References

1. Zakirov D.R. Psychological training of wrestlers of different temperaments in the pre-competition stage of preparation: author's abstract. dis. .... Cand. ped. Sciences / DR Zakirov. - Naberezhnye Chelny, 2013. – 23 s.
2. Koryagina Yu.V. AIC School psychophysiologist №2011615984. / Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin // Software for computers ... (official bool.). - 2011. - No. 4 (77). - P.199.
3. Podlivaev B.A. Greco-Roman wrestling: An approximate program of sports training for children and youth sports schools, specialized children's and youth schools of the Olympic reserve / B.A. Podlivaev, G.M. Overweight. - Moscow: Soviet Sport, 2004.- 272 p.

Сведения об авторах: Дмитрий Владимирович Кривошеев – аспирант кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены ФГБОУ ВО “Сибирский государственный университет физической культуры и спорта”, krivosheev.dmitry.74@gmail.com.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

УДК 612.01;616-08-031.81;796

НОВЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

[1]Ю.В.Корягина, [1]С.В.Нопин, [2]Е.В. Леконцев
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» , Ессентуки, Россия
[2]ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

Ключевые слова: спорт, спортивная подготовка, биотехнологии, генетика, психология, нейрофизиология, моделирование.

Аннотация. В статье представлен аналитический обзор перспективных исследований за период с 2010 года, выполняемых в ведущих университетских лабораториях зарубежных стран по новым биомедицинским технологиям подготовки спортсменов высокого класса. Приведены и систематизированы результаты перспективных исследований зарубежных

лабораторий по проблемам спортивной генетики, управления жизнедеятельностью биологических объектов, проблемам психологии и нейрофизиологии спорта, управления движением человека, биоуправления, искусственного интеллекта, компьютерного моделирования биологических процессов, медико-биологическим средствам восстановления и повышения работоспособности. Результаты выполненной работы могут быть использованы в системе подготовки спортсменов высшей квалификации, сборных командах по видам спорта России, а также их резерва, специализированных центрах спортивной медицины и спортивной подготовки.

NEW FOREIGN BIOMEDICAL TECHNOLOGIES FOR SPORTS TRAINING

[1]Yu.V. Koryagina, [1]S.V. Nopin, [2]E.V. Lekontsev

[1]The Federal State-Financed Institution «North Caucasian Research and Clinical Center» under the Federal Medical Biological Agency, Yessentuki, Russia

[2]Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

Key words: sport, sports training, sports medicine, biotechnology, genetics, psychology, neurophysiology, modeling.

Annotation. The article presents an analytical review of future studies for the period from 2010, performed in leading university laboratories of foreign countries on new biomedical technologies for the training elite athletes. The results of prospective studies of foreign laboratories on the problems of sports genetics, control of the vital activity of biological objects, the psychology and neurophysiology problems in sport, the motor control, biofeedback, artificial intelligence, computer modeling of biological processes, medical and biological means of recovery and enhancement of performance are presented and systematized. The results of the work performed can be used in the system of training elite athletes, sports national teams, as well as their reserve, specialized centers for sports medicine and sports training.

Введение. Стремительный рост конкуренции и спортивного мастерства в спорте высших достижений определяет необходимость постоянного обновления знаний и технологий в области спортивной подготовки, а также поиска новых направлений в их развитии. Специалистами во всем мире ведется глобальная работа, затрагивающая и объединяющая различные отрасли науки (психологию, физиологию, математику, кибернетику, педагогику, информационные технологии). Результатами таких исследований

становятся рекомендации и разработки для спортсменов и тренеров, дающие существенные преимущества в разных аспектах спортивной подготовки.

Целью работы являлось проведение аналитического обзора перспективных исследований за период с 2010 года, выполняемых в ведущих университетских лабораториях зарубежных стран по новым биомедицинским технологиям подготовки спортсменов высокого класса.

Методы и организация исследования. Нами выполнялся поиск и анализ зарубежных источников информации по новым биомедицинским технологиям спортивной подготовки (статьи, материалы конференций, тезисы докладов, журналы) за период 2010-2017 гг. Найденные источники переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и анализу.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенный анализ свидетельствует о большом объеме исследований, проведенным учеными за последние годы, большинство разработок имеет инновационный характер и направлены на восстановление и максимальную реализацию возможностей организма спортсмена для достижения наивысших результатов в спорте.

Адаптация к интенсивной физической деятельности человека это сложный, многоуровневый процесс, затрагивающий различные функциональные системы организма. Управление биологическими объектами в спорте с позиций теории динамических систем представляет собой комплексный системный подход, включающий анализ и интеграцию сложных многоуровневых систем, а также их временное и пространственное распределение. Спорт представляет собой реальный банк экспериментального поведения людей, как сложных биологических систем. Это дает возможность эффективно и рационально изучить влияние интенсивного функционирования в сложных живых системах на разных уровнях организации (физиологическом, психологическом, социальном) [2].

Систематизация информации об используемых современных программных средствах и комплексах для компьютерного моделирования биологических процессов на различных уровнях организации живого организма показала следующее. Моделирование биологических процессов интегрирует современные исследования в биологии, математике, теории и методике физической культуры, что позволяет эффективно решать научные проблемы, связанные с моделированием спортивных движений [7] и преодолением соревновательных дистанций [19], созданием моделей прогноза спортивных ситуаций, физиологических процессов и факторов,

лимитирующих работоспособность при спортивной деятельности, а также прогнозировать талант и будущий спортивный успех [22]. Для этих целей наиболее эффективно используют следующий математический аппарат: нейронные сети, математический аппарат нечеткой логики, скрытые марковские модели, метод опорных векторов и множественную линейную регрессию.

Возможность получения быстрой эмпирической обратной связи в отношении формальных моделей, делает спортивное моделирование явлением, представляющим особый интерес для науки и для комплексной теории систем. Данное направление развивают ученые Испании, Великобритании и Австралии. Учитывая, что живые системы характеризуются временем - и контекстно-зависимым многоуровневым нелинейным взаимодействием, их поведение может быть с успехом смоделировано через динамический подход.

По направлениям исследований, связанных с изучением проблем управления жизнедеятельностью биологических объектов с позиции синергетики и информационно-термодинамических основ функционирования живых систем: биоинформатики, геномики и протеомики выявлено, что зарубежные специалисты значительно продвинулись в научных разработках, связанных с геномными, протеомными и постгеномными технологиями, клеточными технологиями, технологиями биоинженерии, генодиагностики и генотерапии [18,28,31].

Однако, с развитием данных технологий генной инженерии и биоинформатики, а именно приемов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организмов (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы, появился генетический допинг [29]. По определению ВАДА генетический допинг - это «нетерапевтическое применение клеток, генов, генетических элементов или модуляторов экспрессии генов, обладающих способностью повышать спортивные результаты». В связи с чем, исследования, связанные с применение методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, для лечения и профилактики в первую очередь онкологических заболеваний, применяясь в спортивной практике, будут относится к генетическому допингу.

Использование достижений генетики в спорте возможно только в аспекте определения предрасположенности к высокой работоспособности и адаптации к специфическим физическим нагрузкам [23,25], а также в плане

профилактики различных спортивных травм [10,21]. Исследованиями в области спортивной генетики занимаются ученые большинства стран Европы, Австралии, США, Южной Африки, Японии, которые для совместного решения проблем объединились в консорциум под названием Афлом. Несмотря на многочисленные исследования в области спортивной генетики, а именно в поиске полиморфных вариантов генов, определяющих предрасположенность к высоким достижениям в избранном виде спорта, значительного прогресса в этом направлении на сегодняшний день не наблюдается. Это связано со сложностью выявления и объяснения генетических взаимодействий в проявлении фенотипических признаков необходимых для достижения высоких результатов в спорте.

В июле 2013 года в компьютерном научно-исследовательском центре Dagstuhl в Германии прошел семинар на тему «Информационные технологии в приложениях для спорта высших достижений и перспективы их применения в профессиональных тренировках», где обсуждались наиболее актуальные проблемы и были представлены наиболее современные аппаратные средства и приложения [13].

Зарубежные специалисты используют элементы искусственного интеллекта для решения задач спортивной биомеханики [24], спортивной ориентации и отбора [22], в системах анализа спортивного видео и для оптимизации тренировочного процесса [6]. Системы искусственного интеллекта в спорте реализуются в основном в рамках создании программных средств (для ПК, планшетов и телефонов), а также аппаратно-программных комплексов и «умных» тренажеров [19].

В дополнение к цифровым и статистическим методам, методы нейронных сетей, интеллектуального анализа данных, нечеткой логики и распознавания образов, оказались наиболее перспективными методами оценки и получения информации в спорте. Для спорта активно разрабатываются программные приложения и «облачные» технологии сбора и анализа тренировочных данных, средства регистрации, обработки и анализа биомеханических параметров и разнообразные средства визуализации данных. С использованием различных методов искусственного интеллекта, разрабатываются различные носимые, серверные и сетевые технологии сбора и анализа данных. Тренировки в виртуальных средах могут быть использованы в подготовке спортсменов, предоставляя новые возможности для регламентирования параметров нагрузок и спортивного тестирования [20]. В целях совершенствования управления движением разрабатываются и

реализуются различные интегрированные решения на основе современных достижений в области техники и нейрофизиологии, и, в частности, создаются роботы [14] и экзоскелеты [5].

Ученые значительно продвинулись в установлении нейрофизиологических коррелят спортивной работоспособности. Уже доказано положительное влияние интенсивных физических нагрузок на нейротрофические процессы в мозге [11]. Выявлены особенности региональной морфологии и физиологии мозга с определенными двигательными и кондиционными способностями [27]. Описаны нейрофизиологические характеристики различных спортивных состояний [8]. С позиций нейрофизиологии и психофизиологии рассматриваются вопросы идеомоторики, управления движением, проприорецепции [15]. Данные сведения дают ученым и специалистам понимание механизмов, лежащих в основе производительности спортсменов при различных видах их деятельности.

В области спортивной психологии работы посвящены изучению процессов восприятия [16], индивидуально-типологических особенностей, влиянию эмоций и стресса на спортивную работоспособность [12], разработке методов психологической диагностики и методов психологического воздействия [7].

Наиболее эффективным методом саморегуляции человека своими психическими процессами является нейробиоуправление [3]. Данная технология широко внедряется практически во все сферы деятельности человека, несмотря на то, что физиологические механизмы его влияния на настоящий момент не достаточно изучены. Неинвазивность, базирование на принципах адаптивной биологической обратной связи, отсутствие отрицательных эффектов делают данный метод достаточно перспективным для применения в процессе подготовки спортсменов.

В работах зарубежных ученых показано, что биоуправление позволяет разрабатывать стратегию контроля и управления основными физиологическими механизмами, и в дальнейшем использовать их для достижения оптимального функционального состояния, что в конечном счете повышает работоспособность [4]. Однако, необходимы дальнейшие исследования в этой области знаний, прежде всего, обусловленные малыми выборками, ограниченным числом изученных видов спорта, специализаций.

Последние результаты научно-исследовательских работ зарубежных ученых в области применения внетренировочных эргогенных средств в

спорте посвящены приему кофеина, бета-аланина, использованию гипоксических и гипероксических воздействий [26, 30]. Ведутся исследования по физиологическому обоснованию кетоадаптации и использованию жира в качестве источника энергии. Данные средства, а также биоуправление и транскраниальная электростимуляция являются физиологическими, оказывают положительное эргогенное и восстановительное воздействие и разрешены к применению ВАДА.

Результаты выполненной работы могут быть использованы в системе подготовки спортсменов высшей квалификации, сборных командах по видам спорта России, а также их резерва, специализированных центрах спортивной медицины и спортивной подготовки.

В качестве определения дальнейшей перспективы по проанализированным направлением исследований, на наш взгляд, наиболее актуальным является интеграция знаний различных дисциплин спортивной науки через компьютерное математическое моделирование различных процессов: - создание биологических (нейрофизиологических, физиологических, биохимических (клеточных)) моделей состояний, способствующих достижению наивысшей работоспособности и результативности в различных видах спорта (внутреннее моделирование); - разработка моделей совместного применения тренировочных и внетренировочных (медико-биологических) средств, способствующих достижению данных состояний (внешнее моделирование); - разработка моделируемых технологичных систем с элементами искусственного интеллекта (программ, устройств), способствующих совершенствованию и реализации внутренних и внешних моделей.

Список литературы

References

1. Baca A. A server-based mobile coaching system / A. Baca [et al.] // Sensors. – 2010. – 10(12). –P. 10640–10662.

2. Balagué N. Sport science integration: An evolutionary synthesis / N. Balagué [et al.] //European Journal of Sport Science. – 2016. – P. 1–12.

3. Blumenstein B. Biofeedback for Sport and Performance Enhancement [Электронный ресурс] / B. Blumenstein, I. Orbach. – 2014. – Режим доступа: http://www.oxfordhandbooks.com

4. Carvalho S. Protocolos e indicadores de eficcia das tecnicas de biofeedback e neurofeedback no treinamento psiconeurofisiolgico de atletas de alto rendimento: Diss / Carvalho S. – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. – 64 p.

5. Esquenazi A. The ReWalk powered exoskeleton to restore ambulatory function to individuals with thoracic-level motor-complete spinal cord injury / A. Esquenazi [et al.] // American journal of physical medicine & rehabilitation. – 2012. – V. 91, №. 11. – P. 911-921.
6. Fister I. Planning the sports training sessions with the bat algorithm / I. Fister, S. Rauter, X.S. Yang, K. Ljubič // Neurocomputing.–2015.–14.–P.993–1002.
7. Gjerdingen J. Is mindfulness a part of the mental capacity in high-level Norwegian individual sport athletes?: An interview study about high-level ultra-distance triathlon athletes self-regulation during training and competition / J. Gjerdingen. –2013.–108 p.
8. Goodman R. N. Stress, emotion regulation and cognitive performance: The predictive contributions of trait and state relative frontal EEG alpha asymmetry / R. N. Goodman [et al.] //International Journal of Psychophysiology. – 2013. – V. 87, № 2. – P. 115–123.
9. Kelly R. L. Understanding the neurophysiology of action interpretation in right and left-handed individuals / R. L. Kelly. – 2015. – 154 p.
10.Khoury L. Polymorphic variation within the ADAMTS2, ADAMTS14, ADAMTS5, ADAM12 and TIMP2 genes and the risk of Achilles tendon pathology: a genetic association study / L. Khoury [et al.] // J Sci Med Sport. – 2013. – V.16. – P. 493–498.
11.Kohman R.A. Neurogenesis, inflammation and behavior / R. A. Kohman, J. S. Rhodes // Brain, behavior, and immunity. – V. 27. – 2013. – P. 22–32.
12.Laborde S. Emotions and performance: Valuable insights from the sports domain / S. Laborde, M. Raab, F. Dosseville //Handbook of psychology of emotions: Recent theoretical perspectives and novel empirical findings. – 2013. –V. 1. – P. 325–358.
13.Lemmink K. Computer Science in High Performance Sport-Applications and Implications for Professional Coaching (Dagstuhl Seminar 13272) [Электронный ресурс] / K. Lemmink [et al.] // Dagstuhl Reports. – 2013. – V. 3. – №. 7. - http://drops.dagstuhl.de
14.Lorenzo N. The iCub platform: a tool for studying intrinsically motivated learning. Intrinsically motivated learning in natural and artificial systems / N.Lorenzo [et al.] // Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 433-458.
15.Mizuguchi N. Motor imagery beyond the motor repertoire: Activity in the primary visual cortex during kinesthetic motor imagery of difficult whole body movements / N. Mizuguchi, H. Nakata, K. Kanosue // Neuroscience.– 2016.–315.– P.104–113.

16.Moran A. Re–imagining motor imagery: Building bridges between cognitive neuroscience and sport psychology / A. Moran [et al.] // British Journal of Psychology.–2012. – V. 103, № 2. – P. 224–247.
17. 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.
18.Nielsen A. A. Genetic circuit design automation / A.A. Nielsen [et al.] // Science. - 2016. - 352(6281). - P. aac7341.
19. Novatchkov H. Artificial intelligence in sports on the example of weight training / H. Novatchkov, A. Baca // Journal of sports science & medicine. – 2013. – 12(1). – P. 27–37.
20.Nurkkala V. Development of exergaming simulator for athletes' training and exercise testing / V. Nurkkala, J. Kalermo-Poranen, O. Ohtonen // 3rd International Congress on Science and Nordic Skiing-ICSNS. – 2015. – C. 5–8.
21.O'Connell K. Interactions between collagen gene variants and risk of anterior cruciate ligament rupture / K. O'Connell [et al.] // Eur J Sport Sci. – 2014. – V. 29. – P. 1–10.
22. Papić V. Expert system for identification of sport talents: Idea, implementation and results. INTECH Open Access Publisher [Электронный ресурс] / V. Papić, N. Rogulj, V. Pleština. – 2011. – http://cdn.intechopen.com/pdfs/21253.pdf
23.Rankinen T. Heritability of submaximal exercise heart rate response to exercise training is accounted for by nine SNPs / T. Raniokinen [et al.] // J Appl Physl. – 2012. – V.2.112. – P. 892–897.
24.Ratiu O. G. Artificial intelligence (AI) in sports / O. G. Ratiu [et al.] // Proceedings of the 9th WSEAS international conference on Artificial intelligence, knowledge engineering and data bases. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2010. – P. 93–97.
25.Rebecca G. Evaluation of a 7-Gene Genetic Profile for Athletic Endurance Phenotype in Ironman Championship Triathletes / G. Rebecca [et al.] // PloS one. - 10.12. – 2015. – P. e0145171.
26.Saugy J. J. » Correction: Comparison of » Live High-Train Low » in Normobaric versus Hypobaric Hypoxia / J.J. Saugy [et al.] // PloS 10.7.–2015.–P. e0133091.
27.Schlaffke L. Sports and brain morphology–a voxel-based morphometry study with endurance athletes and martial artists / L. Schlaffke [et al.]// Neuroscience. – 2014. – 259. – P. 35–42.

28.Ståhl P.L. Visualization and analysis of gene expression in tissue sections by spatial trans criptomics / P.L. Ståhl [et al.] // Science. - 2016. - V. 353. - P.78–82.
29.Thevis M. Characterization of two major urinary metabolites of the PPARδ-agonist GW1516 and implementation of the drug in routine doping controls / M. Thevis [et al.] //Analytical and bioanalytical chemistry. – 2010. – V. 396, №. 7. – P. 2479-2491.
30.Vanhatalo A. Influence of hyperoxia on muscle metabolic responses and the power-duration relationship during severe-intensity exercise in humans: a^{31}P magnetic resonance spectroscopy study / A. Vanhatalo // Experimental Physiology. – 2010. –V. 95.– P. 528–540.
31.Yoshiyuki S. Proteomic technologies to develop biomarkers and functional analyses for bone and soft tissue tumors / S. Yoshiyuki [et al.] // Journal of Proteomics & Bioinformatics. - 2015. – V.3– P. 1-13.

Сведения об авторах: Юлия Владиславовна Корягина - профессор, д-р биол. наук, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, nauka@skfmba.ru; **Сергей Викторович Нопин** - к-т тех. наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, work800@yandex.ru; **Евгений Витальевич Леконцев** - к-т биол. наук, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», Челябинск

УДК 81.4; 616.03

ЭКСТРАЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАНИСТЕРАПИИ

К.Ю. Симонова, А.А. Сабурцев
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия

Ключевые слова: канистерапия, пет-терапия, анималтерапия, реабилитация.

Резюме: В данной статье рассматривается история происхождения методики канистерапии, её экстралингвистическое становление. Представлена систематизации исторических аспектов, всех проявлений и изменений в становлении термина «канистерапии».

EXTRALINGUISTIC ASPECTS OF CANYSTERAPY

K. Yu. Simonova, A.A. Saburtsev
Siberian State University of Physical Education and Sports, Omsk, Russia