

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ В ПЛАВАНИИ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.А. Аикин¹, Ю.В. Корягина²

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия
Для связи с авторами: E-mail: koru@yandex.ru

Аннотация:

Целью исследования явилось выявление актуальных проблем, сбор и анализ фактической информации по проведенным исследованиям в области физиологии, биомеханики, теории и методики спортивного плавания (по материалам зарубежной печати). Анализ подверглись 20 англоязычных статей из научных журналов, зарегистрированных в ведущих базах цитирования. Анализ научных работ зарубежных лабораторий показал, что специалисты ведут интенсивную работу по совершенствованию научно-методического сопровождения системы подготовки в плавании. Актуальными направлениями исследований являются: анализ биомеханических характеристик техники плавания, применение различных средств повышения работоспособности, профилактика отклонений в состоянии здоровья пловцов. Идет активная работа по созданию информационно-технических продуктов, систем сбора и анализа данных на основе современных технологий и средств визуализации. Однако зарубежными учеными мало внимания уделяется планированию тренировочных нагрузок и развитию специальных физических качеств пловцов. Практически отсутствуют сведения о методах тестирования специальной работоспособности, особенно в полевых условиях.

Ключевые слова: плавание, тренировка, биомеханика, техника движений, спортивная работоспособность.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT SYSTEM FOR TRAINING IN SWIMMING: ANALYTICAL REVIEW OF MODERN FOREIGN STUDIES

V.A. Aikin¹, J.V. Koriagina²

Siberian state university of physical education and sports, Omsk, Russia

Abstract:

The aim of the study was to identify the actual problems, collect and analyze factual information on research in the field of physiology, biomechanics, theory and methodology of competitive swimming (in the foreign press). Analysis was applied to 20 english-language articles from scientific journals, reported in leading citation databases. Analysis of scientific works of foreign laboratories showed that the experts are working intensively on improving the scientific and methodological support of training in swimming. Relevant research areas include: analysis of the biomechanical characteristics swimming technique, the use of various improving performance means, the prevention of deviations in the swimmers health. There is an active work on creation of information technology products, systems, data collection and analysis based on modern technology and visualization tools. However, foreign scientists paid little attention to planning training loads and development of special physical qualities of swimmers. Virtually no information on how to test a special performance, especially in the field conditions.

Key words: swimming, training, biomechanics, movement technique, athletic performance.

ВВЕДЕНИЕ

В НИИ деятельности в экстремальных условиях ФГБОУ ВПО СибГУФК проведен анализ зарубежных периодических источников с целью выявления состояния и тенденций развития современной науки в спортивном плавании. Основанием для выполнения исследовательской работы явились техническое задание и

тематический план государственного задания по выполнению прикладных научных исследований в области физической культуры и спорта на 2015 г. в соответствии с приказом Министерства спорта Российской Федерации от 17 декабря 2014 г. № 1030.

Цель исследования – выявление актуальных проблем, сбор и анализ фактической информа-

ции по проведенным исследованиям в области физиологии, биомеханики, теории и методики спортивного плавания (по материалам зарубежной печати).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аналізу подверглись 20 англоязычных статей из научных журналов, зарегистрированных в ведущих базах цитирования. Осуществлены перевод статей на русский язык и научное редактирование. В исследовании применялись методы лингвистического и экспертного анализа, метод контент-анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ исследований зарубежных лабораторий последних лет позволил выявить несколько наиболее актуальных направлений, наметившихся в научно-методическом сопровождении системы подготовки пловцов, в связи с чем применение современных информационно-технологических систем, обеспечивающих интеграцию подобных данных, можно считать одним из наиболее актуальных аспектов. Специалисты университета Гриффит и Академии спорта Квинсленд (Австралия) применили контекстно-ориентированный подход для оценки потребностей по существующим облачным программным продуктам для спортивного плавания [16]. Разработанный ими программный продукт на основе Visual Data Analysis Toolbox (VDAT – средство визуального анализа данных) является воплощением идеи сделать данные о работоспособности спортсмена визуально доступными в режиме реального времени из любого места через Интернет. Использование VDAT будет способствовать доступу к различным данным с учетом потребностей спортсменов, тренеров и ученых.

На сегодняшний день в подготовке спортсменов особенно важна оценка эффективности техники. Специалисты университета Гриффит (Австралия), технического университета Дрездена и университета федеральных сил Гамбурга (Германия) предлагают для плавания второе поколение устройств с обратной связью с использованием переносных систем обработки данных на основе видимого подводного света [7]. Закрепленный на запястье акселерометр, передающий информацию на приемник, располо-

женный на очках, позволяет подавать визуальную информацию спортсмену, что помогает ему плыть в заданном темпе. Система обработки данных основана на кольцевом буфере для чтения данных акселерометра в режиме реального времени.

Исследователи университетов Дикин и Куртин (Австралия) проверили возможность использования технологий GPS и акселерометров в плавании [2]. Они установили, что интегрированное устройство акселерометр и GPS является достоверным и точным инструментом для расчета гребковых движений брассом и баттерфляем, а также для измерения средней скорости плавания в кроле и брассе. Они отмечают, что применение технологии GPS в открытых тренировочных условиях дает выгодные преимущества.

А. Калавей из Борнмутского университета (Великобритания) проанализировал факторы результативности в плавании кролем с использованием микроэлектроники [3]. Он отмечает, что видеокамеры надежны и существует отработанная технология для измерения кинематических параметров в спорте, однако все чаще используются акселерометры, что объясняется простотой их использования и сравнительно низкой стоимостью. Данные с акселерометров он сравнил с полученными видеоданными. Все результаты оказались достоверными и надежными. Применение акселерометров также показало их возможности при записи временных параметров в условиях соревнований.

Другая часть исследовательских работ в области плавания посвящена изучению техники и работоспособности пловцов. Исследователи Австралийского института спорта и университета Виктории (Австралия) провели сравнение трех подводных траекторий при выполнении старта в плавании [19]. Согласно полученным данным, идеально подходящая подводная траектория – это компромисс между временем, проведенным под водой, и поддержанием скорости, полученной в ходе первых двух периодов старта. Анализ траектории плавания на небольшой глубине показал увеличение гидродинамического сопротивления, действующего на пловца, что снижает его скорость во время скольжения под водой. Авторами доказано, что погружение

пловца на среднюю глубину обеспечит преимуществ, о чем свидетельствует общее время выполнения старта. Пловцы должны поддержать скорость скольжения и начать свой первый гребок после 6,6 м.

Плавание зависит от мощности, развиваемой как верхними, так и нижними конечностями, особенно на коротких дистанциях. Специалисты института реабилитационных наук (Нью-Дели), университета Гуру Нанак Дев (Индия) исследовали взаимосвязь показателей физического развития, мощности и времени плавания у пловцов-спринтеров [14]. Исследование показало, что показатели физического развития положительно взаимосвязаны с мощностью верхних конечностей, мощностью нижних конечностей и отрицательно взаимосвязаны с временем плавания, кроме величин кожно-жировых складок над бицепсом, трицепсом и на животе.

Ученые университета Руана (Франция), университета Лозанны и Федеральной политехнической школы Лозанны (Швейцария) исследовали особенности координации работы рук и ног, а также энергетической стоимости в плавании [17]. Они отмечают, что произвольно сформированная модель координации работы рук и ног в плавании является более экономичной, потому что пловцы более предрасположены к ней. Когда варианты координации движений были ограничены, пловцы имели наибольший выбор вариантов в брассе, чем в кроле, предполагая, что координацию в брассе легче регулировать, изменяя время фазы скольжения.

Цель исследования специалистов научно-исследовательского центра спорта, здоровья и развития человека и политехнического института Браганса (Португалия) заключалась в моделировании латентной кривой показателей техники плавания молодых пловцов в течение двух соревновательных сезонов [10]. Показатели были собраны в семи различных временных точках в течение двух соревновательных сезонов. Результаты исследования показывают, что моделирование латентной кривой роста результативности показывает высокую внутреннюю и внешнюю изменчивость у испытуемых. Пол оказал значительное влияние на рост достижений для моделей, включающих длину шага,

индекс хода, активное сопротивление и коэффициент активного сопротивления. В первом сезоне основным фактором, определяющим улучшение результатов, было активное сопротивление. Во втором сезоне главным фактором была скорость плавания.

Исследователи университета внутренних дел Бейра (Португалия) и технологического университета Наньянь (Сингапур) изучали влияние последствий разминки на работоспособность пловца [13]. Результаты показывают, что эффекты разминки поддерживаются в течение 10-минутного промежутка времени после нее, что помогает пловцам повысить работоспособность в плавании на 100 м вольным стилем. Однако более низкие значения ЧСС после разминки служат сигналом снижения силы гребка во время заплыва.

Ученые университета Порту (Португалия) и Федерального университета Рио-Гранде-ду-Сул (Бразилия) изучали вклад энергосистем организма в плавании на скорость кролем на 100 м [15]. По мнению авторов, в заплыве на 100 м кролем на груди вклад аэробных источников энергии имеет важное значение на последних отрезках. Вклад анаэробных лактатных источников необходим в течение всего заплыва, за исключением третьей части (поддерживаемой в основном аэробным энергетическим путем). На первых отрезках дистанции преобладает вклад анаэробных алактатных источников энергии. Следовательно, соответствующая тренировка должна быть направлена на все три источника энергии, вносящих свой вклад в различных фазах заплыва на 100 м кролем на груди, создавая соответствующую соревновательную тактику. Исследование ученых политехнического института Лейрия и университета внутренних дел Бейра (Португалия) направлено на количественную оценку двигательной асимметрии верхних конечностей в плавании кролем с максимальной интенсивностью [11]. Как показали данные, асимметрия усилий наблюдалась у большинства пловцов (66,7%). Силы, действующие со стороны доминантной верхней конечности, снижаются в большей степени, чем таковые со стороны недоминантной. Асимметрии наиболее очевидны в первых циклах заплыва с максимальной интенсивностью. Авторы указы-

вают, что индекс симметрии выступает в качестве фактора, влияющего на вклад прилагаемых сил в повышение плавательной производительности.

Часть анализируемых работ посвящена медико-биологическим аспектам подготовки пловцов. Водная среда бассейна и тренировка на выносливость являются этиологическими факторами в развитии астмы. Специалисты университета МакМастер (Канада), Международного олимпийского комитета и Международной федерации плавания (Швейцария) проанализировали распространенность и характеристики астмы в водных видах спорта [12]. По их данным, плавание имеет самый высокий показатель распространенности астмы в сравнении с показателем в других водных дисциплинах. Среди других олимпийских видов спорта плавание, синхронное плавание и плавание в открытой воде вошли в топ-5 видов спорта по распространенности астмы.

Ученые Германской спортивной школы в Кельне (Германия) и Барселонского университета (Испания) предложили новую модель для оценки МПК на основе постнагрузочных измерений и динамики ЧСС в плавании [18]. Авторы рассчитывали различные модельные средние значения потребления кислорода (ПК) для разных интервалов восстановления (0-20, 5-20, 10-20, 15-20, 10-15 с) и сопоставляли их с реальными результатами. Сравнение показало, что все модельные значения скорости ПК высоко коррелировали и не отличались от реальной скорости ПК (в конце заплыва). Лучшая валидность (среднее различие <0,5%) была отмечена в модельных расчетах на интервалах восстановления 0-20 с и 5-20 с.

Специалисты школы спортивных наук Рио-Майор и технологического университета Наньян (Сингапур) выполнили аналитический обзор по применению метода электромиографии в исследованиях по плаванию [5]. Они отмечают, что ЭМГ является валидным методом сбора данных и обработки ряда показателей техники. Необходимо чаще применять данный метод в исследовании техники стартов и поворотов, для описания закономерностей активации мышц и оценки временных параметров, характеризующих нервно-мышечные реакции,

ответственные за эффективное движение.

Ученые Корейского национального университета спорта исследовали влияние плавательной нагрузки на нейрогенез субвентрикулярной зоны у взрослых крыс [4]. Авторы обнаружили, что регулярное плавание в течение 8 недель значительно увеличивает количество вновь созданных нервных клеток в субвентрикулярной зоне взрослых крыс и продлевает срок их выживаемости и поддержания. Кроме того, авторы обнаружили, что плавание увеличивает и поддерживает уровень фактора роста нервных волокон и синапсина I в обонятельной луковице. Специалисты университета Торонто (Канада) изучали влияние среднеинтенсивных аэробных нагрузок в плавании и при езде на велосипеде на постнагрузочное артериальное давление (АД) у триатлонистов и нетренированных лиц [9]. Авторы проверили гипотезу о том, что острая плавательная нагрузка не вызывает реакцию снижения АД по сравнению с аналогичной нагрузкой на велосипеде, независимо от тренировочного статуса. Отсутствие снижения АД после плавания у тренированной группы может отражать больший сердечный отток, вызванный симпатической активностью и более медленным восстановлением тонуса блуждающего нерва, в соответствии со значительным увеличением ЧСС на всех временных точках. Следовательно, тренировка может лимитировать потенциал для эффективного постнагрузочного гипотензивного ответа при аэробном плавании.

По оценкам специалистов, депрессию испытывают 6,7% взрослого населения. Данные американского Министерства здравоохранения указывают на высокие темпы распространения депрессии среди молодежи. Ученые университетов Кин и Дрексел определили распространенность и факторы риска депрессии у спортсменов [20]. Они указывают, что спортсмены не совсем устойчивы к депрессии. Существуют факторы риска, являющиеся более уникальными для популяции спортсменов (травмы, принудительное прекращение карьеры, недостижение желаемых результатов и, возможно, перетренированность). Кроме того, спортсмены могут иметь атипичные признаки и симптомы депрессии, такие как гнев и раздражительность, а также вовлечение нездоровых

механизмов преодоления, таких как злоупотребление психоактивными веществами.

Большой интерес для теории и практики спорта представляют анализ и систематизация информации о внутренировочных средствах восстановления и повышения работоспособности. Специалисты университета Брунел (Великобритания) и департамента спортивной науки Спрингфилда (США) провели исследование по определению психологического, психофизиологического и эргогенного влияния музыки в плавании [8]. Результаты подтверждают гипотезу, что использование асинхронной музыки во время выполнения тренировки с высокой интенсивностью может иметь эргогенное влияние, в среднем 2%. Использование музыки, независимо от мотивационных качеств спортсмена, приводит к более высокой самооценке мотивации, а также к более диссоциативным мыслям.

Исследователи австралийского института спорта и факультета здравоохранения университета Канберры (Австралия) определили влияние тренировки в среднегорье на работоспособность и общую массу гемоглобина у высококвалифицированных пловцов [6]. Сравнение на протяжении сезона показало, что нет явного преимущества у пловцов, которые прошли "высотную" тренировку. Обе "высотные" тренировки: классическая и по концепции "жить высоко – тренироваться низко" вызвали ~ 4% увеличение общей массы гемоглобина. Хотя высотная тренировка способствует эритропоэзу, однако эта физиологическая адаптация не трансформируется непосредственно в улучшение соревновательной работоспособности у пловцов.

Джун Ан из института спортивной науки университета Дали (Китай) провел анализ спортивного питания и диеты для пловцов [1]. Он рекомендует диетологам для повышения функционального состояния и работоспособности спортсменов-пловцов разработать структуру правильного питания и диеты, подобрать состав витаминов и микроэлементов, основанный на индивидуальных особенностях спортсменов. Необходимо соблюдать оптимальное соотношение потребления сахара, жира и белка – 4,3:1,1:1,1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, исследования зарубежных ученых последних лет рассматривают достаточно большое количество проблем и факторов, определяющих работоспособность пловцов. Однако проведенный анализ позволил выделить наиболее актуальные направления – анализ техники и биомеханических характеристик, – применение различных средств повышения работоспособности, – профилактика и сохранение здоровья пловцов, – разработка информационно-технических систем сбора и анализа данных. Необходимо отметить, что зарубежными учеными мало внимания уделяется такому разделу, как планирование тренировочных нагрузок и развитие специальных физических качеств пловцов. Практически отсутствуют сведения о методах тестирования специальной работоспособности, особенно в полевых условиях.

Результаты данной работы могут быть использованы в системе подготовки спортсменов СДЮШОР, школах высшего спортивного мастерства, училищах олимпийского резерва, центрах олимпийской подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. An J. Analysis of Sport Nutrition and Diet for Swimming / J. An // *Athletes Advance Journal of Food Science and Technology*. – 2014. – 6(10). – P. 1175-1177.
2. Beanland E. Validation of GPS and accelerometer technology in swimming *Journal of Science and Medicine in Sport* / E. Beanland [et al.] // March 2014. – V. 17. – I. 2. – P. 234-238.
3. Callaway A. Quantification of performance analysis factors in front crawl using micro electronics : a data rich system for swimming / A. Callaway. – Doctorate Thesis (Doctorate). Bournemouth University. – 2014. – <http://eprints.bournemouth.ac.uk/21489/>
4. Chae C.H. Swimming exercise stimulates neurogenesis in the subventricular zone via increase in synapsin i and nerve growth factor levels / Chae C.H. [et al.] // *Biol Sport*. – 2014. – V. 31(4). – P. 309-314.
5. Conceição A. Electromyography in swimming performance: a review / A. Conceição, A.J. Silva, T. Barbosa, H. Louro // *International congress of exercise and sports performance*. – CIDESD 2014. – P. 38.
6. Gough C. E. Influence of altitude training modality on performance and total haemoglobin mass in elite swimmers / E. G. Clare [et al.] // *Eur J Appl Physiol*. – 2012. – 112. – P. 3275-3285.

7. Hageman R. M. Second generation swimming feedback device using a wearable data processing system based on underwater visible light communication / R. M. Hageman [et al.] // *Procedia Engineering*. – 2013. – V. 60. – P. 34-39.
8. Karageorghis C. I. Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming / C. I. Karageorghis [et al.] // *Psychology of Sport and Exercise*. – 14. – 2013. – P. 560-568.
9. Lakin R. Effects of moderate-intensity aerobic cycling and swim exercise on post-exertional blood pressure in healthy young untrained and triathlon-trained men and women / R. Lakin, C. Notarius, S. Thomas, I. Goodman // *Clinical Science*. – 2013. – V. 125. – P. 543-553.
10. Morais J.E. Modeling performance and biomechanics in young swimmers / J.E. Morais [et al.] // *International congress of exercise and sports performance*. – CIDESD 2014. – P. 26.
11. Morouço P.G. Quantification of upper limb kinetic asymmetries in front crawl swimming / P.G. Morouço [et al.] // *Human Movement Science*. – 2015. – V. 40. – P. 185-192.
12. Mountjoy M. Prevalence and characteristics of asthma in the aquatic disciplines / M. Mountjoy [et al.] // *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2015. – <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674915001864>
13. Neiva H. Post warm-up recovery and performance in swimming / H. Neiva [et al.] // *International congress of exercise and sports performance*. – CIDESD 2014. – P. 29.
14. Peters M.S. Relationship of physical characteristics, power and swimming time in sprint swimmers / M. S. Peters, S. Berry, S. Koley // *Annals of Biological Research*. 2014. – 5 (8). – P. 24-29.
15. Ribeiro J. Energy system contribution during 100 m front crawl swimming / J. Ribeiro [et al.] // *International congress of exercise and sports performance*. – CIDESD 2014. – P. 51.
16. Ride J. A sports technology needs assessment for performance monitoring in swimming / J. Ride, C. Ringuet, D. Rowlands, J. Lee, D. James // *Procedia Engineering*. – 60 (2013). – P. 442-447.
17. Seifert L. Inter-limb coordination and energy cost in swimming / Seifert L. // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2014. – V. 17, I. 4. – P. 439-444.
18. Schuller T. A new model for estimating peak oxygen uptake based on post-exercise measurements and heart rate kinetics in swimming / T. Schuller [et al.] // *18th Annual Congress of European College of Sport Science*. Barcelona. – 2013. – P. 42.
19. Tor E. Comparing three underwater trajectories of the swimming start / E. Tor, D. L. Pease, K.A. Ball // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2014. – <http://www.sciencedirect.com/>
20. Wolanin A. Depression in Athletes: Prevalence and Risk Factors / Wolanin, Andrew; Gross, Michael; Hong, Eugene // *Current Sports Medicine Reports*. – 2015. – V. 14 – I. 1. – P. 56-60.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир Анатольевич Аикин – проректор по НР СибГУФК, проф., д-р пед. наук, тел. 8-913-628-25-52, e-mail: aikin-va@yandex.ru

Юлия Владиславовна Корягина д-р биол. наук, проф., профессор кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, тел. 8-913-612-56-06, e-mail: koru@yandex.ru