

На правах рукописи



**Колесник Олеся Владимировна**

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ  
В БЕГЕ НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ**

**03.03.01 – физиология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

**Москва – 2016**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» (РГУФКСМиТ)

- Научный руководитель: заслуженный деятель науки, доктор биологических наук, профессор  
**Волков Николай Иванович**
- Научный консультант: доктор биологических наук, профессор  
**Сонькин Валентин Дмитриевич**  
заведующий кафедрой физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» (РГУФКСМиТ)
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук, доцент  
**Фомина Елена Валентиновна**  
заведующая лабораторией профилактики гипогравитационных нарушений Федерального государственного бюджетного учреждения науки государственного научного центра Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской Академии Наук  
доктор медицинских наук, профессор  
**Глазачев Олег Станиславович**  
заведующий лабораторией здоровье и качество жизни студентов Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова
- Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» (ФГБОУ ВО «ВЛГАФК»)

Защита диссертации состоится «12» апреля 2016 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 311.003.03 при РГУФКСМиТ по адресу: 105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, д. 4, ауд. 603

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГУФКСМиТ и на сайте <http://theses.sportedu.ru/>

Автореферат разослан «11» марта 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Жийяр М.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Рекорды в легкоатлетическом беге продолжают расти, при этом максимальное потребление кислорода, как один из основных показателей аэробных возможностей спортсменов, измеряемый регулярно на протяжении последних 90 лет, остается на неизменно высоком уровне (Ward-Smith A.J., 1985; Peronnet F. и Thibault G., 1989; Weyand P.G., 1993; Gastin P.B., 2001; Duffield R. и Dawson B., 2003). Есть мнение, что МПК уже достиг своего естественного видового максимума для человека (Dill D.B., Robinson S. & Ross J.C., 1967; Волков Н.И., Ионов С.В., 1994). В то же время, по данным скандинавских исследователей (Rusko H., et al., 2003), с 1960 по 1990-е годы МПК у представителей циклических видов спорта (лыжи) вырос на 7-8%.

Тенденции развития спортивной науки актуализируют исследования механизмов развития аэробных и анаэробных возможностей спортсменов циклических видов спорта. При этом сейчас считают важным не только увеличивать аэробную эффективность, но и повышать показатели анаэробных способностей спортсменов даже для стайеров, что обусловит прогнозируемый рост спортивных рекордов (Попов Д.В. и др., 2010; Грушин А.А., Баталов А.Г., Сонькин В.Д., 2013).

Увеличение анаэробной составляющей в тренировочном процессе позволяет достигать выраженных изменений в показателях скорости активации гликолиза в работающих мышцах и существенно повышать показатели анаэробной емкости (Joyner M.J. and Coyle E.F., 2008; Jones A.M., 2006), а также аэробной производительности (Wiewelhove T. et al., 2015). В последние годы большую популярность в различных видах спорта, в том числе в легкоатлетическом беге, приобрели методы интервальной анаэробной тренировки, нацеленной на повышение анаэробных, в первую очередь гликолитических, возможностей спортсменов (Buchheit M. et al., 2012; Buchheit M., Laursen P.B., 2013; Wallner D. et al., 2014).

В то же время, дифференциальные эффекты тренировочных воздействий анаэробного характера на энергообеспечение предельной работы у спортсменов различной специализации, остаются слабо изученными. Между тем, определение реального соотношения аэробных и анаэробных возможностей у квалифицированных современных бегунов на средние и длинные дистанции и анализ их адаптивных реакций на дополнительную анаэробную тренировку, позволит рационализировать построение тренировочного процесса в легкоатлетическом беге, нацеленного на достижение высоких спортивных результатов.

**Объект исследования.** Эргометрические и биоэнергетические характеристики функционального состояния современных бегунов на средние и длинные дистанции

(квалификация Jr.-МС).

**Предмет исследования.** Биоэнергетическая специфика спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, и ее адаптивные изменения под влиянием кратковременной интервальной анаэробной тренировки.

**Гипотеза исследования.** Мы предполагаем, что между спортсменами высокой квалификации, специализирующимися в беге на средние и длинные дистанции, существуют важные различия в организации энергообеспечения, и они будут влиять на адаптивные сдвиги в организме спортсменов, возникающие под воздействием кратковременной интервальной тренировки анаэробного характера.

**Цель исследования** – выявить ведущие биоэнергетические компоненты энергообеспечения в организме спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, и оценить физиологическую эффективность кратковременной интервальной тренировки для спортсменов этих двух категорий.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать многолетнюю динамику изменений кривой рекордов посредством эргометрических зависимостей «скорость-время» и «дистанция-время».
2. Определить в лабораторном эксперименте анаэробные и аэробные возможности бегунов на средние и длинные дистанции высокой квалификации и на этой основе выявить ведущие для этих категорий спортсменов биоэнергетические компоненты энергообеспечения.
3. Оценить физиологическую эффективность тренировочного режима, направленного на повышение функциональных возможностей анаэробного гликолиза, у спортсменов высокой квалификации – бегунов на средние и длинные дистанции.

**Научная новизна.** Анализ динамики мировых рекордов в беге на средние и длинные дистанции с использованием графоаналитической методики позволил выявить три эпохи на протяжении 100-летнего периода, характеризующиеся значительными изменениями в оборудовании и экипировке спортсменов-рекордсменов, а также в радикальном изменении стратегий тренировочного процесса и появлением новых эргогенных технологий. Впервые показано, что рекордные скорости в легкоатлетическом беге увеличивались за последние 70 лет неравномерно – в спринтерских дистанциях прирост скоростей примерно в 2 раза меньше, чем в стайерских, что может быть следствием относительного отставания технологий развития анаэробных возможностей спортсменов. По сравнению с эргометрической моделью В.С. Фарфеля (1939), сегодня наблюдается расширение зоны беговых нагрузок,

характеризующихся смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением, с включением в этот диапазон дистанции 1500 м., ранее относившейся к зоне субмаксимальной мощности. В результате диапазон большой относительной мощности на логарифмированной кривой рекордов в легкоатлетическом беге распадается на два поддиапазона, отличающихся коэффициентами аппроксимирующего уравнения. Выявлены значительные различия в структуре энергообеспечения между спортсменами средневикими и стайерами. Так, при тестировании анаэробных возможностей, спортсмены, специализирующиеся в беге на средние дистанции, демонстрируют большую мощность энергетических систем, но меньшую их эффективность, чем стайеры. В аэробной зоне показано достоверное преимущество стайеров по мощности, но не по эффективности энергетических процессов. Показано, что интервальная тренировка анаэробной гликолитической направленности, не влияет на мощность, но достоверно улучшает показатели ёмкости анаэробного гликолиза у бегунов на средние и длинные дистанции, что может обеспечить им преимущество в условиях соревнований.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что его материалы ставят вопрос о причинах неравноценного прироста скорости в беге на дистанциях спринтерского и стайерского диапазонов в историческом аспекте. Является ли отмеченная тенденция отражением достижения предела в развитии анаэробных возможностей, либо свидетельствует о преимуществе в развитии технологий формирования аэробных энергетических механизмов – вопрос, имеющий серьезную теоретическую и практическую значимость для дальнейших исследований. Важным обстоятельством представляется факт выявления достаточно определенных различий в структуре энергообеспечения мышечной деятельности предельного характера между средневикими и стайерами. Значимым является доказательство того факта, что одинаковая программа интервальной тренировки оказывает во многом различное, а по некоторым показателям даже противоположное воздействие на адаптивные сдвиги в организме спортсменов разной специализации. Принципиальное значение для понимания механизмов адаптации к мышечной деятельности имеет выявленный факт асинхронных изменений мощности и ёмкости энергетических систем – так, ёмкость гликолитического источника под воздействием интервальной тренировки растет как у средневиков, так и у стайеров, тогда как гликолитическая мощность либо не изменяется, либо даже снижается.

**Практическая значимость** заключается в том, что полученные данные могут быть использованы в планировании, коррекции тренировочного процесса и контроле уровня функциональной подготовленности бегунов на средние и длинные дистанции (Ip.-МС), а

также при разработке методических рекомендаций для тренеров, работающих с данным контингентом спортсменов. В частности, внедрение интервальной тренировки в процесс подготовки бегунов на средние и длинные дистанции позволяет повысить уровень анаэробной гликолитической ёмкости, а следовательно, и спортивные результаты. Результаты исследования могут быть применены тренерами квалифицированных спортсменов, в том числе членов сборной команды России, для более эффективной подготовки к соревновательному периоду. Биоэнергетические критерии уровня развития специальной выносливости бегунов на средние и длинные дистанции могут служить исходными данными для построения современных модельных характеристик легкоатлетов-бегунов в процессе спортивной тренировки.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты эргометрического анализа многолетнего мониторинга рекордов в легкоатлетическом беге показывают, что на современном этапе диапазон нагрузок большой относительной мощности существенно расширился за счет включения дистанции 1500 м и распадается на два поддиапазона, отличающихся по коэффициентам аппроксимирующего уравнения, что важно учитывать при планировании анаэробных тренировочных нагрузок для легкоатлетов, специализирующихся на средних и длинных дистанциях.

2. Для проявления специальной выносливости и достижения высокого спортивного результата в современном легкоатлетическом беге не только на средние, но и на длинные дистанции, важное значение имеют анаэробные возможности спортсмена, наряду с традиционно тренируемыми аэробными.

3. Для повышения анаэробных возможностей бегунов на средние и длинные дистанции целесообразно применять интервальную тренировку, сопряженную с максимальной активацией функционирования анаэробно-гликолитического источника энергии и являющуюся одним из эффективных средств для развития специальной выносливости бегунов не только на средние, но и на длинные дистанции.

**Апробация работы.** Результаты работы были представлены в 2006-2008 гг. – на ежегодных конференциях молодых ученых РГУФКСМиТ; в 2006-2012 гг. на Международной конференции студентов и молодых ученых на английском языке «Спортивная наука в высшем образовании»; в 2007 и 2013 гг. – на Всероссийской с международным участием школе конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности, 2008 и 2012 гг. – на международной конференции в г. Будапеште, в 2011г. – на IV международной конференции «Физическое образование, Спорт и Здоровье» в Румынии, в 2013 г. на XXII Съезде физиологического общества имени И.П. Павлова, в

2015 г. на IV Международной междисциплинарной конференции «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций».

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 23 печатные работы, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для опубликования материалов диссертаций, а так же результаты представлены в научных отчетах кафедры.

**Личный вклад автора в работу.** Личный вклад автора заключается в участии в разработке и апробации прибора Ergomax-2 (Россия), предназначенного для регистрации анаэробных возможностей спортсменов; в разработке и апробации экспериментальной методики тренировки, направленной на повышение анаэробных гликолитических возможностей спортсменов; в организации и проведении экспериментальных исследований в стандартизированных лабораторных и полевых условиях; в обработке, анализе и обсуждении полученных результатов и их представлении в виде докладов на научных конференциях. Все экспериментальные данные, включенные в диссертационную работу, были получены лично автором или при его непосредственном участии. Все лабораторные тестирования прежде всего были опробованы лично автором. Автором выполнена большая работа по анализу отечественной и зарубежной литературы по тематике диссертационного исследования. Также автор лично участвовал в подготовке всех публикаций, в том числе и совместных, включенных в перечень публикаций по теме диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 213 страницах и состоит из введения, обзора литературы, организации и методов исследования, трех глав собственных экспериментальных исследований, выводов, заключения и списка литературы. Последний включает 290 источников, 133 из которых опубликованы в отечественных изданиях, 157 – в зарубежных. Диссертация иллюстрирована 45 рисунками и 16 таблицами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Организация исследования.** Экспериментальные исследования осуществлялись в стандартизированных лабораторных и полевых условиях, на базе НИИ спорта и легкоатлетического манежа РГУФКСМиТ.

Испытуемые – 27 спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, квалификации I разряда, КМС и МС в возрасте 18-23 лет (Таблица 1). В момент проведения исследований все спортсмены были здоровы и находились в состоянии высокой тренированности. От каждого было получено информированное согласие на участие в исследовании.

Таблица 1 – Индивидуальные данные бегунов на средние и длинные дистанции

Специализация	Рост, см.	Вес, кг.	Полных лет	ЧСС покой	ЖЕЛ
Бегуны на средние дистанции	180±5.4	69±6.0	20.6±1.7	50.6±7.9	4958.4±622.1
Бегуны на длинные дистанции	178.4±5.4	66.3±9.3	20.4±1.8	49.8±7.5	5181.2±646.1

Программа лабораторных тестирований включала в себя:

1. Тест максимальной анаэробной мощности (МAM) выполнялся на велоэргометре Monark Ergonomic 894E (Швеция), с помощью этого теста оценивали алактатную анаэробную мощность. После завершения разминки при достижении ЧСС 100 уд/мин, испытуемый по сигналу выполнял 10-секундный спурт на велоэргометре с достижением максимальной частоты вращения педалей при сопротивлении 10% от веса тела. Выполнение данного теста осуществлялось тоекратно с интервалами отдыха 60 секунд. Измеряли следующие показатели на каждом 10-секундном отрезке:  $W_{max}$  – максимальная мощность, Вт/кг;  $t_{max}$  – время достижения максимальной мощности, с;  $W_{cp}$  – средняя мощность, показанная в тесте, Вт/кг;  $t_{cp}$  – время достижения средней мощности, с;  $t_{уд}$  – время удержания 90% мощности от максимума, с;  $K_{уск}$  – скорость нарастания мощности, у.е.;  $K_{ут}$  – коэффициент утомления, у.е.;  $La$  на исходном уровне и на третьей минуте восстановления, ммоль/л.

2. Вингейтский тест – однократный 30-секундный тест, выполнялся на велоэргометре Monark Ergonomic 894E (Швеция), с его помощью оценивали гликолитическую анаэробную мощность и ёмкость. После 3-минутной разминки с 10-секундным спуртом на фоне снижающегося сопротивления и 3-5 минутного активного отдыха (ходьба), выполняется тестовая работа с максимальной скоростью в течение 30 секунд и вербально сформулированной задачей полностью выложиться за это время. Сопротивление подбиралось индивидуально из расчета 10% от веса испытуемого, и задавалось с первых секунд теста. С помощью данного теста регистрировали ту же номенклатуру показателей, что и в тесте МAM, но в данном случае они характеризовали анаэробно-гликолитические возможности спортсменов.

3. Перед проведением теста ступенчатого повышения мощности нагрузки на тредбане проводилась 5-минутная разминка. Начальная скорость бега составляла 5 м/с, постоянный угол наклона + 5%, с каждой последующей ступенью скорость повышалась на 2 м/с. Работа выполнялась до отказа. Измеряли следующие показатели: МПК – максимальное потребление кислорода, л/мин/кг; ЧСС – частоту сердечных сокращений, уд/мин;  $VE$  – уровень легочной вентиляции, л/мин;  $VE/O_2$  – вентиляторный эквивалент по



$O_2$ ;  $VE/CO_2$  – вентиляторный эквивалент по  $CO_2$ ; вентиляторный анаэробный порог;  $La$  в исходном состоянии и на третьей минуте восстановления, ммоль/л.

Программа экспериментальной кратковременной интервальной тренировки заключалась в выполнении беговой нагрузки анаэробного характера. Тренировочная нагрузка включала пробегание 3 отрезков по 300 м с интервалом отдыха между забегами 1 мин, 1 раз в неделю на протяжении первых 14 дней. Последующие две недели спортсмены выполняли тренировочную нагрузку в объеме 3x300 м дважды, интервал отдыха между сериями составлял 7 мин. На 5 и 6 неделях эксперимента объем тренировочной нагрузки увеличился до трех серий 3x300 м с тем же интервалом отдыха между сериями – 7 минут и 1-минутным отдыхом между забегами. Интервальная тренировка выполнялась в режиме максимальной мощности (среднее время пробегания отрезков составляло от 41,69 до 51,58 секунды).

### **Методы исследования**

**1. Эргометрический анализ рекордов достижения в беге на средние и длинные дистанции.** Анализ мировых рекордов в легкоатлетическом беге производился нами с использованием графоаналитической методики (Фарфель В.С., 1939, 1949; Волков Н.И., 1960, 1970) с использованием логарифмических и полулогарифмических шкал.

**2. Велоэргометрия.** Для оценки максимальных анаэробных возможностей спортсменов использовался эргометрический метод. Испытуемые выполняли описанные выше тест МАМ и Вингейтский тест на велоэргометре Monark Ergomedic 894E (Швеция). Регистрация эргометрических данных и их первичный анализ осуществлялся с помощью аппаратно-программного комплекса оценки функциональных возможностей спортсменов Ergomax-2 (Россия), обладающего специализированным программным обеспечением (Волков Н.И., Цирков В.С., 2009, патент №83004).

**3. Газометрические методы исследования.** Показатели газообмена – измерение состава вдыхаемого воздуха и вентиляционных показателей – выполнялось с помощью газоанализатора MetaMax3B (Cortex, Germany). Газометрический анализ включал в себя забор и определение состава выдыхаемого воздуха испытуемых в период выполнения теста на тредбане и в течение 5 минут восстановления.

Максимальные аэробные возможности спортсменов оценивали в тесте со ступенчато-повышающейся нагрузкой на тредбане (Hr Cosmos, Германия).

**4. Пульсометрия** – измерение частоты сердечных сокращений. Регистрацию частоты сердечных сокращений (ЧСС) производили с использованием кардиомонитора сердечного ритма Polar 810i (Финляндия).

**5. Лактатометрия** – определение содержания молочной кислоты в крови. Лактат определяли электрохимическим методом на анализаторе Miniphotometer plus LP 20. Забор проб капиллярной крови (10 мл) для определения концентрации молочной кислоты (лактата) в организме спортсмена производили до тестирования, а также на 3 минуте после его завершения.

**6. Статистическая обработка данных.** Статистический анализ полученных результатов производили с применением стандартных пакетов статистики Excel, которые позволяли оценить выборочные средние, сигмальные отклонения, и другие статистики, а также рассчитать уравнения регрессии. Все материалы в таблицах представлены в формате  $M \pm \sigma$ .

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

### Историографический анализ роста рекордных достижений в легкоатлетическом беге

Анализ мировых рекордов в беге на средние и длинные дистанции производился с использованием графоаналитической методики, описанной логарифмическим уравнением с линейной зависимостью:  $\lg R(t) = \lg R_0 - k \times T$ . На рисунке 1 представлены вековые изменения результатов в беге на 10 000 м (полулогарифмическая шкала).

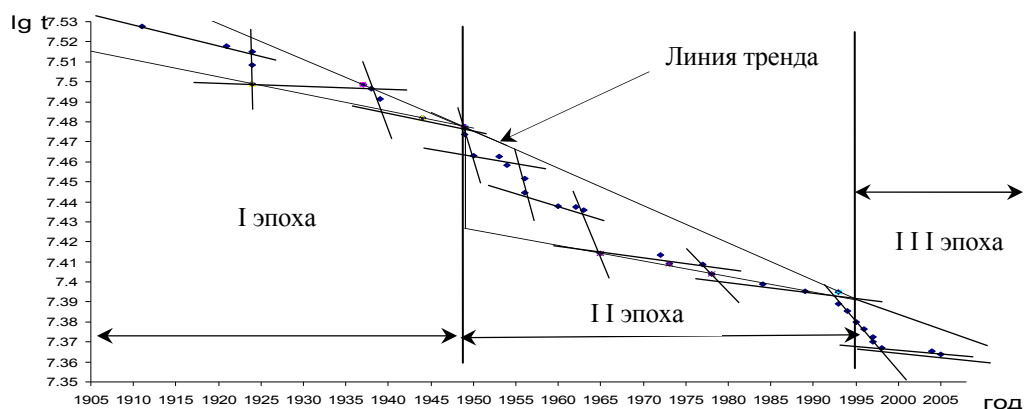


Рисунок 1 – Динамика роста мировых рекордов в беге на 10000 метров в период с 1911 г. по настоящее время (по состоянию на 01.01.2013 г.)

Точками на графике обозначены конкретные рекордные результаты, появляющиеся от года к году. Точки, укладывающиеся в одну линейную зависимость, объединены короткими прямыми, которые охватывают периоды от 5 до 14 лет. Линия тренда демонстрирует общее направление и усредненный темп повышения спортивного результата за 100 лет. При этом 100-летний диапазон распадается на три эпохи: 1) период от начала наблюдений (1911 г.) до начала 50-х годов; 2) с начала 50-х годов до

середины 90-х; 3) с 1995 г. до недавнего времени. Последний из рекордов на этой дистанции был установлен в 2005 г. Для других дистанций выстраиваются совершенно аналогичные зависимости с той разницей, что ширина и глубина конкретных фаз могут отличаться на несколько пунктов. Можно предположить, что выявленная закономерность периодичности нарастания мировых рекордов является следствием нескольких радикальных изменений в оборудовании и экипировке спортсменов-рекордсменов, а также в радикальном изменении стратегий тренировочного процесса и появлением новых эргогенных технологий. В частности, нам представляется, что период до 50-х годов XX века может быть назван «эпохой повторно-переменного метода тренировки», а вторая половина XX века – «эпохой интервального метода тренировки». Современный период характеризуется широким спектром применяемых методик и эргогенных средств, пока трудно поддающихся унифицированной оценке.

Несмотря на некоторую разнокачественность динамики роста рекордов на разных дистанциях (от 800 до 10000 метров), вековые динамики нарастания всех рекордных достижений подчиняются сходной экспоненциальной зависимости.

#### **Эргометрический анализ рекордных достижений бегунов с использованием зависимости «скорость-время» и «дистанция-время»**

Рост соревновательной скорости легкоатлетического бега на различных дистанциях за последние 70 лет отражает рисунок 2. Весь диапазон беговых дистанций по темпам прироста скорости делится на две группы. Наибольший прирост наблюдается на дистанциях, относящихся к умеренной и большой зонам мощности (>10%), где энергообеспечение главным образом происходит за счет аэробных источников, наименьший прирост на дистанциях 800 м и короче (около 6%), где преимущественно реализуется анаэробное энергообеспечение.

В логарифмическом масштабе зависимость «скорость-время» описывается прямолинейным уравнением:  $\lg V_t = \lg V_o - p \times \lg t$ . Рекордные результаты при этом распределяются на несколько линейных фрагментов, каждый из которых отображает определенную «зону мощности» (Фарфель В.С., 1939).

На рисунке 3 в логарифмическом масштабе представлены современные мировые рекорды (по состоянию на 01.01.2013 год) и мировые рекорды времен Фарфеля В.С.

На фоне повышения спортивных результатов за 70 лет, произошло изменение структуры зон относительной мощности. В ранее выявленном диапазоне упражнений субмаксимальной мощности мы обнаружили дополнительный перелом линейности между дистанциями 800 и 1500 м. Таким образом, произошло расширение зоны большой

относительной мощности (по Фарфелю В.С.) с включением в нее дистанции 1500 м, где энергообеспечение происходит за счет аэробно-анаэробного источника. В результате диапазон нагрузок большой мощности распадается на два поддиапозона, которые различаются коэффициентами эргометрических уравнений.

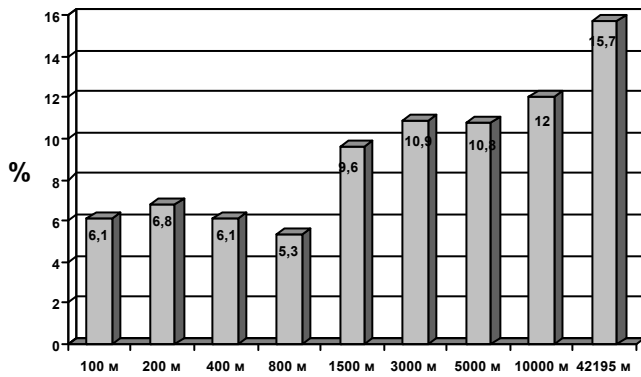


Рисунок 2 – Прирост скорости бега на различных дистанциях

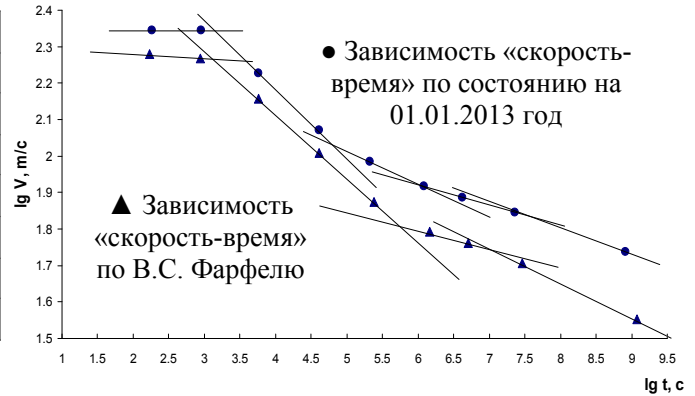


Рисунок 3 – Эргометрическая зависимость «скорость-время»

Эргометрический анализ рекордных достижений по зависимости «скорость-время» хорошо дополняется одновременно проводимым анализом зависимости «дистанция-время», построенной по данным мировых рекордов (по состоянию на 01.01.2013 год) (Рисунок 4).

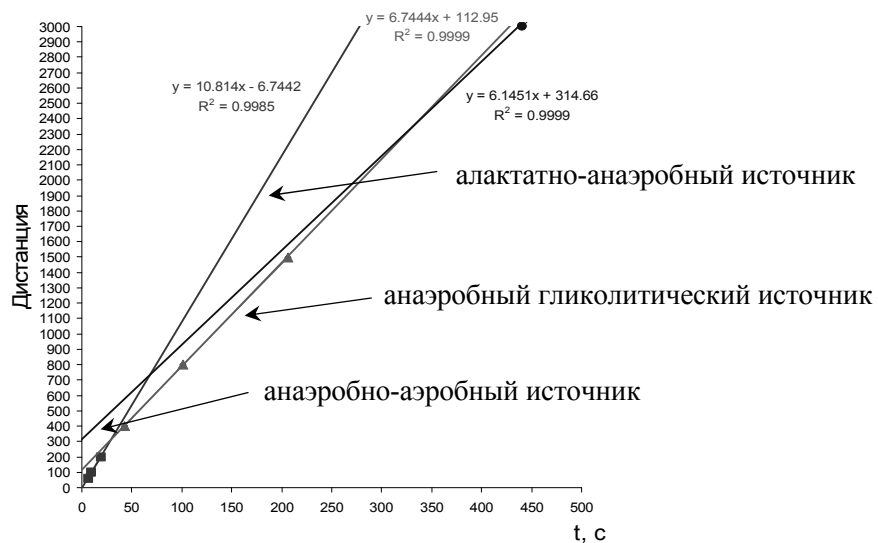


Рисунок 4 – Эргометрическая зависимость «дистанция-время» по данным о современных мировых рекордах

При анализе зависимости «дистанция-время» отрезок прямой, проведенной по рекордным результатам бега на коротких дистанциях (60-100-200 метров), начинается из точки нулевых координат: основным источником энергии здесь служит алактатно-анаэробный процесс. Мощность этого процесса отражается в значениях угла наклона

данного отрезка прямой линии. Координаты рекордных результатов в беге на дистанциях от 400 до 1500 метров образуют прямую линию, пересекающую ось ординат в точке дистанции алактатных анаэробных резервов и имеющую наклон, соответствующий анаэробной гликолитической мощности. На всех дистанциях больше 3000 метров все точки рекордных результатов укладываются на прямой линии, пересекающей ось ординат в точке суммарной дистанции анаэробных резервов, а угол наклона этой прямой соответствует критической скорости бега при максимальном потреблении кислорода.

Эргометрический анализ зависимостей «скорость-время» и «дистанция-время» по данным мировых рекордов в беге позволяет на строго количественной основе установить роль факторов аэробного и анаэробного преобразования энергии на отдельных дистанциях легкоатлетического бега.

### Оценка анаэробных возможностей бегунов на средние и длинные дистанции

Проведение лабораторных исследований с помощью теста максимальной анаэробной мощности (МАМ) ориентировано на комплексную оценку показателей алактатной анаэробной работоспособности (Таблица 2), а при использовании Вингейтского теста оценивали гликолитическую анаэробную работоспособность (Таблица 3) бегунов на средние и длинные дистанции.

Таблица 2 – Результаты лабораторного тестирования максимальной анаэробной мощности с помощью теста МАМ бегунов на средние и длинные дистанции

Показатели теста МАМ	Показатели теста МАМ (средние дист.)	Показатели теста МАМ (длинные дист.)
$W_{\max}$ – максимальная мощность, показанная в тесте, Вт/кг	24,3±2,5	24,3±1,1
$t_{\max}$ – время достижения максимальной мощности, с	3,55±0,6	5,30±1,6*
$W_{\text{ср.}}$ – средняя мощность, показанная в тесте, Вт/кг	15,42±0,5	13,01±1,2*
$t_{\text{ср.}}$ – время достижения средней мощности, с	3,1±0,3	3,5±0,9
$t_{\text{уд.}}$ – время удержания 90% мощности от максимума, с	2,87±0,2	3,30±1,1
$K_{\text{уск.}}$ – скорость нарастания мощности	1,08±0,1	1,25±0,3*
$K_{\text{ут.}}$ – коэффициент утомления	0,06±0,01	0,06±0,02
$La$ – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	12,35±1,3	6,25±0,9*

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

По результатам проведенного теста МАМ значения максимальной мощности ( $W_{\max}$ ) между бегунами на средние и длинные дистанции не различаются, но имеются достоверные различия ( $p < 0,05$ ) во времени достижения этой мощности. Очевидно, эти различия связаны с известными различиями спортсменов различных специализаций по составу их двигательных единиц – стайеры, как известно, обладают более медленными,

но менее утомляемыми двигательными единицами (Янсен П., 2010). В то же время, можно предполагать, что в тренировке стайеров недостаточно используются тренировочные нагрузки анаэробного характера, что согласуется с фактом достоверного ( $p < 0,05$ ) различия между показателями средней мощности в тесте МАМ.

Градиент возрастания стартовой мощности на первых секундах теста ( $K_{\text{уск.}}$ ) у средневики достоверно ( $p < 0,05$ ) ниже, нежели, чем у стайеров, что характеризуется более быстрым стартовым ускорением в тесте. Исходя из выше изложенного, можно предположить, что уровень анаэробных алактатных возможностей у бегунов на средние дистанции выше, чем у бегунов на длинные дистанции.

Уровень концентрации молочной кислоты в крови имеет статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) у бегунов на средние и длинные дистанции. Высокий уровень концентрации лактата после выполнения тестовой нагрузки МАМ на третьей минуте восстановления у средневики объясняется более высокой средней мощностью, показанной в тесте, и более быстрым стартовым ускорением.

В Вингейтском тесте (Таблица 3) статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) у бегунов на средние и длинные дистанции наблюдаются в показателях максимальной и средней гликолитической мощности, что свидетельствует о более высокой анаэробной гликолитической мощности бегунов на средние дистанции. При этом стайеры, ввиду меньшей величины максимальной и средней мощности, достигают ее раньше, чем средневики. Отмечены значимые различия ( $p < 0,05$ ) концентрации молочной кислоты в крови. Как и в тесте МАМ, в Вингейтском тесте на 3 минуте восстановления уровень концентрации лактата в крови у бегунов на средние дистанции выше, чем у стайеров.

Таблица 3 – Результаты лабораторного тестирования анаэробных возможностей с помощью Вингейтского теста бегунов на средние и длинные дистанции

Показатели Вингейтского теста	Бегуны на средние дистанции	Бегуны на длинные дистанции
$W_{\text{max}}$ – максимальная мощность, показанная в тесте, Вт/кг	29,65±2,3	24,5±1,1*
$t_{\text{max}}$ – время достижения максимальной мощности, с	4,4±0,5	3,65±0,4*
$W_{\text{ср.}}$ – средняя мощность, показанная в тесте, Вт/кг	15,2±1,2	13,09±1,1*
$t_{\text{ср.}}$ – время достижения средней мощности, с	4,03±0,5	3,25±0,3*
$t_{\text{уд.}}$ – время удержания 90% мощности от максимума, с	4,1±1,1	4,5±1,2
$K_{\text{уск.}}$ – скорость нарастания мощности	1,3±0,4	1,8±0,3
$K_{\text{ут.}}$ – коэффициент утомления	0,029±0,002	0,027±0,002
$La$ – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	12,68±2,3	7,59±1,0*

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

### Оценка аэробных возможностей бегунов на средние и длинные дистанции

Для оценки аэробных возможностей бегунов мы использовали тест «ступенчато-повышающейся нагрузки». Результаты по итогам тестирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты лабораторного тестирования аэробных возможностей с помощью теста ступенчато-повышающейся нагрузки бегунов на средние и длинные дистанции

Показатели теста ступенчато-повышающейся нагрузки	Бегуны на средние дистанции	Бегуны на длинные дистанции
МПК – максимальное потребление кислорода, л/мин/кг	68±3,1	73±2,7*
ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин	205±3,4	203±2,7
VE – уровень легочной вентиляции, л/мин	160.2±4,3	173±3,8*
VE/O <sub>2</sub> – вентиляторный эквивалент по O <sub>2</sub>	34,8±2,3	36,8±3,9
VE/CO <sub>2</sub> – вентиляторный эквивалент по CO <sub>2</sub>	27,3±1,7	26,3±3,5
AnT – анаэробный порог, % от МПК	70±0,6	80±1,8*
La – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	9.04±2,1	8.02±2,2

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

Для оценки мощности аэробного механизма энергообеспечения традиционно использовали уровень максимального потребления кислорода (МПК), анаэробного порога в процентном отношении от МПК (AnT), а для характеристики эффективности аэробного процесса регистрировали содержание молочной кислоты в крови. Уровень МПК имеет достоверные различия между бегунами на различные дистанции ( $p < 0,05$ ). МПК у бегунов на длинные дистанции соответствует категории спортсменов высокой квалификации и свидетельствует о высокой мощности аэробного механизма энергообеспечения.

Достоверные различия выявлены по величине AnT, что, как правило сочетается с преимуществом в уровне МПК (Rusko H., Rahkila P., et. al., 1980; Попов Д.В., Виноградова О.Л. и др., 2010). Выше у стайеров оказалась также легочная вентиляция, что необходимо для обеспечения поглощения большего количества кислорода. По показателям вентиляторных эквивалентов газообмена, частоты сокращений сердца и содержания лактата в крови различий между двумя группами спортсменов не обнаружены.

### Влияние интервальной тренировки на организм спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции

Интервальная тренировка, проведенная по описанной выше методике, имела своей целью повышение анаэробных возможностей спортсменов – как бегунов на средние, так и на длинные дистанции. В то же время, мы ожидали, что в реакциях организмов спортсменов этих двух категорий могут выявиться некоторые различия, учитывая их исходную разнокачественность.

Для определения показателей анаэробной и аэробной производительности все

участники эксперимента были дважды протестированы в стандартизированных лабораторных условиях по одной и той же тестовой программе: до 6-недельной интервальной анаэробной тренировки и по ее завершению. Это дало возможность оценить воздействие тренировки на анаэробные и аэробные возможности спортсменов и сопоставить адаптивные сдвиги у представителей двух различных специализаций.

У средневики, в отличие от стайеров, достоверно увеличилась анаэробная алактатная (фосфагенная) мощность (Таблица 5), однако время ее достижения достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличилось, что привело к снижению усредненной мощности ( $W_{\text{ср.}}$ ) за время выполнения теста МАМ. Таким образом, у бегунов на средние дистанции алактатная мощность не показала существенного повышения под воздействием интервальной тренировки анаэробного характера.

Таблица 5 – Результаты лабораторного тестирования максимальной анаэробной мощности с помощью теста МАМ до и после проведения интервальной тренировки

Показатели теста МАМ	Средневики		Стайеры	
	До тренировки	После тренировки	До тренировки	После тренировки
$W_{\text{max}}$ – максимальная мощность, показанная в тесте, Вт/кг	24,3±2,5	26,1±2,3*	24,3±1,1	24,9±0,8
$t_{\text{max}}$ – время достижения максимальной мощности, сек.	3,55±0,6	5,02±1,2*	5,30±1,6	3,77±1,3
$W_{\text{ср.}}$ – средняя мощность, показанная в тесте, Вт/кг	15,42±0,5	13,55±1,1*	13,01±1,2	14,5±0,4*
$t_{\text{ср.}}$ – время достижения средней мощности, сек.	3,1±0,3	3,6±0,4	3,5±0,9	3,6±0,7
$t_{\text{уд.}}$ – время удержания 90% мощности от максимума, сек.	2,87±0,2	3,9±0,1*	3,30±1,1	3,23±0,8
$K_{\text{вск.}}$ – скорость нарастания мощности	1,08±0,01	0,84±0,02*	1,25±0,3	0,78±0,2*
$K_{\text{ут.}}$ – коэффициент утомления	0,061±0,01	0,088±0,02*	0,06±0,02	0,13±0,02*
$La$ – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	12.35±1,3	17.29±0,7*	6.25±0,9	11.63±1,0*

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

У бегунов на длинные дистанции повысились величины усредненной мощности, скорее всего – за счет увеличения скорости нарастания максимальной мощности.

Показатель ёмкости фосфагенной энергетической системы – время удержания ( $t_{\text{уд.}}$ ) 90% от максимальной анаэробной мощности – у средневики заметно вырос, и стал выше, чем у стайеров, у которых он под воздействием интервальной тренировки практически не изменился.

В связи с понижением усредненной мощности у средневики, показанной во



время теста, коэффициент ускорения ( $K_{\text{уск}}$ ) снизился ( $p < 0,05$ ), т.е. стартовое ускорение выросло за счет снижения мощности. Но при этом коэффициент утомления ( $K_{\text{ут}}$ ) повысился ( $p < 0,05$ ), а значит утомление во время работы наступило раньше.

Бегуны на длинные дистанции также, как и бегуны на средние дистанции, показали после применения интервальной тренировки большие величины градиента снижения мощности из-за наступающего утомления, нежели до тренировки, что говорит об увеличении скорости наступления утомления.

Высоко достоверные и характерные различия наблюдаются в уровне концентрации молочной кислоты в крови на 3 минуте релаксации после выполнения теста до и после 6-недельной интервальной тренировки. В обоих случаях у спортсменов-бегунов на средние дистанции концентрация лактата намного выше, чем у бегунов на длинные дистанции. Это может означать больший вклад гликолиза в энергообеспечение работы максимальной алактатной мощности у средневиков по сравнению со стайерами. После тренировки у обеих категорий спортсменов концентрация лактата в восстановительном периоде увеличилась, причем прирост в относительном выражении был больше выражен у стайеров, тогда как абсолютные цифры уровня лактата намного выше у средневиков. Можно полагать на основании этих данных, что под воздействием анаэробной интервальной тренировки механизмы анаэробного гликолиза были активированы как у бегунов на средние, так и на длинные дистанции.

Более детально проанализировать изменения в активности гликолитического источника можно по результатам Вингейтского теста (Таблица 6). Как ни странно, величина гликолитической мощности после применения 6-недельной анаэробной интервальной тренировки у спортсменов-средневиков достоверно снизилась, а у спортсменов-стайеров снижение выражено слабее и не подтверждено статистически. Время достижения максимальной для данного теста мощности у обеих категорий спортсменов в среднем не изменилось. Зато у тех и других достоверно выросло время удержания наивысшей мощности, что является прямым выражением ёмкости гликолитической энергетической системы. Таким образом, мы видим разнонаправленность в изменениях мощности и ёмкости энергетических систем – их сдвиги вовсе не обязательно бывают согласованы между собой. Величина  $K_{\text{уск}}$  не изменилась у средневиков, но заметно уменьшилась у стайеров. Показатель утомления  $K_{\text{ут}}$  достоверно увеличился у средневиков, но столь же достоверно снизился у стайеров. На фоне этих разнонаправленных адаптивных сдвигов примечательно, что уровень лактата крови на 3 минуте восстановления сильно возрос у средневиков, но почти не изменился у стайеров.

Таблица 6 – Результаты лабораторного тестирования анаэробных возможностей с помощью Вингейтского теста до и после проведения интервальной тренировки

Показатели Вингейтского теста	Средневики		Стайеры	
	До тренировки	После тренировки	До тренировки	После тренировки
$W_{\max}$ – максимальная мощность, показанная в тесте, Вт/кг	29,65±2,3	26,55±2,1*	24,5±1,1	23±1,2
$t_{\max}$ – время достижения максимальной мощности, с	4,4±0,5	4,65±0,9	3,65±0,4	3±0,3
$t_{уд}$ – время удержания 90% мощности от максимума, с	4,1±1,1	5,95±0,7*	4,5±1,2	5,8±0,7*
$K_{уск}$ – скорость нарастания мощности	1,3±0,4	1,26±0,5	1,8±0,3	1,3±0,2*
$K_{ут}$ – коэффициент утомления	0,029±0,002	0,035±0,001*	0,027±0,002	0,018±0,01*
$La$ – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	12.68±2,3	17.09±2,7*	7.59±1,0	9.55±1,4

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

Приведенные результаты показывают, что одна и та же интервальная анаэробная тренировка в объеме 6 недель оказывает весьма различное действие на физиологические характеристики, отражающие анаэробно-гликолитический компонент энергообеспечения работы у бегунов, специализирующихся в средних и длинных дистанциях. Однако существенно, что в обеих группах заметно вырастает гликолитическая ёмкость, которая является физиологической основой проявления специальной выносливости.

Результаты для сравнения изменений в аэробной производительности после 6-недельной интервальной анаэробной тренировки приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты лабораторного тестирования аэробных возможностей с помощью теста ступенчато-повышающейся нагрузки до и после проведения интервальной тренировки

Показатели теста ступенчато-повышающейся нагрузки	Средневики		Стайеры	
	До тренировки	После тренировки	До тренировки	После тренировки
МПК – максимальное потребление кислорода, л/мин/кг	68±3,1	64±2,4*	73±2,7	72±1,9
$AnT$ – анаэробный порог, % от МПК	70±0,6	73±0,4	80±1,8	78±1,2
$La$ – на 3-ей минуте восстановления, ммоль/л	9.04±2,1	13.94±2,5*	8.02±2,2	12.25±2,4*

\* – наблюдаются статистически значимые различия ( $p < 0,05$ )

Уровень МПК у бегунов на средние дистанции достоверно ( $p < 0,05$ ) понизился, тогда как у бегунов-стайеров изменений показателя не произошло. Ни в той, ни в другой группе не отмечены изменения в уровне анаэробного порога. Тем не менее, судя по величине

концентрации лактата в восстановительном периоде, вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение в обеих группах спортсменов достоверно вырос.

Обобщая полученные результаты лабораторных тестирований на определение аэробных и анаэробных возможностей средневиков и стайеров после завершения 6-недельной тренировки анаэробной гликолитической направленности, можно сделать следующее заключение: кратковременная анаэробная интервальная тренировка, направленная в первую очередь на активацию фосфагенного и лактаcidного источников энергии, положительно сказалась на развитии показателей гликолитической анаэробной емкости, как у средневиков, так и у стайеров, о чем свидетельствует достоверный прирост величины  $t_{уд}$  в Вингейтском тесте. При этом мощность и ёмкость фосфагенного источника выросла только у средневиков, и у них же отмечено достоверное снижение величины МПК. Иными словами, результаты тренировочного воздействия существенно зависят от узкой специализации спортсмена, которая способна влиять на стратегию адаптивных перестроек в организме.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Легкоатлетический бег – уникальный вид спорта, так как при биомеханической схожести локомоций, разные дистанции представляют собой модели совершенно различной биоэнергетики организма спортсменов. Не случайно именно на примере легкоатлетического бега Фарфель В.С. (1939) провел эргометрический анализ мировых рекордных достижений и выявил 4 зоны мощности, надолго ставшие одним из фундаментальных столпов классификации циклических физических нагрузок. Когда эта концепция была дополнена биохимическим содержанием, отражающим параметры трех источников энергии в скелетных мышцах (Margaria R., 1963-1976), она стала универсальным инструментом для управления нагрузками в тренировочном процессе (Фарфель В.С., 1969; Матвеев Л.П., 2008), каковым остается и сегодня.

Спортивные рекорды, в том числе в легкоатлетическом беге, с годами становятся все выше. По нашим расчетам, скорость бега на коротких дистанциях, включая 800 м, выросла со времен Фарфеля В.С. примерно на 6%, а на длинных дистанциях – свыше 10%. Здесь примечательно то, что дистанция 1500 м., традиционно относящаяся к «средним», в данном аспекте приближается по своим свойствам к стайерским. Такое «перемещение» данной дистанции в сторону зоны большой относительной мощности, возможно, связано с влиянием технологий тренировки, используемых при подготовке бегунов-стайеров. Так или иначе, на кривой рекордов образовался дополнительный «излом» между дистанциями 800 и 1500 м. Вероятнее всего, это – временное явление,

отражающее эволюцию тренировочных технологий в легкоатлетическом беге.

Проведенное нами сопоставление функциональных ресурсов организма бегунов на средние и длинные дистанции подтвердил, что между этими двумя категориями спортсменов наблюдаются достоверные различия по комплексу биоэнергетических характеристик, связанных с их узкой специализацией: средневики обладают большими возможностями анаэробных систем, а стайеры отличаются преобладанием аэробных возможностей. Здесь наши результаты подтверждают известные данные многих исследователей (Weyand P.G., 1993; Gatin P.B., 2001; Duffield R. и Dawson B., 2003). С учетом этого факта, мы сочли важным проверить, будут ли влиять эти различия на адаптацию организма к дополнительной тренировочной нагрузке, в качестве которой использовали популярную в разных видах спорта в последние годы анаэробную интервальную тренировку (Buchheit M. et al., 2012; Buchheit M., Laursen P.B., 2013; Wallner D. et al., 2014), реализованную в нашем случае как дополнительная серия коротких (300м) беговых упражнений со стандартными интервалами отдыха. Результаты лабораторного тестирования до и после 6-недельной интервальной тренировки показали, что в адаптивных реакциях средневиков и стайеров есть существенные различия: у средневиков центр тяжести мышечной энергетики концентрируется в области анаэробных реакций, у них повышается мощность и емкость фосфагенного источника и емкость гликолитического механизма, тогда как аэробная производительность несколько снижается; у стайеров также повышается емкость гликолитического механизма, но не выражены изменения фосфагенной и аэробной энергетических систем. Таким образом, была подтверждена гипотеза исследования о том, что различия в организации энергообеспечения между средневиками и стайерами будут влиять на адаптивные сдвиги в организме спортсменов, возникающие под воздействием кратковременной интервальной тренировки анаэробного характера. Это влияние необходимо учитывать при организации тренировочного процесса.

## **ВЫВОДЫ**

1. Динамика мировых рекордов в беге на средние и длинные дистанции за 100 лет демонстрирует три периода резких повышений спортивных результатов, что может быть связано со значительными изменениями в оборудовании и экипировке спортсменов-рекордсменов, а также в радикальном изменении стратегий тренировочного процесса и появлением новых эргогенных технологий. Соревновательные скорости легкоатлетического бега за 70 лет, прошедшие со времени эргометрического анализа «кривой рекордов» Фарфелем В.С., выросли на разных дистанциях от 5,3% до 15,7%. Наибольшие сдвиги отмечены на марафонской дистанции и других дистанциях,

относящихся к зонам умеренной и большой мощности, в которых энергообеспечение определяется в первую очередь аэробным источником; наименьшие – на дистанции 800 м., а также на спринтерских дистанциях, где функционируют, главным образом, анаэробные источники. Такой результат может свидетельствовать об относительном отставании технологий спортивной тренировки анаэробных возможностей по сравнению с технологиями развития аэробных возможностей спортсменов.

2. Эргометрический анализ современных рекордных достижений в беге показал, что на фоне тотального повышения спортивных результатов, произошло изменение структуры зон относительной мощности. По сравнению с моделью Фарфеля В.С., мы наблюдаем расширение зоны беговых нагрузок, характеризующихся смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением (зона большой относительной мощности по Фарфелю В.С.), с включением в этот диапазон дистанции 1500 м., ранее относившейся к зоне субмаксимальной мощности. При этом диапазон соревновательных нагрузок большой мощности распадается на два поддиапазона, различающиеся коэффициентами эргометрических уравнений.

3. С помощью лабораторных тестов выявлены значимые различия между спортсменами, специализирующимися в беге на средние и длинные дистанции. Так, средняя мощность, показанная в тесте МАМ средневиками, была на 18,5% выше, чем аналогичная мощность у стайеров. При этом активация гликолитического энергообеспечения у средневиков привела к накоплению в крови 12,35 мМ/л лактата, тогда как у стайеров этот уровень вдвое ниже – 6,25 мМ/л. Сходные различия получены по результатам Вингейтского анаэробного теста. Таким образом, при тестировании анаэробных возможностей, спортсмены-средневики демонстрируют большую мощность энергетических систем, но меньшую их эффективность, чем стайеры. Тест ступенчато-повышающейся мощности до отказа выявил достоверное преимущество стайеров по относительной величине МПК и анаэробного порога, что отражает их преимущество по мощности аэробной энергетической системы, но не выявил различий в накоплении лактата после тестовой нагрузки, что может говорить о примерно равнозначном уровне эффективности энергетических процессов. Полученные результаты в целом свидетельствуют о высокой значимости анаэробного энергообеспечения предельных циклических нагрузок как для средневиков, так и для стайеров.

4. Для оценки физиологической эффективности тренировочного режима, направленного на повышение мощности и емкости анаэробного гликолиза у спортсменов высокой квалификации – бегунов на средние и длинные дистанции, был

проведен 6-недельный тренинг с использованием интервальной тренировки, в котором участвовали две группы спортсменов: средневики и стайеры. Результаты лабораторного тестирования до и после 6 недель тренинга показали, что выявленный тренировочный эффект отражает сходства и различия в организации энергообеспечения между этими группами спортсменов, и позволяет прогнозировать направленность адаптивных перестроек в организме в зависимости от спортивной специализации спортсмена-бегуна.

5. Оценка адаптивных сдвигов в организме спортсменов, произошедших под влиянием кратковременной интервальной тренировки, была проведена под углом зрения биоэнергетической концепции 3 источников энергии для мышечной деятельности по 3 характеристикам – мощности, ёмкости и эффективности – для каждого из источников. Алактатный (фосфагенный) источник оценивали по результатам лабораторного велоэргометрического теста МАМ, который показал, что средняя мощность в тесте через 6 недель тренинга у средневиков снизилась, а у стайеров выросла; ёмкость (оцениваемая как время удержания 90% от максимальной мощности) у средневиков достоверно выросла, а у стайеров – не изменилась; в качестве показателя эффективности оценивали содержание лактата на 3 минуте восстановления, который у бегунов на средние дистанции намного выше, при этом сильно вырос как у средневиков, так и у стайеров, что может говорить о снижении эффективности и увеличении вклада гликолитических процессов в энергообеспечение тестовой нагрузки. Оценку адаптивных изменений анаэробного гликолитического (лактацидного) источника производили на основании результатов Вингейтского анаэробного теста на велоэргометре. Согласно этим данным, анаэробная мощность ( $W_{max}$ , Вт/кг) у средневиков достоверно снизилась, а у стайеров – не изменилась. Ёмкость, оцениваемая по времени удержания нагрузки наивысшей мощности ( $t_{уд}$ , с), выросла как у средневиков, так и у стайеров. Об эффективности судили по содержанию лактата на 3-ей минуте восстановления, который, у средневиков вырос в 1,5 раза, а у стайеров – только на 25,8%, что может свидетельствовать о некотором преимуществе стайеров в эффективности лактацидного источника. Для характеристики эффектов адаптации аэробного источника спортсмены выполняли ступенчато-возрастающую нагрузку до отказа на тредбане, в ходе которой определяли аэробную мощность. Показатель МПК (мл/мин/кг) у средневиков в результате применения интервальной тренировки снизился, а у стайеров остался без изменения. Ёмкость аэробной энергетической системы не измеряема, а для оценки эффективности оценивали содержание лактата в крови (ммоль/л) на 3-ей минуте восстановления. Уровень лактата у средневиков вырос после тренинга на 54%, у стайеров на 53%.

6. Представленные результаты показывают, что под воздействием 6-недельной

интервальной тренировки с нарастающим объемом тренировочной нагрузки в организме спортсменов высокой квалификации, специализирующихся на легкоатлетическом беге, происходят адаптивные сдвиги, зависящие от узкой специализации бегуна, но в любом случае позитивно влияющие на ёмкость анаэробной гликолитической (лактацидной) энергетической системы, что может быть продуктивно для повышения спортивного результата как в средних по длине дистанциях, так и в большинстве стайерских дистанций. На этом основании можно рекомендовать включение такой интервальной тренировки в программу подготовки спортсменов-бегунов высокой квалификации.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Колесник О.В. Тесты и критерии анаэробной работоспособности бегунов на средние дистанции / О.В. Колесник, В.И. Тхоревский // Сборник трудов молодых ученых и студентов РГУФК. – М. : РИО РГУФК, 2006. – С. 126-131. (0,35/0,25)
2. Kolesnik O. Aerobic and anaerobic abilities of middle distance runners / O. Kolesnik, V. Thorevsky // Publication of scientific issues. The International scientific and practical conference of students and young scientist "HIGHER SCHOOL" as the centre of integration of science, sports, education and culture, RSUPES. – М., 2007 – P. 49-50. (0,11/0,1)
3. Колесник О.В. Аэробные и анаэробные возможности бегунов на средние дистанции / О.В. Колесник, В.И. Тхоревский // Материалы IV Всероссийской с международным участием Школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности «Инновационные направления в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности». – М. – 2007. – С. 90. (0,1/0,08)
4. Kolesnik O. Physiological mechanism and methods of realization hypoxo training of athletes / O. Kolesnik // 18-th International conference on sport sciences for students (April 25-26), Budapest, 2008 – P. 36-37. (0,11)
5. Колесник О.В. Сравнительный анализ аэробных и анаэробных показателей бегунов на средние дистанции / О.В. Колесник // XIII Международный научный конгресс «Современный Олимпийский спорт и спорт для всех» : материалы конгресса. – Алматы : КазАСТ. – 2009. – С. 192-195. (0,23)
6. Колесник О.В. Биоэнергетические критерии выносливости бегунов на средние и длинные дистанции / О.В. Колесник, Н.И. Волков // Сборник трудов молодых ученых и студентов РГУФКСиТ : Материалы научной конференции молодых ученых и студентов РГУФКСиТ (19-21 марта, 22-25 апреля 2008 года). – М. : Светотон, 2009. – С. 121-126. (0,35/0,2)
7. Kolesnik O. Ratio of aerobic and anaerobic components and their influence on working capacity of middle distance runners / O. Kolesnik // Publication of scientific issues. The V International scientific and practical conference of students and young scientist "Modern University Sport Science" ; RSUPESY&T. – М., 2011. – P. 92-96. (0,27)

8. Kolesnik O. Bioenergetics criteria of endurance of middle and long distance runners / O. Kolesnik, N. Volkov // 4<sup>th</sup> Annual International Conference: Physical Education, Sport and Health, Pitesti, 18<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> of November 2011, Romania / Scientific report series physical education and sport. SRSPEs is a peer-reviewed scientific journal of the Full texts. – Romania. : Pitesti. – 2011. – Part I. – Nr. 15 (1/2011). – P. 24-26. (0,3/0,25)

9. Kolesnik O. Aerobic and anaerobic energy supply parameters of middle and long distance runners / O. Kolesnik, N. Volkov // The 20th International congress on sport science for students, Hungary, Budapest, April, 26-28, 2012. – P. 63. (0,13/0,1)

10. **Колесник, О.В. Средства и методы повышения анаэробной работоспособности бегунов на средние дистанции** / О. В. Колесник // Теория и практика физической культуры. – М. № 12, 2012. – С. 51. (0,1)

11. Kolesnik O. Methods of middle and long distance runners anaerobic capacity increase / O. Kolesnik // Publication of scientific issues. The VII International scientific and practical conference of students and young scientist "Modern University Sport Science" ; RSUPESY&T. – M., 2012. – P. 84-85. (0,11)

12. Колесник О.В. Оценка анаэробной работоспособности бегунов на средние и длинные дистанции / О. В. Колесник // Новые подходы к изучению классических проблем. Материалы VII Всероссийской с международным участием Школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности. Москва, 29 января – 1 февраля 2013 г. – М. : Графика-Сервис, 2013. – С. 102. (0,1)

13. **Колесник О.В. Методика развития анаэробных гликолитических возможностей бегунов на средние дистанции** / О.В. Колесник // Вестник спортивной науки. – М. № 2, 2013. – С. 50-55. (0,35)

14. **Колесник О.В. Повышение уровня анаэробных возможностей спортсменов посредством предельных нагрузок** / О.В. Колесник // Научно-методический журнал Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – М. № 1(26), 2013. – С. 27-31. (0,30)

15. Колесник О.В. Особенности реакции организма спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, на нагрузку анаэробной гликолитической направленности / О.В. Колесник // XXII Съезд физиологического общества имени И.П. Павлова / Тезисы докладов, 16-20 сентября 2013 г. – Волгоград, 2013. – С. 236-237. (0,12)

16. Kolesnik O.V. Bioenergetic factors limiting sports achievements level in middle and long distance running / O.V. Kolesnik // Modern problems in systemic regulation of physiological functions: conference proceedings 4th International Interdisciplinary Conference on Moscow, Russia. – 2015. – P. 323-325. (0,2)

17. Колесник О.В. Историографический анализ рекордных достижений в беге на средние дистанции / О.В. Колесник // Международный научный журнал Инновационная наука. – 2015. – № 11(3). – С. 71-75. (0,5)





Подписано в печать 09.02.2016. Формат 60×90 1/16.  
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в ООО «Принт Центр»  
105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, 4