

БЕГОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ-СТАЙЕРОВ (ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ)

В.А. Аикин, Ю.В. Корягина

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия

Для связи с авторами: aikin-va@yandex.ru

Аннотация:

Целью данной работы является выявление и анализ фактической информации по проведенным исследованиям в области теории и методики подготовки спортсменов высокого класса в легкоатлетических стайерских дисциплинах по материалам зарубежных источников. Традиционно в стайерских дисциплинах первостепенная роль отводится развитию аэробных возможностей организма спортсменов, в то время как в работах зарубежных тренеров и ученых в последние годы большой акцент делается на повышение экономичности бега. Как показал проведенный анализ, повышение экономичности бега является перспективным направлением улучшения спортивных результатов легкоатлетов-стайеров. Это может достигаться разными путями: оптимизацией темпа, особенностями оттапливания, за счет применения специальной обуви, использования или, наоборот, исключения определенных тренировочных средств. Однако необходимо учитывать, что беговая экономичность является высокоспецифичной к бегу на определенной скорости или с определенной физиологической интенсивностью. Представленный материал может быть использован как основа для разработки современных технологических схем подготовки, планирования, контроля и прогноза выступлений российских легкоатлетов, специализирующихся в беге на длинных, марафонских и ультрамарафонских дистанциях.

Ключевые слова: легкая атлетика, бег на длинные дистанции, экономичность бега, техника бега.

RUNNING ECONOMY AND ITS FEATURES INCREASE IN LONG-DISTANCE ATHLETES (FOREIGN EXPERIENCE)

V.A. Aikin, J.V. Koriagina

Siberian state university of physical education and sports Omsk, Russia

Abstract:

The aim of this work is to identify and analyze the factual information on research in the theory and methods of preparing elite long-distance athletes by foreign sources. Traditionally long-distance disciplines paramount role for the development of athletes aerobic capacity, while in the foreign coaches and scientists works in recent years, more emphasis is placed on improving the economy running. As the analysis improved economy of running is a promising direction to improve the long-distance athletes performance. This can be achieved in different ways: optimization rate, particularly repulsive, through the special shoes use, or use contrary to exclude certain training aids. However, it is necessary to take into account that running economy is highly specific to run at a certain speed or physiological intensity. The presented here material can be used as a basis for the development of preparation modern technological schemes, planning, monitoring and forecasting performances of the Russian athletes specializing in the long-distance, marathon and ultra marathon distances.

Key words: athletics, long-distance running, economical running, running technique.

ВВЕДЕНИЕ. Бег на длинные дистанции сегодня считается одной из наиболее популярных беговых дисциплин в легкой атлетике. В отличие от многих других легкоатлетических видов мировые результаты в беге на длинные дистанции с каждым годом продолжают улучшаться [1]. Однако в последнее десятилетие специали-

сты отмечают хроническое отставание российских бегунов-стайеров от спортсменов из Кении, Эфиопии, Марокко [2].

В настоящее время большое количество научных работ российских ученых посвящено совершенствованию тренировочного процесса на основе применения как тренировочных, так

и внутренировочных средств повышения спортивной работоспособности [3-8]. Однако существует необходимость поиска и пополнения новой актуальной зарубежной информации об основных аспектах технико-тактической и функциональной подготовки как высококвалифицированных спортсменов, так и их резерва. Цель работы: выявление и анализ фактической информации по проведенным исследованиям в области теории и методики подготовки спортсменов высокого класса в легкоатлетических стайерских дисциплинах по материалам зарубежных источников.

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.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Осуществлялись поиск и сбор источников информации (статьи, материалы конференций, тезисы докладов, журналы), которые переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и анализу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. Анализ работ зарубежных лабораторий последних лет показал, что в тренировочном процессе бегунов-стайеров уделяется внимание двум основным направлениям: расширению функциональных возможностей организма спортсмена и повышению экономичности бега. Традиционно в стайерских дисциплинах первостепенная роль отводится развитию аэробных возможностей организма спортсменов, определяемых уровнем максимального потребления кислорода (МПК) и вентиляционным порогом [9,10], в то время как в работах зарубежных тренеров и ученых в последние годы больше внимания уделяется повышению экономичности бега. Экономичность бега — это степень эффективности потребления кислорода и сжигания калорий в процессе бега. Измеряется в количестве кислорода на килограмм веса бегуна на километр дистанции (мл/кг/км) или калорий (Ккал/кг/км) [9-11]. Э. Арселли и Р. Канова этот же показатель называют “удельная энергостоймость” [12]. Другие авторы для характеристики и обоснования экономичности бега предлагают оценивать потребление кисло-

рода и частоту сердечных сокращений на определенной скорости [13-14], а также минимальную шаговую частоту сердечных сокращений, соотношенную с временем работы на постоянной скорости [15]. Обширные исследования показали, что с аналогичными значениями максимального потребления кислорода спортсмены с более низкими энергетическими затратами во время бега работают лучше [15-17].

Большую роль в повышении экономичности играет согласованность работы различных систем организма. Исследователи из Калифорнии Б. Филлипс и Я Джин провели поисковое исследование по изучению адаптации темпа к синхронизации работы сердца и опорно-двигательного аппарата во время бега. Все предыдущие исследования сердечно-двигательной синхронизации у бегунов включали в себя создание условий, где темп шага и частота сердечных сокращений практически идентичны. Тем не менее естественное соотношение темпа и частоты сердечных сокращений во время бега не может иметь соотношение 1:1. Авторы изучили влияние эффективности соотношения темпа и частоты сердечных сокращений, кроме 1:1 (например, 1:2, 2:3, 3:2), на результат бегунов. Темп задавался с использованием звукового сигнала стимуляции шага по частоте сердечных сокращений. Результаты исследования свидетельствуют о том, что адаптивный темп сердечно-двигательной синхронизации может иметь положительное влияние на беговую результативность. У испытуемых наблюдалось улучшение времени бега на субмаксимальной скорости, увеличение временной константы в повышении частоты сердечных сокращений, имелась тенденция к снижению вариабельности сердечного ритма. Авторы также отмечают, что условия стимуляции хоть и не коррелируют с временем бега, но способствуют более высокому темпу по сравнению с мнимыми условиями (при подаче ложных сигналов стимуляции) [18].

Нахождение оптимальной длины и частоты шагов — необходимое условие технического совершенства бегуна. Ученые научно-исследовательского института движений университета Амстердама (Нидерланды) К. Рутер, П. Верджика, В. Веркер провели исследова-

ния с целью определить оптимальную частоту шага (минимальное потребление кислорода для пройденного расстояния) и сравнить ее с самостоятельным выбором частоты шага у опытных и начинающих бегунов. Результаты показывают, что при субмаксимальных скоростях опытные бегуны выбирают частоту шага ближе к минимуму для потребления кислорода, чем начинающие бегуны. Снижение было существенным и доходило до 3-5% у некоторых начинающих бегунов и потенциально улучшалось примерно на 1% у некоторых подготовленных бегунов. Специалисты подчеркивают, что, хотя эти снижения относительно небольшие, они относятся к значимым улучшениям беговой работоспособности и легко достижимы. Кроме того, данные результаты показывают, что оптимальная частота шага отдельных бегунов может быть установлена путем нахождения минимальной шаговой частоты сердечных сокращений, соотнесенной со временем работы на постоянной скорости [15].

Важной характеристикой техники бегуна является отталкивание. Исследователи биологического факультета колледжа Санкт Ансельм (США) П. Ларсон, Э. Хигинз, Д. Каминский, Т. Декера классифицировали отталкивающие движения левой и правой ног у 936 бегунов на длинные дистанции, большинство из которых относятся к оздоровительному уровню или являются высококвалифицированными спортсменами, на 10-километровом отрезке полумарафонской и марафонской гонки. Авторы отнесли 88,9% бегунов к отталкивающимся задней частью стопы, 3,4%, - к отталкивающимся средней частью стопы, на 1,8% - отталкивающимся передней частью; 5,9% бегунов отталкивались асимметрично. Ученые также сравнили отталкивающие движения ног у 286 бегунов марафонцев между отрезками гонки 10 км и 32 км и выявили, что большой процент бегунов на 10 км (10-километровом?) отрезке марафона, отталкивающимися средней и передней частью стопы, на 32 км отрезке марафона перешли к отталкиванию задней частью стопы. Частота асимметричного отталкивания ногой снижается с 10 км до 32 км отрезков дистанции. Тем не менее авторы не нашли значимой взаимосвязи

между отталкивающими движениями стопы и временем гонки бегунов [19].

Ученые Норвежского университета науки и технологий Дж. Хелгруд, О. Сторен, Дж. Хофф исследовали различия в беговой экономичности на различных скоростях у хорошо подготовленных бегунов-стайеров. Результаты показывают, что различия в экономичности бега на скоростях ниже интенсивности 90% от максимального потребления кислорода (МПК) не выражены [13]. Некоторые исследования показывают, что экономичность бега на скоростях до анаэробного порога изменяется незначительно и в среднем для людей составляет 1 ккал/кг/км [11]. Женщины характеризуются более низким МПК, но лучшей экономичностью бега, чем мужчины [13]. По-видимому, при тренировке в беге на длинные дистанции женщинам необходимо больше совершенствовать именно эти способности.

Целью исследований ученых центра поведенческих, социальных и медицинских наук университета Тарту и национального института развития здоровья Таллина (Эстония) М. Мусис, Д. Юрима, Д. Маэсту, К. Лоси и П. Падж было сравнение беговой экономичности между спортсменами соревновательного и рекреационного уровня на их индивидуальных вентиляционных порогах и параметров композиции тела, которые имеют отношение к индивидуальной беговой экономичности. Это исследование показало отсутствие различий в экономичности бега между бегунами на длинные дистанции с различным уровнем производительности при беге на трассе, в то время как существуют различия при беге на скорости вентиляционного порога 2. Различия в беговой экономичности между спортсменами соревновательного и оздоровительного уровня не связаны с составом тела и/или индексом массы ног [14].

Способность эффективно использовать энергию является одним из важнейших компонентов деятельности, требующей выносливости, особенно среди высококвалифицированных спортсменов. Целью работы специалистов кафедры питания и физических упражнений университета штата Флорида Д. Уилсон, Л. Хорнбюкл, Д. Ким было изучение влияния статического стретчинга на выносливость и общую энергетическую стоимость, измеренную в

калориях, потраченных на беговой дорожке, у подготовленных бегунов на длинные дистанции мужского пола. По результатам своего исследования ученые пришли к двум важным выводам: 1) статический стретчинг оказывает вредное воздействие на деятельность, требующую высокой силы и скорости, лежащих в основе работоспособности мышц, 2) статический стретчинг увеличивает затраты энергии в беговых упражнениях умеренной интенсивности. Таким образом, ученые предостерегают тренеров и спортсменов, от выполнения длительного статического стретчинга непосредственно перед бегом на средние или на длинные дистанции. Влияние же других форм стретчинга (т.е. динамического стретчинга) на выносливость еще предстоит проверить [20].

Полагают, что бег в амортизирующей обуви предотвращает травмы нижних конечностей. Тем не менее не ясно, как бег в этой обуви влияет на расход энергии. Ученый департамента восстановительной медицины университета Гронингена (Нидерланды) С. Собхани сравнил экономичность бега в амортизирующей, специализированной беговой и стандартной обуви. Полученные им результаты показывают, что потребление кислорода во время работы в амортизирующей обуви было в среднем на 4,5% выше, чем в стандартной обуви ($p < 0,001$) и на 5,6% выше, чем в беговой обуви ($p < 0,001$). Для всех трех типов обуви не было обнаружено

никаких существенных различий между ЧСС и скоростью выполняемой нагрузки [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Проведенный анализ зарубежных источников показал, что, по мнению ученых, наиболее перспективным направлением улучшения спортивных результатов легкоатлетов, специализирующихся в беге на длинные дистанции является повышение экономичности бега. Это может достигаться разными путями: оптимизацией темпа, особенностями отталкивания, за счет применения специальной обуви, использования или, наоборот, исключения определенных тренировочных средств. Однако необходимо учитывать, что беговая экономичность является высокоспецифичной к бегу на определенной скорости или физиологической интенсивности (уровень которой определяется вентиляционными порогами, % от МПК, частотой сердечных сокращений), а также зависит от гендерных особенностей.

Практические рекомендации. Полученные данные могут быть использованы как основа для разработки современных технологических схем подготовки, планирования, контроля и прогноза выступлений российских легкоатлетов, специализирующихся в беге на длинных, марафонских и ультрамарафонских дистанциях. Кроме того, полученный материал может быть использован для создания программ повышения профессиональных компетенций специалистов и тренеров по легкой атлетике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арселли, Э. Тренировка в марафонском беге: научный подход / Э. Арселли, Р. Канова. — М. : Издательство Терра-Спорт. — 2000. — 70 с.
2. Кирьянова, М.А. Географические показатели спортсменов циклических видов спорта / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина, Л.Г. Харитоновна // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. — 2010. — № 24 (200). — С. 125-128.
3. Корягина, Ю.В. Медико-биологические средства повышения работоспособности и восстановления спортсменов / Ю.В. Корягина, Л.Г. Роголева, Т.П. Замчий, К.С. Зайцев // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 10-8. — С. 1753-1757.
4. Корягина, Ю.В. Хронобиологические особенности адаптации к занятиям различными видами спорта / Ю.В. Корягина // Теория и практика физической культуры. — 2010. — № 7. — С. 24-28.
5. Любошенко, Т.М. Роль пищевых и биологически активных добавок в системе подготовки спортсменов / Т.М. Любошенко, В.А. Ляпин. — Омск : СибГУФК, 2011. — 160 с.
6. Ляпин, В.А. Особенности пищевого рациона у представителей разных видов спорта : учеб. пособие / В.А. Ляпин, Е.В. Коваленко. — Омск : СибГУФК, 2011. — 156 с.
7. Михалев, В.И. Новые технологии совершенствования тренировочного процесса биатлонистов / В.И. Михалев, В.А. Аикин, Ю.В. Корягина // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. — 2014. — № 3 (109). — С. 118-124.
8. Петер, Я. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость : Пер. с англ. / Я. Петер. — Мурманск : Издательство Тулома, 2006. — 160 с.
9. Фитзингер, П. Бег по шоссе для серьезных бегунов : Пер. с англ. / П. Фитзингер. — Мурманск : Издательство Тулома, 2007. — 192 с.
10. Ципин, Л.Л. Сравнительный анализ результатов в беге на длинные дистанции в России и мире / Л.Л. Ципин, В.Б. Трясов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. — 2011. — №4 (74). — С. 194-197.
11. Helgerud J. Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance

- runners? / J. Helgerud, Ø. Støren, J. Hoff // *Eur J Appl Physiol.*—2009. - DOI 10.1007/s00421-009-1218-z.
12. Larsen H.B. Kenyan dominance in distance running. / H.B. Larsen // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology.* - 2003. - 136(1).— P. 161-170.
 13. Larson P. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race / P. Larson [et al.] // *Journal of Sports Sciences.*—2011. —V. 29, I.15. - P. 1665-1673.
 14. Marc A. Marathon progress: demography, morphology and environment / A. Marc [et al.] // *Journal of Sports Sciences.* -2014. - V. 32, № 6.— P. 524-532.
 15. Mooses M. Running economy and body composition between competitive and recreational level distance runners / M. Mooses [et al.] // *Acta Physiologica Hungarica.*—2013. - V. 100 (3). - P. 340—346.
 16. Phillips B. Effect of Adaptive Paced Cardiocomotor Synchronization During Running: A Preliminary Study / B. Phillips, Y. Jin // *Journal of Sports Science* & Medicine. Sep 2013; 12(3)381-387.
 17. Romeo F. A simple model of energy expenditure in human locomotion / F. Romeo // *Revista Brasileira de Ensino de Física.*—2009. - V. 31. - №. 4.— P. 4306.
 18. Ruitter C.J. Stride frequency in relation to oxygen consumption in experienced and novice runners / C. J. De Ruitter [et al.] // *European Journal of Sport Science.*—2014. - Vol. 14. - № 3.—P. 251-258.
 19. Saunders P.U. Factors affecting running economy in trained distance runners / P. U. Saunders, D. B. Pyne, R. D. Telford, J. A. Hawley // *Sports Medicine.* - 2004. - 34(7).— P. 465-485.
 20. Sobhani S. Rocker shoe, minimalist shoe, and standard running shoe: A comparison of running economy / S. Sobhani // *Journal of Science and Medicine in Sport.*—2014.—V. 17, I. 3.—P. 312-316.
 21. Wilson J.M. Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance / J.M. Wilson // *Journal of Strength and Conditioning Research.*—2010. - V.24 (9).— P. 2274—2279.

BIBLIOGRAPHY

1. Arcelli E., Canova R. Training in marathon running: a scientific approach. : Publishing House Terra-Sport.—2000.—70 p.
2. Kiryanov M.A., Kalinin I.N., Kharitonova L.G. Iograficheskii performance athletes cyclic sports // *Bulletin of the South Ural state University. Series: Education, health, and physical education.*—2010.— № 24 (200).— P. 125-128.
3. Koryagina Yu.V., Rogulyova L.G., Samchi T.P., Zaitsev K.S. Medico-biological means to improve the health and recovery of athletes // *Fundamental research.*—2013.— № 10-8.—P. 1753-1757.
4. Koryagina Yu.V. Chronobiological features of adaptation to a variety of sports // *Theory and practice of physical culture.*—2010.— № 7.—P. 24-28.
5. Lyuboshenko T.M., Lyapin V.A. Rol food and dietary supplements in system of preparation of athletes. — Omsk: SibGUFK, 2011.— 160 p.
6. Lyapin V.A., Kovalenko E.V. Features of a diet at representatives of different types of sport: manual. — Omsk: SibGUFK, 2011.— 156 p.
7. Mikhalev V.I., Aikin V.A., Koryagina Yu.V. New technologies of improvement of training process of biathlons // *Scientific notes of university of P.F. Lesgaft.*—2014.— № 3 (109).—P. 118-124.
8. Peter Ja. ChSS, a lactate and trainings on endurance: The lane with English.— Murmansk: Tulom's publishing house, 2006.— 160 p.
9. Fitzinger P. Run on the highway for serious runners: The lane with English.— Murmansk: Tulom's publishing house, 2007.— 192 p.
10. Tsipin L.L., Tryasov V.B. The comparative analysis of results in run on long distances in Russia and world // *Scientific notes of university of name P.F. Lesgafta.*—2011.— № 4 (74).— P. 194-197.
11. Helgerud J. Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? / J. Helgerud, Ø. Støren, J. Hoff // *Eur J Appl Physiol.*—2009. - DOI 10.1007/s00421-009-1218-z.
12. Larsen H.B. Kenyan dominance in distance running // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology.* - 2003. - 136(1).— P. 161-170.
13. Larson P. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race // *Journal of Sports Sciences.*—2011.—V. 29, I.15. - P. 1665-1673.
14. Marc A. Marathon progress: demography, morphology and environment // *Journal of Sports Sciences.* -2014. - V. 32, № 6.— P. 524-532.
15. Mooses M. Running economy and body composition between competitive and recreational level distance runners // *Acta Physiologica Hungarica.*—2013. - V. 100 (3). - P. 340—346.
16. Phillips B., Jin Y. Effect of Adaptive Paced Cardiocomotor Synchronization During Running: A Preliminary Study // *Journal of Sports Science* & Medicine. Sep 2013; 12(3)381-387.
17. Romeo F. A simple model of energy expenditure in human locomotion // *Revista Brasileira de Ensino de Física.*—2009. - V. 31. - №. 4.—P. 4306.
18. Ruitter C.J. Stride frequency in relation to oxygen consumption in experienced and novice runners // *European Journal of Sport Science.*—2014. - Vol. 14. - № 3.—P. 251-258.
19. Saunders P.U., Pyne D.B., Telford R.D., Hawley J.A. Factors affecting running economy in trained distance runners // *Sports Medicine.* - 2004. - 34(7).— P. 465-485.
20. Sobhani S. Rocker shoe, minimalist shoe, and standard running shoe: A comparison of running economy // *Journal of Science and Medicine in Sport.*—2014.—V. 17, I. 3.—P. 312-316.
21. Wilson J.M. Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance // *Journal of Strength and Conditioning Research.*—2010. - V.24 (9).— P. 2274—2279.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аикин Владимир Анатольевич — проректор по НР СибГУФК, проф., д.п.н.

Корягина Юлия Владиславовна, зам. директора по НР НИИ деятельности в экстремальных условиях СибГУФК, д.б.н., проф.