

УДК 612.1/8:796.92.093.642

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИОЛОГИИ И БИОМЕХАНИКИ БИАТЛОНА

Владимир Иванович Михалев, доктор педагогических наук, профессор,

Владимир Анатольевич Аикин, доктор педагогических наук, профессор,

Юлия Владиславовна Корягина, доктор биологических наук, профессор,

Елена Александровна Реуцкая, кандидат биологических наук,

*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта (СибГУФК),
Омск*

Аннотация

Анализ результатов исследований зарубежных лабораторий по проблемам физиологии и биомеханики отражает общие тенденции развития биатлона – увеличение скорости гонки, точности стрельбы, изменение техники с акцентом на работе верхней части тела спортсмена. Ученые уделяют повышенное внимание развитию аэробных и анаэробных возможностей, преимущественно верхней части тела и поструральному балансу. Исследуются вопросы сохранения здоровья биатлонистов.

Ключевые слова: биатлон, физиология, аэробные и анаэробные возможности.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110.p98-103

**CURRENT PROBLEMS OF THE PHYSIOLOGY AND BIOMECHANICS OF
BIATHLON**

Vladimir Ivanovich Mikhalev, the doctor of pedagogical sciences, professor,

Vladimir Anatolevich Aikin, the doctor of pedagogical sciences, professor,

Julia Vladislavovna Koriagina, the doctor of biological sciences, professor,

Elena Alexandrovna Reutskaya, the candidate of biological sciences,

The Siberian State University of Physical Education and Sports, Omsk

Annotation

The results analysis of the foreign research laboratories on physiology and biomechanics reflects general trends in biathlon – increase in speed racing, shooting accuracy, changing technique with emphasis on working the upper body of an athlete. Scientists focus on developing the aerobic and anaerobic capacity, mainly upper body and postural balance. The issues of biathletes health preserving are investigated.

Keywords: biathlon, physiology, aerobic and anaerobic opportunities.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отмечается огромный рост популярности биатлона во всем мире. По данным сайта <http://rusbiathlon.ru/news> пять лет назад международные биатлонные соревнования в России смотрели тысячи, а теперь миллионы человек. Нынче в России трансляция с этапа Кубка мира по биатлону популярнее матчей российской премьер-лиги и хоккейных поединков КХЛ. Зрелищность биатлона объясняется обширной и разноплановой программой соревнований и высоким уровнем подготовленности спортсменов. Для успешного выступления биатлонист должен обладать высоким уровнем как аэробных, так и анаэробных возможностей, эффективной и стабильной техникой. Практика показывает, что ведущие биатлонисты отличаются примерно одинаковым уровнем развития данных качеств. При этом победу одерживает тот спортсмен, который подходит к моменту соревнований в наиболее оптимальном функциональном состоянии. В этой связи, анализ данных зарубежных исследований об основных современных тенденциях физиологии и биомеханики биатлона является достаточно актуальным.

Анализ современных тенденций в медико-биологических аспектах подготовки биатлонистов, проведенный нами ранее показал, что в фокусе внимания зарубежных исследователей в предыдущие годы находились вопросы выявления и профилактики профес-

сиональных заболеваний и травм, разработки методов и критериев оценки функционального состояния организма, определение физиологических факторов спортивной работоспособности [1, 2, 3, 4].

Основанием для выполнения настоящей работы явился приказ Минспорта России от 19 декабря 2013 г. № 1083 об утверждении ФГБОУ ВПО СибГУФК государственного задания на выполнение работ на 2014 год.

Цель работы. Выявление и анализ фактической информации по проведенным исследованиям в области физиологии и биомеханики биатлона по материалам зарубежных источников.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Аналитическое исследование зарубежных лабораторий по медико-биологическим аспектам подготовки, выполненных в 2010-2013 годах, т.е. в период подготовки к зимним Олимпийским играм в Сочи отражало общие тенденции развития биатлона – увеличение скорости и изменение акцента в технике на большую работу верхней части тела спортсмена и повышение точности стрельбы в условиях высокой интенсивности.

Данные направления широко обсуждались на 6 Международном конгрессе «Наука и лыжный спорт», проходившем 14-19 декабря в Зальцбурге (Австрия). Ученый из исследовательского центра зимних видов спорта Центрального шведского университета Х. Холмберг в своем докладе отметил, что ранее большая часть исследований была направлена на изучение физических характеристик спортсменов и энергетических требований, предъявляемых к ним в связи с различными режимами лыжных гонок [7]. В настоящее время претерпели изменения подходы и идеи. Все больше внимания уделяется техническим аспектам и, связанным с ними, физиологическим и биомеханическим характеристикам. При этом, в гонке мышцы как верхних, так и нижних конечностей должны генерировать высокие силу и мощность, должны содержать богатую капиллярную сеть и митохондрии. Именно эти факторы оказывают существенное влияние на результативность.

Интеграция физиологического и биомеханического подходов и применение современных технологий имеют огромный потенциал для выявления факторов производительности в биатлоне.

Одним из таких факторов, является уровень аэробной производительности. Ученый Копенгагенского университета (Дания) Бенгт Салтин отмечает, что тенденции последних лет в биатлоне и лыжных гонках – это повышенное внимание к увеличению функциональных возможностей мышц рук, что позволило приблизить максимальное потребление кислорода (МПК) верхней части тела в отдельных упражнениях к общему МПК [11]. Это относится как к размеру мышечных волокон, что дает основу для увеличения площади поперечного сечения мышц и тем самым силы, так и богатой капиллярной сети, а также более высокой плотности митохондрий.

В настоящее время ценятся спортсмены-универсалы, которые являются победителями, как в спринте, так и на длинных дистанциях. Это означает, что в своей тренировке спортсмены охватывают все основные компоненты, т.е. интенсивную силовую тренировку, особенно верхней части тела, в том числе с отягощениями, которая трансформируется в эффективное отталкивание палками, тщательную гликолитическую и аэробную тренировку метаболизма мышц конечностей, а также «старомодную» аэробную тренировку, обеспечивая аэробную мощность, которая по-прежнему является приоритетной как для спринтера, так и для стайера.

Исследователи Норвежского университета науки и технологии определили физиологические детерминанты спринтерской и стайерской результативности у элитных лыжников путем соотнесения физиологических лабораторных данных с уровнем результативности в гонках [12]. Исследование показало, что различные физиологические лабораторные переменные коррелируют с уровнем результативности спринтерских и стайер-

ских лыжных гонок в группе элитных лыжников относительно одинаково. Пиковая мощность верхних и нижних конечностей имела высокую взаимосвязь с производительностью в спринтерской гонке, в то время как высокие максимальные аэробные возможности во время субмаксимальной работы на лыжероллерах коррелируют с уровнем стайерской результативности.

По-прежнему одним из приоритетных направлений зарубежных исследований является изучение функции равновесия, или как называют ее зарубежные ученые – постурального баланса. Так, исследователь лаборатории физической активности, работоспособности и здоровья Университета Пау и Платит де Адур (Франция) Тьерри Пайар представил обзор влияния общего и локального утомления на постуральный контроль [10].

Физиологические эффекты, вызванные глобальными и локальными упражнениями, заметно отличаются, но оба типа упражнений способствуют ухудшению эффективности сенсорной импульсации и двигательных проявлений функции равновесия. Глобальные упражнения, больше влияют на сенсорные рецепторы и функцию равновесия, чем локальные, которые вызывают ухудшение контроля осанки. Все виды упражнений, связанные со значительными объемами ходьбы и бега могут повлиять на постуральный контроль больше, чем упражнения, где тело поддерживается (например езда на велосипеде). И это повышает риск получения травмы.

Автор указывает, что влияние локального утомления на функцию равновесия различается в зависимости от параметров физических упражнений, используемого теста, характеристик спортсменов и физиологических условий. Тем не менее, утомление проксимальных мышц, а также мышц разгибателей нижних конечностей ухудшает постуральный контроль больше чем утомление дистальных мышц, а также мышц сгибателей верхних конечностей.

Исследователи кафедры спортивной науки и кинезиологии, кафедры инженерии университета Зальцбурга (Австрия) также занимаются подобной проблемой [5]. Целью их исследования было при помощи нелинейных статистических методов проанализировать данные двигательных стратегий, направленные на регулирования постурального контроля у элитных биатлонистов. В результате исследования авторы пришли к выводу, что в условиях подобных соревновательным, постуральное поведение высококвалифицированных спортсменов, требует меньше когнитивного контроля. Этот результат может отражать способность высококвалифицированных биатлонистов более эффективно адаптироваться в изменяющейся среде а, следовательно, улучшать локальную устойчивость.

Часть зарубежных исследователей соотносят функцию равновесия с понятием «корпусной стабильности». Хотя в литературе имеются противоречия в определении того, что имеется в виду под “корпусной стабильностью”. Ученые университета Фрайбурга (Германия) указывают, что на основании биомеханических аспектов представляется наиболее важным, чтобы центр стабильности не ограничивался только стабилизацией корпуса. Во многих спортивных дисциплинах, особенно в лыжах, функционально необходим совместный нервно-мышечный контроль нижних конечностей и верхней части тела [6]. Результаты их исследований указывают на важность корпусной стабильности для спортивных результатов. Функциональная подготовка на неустойчивых поверхностях способствует высокой нервно-мышечной активации мышц туловища и повышает функциональные показатели и физическую работоспособность.

Как и в предыдущие годы ведется работа по повышению эффективности стрельбы. Исследователи департамента спортивной науки и кинезиологии университета Зальцбурга, Австрия определили влияние утомления на производительность стрельбы и биомеханические параметры элитных биатлонистов [13]. Они проанализировали результативность, а также биомеханические параметры стрельбы у элитных биатлонистов в условиях моделируемой гонки. Результаты исследования показали, что сила нажатия на спусковой крючок играет важную роль при стрельбе в состоянии утомления. Вследствие чего авто-

ры рекомендуют акцентировать внимание на данном параметре при тренировке.

Специалисты Научно-исследовательского института олимпийских видов спорта Юваскюля (Финляндия) исследовали влияние винтовки на лыжную биомеханику в биатлоне [9]. Они выявили, что максимальная скорость передвижения на лыжах была на 3,3% ниже при передвижении с винтовкой, по сравнению с максимальной скоростью передвижения на лыжах без винтовки. Таким образом, метаболическая стоимость веса винтовки составляет 7÷8% от общего объема расхода энергии. Кроме того, авторы установили, что вес винтовки, видимо, в большей степени нагружает и влияет на движение верхней части тела спортсмена, а не функции ног.

Несколько противоположные данные в подобном исследовании получили специалисты кафедры спортивной науки и кинезиологии университета Зальцбурга (Австрия) и Шведского исследовательского центра Зимних видов спорта [14]. Целью их исследования было оценить влияние веса винтовки на физиологические и биомеханические реакции и гендерные различия у элитных биатлонистов при передвижении попеременным двухшажным ходом и одновременным двухшажным ходом. Результаты показывают, что передвижение с винтовкой увеличивает физиологические и биомеханические требования со значительно большим включением в работу ног и увеличением времени цикла. Последствия передвижения с винтовкой не отличались между лыжными ходами, а также выявлены лишь незначительные гендерные различия.

В центре внимания зарубежных специалистов остаются вопросы сохранения здоровья высококвалифицированных биатлонистов. Известно, что вдыхание холодного сухого воздуха может вызывать бронхоспазм физического усилия, который характеризуется сужением дыхательных путей. Во время тренировки в холодных условиях у спортсменов отмечается большое распространение симптомов кашля. Ученые института кардиологии и пульмонологии (Квебек, Канада) и факультета спортивных наук Университета здравоохранения и физической культуры (Роншен, Франция) определили, что это не имеет существенного влияния на чувствительность кашлевого рефлекса к капсаицину и обычно не связано с бронхоспазмом, гиперчувствительностью дыхательных путей, или воспалением дыхательных путей у большинства спортсменов. По их мнению данная проблема требует дальнейшего изучения [15].

Ученые из Олимпийского медицинского института Великобритании исследовали влияние 2-х дневной повторной соревновательной нагрузки на А-иммуноглобулин слюны у тренированных спортсменов-мужчин. Уменьшение концентрации А-иммуноглобулина слюны было рассмотрено ими в качестве возможной причины повышенной восприимчивости спортсменов к инфекциям верхних дыхательных путей. Целью их исследования было определить влияние двухдневной соревновательной биатлонной гонки на лыжероллерах на А-иммуноглобулин, скорость секреции кортизола слюны и концентрацию тестостерона. Результаты показывают, что спортсмены, участвующие в повторных стартах, не демонстрируют снижение слюноотделения или скорости секреции А-иммуноглобулина. Симпатическая стимуляция не проявляется в ингибировании слюноотделения и секреции А-иммуноглобулина вскоре после гонки [8].

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ позволил выделить следующие наиболее значимые тенденции и направления. Специалистами исследуются физиологические и биомеханические характеристики лыжной техники и параметров стрельбы. Повышенное внимание зарубежных исследователей остается к увеличению аэробных и анаэробных возможностей мышц, преимущественно верхней части тела и постурального баланса. Исследуются аспекты сохранения здоровья высококвалифицированных биатлонистов.

Полученные данные рекомендуется применять при планировании тренировочного процесса, в медико-биологическом обеспечении спортсменов. Кроме того, полученный

материал может быть использован для создания программ повышения профессиональных компетенций специалистов и тренеров по биатлону и лыжным гонкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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 // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 3. – URL : www.science-education.ru/109-9248. – Дата обращения 26.03.2014.
2. Михалев, В.И. Современные аспекты тренировки в биатлоне и лыжных гонках (по материалам зарубежной печати) : науч.-метод. рекомендации / В. И. Михалев, В.А. Аикин, Н.С. Загурский ; Сибирский гос. ун-т физ. культуры и спорта. – Омск : [б.и.], 2011. – 80 с.
3. 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 // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 3. – URL: www.science-education.ru/109-9378. – Дата обращения 26.03.2014.
4. Современные тенденции применения медико-биологических средств для повышения работоспособности и восстановления спортсменов в биатлоне и шорт треке (по материалам зарубежной печати) / В. А. Аикин, Ю.В. Корягина, Е.А. Сухачев, Е.А. Реуцкая // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. – 2013. – № 7. – С. 43-50.
5. Buchecker, M. Effects of fatigue on postural control strategies during biathlon shooting – a nonlinear approach / M. Buchecker, G. Sattlecker, J. Birklbauer // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 80.
6. Gollhofer, A. Importance of core muscle strength for lower limb stabilization / A. Gollhofer, D. Gehring; G. Mornieux // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 11.
7. Holmberg, H. Integrative biomechanics and physiology in c-c skiing / H. Holmberg // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 7.
8. Laing, S. The effects of 2-days repeated competitive stress on saliva immunoglobulin-a responses in trained male athletes / S. Laing, , A.R. Jackson, N. Djedovic // *European College of Sport Science: Book of Abstracts of the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo, Norway, June 24-27, 2009*. – Oslo, 2009. – P. 13.
9. Linnamo, V. Effects of rifle carriage on skiing biomechanics in biathlon / V. Linnamo, O. Ohtonen, J.Mikkola // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 155.
10. Paillard, T. Effects of general and local fatigue on postural control : A review / T. Paillard // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – V. 36. – P. 162-176.
11. Saltin, B. Success in cc skiing: no longer just a question of a high aerobic capacity / B. Saltin // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 14.
12. Sandbakk, O. Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers / O. Sandbakk, C.Å. Grasaas, E.Grasaas // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 93.
13. Sattlecker, G. Effects of fatigue on shooting performance and biomechanical patterns in elite biathletes / G. Sattlecker, M. Buchecker, J. Birklbauer // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 79.
14. Stöggl, T. Physiological and biomechanical response to rifle carriage in elite biathletes / T. Stöggl, P.Bishop, M. Höök // *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg*. – St. Christoph a. Arlberg, Austria, 2013. – P. 81.
15. Turmel, J. Seasonal variations of cough reflex sensitivity in elite athletes training in cold air environment / J.Turmel, V. Bougault, L.P.Boulet // *Cough*. 2012. V. 8. № 2. – Режим доступа: <http://www.coughjournal.com/content/8/1/2>. – Дата обращения 30.04.2014.

REFERENCES

1. Koryagina, Yu.V., Sukhachev E.A. and Reutskaya, E.A. (2013), “Biomedical support of sports training in biathlon and short track (on materials of a foreign press)”, *Modern problems of science*

and education, No. 3, available at: www.science-education.ru/109-9248.

2. Mikhalev, V. I., Aikin V.A. and Zagursky, N.S. (2011), *Modern aspects of training in biathlon and cross-country skiing (on materials of a foreign press)*, publishing house “SibGUFK”, Omsk.

3. Aikin, V.A., Koryagina, Yu.V., Sukhachev, E.A. and Reutskaya E.A. (2013), “Current trends of training and competitive activity in biathlon and short track (on materials of a foreign press)”, *Modern problems of science and education*, No. 3, available at: www.science-education.ru/109-9378.

4. Aikin, V.A., Koryagina, Yu.V., Sukhachev, E.A. and Reutskaya E.A. (2013), “Current trends of application of medicobiological means for increase of working capacity and recovery of athletes in biathlon and shorts a track (on materials of a foreign press)”, *Physiotherapy exercises and sports medicine*, No. 7, pp. 43-50.

5. Buchecker, M., Sattlecker, G. and Birklbauer J. (2013), “Effects of fatigue on postural control strategies during biathlon shooting – a nonlinear approach”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 80.

6. Gollhofer, A., Gehring D. and Mornieux G. (2013), “Importance of core muscle strength for lower limb stabilization”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 11.

7. Holmberg, H. (2013), “Integrative biomechanics and physiology in c-c skiing”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 7.

8. Laing, S., Jackson A.R. and Djedovic N. (2009), “The effects of 2-days repeated competitive stress on saliva immunoglobulin-a responses in trained male athletes”, *European College of Sport Science: Book of Abstracts of the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science*, Oslo, Norway, June 24-27, 2009, pp.13.

9. Linnamo, V., Ohtonen O. and Mikkola J. (2013), “Effects of rifle carriage on skiing biomechanics in biathlon”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 155.

10. Paillard, T. (2012), “Effects of general and local fatigue on postural control: review”, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 36, pp. 162-176.

11. Saltin, B. (2013), “Success in cc skiing: no longer just a question of a high aerobic capacity”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 14.

12. Sandbakk, O., Grasaas, C.Å. and Grasaas, E. (2013), “Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 93.

13. Sattlecker, G., Buchecker, M. and Birklbauer J. (2013), “Effects of fatigue on shooting performance and biomechanical patterns in elite biathletes”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 79.

14. Stöggl, T., Bishop P. and Höök, M. (2013), “Physiological and biomechanical response to rifle carriage in elite biathletes”, *6 International Congress on Science and Skiing*, St. Christoph, a. Arlberg, Austria, pp. 81

15. Turmel, J., Bougault, V. and Boulet, L.P. (2012), “Seasonal variations of cough reflex sensitivity in elite athletes training in cold air environment”, *Cough*, Vol. 8, No. 2, available at: <http://www.coughjournal.com/content/8/1/2>.

Контактная информация: aikin-va@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 26.03.2014.

УДК 7.092

ВЛИЯНИЕ СТАРТОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ НА ВРЕМЯ СТАРТОВЫХ ШАГОВ У СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ШОРТ-ТРЕКОВИКЕ И В РОЛИКОБЕЖОМ СПОРТЕ

Ольга Юрьевна Орлова, старший преподаватель,

Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)

Аннотация

В данном исследовании стартовых положений применялась методика тестирования уже известная по идентичным исследованиям в конькобежном спорте: спортсмены должны показать