

694

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

ЛОГИНОВ Анатолий Алексеевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РИТМО-СКОРОСТНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРЫ ДВИЖЕНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ
БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ

ИЗ.00.04 – теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки (включая методику
лечебной физкультуры)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва – 1982

634. Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры.

Научный руководитель – доктор педагогических наук,
профессор Ратов И.П.

Официальные оппоненты – доктор педагогических наук
Хоменков Л.С.
кандидат педагогических наук,
доцент Примаков Ю.Н.

Ведущая организация – Московский областной педагогический институт им. Н.К.Крупской.

Защита состоится " 8 " сентября 198 2 г. в " 14 " час.
на заседании специализированного совета К.046.04.01 по присужде-
нию ученой степени кандидата наук во Всесоюзном научно-исследова-
тельном институте физической культуры, Москва, ул. Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всесоюзного НИИ физической культуры.

Автореферат разослан " 4 " ноября 198 2 г.

Ученый секретарь специализированного совета
кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник

Смирнов Ю.И.

0956

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

Актуальность проблемы. Возросли уровень достижений в беге на средние и длинные дистанции, значительное отставание советских бегунов выдвигают требования разработки, апробации и внедрения новых прогрессивных методов подготовки.

Согласно современной концепции спортивной подготовки в управлении тренировочным процессом, в том числе технической подготовки, наиболее эффективным является программно-целевой подход (Кузнецов В.В., Новиков А.А., 1975; Кузнецов В.В., Новиков А.А., Шуотин Б.Н., 1976; Колесов А.И., Кузнецов В.В., Новиков А.А., Орлов В.А., Ратов И.П., 1977, и др.).

Однако на сегодняшний день реализация данного подхода в технической подготовке бегунов на средние и длинные дистанции затруднена в связи с отсутствием модельных характеристик соревновательной деятельности и, в частности, параметров бегового шага, недостаточной обоснованностью методики совершенствования движений и средств контроля за биомеханическими характеристиками.

Цель работы. Совершенствование методики технической подготовки бегунов на средние и длинные дистанции на основе ориентированного на определенные результаты целевого программирования ритмо-скоростных характеристик структуры движения и использования новых методических средств управления взаимодействием спортсмена с внешними объектами.

Рабочая гипотеза. В качестве рабочей гипотезы были приняты следующие положения:

- одним из эффективных факторов повышения спортивного результата в беге на средние и длинные дистанции является совершенствование спортивной техники;
- совершенствование техники осуществляется путем целенаправ-

ленного формирования рациональной двигательной структуры исходя из планируемой соревновательной скорости, достигаемой на основе приближения реальных беговых параметров к модельным, рассчитанным с учетом индивидуальных особенностей занимающихся;

- одним из эффективных средств формирования рациональной структуры в беге является создание управляемых искусственных условий взаимодействия спортсмена с внешними силами во время выполнения ими запланированной беговой программы.

Задачи исследования.

1. Провести биомеханический анализ структуры движения во время бега на средние и длинные дистанции.

2. Разработать методику программирования ритмо-скоростных характеристик движения на основе управляемого взаимодействия спортсмена с внешними объектами.

3. В педагогическом эксперименте выявить эффективность предлагаемой методики управления движениями в беге.

Новизна и практическая значимость. Впервые показана эффективность применения методики подготовки квалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции, основанной на индивидуализированном программировании комплекса ритмо-скоростных характеристик беговых движений и управлении взаимодействием спортсмена с внешними силами посредством введения дополнительных внешних усилий через упругую связь в процессе выполнения двигательных заданий.

Получены новые сведения о кинематической структуре движения высококвалифицированных бегунов на выносливость в зависимости от уровня спортивного мастерства, специализации и антропометрических показателей.

Впервые разработаны модификации тренажерных устройств с

системой "облегчающего лидирования" на базе специализированного тредбана и автомобиля "Москвич-433" для тренировки и тестирования показателей двигательной деятельности бегунов, специализирующихся в беге на выносливость.

Экспериментально обоснованы режимы выполнения бега в условиях тренажеров.

Разработанная методика целевого программирования ритмо-скоростных характеристик структуры движения способствовала повышению эффективности процесса управления подготовкой квалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции, что подтверждается актами внедрения результатов в практику, свидетельствами на рационализаторские предложения.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Методические приемы оптимизации структуры движений основываются на индивидуальном программировании ритмо-скоростных характеристик в зависимости от скорости бега, специализации и особенностей телосложения спортсменов, а также на основе приближения реальных параметров бега к модельным посредством управляемого взаимодействия спортсмена с внешними объектами.

2. Рациональная структура движений в беге на средние и длинные дистанции характеризуется высокой экономичностью и выражается в том, что на определенных скоростях бега существуют оптимальные величины длины беговых шагов, зависящие от длины нижних конечностей. Приведение к минимуму энергопотерь в момент постановки стопы на опору выражается в оптимальных значениях длительности периодов опоры и полета и в величинах ускорений, фиксируемых датчиком на теле спортсмена.

3. Одним из решающих условий быстрого овладения рациональной структурой бега на средние и длинные дистанции является вве-

дение в систему движений бегуна внешних искусственно организованных усилий, ограничивающих влияние сил гравитации на движения спортсмена и способствующих освоению рациональной спортивной техники, приближенной к рассчитанным условиям соревновательной деятельности.

Структура диссертационной работы. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций и библиографии. I глава - анализ литературных источников; II глава - методы исследования; III глава - экспериментальные исследования; IV глава - педагогический эксперимент; V глава - обсуждение результатов исследования и практические рекомендации.

Диссертационная работа изложена на 186 страницах машинописного текста, включая 17 рисунков и 26 таблиц. Библиография содержит 188 отечественных публикаций и 26 публикаций зарубежных авторов.

МЕТОДЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач применялись следующие методы исследования: анализ научно-методической литературы; обобщение передового опыта практики спорта; педагогические наблюдения; педагогический эксперимент; инструментальные методы: бесконтактная фотоэлектронная регистрация параметров бегового шага, акселерография, электроподография, киносъемка и видеозапись, пульсометрия, газоанализ внешнего дыхания; методы антропометрических измерений; методы математической статистики.

Исходя из поставленных в нашей работе задач, направленных на разработку новых эффективных путей совершенствования движений в беге на средние и длинные дистанции, были разработаны основные технические требования, сконструированы и изготовлены специализи-

рованные тренажерно-исследовательские комплексы на базе автомобиля "Москвич-433" и тредбана "Квинтон".

Экспериментальные исследования проводились в два этапа в течение 1978-1981 гг. в лабораториях биомеханики и легкой атлетики ВНИИФК, в легкоатлетических манежах, на стадионах и спортивных базах Москвы, Киева, Минска, Витебска, Кисловодска, Пензы. На первом этапе изучались особенности изменения биомеханических характеристик при беге в обычных и искусственно созданных условиях, исследовалась энергетическая стоимость различных режимов бега, определялись наиболее эффективные режимы бега с использованием тренажера. Определение особенностей изменения биомеханических характеристик бега на тредбанах в зависимости от скорости, степени утомления, антропометрических показателей, специализации, квалификации проводилось у ведущих бегунов сборной команды СССР на средние, длинные и сверхдлинные дистанции ($n = 40$ МС и МСМК), а также у группы менее квалифицированных бегунов, специализирующихся на дистанциях от спринта до марафона ($n = 36$ КМС и I разряд).

Второй этап исследования характеризовался проведением основных педагогических экспериментов, во время которых апробировались новые тренажерные устройства, выявлялось влияние новых тренировочных режимов на изменение спортивных результатов.

Исследования с применением тренажера на базе тредбана проводились с марта по июнь 1980 г. В них приняли участие 18 бегунов на средние дистанции, членов сборной команды МГС ДСО "Динамо" в возрасте 19-22 лет, имевших стаж занятий 3-5 лет.

Второй педагогический эксперимент проводился в полевых условиях с применением передвижного тренажерно-исследовательского комплекса на базе автомобиля "Москвич-433" с сентября по ноябрь 1980 г. В исследованиях принимали участие лучшие бегуны ($n = 38$)

на средние и длинные дистанции школы-интерната спортивного профиля г. Витебска Белорусской ССР. Одна группа 16-17 лет (I-II разряд), другая 14-15 лет (II-III разряд).

Тренировочная работа в группах строилась в соответствии с планом, предусмотренным для ДЮСШ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИИ БЕГУНОВ

На первом этапе исследования была определена зависимость длины шага от скорости бега, что позволило выявить общие закономерности изменения параметров бегового шага. С возрастанием скорости наблюдалось нелинейное увеличение длины и частоты шагов, причем на малых скоростях прирост скорости в большей степени обеспечивался за счет увеличения длины шага, на высоких - за счет увеличения частоты шагов. Зависимость "скорость бега - длина шага" описывается уравнением логарифмической регрессии:

$$L_m = a \cdot \lg V \quad (1)$$

где L_m - длина шага (м), V - скорость бега (м/с), a - коэффициент, характеризующий крутизну кривой регрессии (2,0-2,5); величина коэффициента различна в зависимости от длины нижних конечностей.

Выявлена высокая корреляционная взаимосвязь между значениями коэффициента (a) и длиной нижних конечностей у спортсменов высокого класса ($r = 0,91$; $P < 0,01$). Разность данных длины нижних конечностей, равная 1 см отражается в изменении коэффициента на величину 0,027. Таким образом, представленная модельная зависимость (1) позволяет рассчитать оптимальную длину шага, исходя из данных планируемой скорости бега при учете показателей, характеризующих длину нижних конечностей спортсмена.

Результаты исследования изменения ритмо-скоростных характеристик бегового шага свидетельствуют о том, что с увеличением

скорости пропорционально уменьшается длительность опорного периода. Это связано с тем, что путь, пройденный мной спортсменом за время опоры, мало зависит от скорости бега и является относительно стабильной величиной. У бегунов высшей квалификации длительность опоры в диапазоне скорости бега 5-7 м/с колеблется со 181±11 мс до 130±6 мс, у менее квалифицированных — со 196±30 мс до 133±8 мс. В изменениях времени полета наблюдается следующая закономерность. При скорости бега > 6 м/с, когда наблюдается почти линейное возрастание длины и длительности бегового шага, время полета возрастает и относительно стабилизируется: у ИЖК со 142±13 мс до 149±11 мс, у шесторазрядников и ЕМС со 144±25 мс до 155±13 мс. На больших скоростях бега, когда наблюдается более выраженное уменьшение длительности бегового шага, чем прирост его длины, время полета уменьшается со 149±11 мс до 141±7 мс, у бегунов элитного класса — со 155±13 мс до 150±9 мс у бегунов меньшей квалификации.

Анализ кинематических характеристик бегового шага показал, что у спортсменов высшей квалификации наблюдается уменьшение длины бегового шага, сокращение длительности опорно-полетных периодов и уменьшение вариабельности исследуемых показателей.

Длительные действия спортсменов, специализирующихся на разных дистанциях, характеризуются различными значениями параметров шага при равных скоростях бега. По мере удлинения дистанции, длина бегового шага имеет тенденцию к уменьшению со 185±8,3 см у средняков до 170±5,8 см у марафонцев ($P < 0,05$).

Различия в длине шага обследуемых групп спортсменов в основном объясняются разностью в длине конечностей. Наибольшее характерные различия наблюдаются в длительности периода полета. Марафонцы бегут с самым меньшим временем полета (129±7 мс) по от-

ношению к средневидам (151 ± 6 мс; $P < 0,01$) и стайерам (144 ± 7 мс; $P < 0,05$). Но у них наблюдаются наибольшие потери скорости при постановке ноги на опору.

Более характерные изменения биомеханических показателей обнаружены при сравнении бега средневидам и спринтеров. Спринтеры бегут с большей длиной шага ($251 \pm 10,8$ см) по сравнению со средневидами ($237 \pm 12,3$ см; $P < 0,05$). Время опоры у средневидам на скорости 9 м/с составляет 118 ± 5 мс, у спринтеров - 128 ± 6 мс ($P < 0,05$). Значение времени полета у средневидам 145 ± 3 мс, у спринтеров 151 ± 9 мс ($P < 0,05$). Все это предусматривает и большую длительность бегового шага в группе спринтеров на 6% ($P < 0,05$).

Наибольшие различия наблюдаются по показателям экстремумов горизонтальной и вертикальной составляющих ускорения. Для спринтеров характерно невысокое значение горизонтальной составляющей ускорения на 42,8% ($P < 0,05$), но большее значение вертикальной составляющей на 55,2% ($P < 0,05$).

Отмеченные особенности техники бега спортсменов, специализирующихся на разных дистанциях, в основном определяются тем, что они применяют разнонаправленные тренировочные режимы.

В специально организованных экспериментах во время бега на тредбане были выявлены особенности изменения биомеханических характеристик по мере нарастания утомления. Отмечено, что период опоры имеет тенденцию к увеличению, а период полета, наоборот, уменьшается. Величины горизонтальной и вертикальной составляющих ускорений, регистрируемые датчиком на пояснице спортсмена после периода вработывания, до некоторой степени стабилизируются. Затем значения вертикальной составляющей начинают уменьшаться, а горизонтальной, наоборот, - расти. Перед отказом от работы значения горизонтальной составляющей возрастают более чем в два

раза по сравнению с периодом стабилизации.

Перестройка биомеханических параметров свидетельствует о том, что под воздействием нарастающего утомления нарушается оптимальное взаимодействие спортсмена с опорой, вследствие чего резко уменьшается эффективность бега. Сокращение времени полета и резкое возрастание горизонтальной составляющей ускорений можно отнести к факторам, лимитирующим удержание заданной скорости бега.

Приведенные данные позволили сформировать представления о рациональной технике бега. Одним из важнейших требований является высокая экономичность беговых движений, которая обусловлена оптимальными значениями бегового шага, относительно малым временем опоры и полета, небольшими вертикальными колебаниями тела при наименьших потерях скорости при постановке ноги на опору, устойчивостью к сбивающим факторам нарастающего утомления.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РИТМО- СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРЫ ДВИЖЕНИЯ БЕГУНОВ В ИСКУССТВЕННО СОЗДАНЫХ УСЛОВИЯХ

При программировании внешних условий на одной и той же скорости (от 4 до 8 м/с) у испытуемых длина шага возрастает (на 1,9-4,2%; $P < 0,05$) по сравнению с обычным бегом. При этом среднее значение опоры уменьшается на 2,8-4,7% ($P < 0,05$). Наибольшие различия в сравнении с обычным бегом получены по увеличению средней продолжительности периода полета (на 7,1-13,9%; $P < 0,05$). Следует также отметить, что изменения динамики параметров бегового шага имеют однонаправленный характер как в обычных, так и в искусственно управляемых условиях.

Анализ материалов показывает, что при программированных перестройках структуры движения наблюдалось снижение экстремума отрицательной составляющей ускорения в диапазоне скоростей

4-7 м/с в среднем на 15-19,4% ($P < 0,05$), что свидетельствует о меньшей потере скорости в фазе амортизации. Среднее значение вертикальной составляющей ускорения при этом снижается на 16-18,4% ($P < 0,05$).

В связи с тем, что внешняя механическая работа определяется скалярным произведением векторов силы и пути, а сила равна произведению массы на ускорение, то одновременное уменьшение вертикальной и горизонтальной составляющих ускорения при том же пути должно привести к снижению величины внешней механической работы.

Особенности бега в условиях тренажера проявляются и в изменении угловых характеристик движения опорной ноги. Наибольшие изменения регистрируются в показателях угла голеностопного сустава. При постановке ноги на опору в условиях тренажера этот угол больше на 5,4% ($P < 0,05$), а в момент прохождения вертикали, когда начинается активное разгибание во всех суставах опорной ноги, - больше на 7,5% ($P < 0,05$). Подобное же увеличение зафиксировано и при прекращении контакта ноги с поверхностью опоры (на 6,8%, $P < 0,05$).

При этом вертикальные перемещения тела бегуна, оцениваемые по перемещению фиксированной точки бедра, меньше на 37,5% ($P < 0,05$) по сравнению с обычным бегом.

Таким образом, в условиях, создаваемых специализированными тренажерами, когда влияние силы тяжести на движения спортсмена искусственно ограничено, бег характеризуется меньшей длительностью опоры и большим временем полета. Однако увеличение времени полета не влечет за собой возрастание вертикальных перемещений тела, что обусловлено меньшими сгибаниями голеностопного сустава опорной ноги и меньшим значением горизонтальной и вертикальной составляющих ускорения при взаимодействии спортсмена с опо-

рой. Характер взаимодействия с опорой при этом протекает более динамично, о чем свидетельствует уменьшение внутрицикловых колебаний скорости по горизонтали и более плавные очертания акселерограммы вертикальной составляющей ускорения.

Результаты этой части работы показали, что в условиях использования тренажера "облегчающего лидирования" имеется возможность целенаправленного программирования динамических и кинематических характеристик бега, что позволяет оптимизировать его структуру.

В основе разработки режимов использования тренажера "облегчающего лидирования" лежали исследования изменений как биомеханических характеристик бега, так и вегетативных функций организма. Энергетическая стоимость оценивалась по показателям газообмена и пульсовой стоимости работы. Для определения эквивалентности различных режимов использовался бег с постоянной скоростью до отказа.

Показано, что с увеличением величины тягового усилия показатели потребления O_2 во время бега на тренажере по сравнению с обычным бегом снижаются. Однако эти различия статистически не достоверны ($P > 0,05$). Сопоставление данных O_2 -долга в стадии восстановления указывает, что при тяговом усилии, направленном вверх и составляющим 10% от веса тела спортсмена потребность в кислороде на 10,5% ($P < 0,05$) меньше, чем после бега в обычных условиях. При тяговом усилии, равном 20%, эта разница составляет 29,7% ($P < 0,01$). Результаты свидетельствуют о том, что при беге в условиях применения тренажера в большей степени подвергаются изменениям не аэробные пути энергообеспечения, а анаэробные.

Уровень кислородного запроса в эксперименте по данной группе испытуемых при беге в режиме "облегчения" в 10% уменьшился в

среднем на 8,1% ($P < 0,05$), при 20% облегчении - на 18,1% ($P < 0,05$). Аналогичные результаты получены и при оценке реакции сердечно-сосудистой системы в различных режимах бега.

Результаты определения эквивалентности соотношении режимов работы в обычных и "облегченных" условиях показали, что при "облегчении", составляющем 10-12% от веса тела спортсмена, время удержания заданной скорости (6 м/с) составило $346 \pm 21,2$ с, в обычных же условиях - на 19,3% ($P < 0,001$) меньше.

Пересчеты по номограмме зависимости "скорость бега - длина дистанции" (В.Кулаков, 1981) на эквивалентный результат в беге на 1500 м показали, что режим бега в обычных условиях со скоростью 6 м/с соответствует режиму бега в облегченных условиях со скоростью, большей на 3-5%. Данное соотношение режимов бега было взято за основу при проведении основных педагогических экспериментов.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТОДИЧЕСКОГО ПРИЕМА "ОБЛЕГЧАЮЩЕЕ ЛИДИРОВАНИЕ"
В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БЕГУНОВ

Предложенный режим бега с использованием методического приема "облегчающее лидирование", который при равных энерготратах позволяет увеличить скорость бега на 3,0-5,0%, требовал педагогического апробирования.

Критериями эффективности применения тренажеров служила динамика прироста спортивных результатов и качественные изменения структуры движения бегунов при беге на одной и той же скорости, а также при пробегании контрольной дистанции.

Результаты исследований на тредбане показали, что за время эксперимента в структуре движений бегунов экспериментальной группы произошли существенные изменения. Длина бегового шага на

скорости 6 м/с в среднем уменьшилась со 195,8±7,23 см до 190,6±6,54 см ($P < 0,05$). Это обусловлено снижением длительности времени опоры со 177±12 мс до 165±10 мс ($P < 0,01$). Время полета практически не изменилось ($P > 0,05$).

Существенные изменения произошли в значениях экстремумов горизонтальной и вертикальной составляющих ускорения условно фиксированной точки тела в момент постановки ноги на опору. Среднее значение экстремума по "горизонтали" уменьшилось на 8,3% ($P < 0,001$), по "вертикали" изменения менее выражены (5,1%, $P < 0,01$).

Перестройки в технике движений бегунов экспериментальной группы позволили им за четыре месяца тренировки на специализированном тренажерно-исследовательском стенде "Тредбан", оснащенной системой "облегчающей подвески" и системой экспресс-анализа характеристик двигательной деятельности, добиться значительно большего прироста спортивных результатов, нежели в группе, тренировавшейся по обычной программе.

У спортсменов экспериментальной группы результат в беге на 1500 м в среднем улучшился на 2,5% ($P < 0,05$), на 3000 м – на 1,83% ($P < 0,01$), в контрольной группе соответственно – на 1,38% ($P < 0,05$) и на 1,27% ($P < 0,05$), на 3000 м. Итоговые результаты у бегунов экспериментальной группы в беге на 1500 м в среднем выше на 1,7 с или на 0,71% ($P < 0,05$), на 3000 м выше на 6,2 с (1,2%, $P < 0,05$).

Экспериментальная проверка эффективности использования методического приема "облегчающее лидирование" в полевых условиях показала, что бегуны экспериментальных групп характеризуются более высоким приростом спортивных показателей. Так, в беге на 1000 м в экспериментальной группе положительный сдвиг составил

2,9% ($P < 0,05$), в контрольной группе прирост результатов оказался незначительным ($P > 0,05$). Однако в обеих группах произошли существенные изменения в беге на 3000 м.

Биомеханический анализ показал, что более качественные изменения ритмо-скоростных характеристик произошли у бегунов экспериментальной группы. Это повлекло за собой увеличение скорости, как на основной части дистанции (на 2,2-2,8%, $P < 0,01$), так и на финишном отрезке (на 2,8%, $P < 0,01$). В контрольной группе наблюдалось увеличение скорости бега, в основном, в середине дистанции; на финишном отрезке зарегистрировано ее резкое падение (на 1,6%, $P < 0,05$).

Изменения, происшедшие в структуре движений за период педагогического эксперимента у спортсменов экспериментальных групп, свидетельствуют о том, что предложенные нами тренировочные режимы в условиях педагогического процесса с использованием тренажеров, когда скорость пробегания тренировочных отрезков на 3-5% выше, чем при обычной тренировочной программе, позволяет успешно осваивать новые режимы бега с существенно лучшими результатами, несмотря на сбывающее воздействие утомления.

Использование в тренировочном процессе системы срочной информации по основным характеристикам движения и их сравнение с заранее разработанными модельными значениями контролируемых показателей позволяло корректировать тренировочный процесс и осуществлять управление им в более широких пределах.

Педагогический эксперимент показал эффективность целевого программирования комплекса ритмо-скоростных показателей на основе использования методического приема "облегчающее лидирование" как одного из перспективных средств подготовки квалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции.

Использование в тренировочном процессе предложенных нами тренировочных режимов позволяет одновременно развивать скоростные возможности, специальную выносливость бегунов при высокой степени рациональности двигательных действий, специфичных для бега на средние и длинные дистанции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

С точки зрения современной спортивной педагогики главными элементами программно-целевого подхода к формированию рациональной двигательной структуры являются:

- определение двигательного "идеала", выражающегося в конкретных модельных характеристиках параметров бегового шага (длина, частота, время опоры и полета) при учете специфичности этих данных в связи с индивидуальными морфологическими особенностями спортсменов;
- выбор эффективных средств коррекции техники в целях формирования рациональной двигательной структуры;
- организация инструментального экспресс-контроля за параметрами бегового шага;
- сличение реальных параметров с модельными значениями и коррекция средств воздействия.

Модельные значения параметров бегового шага представлены в таблице I. Оптимальные значения длины бегового шага для конкретного спортсмена могут быть рассчитаны по формуле:

$$L_{ш} = \frac{L_n \cdot \lg V}{K}$$

где $L_{ш}$ - длина шага (м), L_n - длина ног (м), $\lg V$ - логарифм скорости, K - коэффициент регрессии, учитывающий длину нижних конечностей (см. таблицу 2).

Таблица I

Модельные значения параметров бегового шага

Параметры	Средние дистанции		Длинные дистанции		Марафонский бег			
Скорость бега, м	8,0	7,0		6,0		5,5		
Длина нижних конечностей, м	0,93-0,98	0,93-0,98		0,90-0,95		0,85-0,90		
Длина шага, м	2,08-2,21	1,95-2,07		1,73-1,84		1,54-1,65		
Частота шагов, Гц	3,85-3,62	3,58-3,38		3,47-3,27		3,57-3,33		
Время опоры, мс	127	135	143	154	162	162	156	167
Время полета, мс	133	141	136	144	136	145	124	133

Таблица 2

Величины коэффициента регрессии с учетом длины нижних конечностей

Длина ног, см	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
K	41,0	40,9	40,8	40,7	40,6	40,5	40,4	40,3	40,2	40,1	40,0

Для измерения длины бегового шага и скорости бега в тренерской практике предлагается простой способ. Во время пробегания дистанции фиксируется время и количество беговых шагов на 100-метровом отрезке (с точностью до 1/2 шага). Зная время преодоления отрезка и количество шагов, можно рассчитать среднюю скорость бега и среднюю длину шагов.

Полученные экспериментальные данные сопоставляются с расчетной оптимальной длиной шага по формуле I.

В системе средств подготовки бегунов на средние и длинные дистанции в качестве эффективного средства, позволяющего программировать ритмо-скоростные характеристики рационально. структуры бега, предлагается использовать (1-2 раза в неделю) тренажерные устройства с системой "облегчающего лидирования" на базе автомобиля и тредбана (Рационализаторское предложение 9/80 "Система облегчающего лидирования на базе автомобиля "Москвич-433" для лыжников и бегунов на средние дистанции". Логинов А.А. с соавторами. Принято Всесоюзным НИИ физической культуры 9 декабря 1980 г.).

В лабораторных условиях тренировке предшествует обучение бегу на тредбане (1-3 занятия). Оптимальная величина статического "облегчения" на первых занятиях - 10-15% от массы тела спортсмена. По мере приближения этапа ответственных соревнований (за 2-3 недели) "облегчение" снижается до 5-10%.

Во время тренировки с "подвеской" увеличение скорости на 3-5% по сравнению с обычными условиями обеспечивает эквивалентность нагрузки по физиологическим параметрам.

На предсоревновательном этапе подготовки необходимо проводить пробежки с использованием тренажера с рекордной для каждого занимающегося скоростью (не реже 1 раза в две недели).

БИБЛИОТЕКА
Львовского гос.
института физкультуры

Для повышения абсолютных скоростных возможностей бегунов рекомендуется в течение всего периода подготовки включать несколько пробежек с максимальной скоростью не менее 1 раза в неделю.

На общем этапе подготовки в зимние месяцы (декабрь - февраль) используется тренажер на базе тредбана. В условиях сборов и бесснежных районах рациональнее использовать тренажер на базе автомобиля.

В соревновательном периоде для тренировок больше подходит передвижной тренажер. Тренировки проводятся на стадионе или на заранее размеченном отрезке шоссе, грунтовой дороги и т.п.

Для текущего контроля за биомеханическими параметрами (длина, частота шагов, время опоры, полета) можно использовать контактную дорожку длиной не менее 20 метров и шириной 40-60 см с регистратором времени (самописец, осциллограф) и беговые туфли с подошвой, оклеенной металлической сеткой (точность измерения ± 5 мс).

Этапное и углубленное обследование рекомендуется проводить на тредбанах, оснащенных измерительной методикой (Рационализаторское предложение № 1/80. "Регистратор времени опоры и полета на тредбанах". Логинев А.А. с соавторами. Принято Всесоюзным НИИ физической культуры 4 марта 1980 г.) в комплексе с другой аппаратурой для биомеханического анализа.

При возникновении неблагоприятных воздействий от применяемых средств программу подготовки необходимо скорректировать, исходя из полученных реальных и расчетных (модельных) параметров бегового шага. Во избежание закрепления навыка бега с большей длительностью времени полета следует ввести обратную связь по длительности периода полета и опоры, осуществляемую посредством

зрительных сигналов (монитор или световой индикатор).

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований подтвердили рабочую гипотезу о том, что целенаправленное формирование двигательной структуры в беге, осуществляемое на основе программированного управления ритмо-скоростными характеристиками структуры движения посредством введения дополнительных искусственно организованных усилий в систему "спортсмен - внешние силы", привело к рациональному изменению биомеханических показателей, что обеспечило более высокий прирост спортивных результатов в беге на средние и длинные дистанции.

2. На основе сравнительного анализа параметров бегового шага у спортсменов экстра-класса и бегунов менее высокой квалификации, специализирующихся на дистанциях от спринта до марафонского бега, были выявлены закономерности рациональных взаимосвязей и изменений биомеханических параметров в зависимости от скорости бега, антропометрических показателей, специализации и квалификации спортсменов, степени утомления:

а) оптимальные изменения длины бегового шага могут быть выражены уравнением логарифмической регрессии:

$$L_{ш} = \frac{L_{н} \cdot \lg V}{K \cdot \lg V}$$

где $L_{ш}$ - длина бегового шага, $L_{н}$ - длина нижних конечностей, $\lg V$ - логарифм скорости, K - коэффициент регрессии, зависящий от длины нижних конечностей спортсмена и изменяющий свое значение от 40 до 41, что отражает различные показатели длины нижних конечностей у разных спортсменов (от 100 см до 80 см);

б) получены достоверные различия параметров бегового шага у спортсменов разной специализации. Отмеченное достоверное умень-

шение длины бегового шага при одной и той же скорости бега по мере увеличения длины дистанции в большей степени объясняется антропометрическими различиями бегунов. У высококвалифицированных марафонцев отмечается наименьшее значение времени полета ($129 \pm 7,6$ мс) по сравнению со средневикиами и стайерами (соответственно $151 \pm 6,4$ мс, $144 \pm 7,2$ мс).

Наименьшие внутрицикловые колебания скорости в фазе амортизации при большей величине длины шага и времени полета обнаружены у бегунов спринтеров. Однако это у них связано с большими вертикальными усилиями;

в) обнаружено, что у бегунов высшей квалификации по сравнению с менее квалифицированными спортсменами (I разряд - КМС) происходит "экономизация" бегового шага, выражающаяся в укорочении его длины за счет одновременного сокращения длительности периода полета и опоры;

г) исследование изменений биомеханических параметров при беге на тредбане до отказа показало, что по мере нарастания утомления отмечается снижение эффективности бега спортсмена, выражающееся в увеличении длительности опоры, уменьшении длительности полета при значительном возрастании величин горизонтальной составляющей ускорений, зафиксированных в фазе амортизации датчиком, укрепленным на пояснице спортсмена.

3. Программирование условий бега с использованием тренажера "облегчающего лидирования", приводит к изменению биомеханических и биоэнергетических показателей бега:

а) при создании тягового усилия 15% от массы тела спортсмена в диапазоне скоростей 4-8 м/с отмечается увеличение длины бегового шага на $1,9-4,2\%$ ($P < 0,05$), сокращение периода опоры на $2,8-4,7\%$ ($P < 0,05$) и увеличение времени полета на $7,2-13,9\%$ ($P < 0,05$)

по сравнению с обычным бегом на тредбане. Одновременно отмечается снижение величины ускорений точки на пояснице спортсмена, на которой укреплен датчик, - по вертикали на 13,5-16% ($P < 0,01$), по горизонтали на 15,0-19,4% ($P < 0,05$). Отмечены меньшие величины угла отгибания голеностопного сустава опорной ноги на 5,4% в момент начала контакта с поверхностью опоры, на 7,6% в момент наибольшего отгибания опорной ноги, на 6,9% в момент окончания отталкивания. Вертикальные колебания фиксированной точки бедра во время бега в условиях тренажера на 37,5% ($P < 0,05$) меньше, чем в обычных условиях;

б) при беге в условиях тренажера со скоростью 6,0 м/с с тяговым усилием 10% от массы тела, величина уровня кислородного запроса снижалась на 8,1% ($P < 0,05$) при снижении пульсовой стоимости на 8,8% ($P < 0,05$);

в) бег на тредбане до отказа со скоростью 6,0 м/с с "облегчением" 10-12% от массы тела позволяет увеличить время бега до отказа на 19,3%, что в пересчете на спортивный результат составляет 3,5%.

Представленные данные служили исходными при разработке беговых режимов в условиях использования тренажеров.

4. Педагогический эксперимент, проведенный в лабораторных условиях с использованием специализированного тренажера на основе тредбана, показал, что за четыре месяца тренировок занимающиеся смогли овладеть рациональной техникой бега и добиться существенного прироста результатов в беге на 1500 м - $3,59.4 \pm 2,02$ ($t = 4,4$; $P < 0,01$), на 3000 м - $8,36.5 \pm 2,16$ ($t = 4,3$; $P < 0,01$). В контрольной группе результаты были ниже: в беге на 1500 м - $4,01.1 \pm 1,7$ ($t = 2,3$; $P < 0,05$), на 3000 м - $8,42.7 \pm 4,85$ ($t = 2,3$; $P < 0,05$).

5. В результате педагогического эксперимента в естественных условиях показано, что применение режимов бега с использованием тренажера "облегчающего лидирования", созданного на базе автомобиля, позволило целенаправленно воздействовать на изменение показателей ритмики бега, что привело к улучшению результатов в беге на 60 м с хода на 3,7% ($P < 0,05$), на 1000 м на 2,9% ($P < 0,05$), на 3000 м на 3,9% ($P < 0,001$). В контрольной группе улучшение результатов составило: в беге на 60 м - 1,4% ($P > 0,05$), на 1000 м - 1,2% ($P > 0,05$), на 3000 м - 3,3% ($P < 0,001$).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. О взаимосвязи параметров бегового шага методами регрессионного анализа. - В кн.: Проблемы биомеханики спорта. Каменец-Подольский, 1981, с. 43-44 (в соавторстве: Кряжев В.Д., Ивлев И.И.).

2. Сравнительные биомеханические характеристики бега на тредбане высококвалифицированных спринтеров и стайеров. - В кн.: Проблемы биомеханики спорта. Каменец-Подольский, 1981, с. 49-50 (в соавторстве: Кряжев В.Д., Мохнов В.Л., Куракин В.С., Сакаев В.Г.).

3. Биомеханические характеристики бегового шага при беге на тредбане до отказа. - В кн.: Проблемы биомеханики спорта. Каменец-Подольский, 1981, с. 50-51 (в соавторстве: Куракин В.С., Кряжев В.Д.).

4. Формирование рациональных движений в беге с использованием специализированного тренажера. - В кн.: Проблемы биомеханики спорта. Каменец-Подольский, 1981, с. 116-117.

5. Передвижная лаборатория для тренировки и комплексной оценки основных характеристик бега. В кн.: Электроника и

спорт-УІ. М., 1981, с. 40 (в соавторстве: Ратов И.П., Кряжев В.Д., Куракин В.С., Хитров В.Д.).

6. Методика бесконтактного определения параметров бегового шага на тредбане. - В кн.: Электроника и спорт-УІ. М., 1981., с. 30 (в соавторстве: Артамонов В.А., Кряжев В.Д., Терёхин С.Н., Куракин В.С., Павлов Л.В., Ростовцев В.Л.).

7. Техника бега на средние и длинные дистанции. - Легкая атлетика, 1982, №1, с. 10-13 (в соавторстве: Кряжев В.Д., Теркин В.Д., Куракин В.С.).

Подп. к печ. 01. 07. 82 г. Объем 1.0 печ. лист.

Зак.1082.Тир.100.Тип.уч.з-да ДХО