

СВЯЗЬ ОБЪЕМОВ НАГРУЗКИ В МАКРОЦИКЛАХ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ С ПОЛИМОРФИЗМАМИ ГЕНОВ

А.О. ЗАЙЦЕВА,
ФГБОУ ВО «БГУ», г. Улан-Удэ,
Республика Бурятия, Россия;
М.О. АКСЕНОВ,
РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Москва;
О.В. БУТИНА,
ЧИ (филиал) ФГБОУ ВО «БГУ»,
г. Чита, Забайкальский край, Россия

Аннотация

В основе построения эффективной спортивной подготовки высококвалифицированных спортсменов лежит рациональное использование физических нагрузок, параметры которых (направленность, объем, интенсивность и т.д.) определяются и вместе с тем лимитируются генетически обусловленными возможностями организма к адаптации на предлагаемые тренирующие воздействия. Соответственно, планирование и реализация физических нагрузок, рассчитанных на основе генетической предрасположенности спортсменов к развитию различных двигательных способностей, позволят оптимизировать силу тренировочных воздействий и сократить сроки достижения атлетами должного уровня спортивного мастерства. Данная статья посвящена изучению спортивной подготовки бегунов на средние и длинные дистанции. Проведен литературный обзор научных трудов и публикаций, посвященных изучению вопросов построения спортивной подготовки в беге на средние и длинные дистанции. Определены основные положения построения тренировочного процесса. Проведено генетическое тестирование высококвалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, с помощью которого были определены генотипы, ассоциированные с выносливостью, установлена частота встречаемости, а также выявлены взаимосвязи с объемами нагрузки в макроциклах. По результатам полученных данных был предложен методический подход к планированию суммарных годовых объемов беговых нагрузок у легкоатлетов высокой квалификации, различающихся по уровню тренируемости.

Ключевые слова: спортивная генетика, выносливость, тренировочный процесс, легкая атлетика.

DETERMINATION OF THE ANNUAL WORKLOAD OF ATHLETES, SPECIALIZING IN MEDIUM AND LONG DISTANCES RUNNING, TAKING INTO ACCOUNT POLYGENIC ANALYSIS

A.O. ZAYTSEVA,
BSU, Ulan-Ude city,
Republic of Buryatia, Russia;
M.O. AKSENOV,
PRUE, Moscow city;
O.V. BUTINA,
ChI (branch) of Baikal State University,
Chita city, Trans-Baikal Territory, Russia

Abstract

The basis of building effective sports training of highly qualified athletes is the rational use of training loads. In turn, the use of an adequate load will increase the effectiveness of the training process. This article is devoted to the study of the sports training of middle- and long-distance runners. A literary review of scientific papers and publications devoted



to the study of the issues of building sports training in middle- and long-distance running is carried out. The main provisions of the construction of the training process are determined. Genetic testing of highly qualified athletes specializing in middle and long distance running has been carried out. With the help of which the genotypes associated with endurance were determined, the frequency of occurrence was established, and the relationships with the load volumes in macrocycles were revealed. Based on the results of the data obtained, the methodology of the training process of runners for medium and long distances was developed. The effectiveness of the methodology is confirmed by the methods of mathematical statistics.

Keyword: sports genetics, endurance, training process, athletics.

Актуальность исследования

Последнее десятилетие отмечается успешным внедрением генетических исследований как в спортивный отбор, так и спортивную подготовку высококвалифицированных атлетов разных дисциплин. Генетическое тестирование оказывает важное влияние на выбор вида спорта, а также параметры применяемых тренирующих воздействий, в том числе на уровне спорта высших достижений [2, 4].

Гены отвечают за работу всех биологических систем организма. Они контролируют формирование мышц, хрящей и костей. Отвечают за выработку энергии и метаболизм, влияют на эритропоэз (образование красных кровяных клеток) и ангиогенез (образование новых кровеносных сосудов), которые играют важную роль при выполнении физической нагрузки. Зная вариации последовательности ДНК, а проще говоря, свой генотип, возможно более точно подобрать физические нагрузки, предельно развивающие моторные задатки конкретного человека, и на этой основе обеспечить прогресс его спортивных достижений [6, 7].

Генетическое профилирование в легкой атлетике необходимо для выявления генетических вариаций, которые определяют «вектор» в морфофункциональной специализации организма спортсмена в направлении проявления силы, выносливости или скорости. Кроме этого, генетические маркеры позволяют оценить степень предрасположенности спортсмена к травмам и заболеваниям, составить корректно нутрициологическую карту питания и фармакологической поддержки.

Знание генетических преимуществ и лимитирующих факторов может позволить разработать индивидуальную программу спортивной подготовки, ориентированную на достижение максимально высоких спортивных результатов при оптимальных затратах времени и сил спортсменов [1].

Цель исследования: определение генетического профиля легкоатлетов высокого класса, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции и различающихся между собой по врожденной норме реакции на тренировочные нагрузки.

Методы и организация исследования

Проведен анализ спортивной подготовки высококвалифицированных легкоатлетов (55 чел.), специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции. Из них 9 чел. имели звание МСМК и 46 чел. – МС России по

легкой атлетике. С помощью компьютерной программы «Спорт 3.0» и системой GARMIN CONNECT проанализированы объемы годовых нагрузок испытуемых. Полученные результаты проверены программой обработки статистических данных SPSS Statistics v23x64.

Кроме этого, с помощью технологии ДНК-чипирования выполнено генетическое тестирование биологических образцов испытуемых [5]. Биочип включал в себя 50 полиморфизмов, ассоциированных с физическими качествами человека. Полученные генетические данные сравнены с генетическими данными группы спортсменов, которые были взяты из международной базы данных Ensembl.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе эксперимента были проанализированы спортивные дневники высококвалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции. Анализ макроструктуры позволил выявить, что при построении спортивной подготовки использовалось два варианта планирования годичного цикла. Вследствие того, что спортсмены выступают на соревнованиях дважды в год, зимой и летом, тренировочный процесс формировался по двухцикловой или сдвоенной схеме планирования.

Также спортсменами был предоставлен доступ в личные кабинеты системы GARMIN CONNECT, в которых отражаются все данные о тренировочном процессе испытуемых. С помощью программы «Спорт 3.0» были подсчитаны объемы годовых нагрузок за четыре года спортивной подготовки. Всего тренировочных занятий в среднем проходило от 600 до 650 в год, а количество дней варьировалось от 300 до 330, в том числе и дни соревнований.

Кроме этого, в каждой из групп был выполнен подсчет нагрузок среди женщин и мужчин (рис. 1).

Для получения генетических результатов у испытуемых был взят буккальный эпителий. Образцы пробы были отправлены в лабораторию генетики, где с использованием ДНК-биочипов были определены генотипы участников эксперимента.

При сопоставлении результатов ДНК-тестирования и показателей выполненных нагрузок было установлено, что генотипы спортсменов, выполняющих меньший объем годовой нагрузки, отличаются от генотипов других спортсменов в исследуемой выборке. На основании этого дальнейшей исследовательской процедурой стало



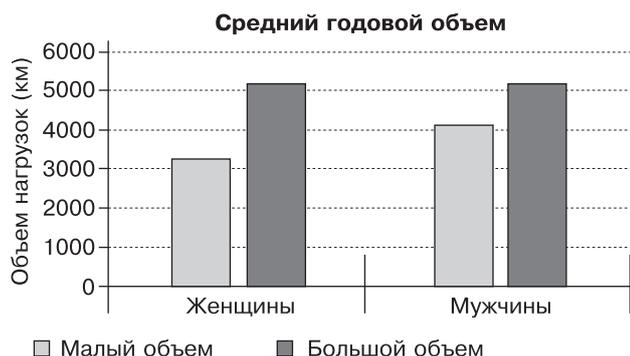


Рис. 1. Результаты анализа тренировочных нагрузок

разделение всей выборки испытуемых на две подгруппы в зависимости от среднего годового объема выполненных нагрузок. Легкоатлеты, для которых был характерен малый объем годовой тренировочной нагрузки, не превышающий $3604,91 \pm 671,41$ км, рассматривались нами как «быстротренируемые» спортсмены. В то же время, группа легкоатлетов, у которых объем выполненной работы находился в пределах: $5194,18 \pm 500,18$ км, были отнесены к группе «медленнотренируемых» спортсменов.

Для выявления закономерностей в спортивной подготовке были определены особенности генетического профиля у высококвалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции. Для этого в первую очередь была определена частота встречаемости аллелей каждого гена, которые были включены в биочип, после чего полученные данные сравнивались с генетическими данными группы людей, не занимающихся спортом. Проведенный сравнительный анализ позволил выявить ряд генов, частота встречаемости которых в группе спортсменов значительно выше, чем в группе не занимающихся спортом. В данный перечень были включены следующие гены: ACTN3, AMPD1, CKM, ACE, AQP1, AGTR2, COL5A, MCT1, HFE, KCN11, NOS3, UCP2, UCP3, VEGFA, VEGFR2, G6PC2, HIF1A, IL6, PPARGC1A, AGT, ADRB2. Выбор данных генов подтверждается результатами исследований, свидетельствующими о том, что они играют важную роль в адаптации организма к физическим нагрузкам [3]. После этого был проведен полигенный анализ, суть которого заключается в подсчете благоприятных аллелей, ассоциированных с выносливостью. При наличии благоприятной гомозиготной аллели испытуемому присваивалось «2б», при гетерозиготной аллели – «1б», в случае наличия мутантной гомозиготы – «0б».

Полученные результаты были сопоставлены с данными годовых объемов нагрузки, подсчитана общая и средняя суммы баллов по благоприятным аллелям генов, ассоциированных с выносливостью.

Средняя сумма баллов в группах с малым и большим объемом выполненной тренировочной работы составила 21,5 и 19,9 баллов соответственно, что является достоверным для 5% уровня значимости по *t*-критерию Стьюдента.

Факт того, что в группе испытуемых с малым объемом нагрузки значения средней суммы баллов выше, чем в группе с большим объемом, позволяет предположить, что у высококвалифицированных легкоатлетов наблюдается повышенная функциональная восприимчивость систем организма к факторам тренирующих воздействий при наличии определенных генотипов, что позволяет им достигать должного уровня морфофункциональных перестроек при меньшей величине беговой нагрузки.

Таблица 1

Распределение баллов по полигенному анализу в группах испытуемых

Годовой объем нагрузки	Количество испытуемых	Сумма баллов	Среднее значение
Малый	23	494	21,5
Большой	32	636	19,9

По результатам исследования был разработан методический подход к планированию суммарного объема беговой работы легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, с учетом их генетических особенностей к восприятию тренировочных нагрузок. Суть этого подхода заключается в определении годового объема беговой нагрузки с помощью полигенного анализа – если спортсмен набирает более 21 балла, то планируемый для него объем работы не должен превышать $3604,91 \pm 617,41$ км; а если 20 баллов и менее, тогда величина годового объема должна варьироваться в пределах $5280,9 \pm 769,1$ км.

Для проверки практической ценности разработанного методического подхода к планированию нагрузок были проанализированы сроки выполнения спортсменами квалификационного норматива «Мастер спорта России». Установлено, что легкоатлеты из группы «быстротренируемых спортсменов» выполняют этот норматив быстрее, чем спортсмены из другой группы. Результаты сравнения периодов выполнения норматива «Мастер спорта России» представлены на рис. 2. На основании полученных данных можно сделать вывод, что предложенный методический подход к планированию суммарного объема беговой нагрузки легкоатлетов на основе отобранных генетических маркеров и балльной системы подсчета благоприятных аллелей генов, ассоциированных с выносливостью, может служить одним из действенных инструментов при программировании тренировочного процесса.

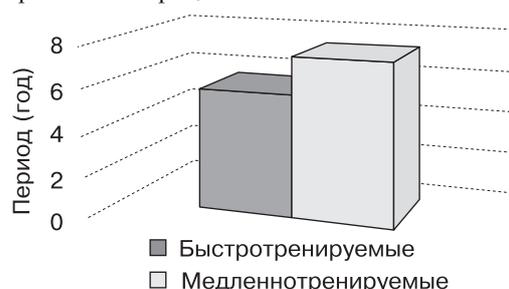


Рис. 2. Период выполнения норматива на звание «Мастер спорта России» в группах испытуемых



Выводы

1. У высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции суммарный объем беговой работы существенно отличается в зависимости от уровня их тренируемости, заложенной генетически.

2. Легкоатлеты, относящиеся к категории «быстротренируемые», достигают уровня спортивной квалификации «Мастер спорта России» существенно быстрее, чем медленнотренируемые спортсмены.

3. Предложенный методический подход к планированию беговой нагрузки на основе полигенного анализа, разделяющего спортсменов на быстротренируемых и медленнотренируемых, позволяет дифференцированно и объективно подойти к выбору объема средств тренирующих воздействий на организм высококвалифицированных легкоатлетов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Республики Бурятия в рамках научного проекта № 18-413-030001

Литература

1. Аксенов, М.О. Генетические технологии и генный допинг в спорте высших достижений // Стратегии и практики развития инновационных видов спорта: опыт поколений и новые технологии: материалы международного научного симпозиума (1–3 июля 2015 г., Улан-Удэ). – Улан-Удэ: БГУ. – 2018. – С. 84–89.

2. Aksenov, M.O. Actn3 gene association with indicators of bioelectrical impedance analysis of elite athletes in weightlifting sports // *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. – 2016. – No. 2. – P. 80.

3. Барха, Д., Ахметов, И.И. Геномика спорта, двигательной активности и питания / под общей ред. Д. Барха и И.И. Ахметова / пер. с англ. М.В. Прокопьевой. – М.: Спорт, – 2022. – 584 с.

4. Рогозкин, В.А. Перспективы использования ДНК-технологий в спорте / В.А. Рогозкин, И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 7. – С. 45–47.

5. Фесенко, Д.О., Ивановский, И.Д., Аксенов, М.О. Биологические микрочипы низкой плотности – новый инструмент высокопроизводительного генотипирования для задач спортивной генетики / Д.О. Фесенко, И.Д. Ивановский, М.О. Аксенов, В.С. Жаринов, И.И. Ахметов / В сборнике: Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участ. Под научной редакцией Л.Б. Андрищенко, С.И. Филимоновой (19–20 мая, г. Москва). – М.: РЭУ. – 2020. – С. 592–600.

6. Хоменков, Л.С. Книга тренера по легкой атлетике / под ред. Л.С. Хоменкова. – М.: Физкультура и спорт, 2012. – 399 с.

7. Черкашин, В.П., Фомиченко, Т.Г., Степыко, Д.Г. Современные тенденции научно-методического сопровождения подготовки спортсменов высокой квалификации в олимпийском и паралимпийском спорте // Вестник спортивной науки. – 2016. – № 5. – С. 12–14.

References

1. Aksenov, M.O. (2018), Genetic technologies and gene doping in high-performance sports, *Strategies and practices for the development of innovative sports: generational experience and new technologies: materials of the International scientific symposium*, Ulan-Ude, July 1–3, 2015, Ulan-Ude: BSU, pp. 84–89.

2. Aksenov, M.O. (2016), ACTN3 gene association with indicators of bioelectrical impedance analysis of elite athletes in weightlifting sports, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, no 2, p. 80.

3. Barha, D. and Ahmetov, I.I. (2022), *Genomics of sports, motor activity and nutrition under the general Editorship of D. Barha and I.I. Ahmetov. Translated from English by M.V. Prokopyeva*, Moscow: Sport, 584 p.

4. Rogozkin, V.A. (2006), Prospects of using DNA technologies in sports, *Theory and practice of physics culture*, no. 7, pp. 45–47.

5. Fesenko, D.O., Ivanovskiy, I.D. and Aksenov, M.O. (2020), Low-density biological microchips – a new tool for high-performance genotyping for sports genetics tasks, *In the collection: Current problems, current trends in the development of physical culture and sports taking into account the implementation of national projects. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*, Moscow, May 19–20, Moscow: REU, pp. 592–600.

6. Khomenkov, L.S. (2012), *The book of an athletics coach*, Moscow: Physical culture and sport, 399 p.

7. Cherkashin, V.P., Fomichenko, T.G. and Stepyko D.G. (2016), Modern trends in scientific and methodological support for the training of highly qualified athletes in Olympic and Paralympic sports, *Bulletin of Sports Science*, no. 5, pp. 12–14.

