чувствительна к изменениям различных эндо- и экзогенных факторов. Отсутствие научно обоснованной методики учета индивидуальных особенностей состояний пловцов при их подготовке не позволяет устанавливать степень доступности и целесообразности планируемой нагрузки, что снижает эффективность учебно-тренировочного процесса. С целью оптимизации планирования тренировочного процесса необходимо определять уровень показателей функционального состояния ЦНС, которые соответствуют квалификации спортсмена на этапах многолетней подготовки.

Особенностью психофизиологических исследований функционального состояния ЦНС является использование показателей сенсомоторных реакций, которые с достаточной степенью объективности отражают характер и динамику как психических, так и физиологических процессов. Отсутствие эмпирических и теоретически обоснованных работ по изучению показателей психофизиологического состояния пловцов обусловило определение комплекса этих характеристик в качестве актуальной проблемы настоящего исследования.

Цель исследования.

Настоящее исследование было проведено с целью изучения динамики показателей психофизиологического состояния пловцов, характеризующих функциональное состояние ЦНС. Для этого нами проводилось изучение результатов психофизиологического тестирования пловцов на различных этапах многолетней подготовки. С позиций принципа комплексности и системного анализа проведено исследование психомоторных характеристик спортсменов, их психофизиологической реактивности в тренировочной деятельности, а также их структурной взаимосвязи с успешностью спортивной деятельности в соответствии с критериями спортивного мастерства и полового диморфизма.

Организация и методы исследования.

В исследованиях приняли участие пловцы различной квалификации – от 1 взрослого разряда до мастера спорта международного класса в возрасте 17–24 лет, всего 223 человеко-обследования.

Психофизиологическое тестирование проводилось с использованием компьютерного комплекса НС-ПсихоТест, разработанного ООО «Нейрософт» (Россия). Тестирование включало оценку показателей простой и сложной двигательной реакции, показателей РДО, устойчивости и концентрации внимания. Данный набор методик подобран для комплексного контроля функционального состояния центральной нервной системы.

Результаты и обсуждение.

В таблицах 1 и 2 и на рисунках 1–3 представлены результаты психофизиологического обследования пловцов различной квалификации. В таблице 1 представлены особенности показателей сенсомоторного тестирования в зависимости от пола.

Таблица 1 – Психофизиологические показатели пловцов в зависимости от пола

Показатели	ПЗМР				Реакция различия		ВПР	РДО			Внимание	
	ВР, мс	ФУС, усл. ед.	УР, усл. ед.	УФВ, усл. ед.	ВР, мс	ошибки, кол-во		Т, %	О, %	З, %	устойчивость, усл. ед.	концентрация, усл. ед.
Все спортсмены, n=223	227,7±28,5	4,2±1,4	1,9±1,4	3,2±1,2	319,3±56,8	2,6±1,7	91,6±28,4	55,0±18,2	35,1±20,9	9,9±9,7	12,17±2,07	6,90±0,97
Женщины, n=82	234,6±33,1	4,2±1,4	1,9±0,8	3,3±1,2	323,3±60,0	2,5±1,6	88,7±26,9	53,8±17,6	34,6±19,8	11,6±8,6	12,28±2,13	7,01±0,99
Мужчины, n=141	223,6±24,5	4,2±1,4	1,9±1,7	3,2±1,2	316,9±55,0	2,7±1,7	93,3±30,5	55,7±18,6	35,3±21,5	9,0±10,3	12,09±2,03	6,84±0,96

Таблица 2 – Психофизиологические показатели пловцов в зависимости от квалификации

Показатели	ПЗМР				Реакция различия		ВПР	РДО			Внимание	
	ВР, мс	ФУС, усл. ед.	УР, усл. ед.	УФВ, усл. ед.	ВР, мс	ошибки, кол-во		Т, %	О, %	З, %	устойчивость, усл. ед.	концентрация, усл. ед.
Все спортсмены, n=223	227,7±28,5	4,2±1,4	1,9±1,4	3,2±1,2	319,3±56,8	2,6±1,7	91,6±28,4	55,0±18,2	35,1±20,9	9,9±9,7	12,17±2,07	6,90±0,97
1 разряд, n=17	251,2±29,0	3,9±1,9	1,7±0,9	2,9±1,4	355,4±49,4	2,2±1,3	104,1±20,4	46,0±11,4	44,5±12,7	9,4±8,0	13,39±2,21	7,34±1,18
КМС, n=72	236,6±31,3	4,0±1,6	1,7±0,8	3,0±1,3	334,7±61,6	2,5±1,7	98,0±30,0	48,3±18,0	44,9±20,9	6,9±7,2	12,28±1,81	6,76±1,09
МС, n=94	226,6±22,3	4,2±1,4	2,0±2,0	3,3±1,1	313,9±55,5	2,7±1,6	87,3±33,2	57,2±15,8	31,1±20,1	11,6±10,8	11,92±2,25	7,00±0,90
МСМК, n=40	203,4±17,0	4,7±0,8	2,1±0,6	3,7±0,8	287,7±31,6	2,7±2,0	84,3±14,6	65,7±20,0	22,6±15,5	11,7±10,6	11,87±1,78	6,70±0,59

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что нами выявлены значительные гендерные различия только по показателю времени реакции (ВР) при проведении методики тестирования ПЗМР. Определение времени простой сенсомоторной реакции используется в психофизиологических исследованиях как объективный тест, отражающий функциональное состояние ЦНС, а также характеризующий некоторые свойства нервной системы человека. Исследование ВР человека имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Время сенсомоторной реакции включает в себя множество компонентов высшей нервной деятельности человека – от сенсорной обработки сигнала до активации двигательных нейронов [2, 5].

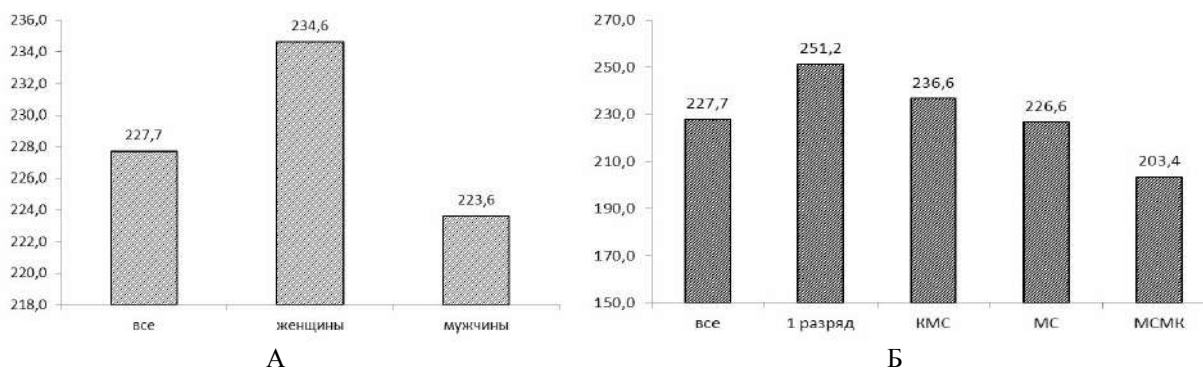


Рисунок 1 – Показатели времени простой зрительно-моторной реакции пловцов в зависимости от пола (А) и квалификации (Б)

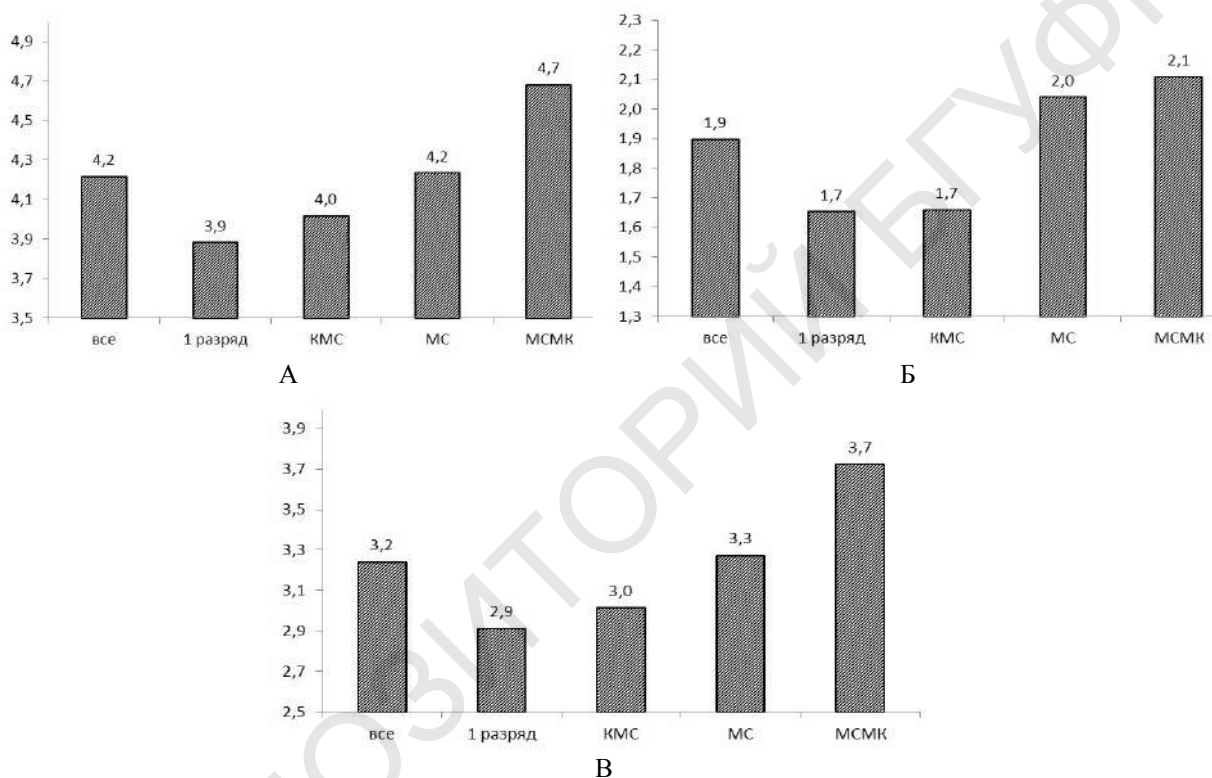


Рисунок 2 – Показатели функционального состояния центральной нервной системы пловцов в зависимости от квалификации (А – ФУС, Б – УР, В – УФВ)

Плавание относится к циклическим видам спорта. Физиологической основой циклических движений по В.С. Фарфелю является ритмический двигательный цепной рефлекс, имеющий безусловно рефлекторное происхождение и поддерживаемый автоматически. В связи с этим, базовой методикой для определения психофизиологического состояния, на наш взгляд, является сенсомоторная реакция.

Анализируя результаты времени реакции, полученные при проведении сенсомоторного тестирования по методике «Простая зрительно-моторная реакция», необходимо отметить, что наиболее высокие результаты (рисунок 1) отмечены у пловцов-мужчин ($223,6 \pm 24,5$ мс). У женщин результат составил $234,6 \pm 33,1$ мс. Возможно, это объясняется количественным различием выборки (женщин – 82 чел., мужчин – 141). При этом стандартное отклонение у женщин (33,1 мс) больше, чем у мужчин (24,5 мс), что свидетельствует о более значительном разбросе показателей. Вместе с тем, общеизвестно, что

гендерные особенности психомоторных показателей генетически детерминированы и отражают индивидуальную адаптацию к конкретному типу двигательной активности [6].

Остальные показатели психофизиологического тестирования не имели значительных различий в зависимости от пола.

Анализируя взаимосвязь показателей психофизиологического состояния с квалификацией, нами выявлена положительная динамика практически всех изучаемых показателей (ВР, ФУС, УР, УФВ, ПЗМР, СЗМР, кол-во точных реакций РДО, устойчивость внимания) с ростом квалификации. Как видно из данных таблицы 2 и рисунка 1, наихудшие показатели скорости ПЗМР (высокие показатели ВР) отмечаются у пловцов 1 взрослого разряда, затем с ростом квалификации время реакции значительно уменьшается, т. е. скорость сенсомоторной реакции растет, что является свидетельством повышения нервно-мышечной проводимости и является важной характеристикой роста мастерства и реализации двигательного потенциала высококвалифицированных пловцов.

При проведении методики ПЗМР мы оценивали показатели функционального состояния ЦНС по критериям Т.Д. Лоскутовой. Так же, как жизнедеятельность организма после отдыха или при незначительной нагрузке отличается от жизнедеятельности того же организма после тяжелой физической нагрузки в состоянии усталости, так и функционирование нервной системы одного и того же человека может различаться в разные промежутки времени в зависимости от состояния нервной системы, т. е. от текущего функционального состояния.

Функциональное состояние нервной системы – это общий уровень активности нервной системы в определенный момент времени, от которого зависят границы возможностей ее жизнедеятельности и особенности протекания нервных процессов [5, 9].

Величина первого критерия (функционального уровня системы (ФУС)) определяется положением вариационной кривой относительно оси абсцисс, т. е. абсолютными значениями времени простой зрительно-моторной реакции.

Величина второго показателя (устойчивость реакции (УР)) обратно пропорциональна показателю рассеивания времени реакции; устойчивость реакции интерпретируется как устойчивость состояния центральной нервной системы.

Третий критерий (уровень функциональных возможностей (УФВ)) связан с асимметрией, является наиболее полным и позволяет судить о способности обследуемого формировать адекватную заданию функциональную систему и достаточно длительно ее удерживать. Как видно на рисунке 2, все три показателя имеют четкую положительную динамику в зависимости от квалификации. Данные показатели оцениваются следующим образом: чем выше полученные данные, тем лучше функциональное состояние центральной нервной системы. Наиболее высокие показатели ФУС ($4,7 \pm 0,8$ у. е.), УР ($2,1 \pm 0,6$ у. е.), УФВ ($3,7 \pm 0,8$ у. е.) отмечены у мастеров спорта международного класса, наименьшие – у пловцов 1 взрослого разряда ($3,9 \pm 1,9$; $1,7 \pm 0,9$; $1,7 \pm 0,9$ у. е. соответственно).

Особый интерес представляют выявленные различия по расчетному показателю времени принятия решения (ВПР), который вычисляется следующим образом:

$$\text{ВПР} = \text{время реакции СЗМР (реакция различения)} - \text{время реакции ПЗМР}$$

Между временем простой реакции и ВПР нет соответствия, что дает основание рассматривать ВПР в качестве самостоятельного показателя, не связанного с сенсорным и моторным компонентами времени реакции. Выделить ВПР из времени сложной реакции можно путем вычитания времени простой реакции из времени сложной реакции. Имеющаяся при этом погрешность, связанная с тем, что и во времени простой реакции есть свое время принятия решения, на практике оказывается несущественной. Выигрыш же для понимания происходящих в центральной нервной системе сдвигов очевиден. На-

пример, при состоянии монотонии, возникающем при выполнении однообразной, бедной впечатлениями работы, время простой реакции укорачивается, тогда как ВПР удлиняется. Как видно из данных таблицы 2, отмечается значительное уменьшение ВПР с ростом квалификации (1 разряд – $104,1 \pm 20,4$ мс, КМС – $98,0 \pm 30,0$ мс, МС – $87,3 \pm 33,2$ мс, МСМК – $84,3 \pm 14,6$ мс), что является свидетельством уменьшения времени переработки сенсорного сигнала корковым отделом зрительного анализатора и позволяет использовать данный показатель в качестве критерия адаптации организма спортсмена к нагрузке на различных этапах подготовки. Также при изучении среднегрупповых значений уменьшение ВПР может свидетельствовать о формировании более благоприятного психофизиологического состояния пловцов с ростом квалификации.

Анализ показателей реакции на движущийся объект свидетельствует о том, с ростом профессионального спортивного мастерства у пловцов улучшается баланс процессов возбуждения и торможения в ЦНС, поскольку отмечается увеличение количества точных реакций, соответственно уменьшается в процентном соотношении общее количество опережающих и запаздывающих реакций. Так, у пловцов 1 разряда количество точных реакций – $46,0 \pm 11,4$ %, а у МСМК – $65,7 \pm 20,0$ %.

Аналогичная положительная динамика отмечена при анализе устойчивости внимания. В АПК «НС-ПсихоТест» имеются различные методики оценки внимания. В данном исследовании мы использовали методику расчетных показателей при проведении сенсомоторного тестирования. Оценка результатов проводится следующим образом: чем меньше показатель, тем лучше. Выявлено, что у пловцов 1 разряда устойчивость внимания была равна $13,39 \pm 2,21$ у. е., у КМС – $12,28 \pm 1,81$, МС – $11,92 \pm 2,25$, МСМК – $11,87 \pm 1,78$ у. е.

Проведенные исследования показали, что психофизиологическое тестирование внимания дает информацию о становлении спортивной формы и позволяет индивидуализировать подготовку на различных этапах. В связи с этим рекомендуется применять данное тестирование с целью контроля и коррекции тренировочного процесса.

Полученные результаты позволяют определить высокую значимость связей между специфической спортивной деятельностью, уровнем простых и сложных реакций и особенностями энергообеспечения центрального звена регуляции двигательной активности пловцов, а также их структурной взаимосвязи с успешностью спортивной деятельности в соответствии с критериями спортивного мастерства и полового диморфизма.

Выводы.

В результате проведенного исследования можно сделать выводы о том, что с повышением спортивного мастерства увеличивается влияние индивидуально-типологических и психофизиологических особенностей пловцов на способность показать высокий результат. Применение психофизиологических комплексов оценки функционального состояния пловцов позволит оптимизировать процесс отбора на следующий этап подготовки. Полученные данные могут служить модельными характеристиками при отборе пловцов в группы спортивного совершенствования и в сборные команды, критерием прогнозирования их способностей и перспективности, степени реактивности в тренировочной деятельности.

Используемые методики и результаты могут быть применены для сравнительной оценки психофизиологических состояний в спортивной деятельности, для диагностики и своевременной коррекции тренировочной деятельности спортсменов-пловцов с целью повышения эффективности и надежности спортивного отбора. На основе полученных данных возможна индивидуализация учебно-тренировочного процесса, определение психогигиенических и психопрофилактических мероприятий многолетней спортивной тренировки с учетом формирования оптимального психофизиологического состояния пловца.

Проведенные исследования показали, что тестирование сенсомоторного реагирования дает информацию о становлении спортивной формы и позволяет индивидуализировать психологическую подготовку на различных этапах. В связи с этим, рекомендуется применять данное тестирование с целью контроля и коррекции тренировочного процесса на этапах многолетней подготовки пловцов.

Список использованных источников

1. Бернштейн, Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Бернштейн. – М.: Медицина, 1966. – 356 с.
2. Бойко, Е.И. Время реакции человека / Е.И. Бойко. – М.: Медицина, 1964. – 440 с.
3. Вайцеховский, С.М. Книга тренера / С.М. Вайцеховский. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 312 с.
4. Голуб, И.В. Прогностические критерии адаптационных способностей организма человека к экстремальным средовым условиям / И.В. Голуб, В.И. Голуб, Я.В. Голуб // Сб. научн. основ физического воспитания и спортивной тренировки «Республиканский сборник научных трудов по проблеме высшего спортивного мастерства». – СПб., 1996. – С. 123–126.
5. Данилова, Н.Н. Психофизиология / Н.Н. Данилова. – М.: Спект-Пресс, 1999. – 320 с.
6. Ильин, Е.П. Психомоторная организация человека / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2003. – 384 с.
7. Ильин, Е.П. Психология спорта / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2008. – 352 с.
8. Кроль, В.М. Психофизиология человека / В.М. Кроль. – СПб.: Питер, 2003. – 304 с.
9. Таймазов, В.А. Психофизиологическое состояние спортсмена (Методы оценки и коррекции) / В.А. Таймазов, Я.В. Голуб. – СПб.: Олимп СПб, 2004. – 400 с.

03.04.2012