

К 925
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

КАЙМИН Маргарита Адольфовна

УДК 796.072

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ
СПОРТИВНОЙ ХОДЬБЫ НА ПРЕДЕЛЬНЫХ СКОРОСТЯХ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

13.00.04 — 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, 1984

153

Работа выполнена в Государственном Центральном ордена
Ленина институте физической культуры.

Научный руководитель - доктор педагогических наук,
профессор Зацюрский В.М.

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, профессор Верхошанский Д.В.
кандидат педагогических наук, доцент Ухов В.В.

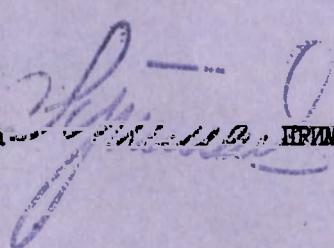
Ведущая организация - Киевский Государственный
институт физической культуры

Защита диссертации состоится "21" сентября 1984 г.
в "13" час. на заседании специализированного Совета
К 046.01.01 Государственного Центрального ордена Ленина
института физической культуры (адрес: Москва, Сиреневый
бульвар, д.4).

70396

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "11" июня 1984 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета  ПРИМАКОВ Д.Н.

БИБЛИОТЕКА
Львовского университета

Актуальность. В настоящее время насчитывается несколько тысяч научных публикаций, посвященных нормальной (обычной) ходьбе человека и лишь небольшое число – спортивной ходьбе. Это объясняет малое количество достоверных фактических данных о технике спортивной ходьбы на предельных скоростях (Н.Г.Озолин, 1949; А.Д.Фруктов, 1953; В.В.Ухов, 1963; А.Г.Полозков, 1972; Ф.Николаиди, А.Фруктов, 1973 и др.).

В спортивной ходьбе не выясненным остается ряд вопросов, имеющих существенное практическое и теоретическое значение, в частности: какой вариант техники спортивной ходьбы (из двух существующих – с постановкой на опору согнутой или прямой ноги в коленном суставе) более эффективен, каким образом снизить или избежать чрезмерного локального утомления передней большеберцовой мышцы, часто приводящего к отказу от борьбы и сходу спортсмена с дистанции, каковы дискриминативные (различительные) признаки техники спортсменов разной квалификации, какова оптимальная траектория общего центра масс (ОЦМ) тела человека при разных видах ходьбы?

Возросшие требования к технической подготовленности спортсменов-ходоков, необходимость обучения рациональной технике движений и недостаточная изученность вопросов биодинамики спортивной ходьбы делают тему диссертации актуальной.

Научная новизна. Впервые определены биомеханические характеристики (кинематические, динамические и энергетические, все в трехмерном пространстве) различных вариантов спортивной и нормальной ходьбы в обычных и усложненных условиях.

Разработаны критерии эффективности техники вариантов ходьбы.

Показано, что спортивная ходьба с постановкой ноги, согнутой в коленном суставе, эффективнее, чем спортивная ходьба с постановкой прямой ноги.

Выявлены варианты вертикальных перемещений ЦМ тела человека при различных видах ходьбы, способствующие уменьшению затрат механической энергии.

Практическая значимость. Разработанные автором рекомендации позволяют выбрать оптимальные варианты техники ходьбы, а также специальные упражнения (типа ходьбы с отягощениями, размещаемыми на отдельных участках ног), способствующие устранению дефектов техники и относительно избирательному воздействию на отдельные мышечные группы, отстающие в своем развитии.

Результаты исследования нашли практическое применение в тренировке, а также в педагогическом процессе при чтении курса лекций по биомеханике для студентов ГЦОЛИФКа в разделе "Локомоторные движения" и используются в методических пособиях для слушателей факультета усовершенствования.

Цель работы. Определение критериев эффективности техники спортивной ходьбы (при движении на предельных скоростях); проведение сравнительного анализа ее вариантов и оценка целесообразности совершенствования техники ходьбы и специальной подготовленности спортсменов с помощью локальных отягощений на сегментах нижних конечностей.

Задачи исследования. Для достижения намеченной цели были поставлены следующие задачи:

I. Определить различия между нормальной и спортивной ходьбой на основе анализа кинематических и динамических характеристик взаимодействия с опорой.

2. Установить дискриминативные (различительные) показатели техники спортивной ходьбы спортсменов разной квалификации.

3. Выявить критерии эффективности техники спортивной ходьбы при передвижении на предельных скоростях.

4. Сравнить два существующих варианта техники спортивной ходьбы с постановкой на опору прямой и согнутой ноги в коленном суставе.

5. Оценить возможность использования в тренировочном процессе локальных отягощений на сегментах нижней конечности с целью совершенствования техники спортивной ходьбы.

Методы и организация исследования. Для решения поставленных задач использовали следующие методы:

1. Анализ и обобщение литературных данных по биомеханике спортивной и нормальной ходьбы. 2. Стробоскопическая стереофотосъемка. 3. Тензодинамография. 4. Электромиография. 5. Механико-математическое моделирование. 6. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных. 7. Анкетирование ведущих тренеров по спортивной ходьбе.

Исследование проводилось в 1977-78г.г. в легкоатлетическом манеже ЦОЛИФКа. Регистрация тензограмм опорных реакций спортивной ходьбы осуществлялась с участием 53 испытуемых, 14 из которых специализировались в спортивной ходьбе (квалификация от второго разряда до мастера спорта международного класса).

Стробоскопическая стереофотосъемка выполнялась при сумеречном освещении с одновременной регистрацией динамограмм опорных реакций и электромиограмм мышц нижних конечностей в течение трех последовательных шагов.

В общей сложности было зарегистрировано и обработано 477 тензограмм опорных реакций спортсменов разной квалификации и 5 циклов (двойных шагов) различных видов ходьбы (примерно 10000 экспериментальных точек).

На основе экспериментальных данных с помощью ЭВМ было рассчитано более 9500 биомеханических показателей техники спортивной ходьбы.

Анкетирование ведущих тренеров по спортивной ходьбе проводилось на VII летней Спартакиаде народов СССР 21-27 июля 1979 года в городе Москве. Респондентами служили 22 тренера сборных команд союзных республик из 16 городов страны.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа содержит 218 страниц машинописного текста, 38 таблиц и 53 рисунка, состоит из введения, четырех глав, выводов, указателя литературы (101 источник на русском языке и 99 на иностранных языках). В диссертации также имеются приложения и акты внедрения результатов научных исследований в практику.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложена краткая аннотация диссертации, обосновывается актуальность темы, ее новизна и практическая значимость.

Первая глава, посвященная анализу литературных данных по биомеханике нормальной и спортивной ходьбы, содержит следующие разделы: фазовый состав движений, кинематика, динамика, энергетика ходьбы и биоэлектрическая активность мышц при ходьбе.

Материалы обзора показывают, что данные по нормальной

ходьбе обширны и охватывают большое число характеристик движения тела человека. Однако при определении биомеханических характеристик использовались модели, описывающие движение лишь нескольких звеньев тела и в основном в двухмерном пространстве. Это не позволяет достаточно полно изучать пространственные особенности движения ОЦМ тела, принципы управления движением звеньев тела, оценивать эффективность того или иного способа движения, технику спортивных упражнений и т.д. Частичное исключение составляют исследования Н.А.Бернштейна (1935,1940), где использовалась 14-звенная плоская модель, а также работа В.М.Защирского и др.(1977) с трехмерной 15-звенной моделью. Однако в работах Н.А.Бернштейна не определялись такие основные характеристики, как управляющие моменты сил относительно суставов, а также энергозатраты, а исследования В.М.Защирского и др. имели своей целью демонстрацию возможностей предложенного метода моделирования и носили предварительный характер.

Во второй главе диссертации сформулированы цель и задачи, а также приводится описание использованных методов и организации исследования.

Для проведения стробоскопической стереофото съемки использовали две стереокамеры, каждая из которых состояла из двух фотограмметрических камер УМК-10/1318. Стробоскопический эффект создавался с помощью автономного генератора импульсов (В.В.Тюпа и др.,1976), на выход которого подключались неоновые лампочки ТН-0,2, маркирующие суставы и сегмента тела спортсмена.

Обработка стереоснимков производилась на полуавтоматическом стереокомпараторе "Стекометр" (производство Народного

предприятия "Карл Цейсс" ГДР). Погрешность определения действительных координат маркеров, а также их первых и вторых производных не превышала соответственно 1 мм, 0,05 м/с и 0,3 м/с².

Для регистрации реакций опоры применялись три тензодинамографические платформы (собственная частота колебаний 60 Гц, размеры опорных площадок 1 м x 1 м) в комплексе со шлейфным осциллографом К-115.

Электрическую активность мышц нижних конечностей исследовали с помощью 10-канальной электромиографической установки (производство СКБ МВТУ им.Баумана). Технические данные: входное сопротивление усилителя 2,5 МОм, частота пропускания сигнала от 20 до $2 \cdot 10^4$ Гц, вход симметричный.

Обработка координат экспериментальных точек и расчет различных биомеханических характеристик проводили на основе 15-звенной пространственной модели тела человека, разработанной в проблемной лаборатории ГЦОЛИЖКа (В.М.Зациорский и др., 1977) и реализованной программно на мини-ЭВМ "Ванг-2200-В".

Определение масс-инерционных характеристик 15 звеньев тела испытуемого (центральные моменты инерции и координаты центра масс звена) производилось с помощью радиоизотопного метода (В.М.Зациорский и др., 1975).

Экспериментальные данные, полученные на основе метода тензодинамографии, были обработаны методами нелинейного корреляционного и однофакторного дисперсионного анализов.

Наряду с исследованием различных видов ходьбы в естественных условиях, были проведены эксперименты при спортивной ходьбе с отягощениями, наложенными на дистальную (1,5 кг) или проксимальную часть голени (2,5 кг).

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СПОРТСМЕНА С ОПОРОЙ

Сравнительный анализ вертикальных перемещений ОЦМ тела и центров масс его сегментов при нормальной и спортивной ходьбе показал причины разной координации движений в разные фазы шага данных локомоций. В одноопорном периоде, в момент пересечения вертикали, высота ОЦМ тела при спортивной ходьбе меньше, чем в нормальной на 1,1 см.

При спортивной ходьбе опорная (левая) нога в этот момент полностью разогнута в коленном суставе, в нормальной ходьбе — слегка согнута, поэтому высота тазобедренного сустава ниже, чем в спортивной ходьбе на 0,004 м. Опорная нога описывает проксимальным суставом дугу, вершина которой достигается в момент вертикали. Центры масс отделов туловища и переносной ноги при спортивной ходьбе опускаются в момент вертикали, а при нормальной ходьбе — практически нет.

В двухопорном периоде высота ОЦМ тела при спортивной ходьбе больше, чем при нормальной ходьбе на 0,055 м, при этом в спортивной ходьбе более высокое положение занимают центры масс нижнего и верхнего отделов туловища (соответственно 0,05 и 0,06 м).

Спортивная ходьба, в отличие от нормальной ходьбы, характеризуется меньшими значениями вертикальных колебаний туловища и ОЦМ тела. По нашим данным амплитуда перемещения ОЦМ тела в вертикальной плоскости при разных видах спортивной ходьбы составила 0,028–0,032 м, а при нормальной (для одного и того же испытуемого) 0,052 м (табл. I). Подобные различия говорят о минимизации вертикального перемещения ОЦМ тела.

Как показал анализ движения звеньев тела испытуемого, минимизация перемещения ЦМ тела при спортивной ходьбе осуществляется за счет уступающей работы мышц таза во фронтальной плоскости (в одноопорном периоде) и максимальным сгибанием стопы толчковой ноги (в двухопорном периоде).

С увеличением скорости спортивной ходьбы от 3,19 до 4,75 м/с происходит уменьшение времени одноопорного периода ($\tau = -0,74$), средней динамической силы ($\tau = -0,54$) и импульса вертикальной составляющей опорной реакции, что говорит об уменьшении амплитуды вертикальных колебаний ЦМ тела.

Сравнение сил в центрах масс звеньев ходака и их вкладов в опорные реакции в различные фазы шага показало:

1) в двухопорном периоде во всех вариантах спортивной ходьбы движения сегментов верхних конечностей в вертикальном направлении способствуют уменьшению давления на опору, т.е. переходу ходьбы в бег (при постоянстве значений сил в центре масс верхних конечностей $-178 + -182$ Н) - рис.1;

2) в фазе отталкивания основной вклад в величину вертикальной составляющей опорной реакции вносит туловище (52-58%) при экстремальных значениях силы 900-1000 Н. Величина продольной составляющей опорной реакции формируется за счет суммирования одноименных составляющих сил в центрах масс звеньев тела, причем положительный вклад имеют звенья опорной ноги и разноименной руки, а также туловища;

3) в фазе торможения основной вклад ($-139-371$ Н) вносят силы в центрах масс опорной ноги, туловища и бедра переносной ноги. Силы в центрах масс стопы и голени маховой ноги (совместно с контрлатеральной верхней конечностью) направлены в

Таблица I.

Вертикальные координаты и амплитуды перемещений некоторых точек тела при различных видах ходьбы

Виды ходьбы	ОЦМГ		Лев. тазобедренный сустав		Пр. тазобедренный сустав		Центр масс таза		Центр масс груди						
	М _г п	Мах	М _г п	Мах	М _г п	Мах	М _г п	Мах	М _г п	Мах					
СП	0,949	0,981	0,032	0,080	0,859	0,080	0,802	0,888	0,086	1,107	1,150	0,043	1,210	1,257	0,047
СС	0,934	0,962	0,028	0,097	0,872	0,097	0,789	0,894	0,105	1,036	1,082	0,046	1,197	1,233	0,036
СОН	0,910	0,925	0,015	0,079	0,854	0,079	0,804	0,889	0,085	1,053	1,091	0,038	1,212	1,223	0,014
СОВ	0,949	0,961	0,016	0,077	0,854	0,077	0,797	0,877	0,080	1,055	1,093	0,038	1,207	1,234	0,027
НХ	0,918	0,970	0,052	0,104	0,863	0,104	0,787	0,863	0,076	1,042	1,115	0,073	1,172	1,216	0,074

Примечание: координаты даны относительно центра масс левой стопы в самом низком положении при споре (м).

Обозначения: СП - спортивная ходьба с постановкой прямой ноги, СС - с постановкой согнутой ноги в коленном суставе, СОН - спортивная ходьба с отягощениями на дистальной части голени, СОВ - с отягощениями на проксимальной части голени, НХ - нормальная ходьба.

сторону движения ходока и уменьшают силу торможения;

4) в момент вертикали величина главного минимума вертикальной составляющей опорной реакции (имеющая положительную корреляция $r = 0,54$ со скоростью передвижения) создается в основном за счет сил в центрах масс сегментов туловища и рук (их вклад составляет 65–67%). При спортивной ходьбе величина главного минимума приближается к уровню веса испытуемого, тогда как при нормальной ходьбе – порядка 25% от веса тела.

Исследование опорных реакций 53 испытуемых показало, что в фазе отталкивания наблюдалось совпадение по времени экстремума отталкивания по продольной составляющей опорной реакции с величиной вертикальной составляющей, равной весу испытуемого. Эта детерминированность условий отталкивания связана, на наш взгляд, с проявлением силы трения подошвы опорной ноги о поверхность, которая характеризуется величиной угла трения $70-76^\circ$ (при коэффициенте трения $0,28 \pm 0,07$).

При спортивной ходьбе увеличение продольной скорости ОЦМ тела ходока в фазе отталкивания в значительной мере обусловлено преодолевающей работой мышц голеностопного сустава опорной ноги (при статическом режиме активности мышц коленного сустава и моменте сил, направленном на сгибание в тазобедренном суставе – рис.2).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ СПОРТИВНОЙ ХОДЬБЫ

С помощью дисперсионного анализа были выявлены различия в скорости передвижения, темпе ходьбы и временных характеристиках опорных реакций (рис.3) у двух групп (квалифицированных ходоков и новичков). При ходьбе с предельной скоростью спортсмены высокой квалификации имели большую скорость ходьбы,

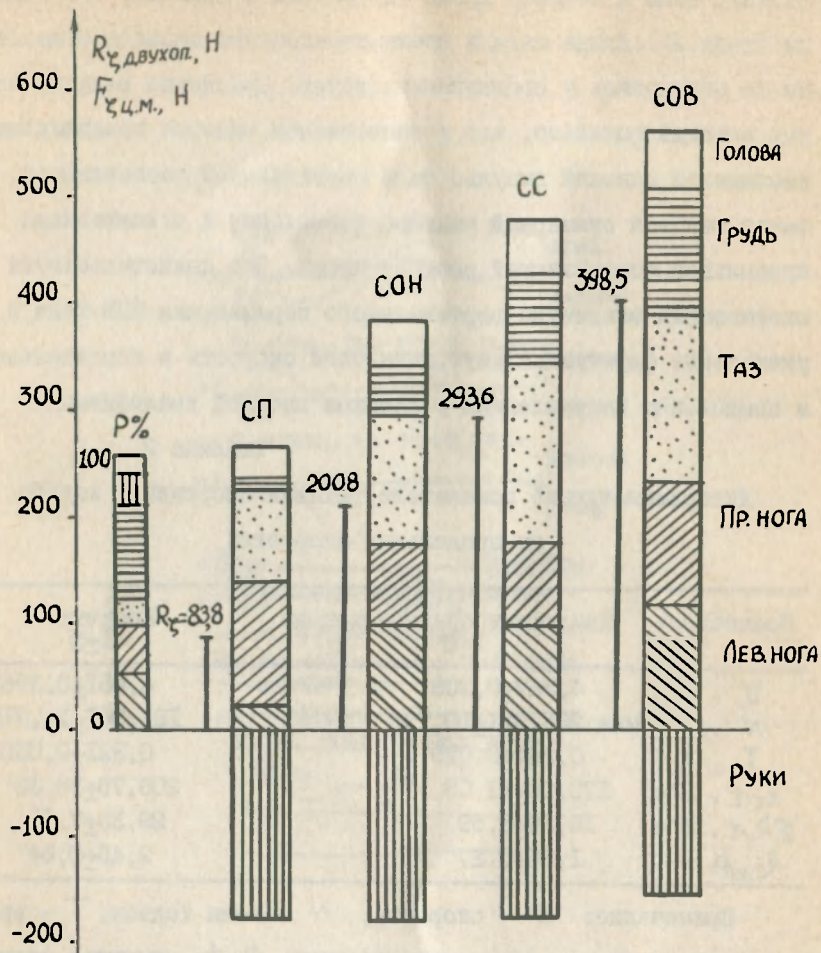


Рис. I Относительный вес звеньев тела человека (в % от общего веса) и вклад вертикальных составляющих сил в центрах масс сегментов тела в величину вертикальной составляющей опорной реакции в двухопорном периоде при различных видах спортивной ходьбы. Обозначения: СС - ходьба с постановкой согнутой ноги в коленном суставе, СП - ходьба с постановкой прямой ноги, СОН - ходьба с отягощениями на дистальной части голени, СОВ - с отягощениями на проксимальной части голени.

больший темп и меньшее время одноопорного периода, чем новички (табл.2). Длина шага и время переносного периода существенно не отличались у сравниваемых групп. Сравнение величин опорных реакций показало, что у спортсменов высокой квалификации наблюдался меньший импульс силы вертикальной составляющей, а также меньший суммарный импульс торможения и отталкивания продольной составляющей реакции опоры. Это свидетельствует о минимизации амплитуды вертикального перемещения ЦМ тела и уменьшении флуктуаций внутрициклового скорости в вертикальном и продольном направлениях у ходоков высокой квалификации.

Таблица 2.

Дискриминативные показатели техники спортивной ходьбы на предельных скоростях

Показатели	Квалифицированные ходоки $\bar{X} \pm \sigma$	Новички $\bar{X} \pm \sigma$
v , м/с	4,367±0,208	4,051±0,396
N , шаг/мин	205,92±10,799	191,84±14,375
T , с	0,262±0,029	0,321±0,035
$R_z \cdot t$, Н·с	170,20±11,08	206,79±38,35
$\Sigma R_z \cdot t$, Н·с	18,26±5,59	29,33±7,26
$R_{z \text{ уд}}/P$ -	1,96±0,37	2,45±0,64

Примечание: v - скорость, N - темп ходьбы, T - время одноопорного периода, $R_z \cdot t$ - импульс силы вертикальной составляющей, $\Sigma R_z \cdot t$ - суммарный импульс силы торможения и отталкивания продольной составляющей реакции опоры, P - вес испытуемого, $R_{z \text{ уд}}/P$ - относительная величина ударного экстремума вертикальной составляющей реакции опоры.

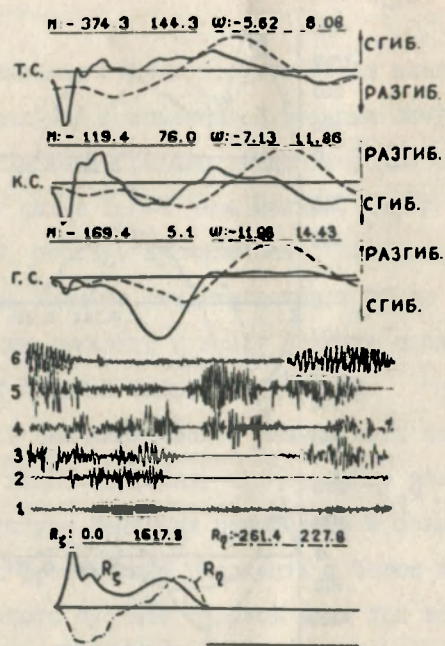


Рис. 2 Графики моментов сил в суставах левой ноги (Нм), угловых скоростей звеньев ноги (рад/с), а также электромиограммы при СС - сагиттальная плоскость. Обозначения мышц: 1 - двуглавая бедра, 2 - икроножная (наружная головка), 3 - внутренняя бедра, 4 - прямая бедра, 5 - передняя большеберцовая, 6 - большая ягодичная. Обозначения суставов: т.с. - тазобедренный, к.с. - коленный, г.с. - голеностопный.

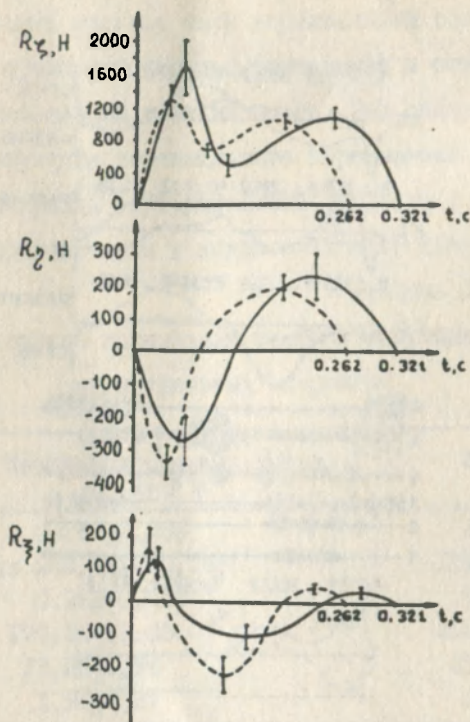


Рис. 3 Графики вертикальной (R_1), горизонтальной (R_2) и поперечной (R_3) составляющих опорной реакции, построенные по средним данным для группы новичков (—) и ходоков (---). Вертикальными линиями обозначены стандартные отклонения.

Подобное построение движений стало возможным за счет меньшего времени, затрачиваемого на одноопорный период, а также за счет уменьшения "ударного" экстремума вертикальной составляющей опорной реакции (табл.2). Это можно объяснить более "мягкой" постановкой ноги на опору спортсменами высокой квалификации.

Обнаружена высокая стабильность величин экстремумов вертикальной и продольной составляющей реакции опоры у высококвалифицированных ходоков: средние квадратические отклонения указанных величин у них в 1,5-2 раза меньше, чем у спортсменов-новичков (табл.2, рис.3). Проявленная стабильность техники квалифицированных ходоков свидетельствует об их более совершенной координации движений и может служить одним из критериев эффективности техники спортивной ходьбы.

Сравнительный биодинамический анализ двух вариантов техники спортивной ходьбы показал, что основные различия в координационной структуре движения проявились в большей амплитуде движения таза во фронтальной плоскости и более высоком положении тазобедренного сустава опорной ноги при ходьбе с постановкой согнутой ноги, а также в более узкой следовой дорожке (0,119 м против 0,150 м при ходьбе с постановкой прямой ноги).

Преимущества варианта спортивной ходьбы с постановкой согнутой ноги при анализе динамических характеристик проявились: 1) в равномерном распределении усилий правой и левой ноги в двухопорном периоде в отличие от спортивной ходьбы с постановкой прямой ноги, где основная нагрузка приходится на только что впереди стоящую прямую ногу (соотношение усилий 6:1) - рис.1;

2) в большей величине вертикальной составляющей опорной реакции в этом периоде при одинаковой скорости передвижения (398,5 Н против 200,8 Н);

3) в более значительных величинах в фазе отталкивания вклада сил в центре масс таза в продольную составляющую сил, приведенной к ОЦМ тела (55,5% против 35,5%), а также в меньшей силе торможения переносной ноги (-227,0 Н против -263,8 Н).

В таблице 3 представлены механические энергозатраты сегментов тела человека при двух вариантах спортивной ходьбы за двойной шаг в пересчете на 1 м пути. Видно, что как суммарные, так и энергозатраты, взятые отдельно в каждой плоскости при ходьбе с постановкой согнутой ноги меньше, чем при ходьбе с постановкой прямой ноги: во фронтальной плоскости они меньше в 2 раза, в горизонтальной - почти в 3 раза. Это свидетельствует о большей экономичности варианта спортивной ходьбы с постановкой согнутой ноги.

Механическая энергия на передвижение звеньев тела в направлении ходьбы расходуется в основном на перемещение нижних конечностей (87,5% при ходьбе с постановкой согнутой ноги, 89% - с постановкой прямой ноги).

Относительный вклад энергозатрат на перемещение звеньев тела в сагиттальной плоскости в общую величину механической работы составляет 75,1% при ходьбе с постановкой согнутой ноги и всего лишь 60,5% при ходьбе с постановкой прямой ноги, что характеризует первый вариант ходьбы как более эффективный.

В ходе исследования проводилось изучение возможностей использования в тренировочном процессе спортсменов-ходоков отягощений, размещаемых на различных местах нижней конечности, в частности, для повышения локальной выносливости передней

70336

Таблица 3.

Энергозатраты основных сегментов тела человека при спортивной ходьбе с постановкой согнутой ноги (СС) и прямой ноги в коленном суставе (СП) за двойной шаг в пересчете на 1 м пути (Дж)

Виды ходьбы		В л о с к о с т я х															
		Сагиттальной				Фронтальной				Горизонтальной				Суммарные			
		Все тело	Ноги	Руки	Туловище	Все тело	Ноги	Руки	Туловище	Все тело	Ноги	Руки	Туловище	Все тело	Ноги	Руки	Туловище
СП	351,4	312,9	32,4	5,8	135,1	113,4	4,2	17,3	94,3	19,1	23,1	46,3	580,9	445,5	59,6	69,4	
СС	281,7	255,3	34,7	1,3	61,5	50,2	3,9	7,4	34,9	11,5	2,4	21,0	388,2	317,0	41,1	29,7	

большеберцовой мышцы.

По нашим данным, чрезмерное локальное утомление этой мышцы может быть предотвращено или уменьшено в результате применения в тренировочных занятиях отягощений, наложенных на дистальную или проксимальную часть голени с избирательным воздействием на мышцы нижних конечностей. К достоинствам этого методического приема следует отнести отсутствие нарушений координационной структуры техники спортивной ходьбы и уменьшение вертикальных колебаний ОЦМ тела почти в два раза (табл.2).

ВЫВОДЫ

1. При нормальной ходьбе наивысшее положение общего центра масс тела совпадает с окончанием фазы торможения, а минимум соответствует двухопорному периоду.

При спортивной ходьбе наблюдается противоположная картина: наивысшее положение ОЦМ тела соответствует двухопорному периоду, а наинизшее - моменту вертикали.

Эти основные различия вызваны движениями стопы и таза. При спортивной ходьбе в двухопорном периоде в голеностопном суставе толчковой ноги происходит подошвенное сгибание, что создает наивысшее положение ОЦМ тела, а при переносе маховой ноги таз совершает уступающий поворот во фронтальной плоскости, что приводит к опусканию туловища, маховой ноги и ОЦМ тела.

2. Техника ходоков разной квалификации отличается по ряду дискриминативных признаков:

- спортсмены высокой квалификации характеризуются более "мягкой" постановкой ноги и меньшими величинами ударного

экстремума вертикальной составляющей опорной реакции;

- высококвалифицированные спортсмены проявляют меньшие величины импульса вертикальной составляющей реакции опоры и амплитуды внутрицикловых перепадов скорости в вертикальном и продольном направлениях.

3. Оценку эффективности техники спортивной ходьбы можно проводить на основе следующих критериев:

- оптимальной траектории движения ЦМ тела спортсмена, характеризующейся минимизацией его вертикальных колебаний;

- стабильности величин экстремумов вертикальной и продольной составляющих реакции опоры.

4. Сравнение двух вариантов техники спортивной ходьбы показало, что предпочтение следует отдать способу с постановкой на опору согнутой ноги в коленном суставе по сравнению с постановкой прямой ноги, поскольку при нем:

- равномерно распределены величины сил вертикальной составляющей опорной реакции правой и левой ноги в двухопорном периоде;

- отмечены большие величины вклада сил в центре масс таза в продольную составляющую сил в ЦМ тела, а также меньшая сила торможения переносной ноги в фазе отталкивания;

- отмечены меньшие механические энергозатраты в расчете на 1 метр пути (при одинаковой скорости передвижения), что характеризует большую экономичность этого варианта ходьбы.

5. Целесообразность применения отягощений в тренировочном процессе обосновывается следующими фактами:

- ходьба с отягощениями на дистальной и проксимальной части голени приводит к уменьшению колебаний ЦМ тела в вертикальном направлении;

- отягощения на проксимальной и дистальной части голени в равной мере увеличивают нагрузку на переднюю большеберцовую мышцу, заставляя ее функционировать в уступающем режиме при постановки ноги на грунт;

- наложение отягощений на дистальную часть голени позволяет локально воздействовать на мышцы-сгибатели тазобедренного сустава, наложение отягощений на проксимальную часть голени - на мышцы тазобедренного и коленного суставов при естественном основном упражнении - ходьбе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. На пути к решению обратной задачи динамики при пространственном движении человека / В.М.Зациорский, К.Бартошиец, М.А.Каймин и др. - В сб.: Биомеханика: Тр.Риж.НИИ травматол. и ортопедии.- Рига, 1975, с.537-548.

2. Зациорский В.М., Каймин М.А. Биомеханика ходьбы: Учебное пособие.- М.: ГЦОЛИФК, 1978. - 65с.

3. Организация движения общего центра масс тела человека при ходьбе / В.В.Тыпа, М.А.Каймин, Н.А.Якунин и др. - В кн.: Тезисы докладов 2-й Всесоюз. конф. по биомеханике.- Рига: Рижск. НИИ травматол. и ортопедии, 1979, с.53-55.

4. Два стиля спортивной ходьбы - какой лучше? /М.Каймин, В.Тыпа, А.Полозков и др. - Легкая атлетика, 1979, №12, с.10-11.

5. Биомеханика спортивной ходьбы / В.М.Зациорский, М.А.Каймин, В.В.Тыпа и др. - Учебное пособие.- М.: ГЦОЛИФК, 1980.-74с.