

Современные тенденции в медико-биологическом обеспечении спортсменов высокой квалификации за рубежом

Владимир Айкин, Юлия Корягина

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ зарубежных научных изданий по современным медико-биологическим аспектам тренировочной и соревновательной деятельности. Выделены наиболее значимые сведения и тенденции применения медико-биологических технологий в тренировочном процессе спортсменов высокой квалификации. Основное внимание уделяется профилактике травм и заболеваний, соревновательного стресса, диагностике функционального состояния систем организма. Определяются особенности срочной и долговременной адаптации, а также физиологические предикторы специальной работоспособности спортсменов разных видов спорта.

Ключевые слова: тренировочный процесс, медико-биологическое обеспечение, физиология спорта, спортивные травмы, функциональная диагностика, функциональные системы организма, адаптация.

ABSTRACT

The analysis of foreign scientific editions is presented in article on modern medico-biological aspects of training and competitive activity. The most significant data and tendencies of application of medico-biological technologies in training process of elite athletes are allocated. Scientists pay the main attention to prevention of injuries and diseases, a competitive stress, diagnostics of a functional condition of systems of an organism. Features of urgent and long-term adaptation, and also physiological predictors of special efficiency of athletes of different types of sports are defined.

Key words: training process, biomedical support, sports physiology, sports injuries, functional diagnostics, functional systems of an organism, adaptation, culture as element of culture of society and person.

Постановка проблемы. Уровень нагрузок в современном спорте, а тем более в спорте высших достижений является критичным. В ходе активной спортивной деятельности возникают изменения функционального состояния организма, напряжения регуляторных механизмов. Направление спортивной науки, связанное с медико-биологическим обеспечением тренировочного процесса и соревновательной деятельности, в настоящее время активно развивается во всем мире [1–3]. Данные исследований зарубежных лабораторий могут быть использованы российскими спортсменами и тренерами для повышения адаптационных резервов организма, оптимизации тренировочного процесса и достижения наивысших результатов.

Цель исследования. Выявление проблематики, сбор и анализ фактической информации по проведенным исследованиям в области спортивной медицины, физиологии, биохимии, психофизиологии спортивной деятельности за рубежом.

Методы и организация исследования. Осуществлялись поиск и сбор источников информации (статьи, сборники научных трудов, материалы конференций, тезисы докладов, журналы). Найденные сведения переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и анализу.

Результаты исследования. Проведенное исследование достижений зарубежной спортивной науки, касающихся вопросов медико-биологического обеспечения спортивной тренировки, позволило определить основные направления, по которым ведется исследовательская работа: профилактика травм и заболеваний, выявление психофизиологических коррелят спортивной работоспособности, применение современных методов диагностики функционального состояния систем организма и использование внетренировочных средств повышения работоспособности и восстановления спортсменов.

Профилактика травм и заболеваний в среде спортивной элиты способствует сохранению здоровья спортсмена и росту результативности. На Всемирной

конференции МОК по предупреждению травматизма и болезней в спорте, состоявшейся в Монако, ученые из университета Ноттингема и Английского института спорта (Великобритания) [21] представили доклад об эпидемиологическом изучении травм и заболеваний шорт-трековиков в Великобритании. Они выявили, что примерно 64 и 73 спортсменов команды страдают по крайней мере одной травмой или болезнью. Наиболее распространенными являются травмы бедра (38 %), поясничного отдела позвоночника и колена (19 % каждая) с потерей из-за повреждений 8, 19 и 43 дней. Наиболее частыми причинами травм были чрезмерные напряжения (хронические/острые – 38 %). Самые распространенные заболевания – инфекции верхних дыхательных путей (75 %), которые происходили в периоды соревнований и дальних поездок.

Ученые Харбинского института физкультуры (Китай) предположили, что причиной травм могут быть изменения плотности костной ткани, связанные с тренировкой на льду, и провели корреляционный анализ между тренировкой и травмами и минеральной плотностью костной ткани у спортсменов [23]. Показано, что длительные высокоинтенсивные тренировки на льду оказывают негативное воздействие на минерализацию костной ткани. Раннее начало тренировок на льду увеличивает ультразвуковые признаки изменения пяточной кости.

Исследователи Сиднейского университета проанализировали взаимосвязь параметров тренировочной нагрузки (частота, объем и интенсивность) и типа расположения и тяжести травм у легкоатлетов 13–17 лет [12]. Результаты показывают, что интенсивные тренировки и нагрузки в 13–14 лет и высокоинтенсивные тренировки в 15–16 лет связаны с получением травм. Тяжелые повреждения приводят к значительной потере времени тренировок и соревнований и в 17,3 % случаев – к прекращению тренировочных занятий. Основной причиной является именно интенсивная тренировка, а не объем и стаж занятий.

Специалисты Норвежского университета науки и технологий определили, что распространенность заболеваний опорно-двигательного аппарата среди норвежских биатлонисток [19] составляет 57,8 %. Наиболее часто встречались травмы колена (23,0 %), икроножных мышц (12,2 %), голеностопного сустава (10,8 %), нижней части спины (10,8 %) и бедра (10,1 %), что привело к прекращению тренировок у 73,5 % спортсменов и альтернативным тренировкам у 87,8 %. Результаты подтверждают, что профилактика заболеваний должна быть приоритетной, особенно во время предсезонной подготовки.

Исследованием характера и происхождения травм опорно-двигательного аппарата у биатлонистов занимались также ученые Европейской школы физиотерапии Амстердама (Нидерланды) [5]. По их данным, частота травм составляет около 58,6 %. Встречаются в основном повреждения легкой степени тяжести. Спортсменки получают больше травм, чем спортсмены. Наиболее распространенными являются травмы нижней части спины, большинство их связаны со значительным объемом тренировочных средств, таких как бег.

Специалисты Национального центра легкой атлетики (Греция), Биомедицинского университета Рима (Италия) и Лондонской школы медицины и стоматологии (Великобритания) провели совместное исследование по определению уровня фосфора и магния, креатинина и сыворотки креатинкиназы в крови у легкоатлетов [16]. У обследованных большинство изменений были близки к верхним пределам незанимающихся спортом. В связи с этим были разработаны новые справочные данные для биохимических показателей. В представленных рекомендациях для спортсменов принимаются во внимание вид спортивных занятий, индекс массы тела и возможные изменения в течение сезона тренировок и соревнований.

Многие специалисты занимаются исследованиями дыхательной системы спортсменов, занимающихся зимними видами спорта. Ученые университета Британской Колумбии [17] объясняют бронхиальные расстройства частой гипервентиляцией холодным и сухим воздухом во время физических упражнений. Сочетание интенсивных тренировок с холодными условиями окружающей среды вызывает ремоделирование эпителия дыхательных путей, о чем свидетельству-

ет биопсия бронхов. Холод и физическая нагрузка оказывают более существенное влияние на дыхательную систему женщин: они испытывают ограничение потока выдоха чаще и на более низком уровне минутной вентиляции по сравнению с мужчинами; большую динамическую гиперинфляцию во время тяжелых физических упражнений; у них полная механическая работа дыхания выше по сравнению с мужчинами во время нагрузки повышающейся мощности.

Группа ученых Норвежского университета науки и технологий и Сиднейского университета (Австралия) провела исследования по сравнению реакции дыхательных путей спортсменов на различные стимулы [18]. Ученые показали, что прямые и косвенные стимулы сужения просвета бронхов дыхательных путей неоднородны. Это может быть связано с аллергической сенсибилизацией или условиями тренировки, с возможными последствиями лечения симптомов, а также гиперчувствительностью дыхательных путей у этих спортсменов.

Соревновательный стресс зачастую оказывает негативное воздействие на спортивную работоспособность. Ученые Харбинского технологического института провели анализ когнитивной тревожности шорт-трековиков [4]. Результат показывает, что когнитивная личностная тревожность находится на уровне ниже среднего, у мужчин она ниже, чем у женщин. Тренировочный стаж имеет отрицательную корреляцию с тревогой предсоревновательной подготовки. К ключевым факторам, влияющим на когнитивную тревожность конькобежцев, относят тревожность социальной оценки, предсоревновательную тревожность, боязнь неудачи получения спортивной травмы.

Греческие ученые провели сравнение маркеров окислительного стресса у молодых и взрослых легкоатлетов [24]. Результаты не выявили никаких различий. Кроме того, реакция на острый стресс, такой, как спортивное упражнение, является одинаковой в обеих возрастных группах.

Сон является одним из важных факторов достижения оптимального спортивного результата и общего состояния здоровья. Австралийские ученые исследовали особенности сна у спортсменов перед соревнованиями [13]. Плохой сон является общей проблемой австралийских спортсменов перед соревнованиями, но большинство атлетов не знают стратегии и не имеют опыта прео-

доления этой проблемы. Тренерам и ученым нужно обратить внимание на контроль и обучение спортсменов как индивидуальных, так и командных видов спорта для улучшения сна перед соревнованиями.

Ученые Английского института спорта и колледжа университета Сант-Мери (Великобритания) исследовали продолжительность и качество сна у спортсменов с помощью актиграфических наручных часов [15]. Спортсмены показали худшие показатели качества сна, чем контрольная группа неспортсменов, с учетом возраста и пола. Выявлено значительное влияние пола на «время пробуждения» и «эффективность сна».

Наряду с применением традиционных физиологических методов диагностики состояния организма в спорте ведется активное внедрение новых методов исследования нервно-мышечного аппарата спортсменов. Исследователи Университета Нортумбрии (Великобритания), Северо-Западного университета (Южная Африка) и Университета Брунел (Великобритания) представили обзор литературы, затрагивающей вопросы применения метода транскраниальной магнитной стимуляции и результаты того, как этот метод может быть использован для исследования срочной и долговременной адаптации центральной нервной системы (ЦНС) на нагрузку [9]. Авторы отмечают, что транскраниальная магнитная стимуляция может быть использована с тем, чтобы установить дополнительную информацию о влиянии ЦНС во время физических упражнений с сопротивлением и других двигательных задач. Метод является ценным инструментом для определения центрального вклада локомоторного утомления и адаптации.

Большое внимание в последних работах зарубежных исследователей уделяется оценке функционального состояния по данным анализа variability ритма сердца. Ученые из Северо-Тренделагского университетского колледжа (Норвегия) изучили особенности восстановления вегетативной нервной системы у биатлонисток [8]. Были определены существенные внутрииндивидуальные различия общей variability сердечного ритма. Авторы отмечают, что показателям улучшения или восстановления формы предшествовало уменьшение или увеличение variability ритма сердца. Ночной отдых является достаточным, чтобы восстановиться после двух тренировок и тренировок по 2–4 ч в день.

Испанские ученые оценивают функциональное состояние спортсменов при помощи метода нелинейной динамики анализа variability сердечного ритма [10]. В их исследованиях восстановление variability сердечного ритма не коррелировало с восстановлением частоты сердечных сокращений (ЧСС) для любых из выбранных нелинейных показателей, подтверждая идею предоставления дополнительной информации о восстановлении ЧСС.

В университете Бирмингема (Великобритания) исследованы особенности восстановления сердечного ритма после интенсивных динамических упражнений [6]. Для квалифицированных биатлонистов характерны высокий тонус блуждающего нерва и расширенный диапазон увеличения сердечного выброса. В биатлоне повышение влияния блуждающего нерва на сердце также дает преимущества для лучшего контроля стабильности, необходимой для точной стрельбы. К факторам, оказывающим влияние на парасимпатическую активность относят высокие значения максимального потребления кислорода (МПК) (>60 мл·кг⁻¹·мин⁻¹) и низкую ЧСС покоя (около 50 уд·мин⁻¹); следствие воздействия холодного воздуха – сознательная попытка спортсмена замедлить ЧСС так как время проведенное на огневом рубеже, очень короткое (< 1 мин).

Анализ и сопоставление методов определения МПК с помощью разных эргометров проведенные учеными кафедры физиологии института спорта Варшавы [14], показали следующее: высокая точность определения МПК на лыжном эргометре возможна без измерения потребления кислорода благодаря очень сильной корреляции между мощностью и потреблением кислорода. МПК может быть прогнозируемо по результатам работы субмаксимальной и максимальной мощности на лыжном эргометре с наименьшей точностью, чем при выполнении упражнений на велоэр-

гометре, тредмиле или гребном эргометре.

Специалисты Центра медицинских технологий университета Керсан (Корея) выявили взаимосвязь между региональными размерами мозжечка и статической устойчивостью у женщин, занимающихся шорт-треком [20]. Установлено, что у них объем шестой-седьмой долей мозжечка значительно коррелирует со статическим равновесием левой части тела. Спортивный стаж оказывает большее влияние на статическое равновесие мужчин, чем женщин. Корреляция между размером указанных долей мозжечка и статической устойчивостью у спортсменок показывает, что этот регион мозга играет большую роль в устойчивости.

Ученый Китайского университета провел сравнительный анализ мышц шорт-трековиков, соревнующихся на короткие и длинные дистанции [22]. Цель исследования – установить, имеются ли различия и дефицит силы мышц между спортсменами, соревнующимися на длинных и коротких дистанциях, и смогут ли они перенимать друг у друга опыт подготовки. Был сделан вывод, что индекс максимальной силы колена и лодыжки для спринтеров больше соответствует характерным особенностям конькобежных видов, в то время как спортсмены-стайеры имеют хорошие силовые показатели на низкой скорости. В индексе сгибателей–разгибателей спортсмены, соревнующиеся на длинных, и на коротких дистанциях, имели показатели ниже рекомендованных. У шорт-трековиков, соревнующихся на длинных дистанциях, сила мышц левых разгибателей больше, чем правых, и им необходимо улучшить баланс обеих ног.

В Центре спорта и науки университета Эссекс и Британского олимпийского университета исследовали влияние длины дистанции на оксигенацию мышц шорт-трековиков [9]. Было показано, что дистанция гонки мало или вообще не влияет на глобальные физиологические переменные, но длина

дистанции и техника оказывают влияние на локальный кровоток. Наибольшее снижение насыщения крови кислородом в мышцах происходит на втором и последующих кругах дистанции как у мужчин, так и у женщин. Представленные результаты предлагают понимание местных метаболических воздействий максимальной скорости, а также воздействие изменений в технике передвижения в конькобежных гонках.

В английском институте спорта и университете Лафборо (Великобритания) исследовали баланс жидкости у элитных шорт-трековиков [7]. Были выявлены различия в потере пота при ледовых тренировках разной направленности: на выносливость, на скорость и выносливость с силовой тренировкой. Во время их проведения ни один из участников не потерял более 2 % массы тела; по-видимому, они адекватно потребляли жидкость во время тренировки, чтобы предотвратить обезвоживание.

Выводы. Проведенные поиск и анализ зарубежных источников по медико-биологическим аспектам тренировочной и соревновательной деятельности позволили выделить наиболее значимые сведения и тенденции. Учеными ведется работа по выявлению частоты и характера травм и профессиональных заболеваний, а также по исследованию предсоревновательного стресса с целью их профилактики. Разрабатываются методы и критерии оценки функционального состояния систем организма спортсменов. Определяются особенности срочной и долгосрочной адаптации, а также физиологические предикторы специальной работоспособности спортсменов.

Полученные данные могут быть использованы при подготовке, планировании и прогнозе выступлений российских спортсменов. Кроме того, полученный материал может быть использован для создания программ повышения профессиональных компетенций специалистов и тренеров.

■ Литература

1. Аикин В. А. Современные тенденции тренировочной и соревновательной деятельности в биатлоне и шорт-треке (по материалам зарубежной печати) / В. А. Аикин, Ю. В. Корягина, Е. А. Сухачев, Е. А. Реуцкая // Современ. пробл. науки и образования. – 2013. – № 3. – URL: www.science-education.ru/109-9378
2. Корягина Ю. В. Медико-биологическое обеспечение спортивной тренировки в биатлоне и шорт-треке (по материалам зарубежной печати) / Ю. В. Корягина, Е. А. Сухачев, Е. А. Реуцкая // Современ. пробл. науки и образования. – 2013. – № 3. – URL: www.science-education.ru/109-9248
3. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – К.: Олимп. лит., 2013. – 624 с.

■ References:

1. Aikin V. A. Current trends of training and competitive activity in biathlon and short track (on materials of a foreign press) / V. A. Aikin, Yu. V. Koryagina, E. A. Sukhachev, E. A. Reutskaya // *Sovremennyyeproblemy nauki i obrazovaniya*. – 2013. – N 3. – URL: www.science-education.ru/109-9378
2. Koryagina Yu. V. Biomedical support of sports training in biathlon and short track (on materials of a foreign press) / Yu. V. Koryagina, E. A. Sukhachev, E. A. Reutskaya // *Sovremennyye problem nauki i obrazovaniya*. – 2013. – N 3. URL: www.science-education.ru/109-9248
3. Platonov V. N. Periodization of sports training. General i theory and its practical application / V. N. Platonov. – Kiev: Olympic literature, 2013. – 624 p.

4. Bao-feng Z. Analysis of the Short Track Speed Skaters' Cognitive Trait Anxiety / Z. Bao-feng, L. Shuang-ling, L. Yong // China Winter Sports. – 2009-02. – http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BXYD200902017.htm
5. Blut D. Epidemiology of musculoskeletal injuries among elite biathletes: a preliminary study / D. Blut [et al.] // Clinical J. Sport Med. – 2010. – Vol. 20, N 4. – P. 322–324.
6. Coote J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise / J. H. Coote // Experimental Physiology. – 2009. – Vol. 95. – N 3. – P. 431–440.
7. Currell K. Fluid balance in elite short track speed skaters / K. Currell, E. Simpson, S. Mears // ISSSMC 2013 Conference Abstracts. Br. J. Sports Med. – 2013. – 47. – doi: 10.1136/bjsports-2013-093073.26
8. Emanuelsen E. Autonomic recovery during high training loads in female world-class biathlon / E. Emanuelsen [et al.] // ATHLETES 14th annual ECSS Congress Oslo / Norway, June 24–27 2009. Access mode <http://www.ecss.de/>.
9. Goodall S. Transcranial magnetic stimulation in sport science: a commentary / S. Goodall [et al.] // European J. of Sport Sci. – 2012. – P. 1–9.
10. Goya-Esteban R. Heart Rate Variability Non Linear Dynamics in Intense Exercise / R. Goya-Esteban [et al.] // Computing in Cardiology. – 2012. – Vol. 39. – P. 177 – 180.
11. Hesford C.M. Effect of Race Distance on Muscle Oxygenation in Short-Track Speed Skating / C.M. Hesford [et al.] // Med. & Sci. in Sports & Exercise. – 2013. – DOI: 10.1249/MSS.0b013e31826c58dd
12. Huxley D. J. An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes / D.J. Huxley [et al.] // European J. of Sport Sci. 2013. – <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17461391.2013.809153>
13. Juliff L. E. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions / L. E. Juliff, S. L. Halsona, J. J. Peiffer // J. of Sci. and Med. in Sport Available online 13 February 2014 In Press, Corrected Proof. – Note to users.
14. Klusiewicz A. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal and maximal exercise on a ski ergometer / A. Klusiewicz, J. Faff, J. Starczewska-Czapowska // Biol. Sport. – 2011. – 28. – P. 31–35.
15. Leeder J. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy / J. Leeder, M. Glaister, K. Pizoferzro [et al.] // J. of Sports Sci. – 2012. – Vol. 30, 1. 6. – P. 541–545.
16. Malliaropoulos N. Blood phosphorus and magnesium levels in 130 elite track and field athletes / N. Malliaropoulos // Asian J. of Sports Med. – Vol. 4, N 1. – March 2013. – P. 49–53.
17. Sheel A. W. The pulmonary system during exercise/ in hypoxia and the cold / A. W. Sheel, M. J. MacNutt, J. S. Querido // Experimental Physiology. – 2010. – Vol. 95, N 3. – P. 422–430.
18. Sue-Chu M. Airway hyperresponsiveness to metha- l choline, adenosine 5 monophosphate, mannitol, eucapnic voluntary hyperpnoea and field exercise challenge in elite cross-country skiers / M. Sue-Chu [et al.] // British J. Sports Med. – 2010. – Vol. 44. – P. 827–832.
19. Osteras H. Prevalence of musculoskeletal disorders among Norwegian female biathlon athletes / H. Osteras, L. B. Augestad // Open Access J. of Sports Med. – 2013; I: default. – P. 71.
20. Park I. S. Regional cerebellar volume reflects static balance in elite female short-track speed skaters / I. S. Park [et al.] // Int. J. Sports Med. – 2012 – N 9. – Access mode: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23143696>.
21. Palmer-Green D. Epidemiological study of injury and illness in Great Britain short-track speed skating / D. Palmer-Green, M. Brownlow, J. Hopkins [et al.] // Abstracts from the IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport, Monaco 2014 // Br. J. Sports Med. 2014; 48: 649–650 doi: 10.1136/bjsports-2014-093494.238
22. Xia J. Y. The Comparative Analysis on Muscles of Short and Long Track Speed Skating Athletes / J. Y. Xia // Applied Mechanics and Materials. – Vol. 117–119. – P. 737–740.
23. Yarn W. Analysis of correlation on sports training and sports injuries and bone mineral density of ice athletes / W. Yaru, Z. Wenyuan, Y. Shuyuan [et al.] // J. of Jilin Institute of Physical Education 2012-03. – http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JLTY201203033.htm
24. Zalavras A. Comparison between young and adult track and field athletes on oxidative stress marker / A. Zalavras // 17th annual ECSS Congress Bruges/BEL, July 4-7 2012. – <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C17/17-2056.pdf>
4. Bao-feng Z. Analysis of the Short Track Speed Skaters' Cognitive Trait Anxiety / Z. Bao-feng, L. Shuang-ling, L. Yong // China Winter Sports. – 2009-02. – http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BXYD200902017.htm
5. Blut D. Epidemiology of musculoskeletal injuries among elite biathletes: a preliminary study / D. Blut [et al.] // Clinical J. Sport Med. – 2010. – Vol. 20, N 4. – P. 322–324.
6. Coote J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise / J. H. Coote // Experimental Physiology. – 2009. – Vol. 95. – N 3. – P. 431–440.
7. Currell K. Fluid balance in elite short track speed skaters / K. Currell, E. Simpson, S. Mears // ISSSMC 2013 Conference Abstracts. Br. J. Sports Med. – 2013. – 47. – doi: 10.1136/bjsports-2013-093073.26
8. Emanuelsen E. Autonomic recovery during high training loads in female world-class biathlon / E. Emanuelsen [et al.] // ATHLETES 14th annual ECSS Congress Oslo / Norway, June 24–27 2009. Access mode <http://www.ecss.de/>.
9. Goodall S. Transcranial magnetic stimulation in sport science: a commentary / S. Goodall [et al.] // European J. of Sport Sci. – 2012. – P. 1–9.
10. Goya-Esteban R. Heart Rate Variability Non Linear Dynamics in Intense Exercise / R. Goya-Esteban [et al.] // Computing in Cardiology. – 2012. – Vol. 39. – P. 177 – 180.
11. Hesford C.M. Effect of Race Distance on Muscle Oxygenation in Short-Track Speed Skating / C.M. Hesford [et al.] // Med. & Sci. in Sports & Exercise. – 2013. – DOI: 10.1249/MSS.0b013e31826c58dd
12. Huxley D. J. An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes / D.J. Huxley [et al.] // European J. of Sport Sci. 2013. – <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17461391.2013.809153>
13. Juliff L. E. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions / L. E. Juliff, S. L. Halsona, J. J. Peiffer // J. of Sci. and Med. in Sport Available online 13 February 2014 In Press, Corrected Proof. – Note to users.
14. Klusiewicz A. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal and maximal exercise on a ski ergometer / A. Klusiewicz, J. Faff, J. Starczewska-Czapowska // Biol. Sport. – 2011. – 28. – P. 31–35.
15. Leeder J. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy / J. Leeder, M. Glaister, K. Pizoferzro [et al.] // J. of Sports Sci. – 2012. – Vol. 30, 1. 6. – P. 541–545.
16. Malliaropoulos N. Blood phosphorus and magnesium levels in 130 elite track and field athletes / N. Malliaropoulos // Asian J. of Sports Med. – Vol. 4, N 1. – March 2013. – P. 49–53.
17. Sheel A. W. The pulmonary system during exercise/ in hypoxia and the cold / A. W. Sheel, M. J. MacNutt, J. S. Querido // Experimental Physiology. – 2010. – Vol. 95, N 3. – P. 422–430.
18. Sue-Chu M. Airway hyperresponsiveness to metha- l choline, adenosine 5 monophosphate, mannitol, eucapnic voluntary hyperpnoea and field exercise challenge in elite cross-country skiers / M. Sue-Chu [et al.] // British J. Sports Med. – 2010. – Vol. 44. – P. 827–832.
19. Osteras H. Prevalence of musculoskeletal disorders among Norwegian female biathlon athletes / H. Osteras, L. B. Augestad // Open Access J. of Sports Med. – 2013; I: default. – P. 71.
20. Park I. S. Regional cerebellar volume reflects static balance in elite female short-track speed skaters / I. S. Park [et al.] // Int. J. Sports Med. – 2012 – N 9. – Access mode: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23143696>.
21. Palmer-Green D. Epidemiological study of injury and illness in Great Britain short-track speed skating / D. Palmer-Green, M. Brownlow, J. Hopkins [et al.] // Abstracts from the IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport, Monaco 2014 // Br. J. Sports Med. 2014; 48: 649–650 doi: 10.1136/bjsports-2014-093494.238
22. Xia J. Y. The Comparative Analysis on Muscles of Short and Long Track Speed Skating Athletes / J. Y. Xia // Applied Mechanics and Materials. – Vol. 117–119. – P. 737–740.
23. Yarn W. Analysis of correlation on sports training and sports injuries and bone mineral density of ice athletes / W. Yaru, Z. Wenyuan, Y. Shuyuan [et al.] // J. of Jilin Institute of Physical Education 2012-03. – http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JLTY201203033.htm
24. Zalavras A. Comparison between young and adult track and field athletes on oxidative stress marker / A. Zalavras // 17th annual ECSS Congress Bruges/BEL, July 4-7 2012. – <http://www.ecss.de/ASP/EDSS/C17/17-2056.pdf>