385

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ имени П.Ф.ЛЕСГАФТА

На правах рукописи

РЕМНЕВ Владимир Данилович
мастер спорта СССР

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ БЕГА ПО СИНТЕТИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЯМ ДОРОЖЕК СТАДИОНОВ И МАНЕЖЕЙ

(13.00.04. Теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Ленинград
1974 г.

Диссертация выполнена на кафедре физики и механики полимеров и кафедре физического воспитания Ленинградского технологического института имени Ленсовета (ректор - член-кор.АН СССР, профессор В.Б.Алесковский).

Научные руководители:
доктор технических наук, профессор Р.Г.Мирзоев
кандидат педагогических наук, доцент М.А.Годик

Официальные оппоненты:
доктор педагогических наук, профессор И.П.Ратов
кандидат биологических наук, доцент И.М.Козлов

Ведущее предприятие - Омский Государственный институт физической культуры.

Автореферат разослан "26" ноября 1974 г. 6 15г.

Защита диссертации состоится "26" декабря 1974 г. на заседании Совета Государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта по адресу: Ленинград, ул.Декабристов, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета, доцент Г.И.Черняев

Рост спортивных результатов бегунов в настоящее время зависит от многих факторов, в том числе и от определения особенностей техники бега по различным синтетическим покрытиям. Однако особенности функционирования опорно-двигательного аппарата (О.Д.А.), динамические и кинематические характеристики техники бега в этих условиях недостаточно изучены.

Так, до настоящего времени не существует единой точки врения о ведущих элементах целостной структуры движений в опорный период. Одни авторы разделяют опорный период (О.П.) на фазу амортизации и отталкивания, а другие указывают на наличие лишь фазы отталкивания (В.К.Бальсевич, 1966; Л.К. Бандейкина, 1968; М.С.Лукин, 1972; А.Б.Майский, 1969 и другие).

Не существует оценки рациональности проявления динамики опорных реакций в зависимости от свойств опорных поверхностей. В литературе по существу лишь ставится вопрос о необходимости изучения процессов взаимодействия О.Д.А. с эластичной опорой (Л.Ойфебах, 1968; Ю.А.Гагин, 1969; С.М. Байболов, 1971; В. Ф.Жицкий, 1973; R. Haberl, L. Prokop, 1972, 1973 и другие).

Отсутствие научных данных по этому вопросу отрицательно сказывается не только на совершенствовании технического мастерства, но и тормозит широкое внедрение синтетических покрытий, поскольку до настоящего времени даже требования к свойствам эластомерных покрытий носят разноречивый характер.

Целью настоящего исследования было изучение техники бега по различным синтетическим покрытиям на основе рационального проявления динамических и кинематических характеристик движений в опорный период.

В работе ставились следующие задачи:

1. Исследовать влияние различных упруго-гистерезисных свойств покрытий на динамические и кинематические характеристики техники опорного периода бега с максимальной скоростью.

2. Разработать метод оценки техники бега по синтетичес-

ким эластомерным покрытиям, учитывающий рациональность взаимодействия с эластичной опорой.

3. Определить оптимальные динамические упруго-гистерезисные свойства покрытий на основе целесообразного проявления динамических и кинематических характеристик техники опорного периода бега.

4. Разработать рекомендации для совершенствования спортивно-технического мастерства бегунов с использованием эластомерных покрытий.

Методы и организация исследования

В исследовании применялись следующие методы:

1. Изучение литературных источников.
2. Анкетирование и беседы.
3. Педагогические наблюдения.
4. Метод киноциклографии.
5. Метод тензометрии.
6. Педагогический эксперимент.
7. Статистические методы обработки результатов исследований.

Педагогические наблюдения и беседы проведены более чем с 250 спортсменами, тренерами и педагогами, проанализировано более 290 кинолент и киноциклограмм.

Биомеханические исследования применялись с целью изучения кинематических и динамических характеристик движений бегуна в О.П. путем :

а) регистрации и расчета пространственно-временных характеристик О.П. - горизонтальных и вертикальных составляющих скорости О.Ц.Т. тела и Ц.Т. головы, угловых скоростей звеньев О.Д.А. бегунов;

б) регистрации и расчета динамических характеристик О.П. - динамики опорных реакций (О.Р.) в передне-заднем ($-R_x$, $+R_x$), вертикальном (R_y) и боковых направлениях ($-R_z$, $+R_z$).

Эксперименты проводились на специально смонтированном стенде беговой дорожки длиной 60 м и шириной 1,2 м, уло-

женной тремя полосами различных синтетических покрытий. На расстоянии 30 м от места старта вровень с беговой дорожкой была вмонтирована тензометрическая платформа. Так же были установлены "ложные" платформы, расположенные до и после подлинной. Точность измерений тензометрической платформы по силовой шкале составляла ±10 кгс, а по временной – – 0,001 сек.

Одновременно с тензозаписью усилий при взаимодействии с тем или иным покрытием платформы производилась киносъемка движений бегуна двумя стационарно установленными кинокамерами: перпендикулярно на расстоянии 20 м от тензоплатформы устанавливалась кинокамера "Pentoflex" с частотой съемки 96 кад/сек, а на расстоянии 5 метров кинокамера СКС 1 М с частотой съемки 200 кад/сек.

Кинокамерой "Pentoflex" осуществлялась съемка 60-метрового отрезка движений бегуна во весь рост. Скоростная кинокамера СКС 1 М имела встроенный отметчик времени и, регистрируя постановку ноги на тензоплатформу, позволяла производить покадровую синхронизацию с записью усилий осциллографом Н-107.

Контроль за скоростью протяжки киноленты камерой "Pentoflex" производился электросекундомером.

Фоном для киносъемки явились щиты высотой 3 м и длиной 40 м с клетками размером 200х200 мм.

Анализу подвергнуто более 300 опытов при совмещении кинолент с динамикой опорных реакций (О.Р.)

Регистрируемое изменение опорных реакций по 3-м координатным осям являлось отражением проявления мышечных усилий всего О.Д.А. (М.Ф.Иваницкий, 1964; Д.Д.Донской, 1971; В.К.Бальсевич, 1965; А.Н.Ратов, 1966 и др.). По величине составляющих усилий О.Д.А. можно было судить о его напряженности при взаимодействии с различными опорными поверхностями.

Напряженность О.Д.А. бегунов представлялось удобным выразить через обобщенный критерий Д (E.C.Hurington, 1967), который определялся как среднее геометрическое индивидуаль-

ных характеристик (d_n) каждой из составляющих О.Р.

$$Д = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdots d_n} \quad .$$

В Д-критерий входили также характеристики колебательных, сбивающих воздействий со стороны эластичной опоры, по которым можно было судить о закрепощенности О.Д.А. бегунов.

Величина усилий определялась по тарировочным графикам. Кроме того, использовались следующие временные характеристики О.Р.: общее время действия составляющих О.Р.; отношение времени действия сопутствующих отталкиванию составляющих О.Р. ($+R_x$) к времени действия составляющих О.Р., направленных навстречу движения бегуна ($-R_x$); время от начала проявления до максимума вертикальных составляющих О.Р. (R_y).

За характеристики сбивающих воздействий принимались: отношение амплитуд волн составляющих О.Р. и средняя величина второй волны составляющей О.Р., направленной навстречу движения бегуна ($-R_x$).

Д-критерий изменялся от ноля до единицы. Причем большему его значению соответствовала меньшая напряженность (закрепощенность) О.Д.А.

Переход от численного значения зарегистрированных характеристик (y_i) к их индивидуальным оценкам (d_n) осуществлялся по формулам

$$d_n = \exp\left[-\exp(-y')\right],$$

$$y' = a_0 + a_1 y_i ,$$

где y' - безразмерная шкала оценок;

a_0, a_1 - коэффициенты аппроксимации, устанавливающие линейную зависимость между y' и y_i.

С целью определения достоверности полученных отличий между средними количественными характеристиками изучаемого процесса, а также прогнозирования изменения средней горизонтальной скорости бегуна за опорный период (V -

критерий) и показателя напряженности О.Д.А. (Д-критерий) от динамического модуля упругости и тангенса угла механических потерь синтетических покрытий применялась математическая обработка статистическими методами.

Достоверность отличий показателей технического мастерства оценивалась по критерию Стьюдента (Рокицкий П.Ф., 1971). Отличия считались достоверными при 95% вероятности ($P \leq 0,05$) безошибочности прогнозов.

Определение линейных статистических связей между критериями техники О.П. бега и свойствами синтетических покрытий осуществлялось с помощью коэффициентов корреляции парного взаимодействия и эмпирических дисперсий наилучших линейных приближений. Об адекватности полученных математических моделей можно было судить по величине сводного коэффициента корреляции R .

У образцов опытных и распространенных в практике покрытий определялись упруго-гистерезисные свойства и термомеханические их изменения в диапазоне температур $+60^{\circ}C - 60^{\circ}C$ на приборе ВНИИСК (Е.А.Сидорович, 1953).

Педагогический эксперимент проводился в два этапа в течение 1970-1973 годов.

На первом этапе решались следующие задачи:

- исследовать динамические и кинематические характеристики техники в О.П. бега;
- установить качественные особенности влияния различных синтетических покрытий на динамические и кинематические характеристики О.П. бега;
- разработать математические модели, прогнозирующие эффективность О.П. при беге по синтетическим покрытиям с различными упруго-гистерезисными свойствами;
- на основе полученных данных определить оптимальные упруго-гистерезисные свойства покрытий.

В первом педагогическом эксперименте приняли участие бегуны различной специализации и квалификации.

Применялось двенадцать типов синтетических покрытий с различными упруго-гистерезисными свойствами (Таблица 1).

Эксперимент проводился в летние месяцы 1970-1972 гг.

Таблица 1

№№ п/п	Наименование или условное обозначение покрытий	Динамический модуль упругости ($E_д$), характеризующий жесткость покрытия, кг/см^2	Тангенс угла механических потерь ($tg\varphi$), характеризующий эластичность покрытий и затухание колебаний
1.	"Питирсепт"	77,0	0,152
2.	Полиэф-спартан	77,0	0,097
3.	-"-	73,0	0,105
4.	-"-	71,0	0,118
5.	-"-	62,0	0,121
6.	"Питиртэп"	53,0	0,142
7.	-"-	48,0	0,137
8.	-"-	46,0	0,150
9.	"Порпол"	41,0	0,185
10.	Рекортан (ФРГ)	39,0	0,172
11.	"Питирпор"	35,0	0,245
12.	"Порвак"	19,8	0,152

Второй педагогический эксперимент был проведен в период с июля по сентябрь 1973г.

Во втором педагогическом эксперименте решалась задача установления целесообразности применения в тренировках мягких эластомерных покрытий со значительным поглощением энергии отталкивания и покрытий с оптимумом свойств для двух равноценных групп бегунов.

ПЕРВЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Анализ биомеханической обработки кинолент показал, что одни бегуны производят постановку ноги с носка, а другие - с пятки или внешней поверхности стопы. Постановка стопы с носка на дорожку осуществлялась несколько повернутой внутрь.

Постановка ноги о пятки или внешней поверхности стопы была обусловлена значительным "выхлестыванием" голени.

Способы и дальность постановки ноги на опору от проекции О.Ц.Т. тела во многом определяли проявление динамических и кинематических характеристик движений в опорный период.

С целью более детального изучения процесса взаимодействия бегуна с опорой все испытуемые были разделены на две группы в зависимости от проявления анализируемых характеристик движений О.П. при беге с максимальной скоростью. Первую группу составили бегуны с постановкой ноги с носка, а вторую - ставившие ногу с пятки или внешней поверхности всей стопы.

Анализ осциллограмм составляющих усилий по трем координатным осям (x , y , z) позволил установить ряд новых эффектов при выполнении опорного периода. В частности, обнаружено наличие составляющих О.Р. в боковых направлениях ($-R_z$, $+R_z$).

У бегунов 1-ой группы в момент соприкосновения с опорой возникали боковые реакции, направленные внутрь ($-R_z$), а с запаздыванием не более 0,025 сек проявлялись наружные боковые реакции ($+R_z$), которые действовали на всем оставшемся временном отрезке опорного периода. Максимум наружных боковых реакций был несколько сдвинут во времени от максимума одновершинного изменения вертикальных составляющих О.Р. (R_y).

Внутренние боковые реакции ($-R_z$) исчезали к моменту достижения максимума сопутствующих бегу горизонтальных составляющих ($+R_x$).

Одновременное действие боковых составляющих ($-R_z$, $+R_z$) указывало на наличие крутящего момента ($M_{кр}$) в горизонтальной плоскости при выполнении опорного периода. Было установлено, что крутящий момент характеризует эффективность встречного движения опорной и маховой ноги при противоположном движении туловища и рук. Противоположные воздействия на туловище активных движений ног и рук обусловливали продвижение на опоре, а зарегистрированный

крутящий момент являлся результатом этих движений. Причем, чем меньше амплитуда и колебания крутящего момента и больше время его действия, тем эффективнее было отталкивание. Время проявления Мкр зависело от начала действия сопутствующих отталкиванию наружных боковых составляющих О.Р. При беге высококвалифицированных спринтеров наружные боковые составляющие и крутящий момент проявлялись непосредственно с начала постановки стопы на опору. Таким образом, практически отталкивание происходило одновременно с кинематическим эффектом амортизации (сгибанием опорной ноги в коленном суставе и понижением О.Ц.Т. тела в начале О.П.). Этот же вывод подтверждается анализом линейной и окружной скорости тазобедренного сустава, если принять за мгновенный центр вращения ноги "точку" ее опоры (А.Б.Майский, 1966; Д.Д.Донской, 1971; В.К.Бальсевич, 1964). Активный вынос бедра маховой ноги в начале О.П. одновременно с поворотом оси тазобедренного сочленения увеличивал амплитуду рабочих движений бегуна и способствовал перемещению О.Ц.Т. тела, усиливая давления опорной ноги на грунт. Одновременно повышалась напряженность мышц разгибателей опорной ноги. Это препятствовало эффективности движения бедра назад относительно таза, особенно у бегунов низкой квалификации. Снижение возрастающих давлений на грунт, а, следовательно, и облегчение условий для активного переката на опоре обеспечивалось сгибанием опорной ноги в коленном и голеностопном суставах. Этому в большей или меньшей степени (в зависимости от упруго-гистерезисных свойств) способствовали эластомерные покрытия, частично раскрепощающие опорную ногу от возрастающих напряжений в результате собственной деформации.

Снижение напряженности О.Д.А. за счет деформации синтетического покрытия позволяло увеличивать дальность постановки ноги на опору, тем самым реализовалась большая амплитуда движений опорной и маховой ноги и повышалась эффективность отталкивания. Однако при чрезмерно дальней постановке ноги с пятки, что имело место у бегунов II группы, одновре-

менно с возрастанием активности выноса бедра маховой ноги в начале О.П., имела место значительная напряженность мышц разгибателей опорной ноги. Об этом свидетельствовали опорные реакции, имеющие значительную величину первых амплитуд составляющих R_y, $-R_x$, $-R_z$. Последующее значительное западение составляющих О.Р. явилось результатом более значительного, чем у бегунов I группы, сгибания ноги в коленном суставе, за счет чего увеличивался путь О.Ц.Т. тела, и обусловливалось, кроме того, перераспределением давлений при переходе с пятки на всю ступню. Однако вертикальная составляющая О.Р., понизившись до определенной величины, вновь начинала возрастать после прохождения О.Ц.Т. тела линии "вертикали". При этом одновременно с продолжающимся сгибанием в коленном суставе происходило разгибание в тазобедренном суставе опорной ноги. Такое перераспределение нагрузки на более мощные мышцы области таза позволило бегуну в последующем реализовать в отталкивании разгибание опорной ноги в коленном суставе.

Двухвершинное изменение во времени вертикальных составляющих О.Р. (R_y) и встречных горизонтальных составляющих ($-R_x$, $-R_z$) являлось отрицательным элементом техники О.П. бега, так как с одновременным увеличением подъемной силы тела человека в начале О.П. резко падала горизонтальная скорость продвижения О.Ц.Т. тела. Эффект усугублялся при использовании чрезмерно упругих и жестких синтетических покрытий, где значительные амплитуды составляющих О.Р. R_y, $-R_x$, $-R_z$ имели колебательный характер изменения во времени. Это служило источником нарушения внутренней ритмики движений, создавая помехи для развития положительных составляющих усилий отталкивания и вызывало значительные колебания кинематических характеристик О.П. бега.

В работе произведена качественная оценка взаимодействия О.Д.А. с синтетическими покрытиями различной упругости и жесткости.

В качестве примера в таблице 2 представлена количественная оценка рациональности способов выполнения О.П. по

Д и V - критериям и вариантность динамических и кинематических характеристик при беге с максимальной скоростью по широко используемому эластомерному покрытию "Рекортан" /ФРГ/.

Анализ данных таблицы 2 позволяет оделать вывод о том, что при беге с максимальной скоростью по покрытию "Рекортан" выполнение О.П. бегунами второй группы менее рационально, о чем свидетельствуют Д и V - критерии техники.

Изучение динамических характеристик О.П. бега по различного рода опорным поверхностям показало, что время действия составляющих О.Р. эластичной опоры всегда больше аналогичного времени проявления О.Р. жесткой /деревянной/ опорной поверхности. Это связано с инерционностью ответной реакции синтетических покрытий и объясняется релаксационной природой высокоэластичности полимеров. При сравнительном анализе результатов О.П. на I2 типах покрытий установлено влияние свойств покрытий на рациональность проявления динамических и кинематических характеристик техники движений.

В работе реализована попытка установления взаимосвязи Д и V -критериев эффективности опорного периода с динамическими упруго-гистерезисными свойствами опытных покрытий беговых дорожек в аналитической форме.

Отыскание математического образа /модели/ осуществлялось многократным использованием программ регрессионного анализа, проводимого на ЭЦВМ "ПРОМИНЬ-2". При этом получены уравнения регрессии, связывающие упруго-гистерезисные свойства, Д-критерий напряженности О.Д.А и среднюю горизонтальную скорость бегуна в опорный период, отвечающие максимальным требованиям линейных приближений и позволяющие прогнозировать скорость, развиваемую бегуном за опорный период, и напряженность О.Д.А. в зависимости от применяемых в нашей стране и за рубежом синтетических покрытий.

Графоаналитический анализ полученных уравнений показал, что для I группы бегунов существует оптимальная область свойств покрытий, способствующая максимальному проявлению

Таблица 2

№ пп	Характеристики О.П. при беге	I группа		2 группа	
		Среднее значение	Коэффициент вариации,%	Среднее значение	Коэффициент вариации,%
I.	Средняя угловая скорость разгибания бедра /град/сек/	600	II	513	9,0
2.	Средняя угловая скорость разгибания в коленном суставе /град/сек/	80	8,0	-I7	I9
3.	Средняя величина составляющей О.Р. R_y /кгс/	28I	I0,I	255	II,9
4.	Величина С.Р.О.^{x} $+R_x$ /кгс/	60,0	I,32	67,0	I,7
5.	Величина С.Р.О. $+R_z$ /кгс/	40,0	8,88	28,0	6,80
6.	Первый всплеск С.Р.О. $-R_x$ (r_1) /кгс/	I02	2,7	II5	2,69
7.	Величина С.Р.О. $-R_z$ /кгс/	58,0	8,50	43,0	5,I0
8.	Второй всплеск С.Р.О. $-R_x$ (r_2) /кгс/	9,I0	4,25	62,0	8,7I
9.	Отношение амплитуд (r_2/r_1)	0,088	9,I0	0,54	3,70
I0.	Время достижения максимума С.Р.О. R_y /сек/	0,042	9,5I	0,038	5,40
II.	Время действия всех С.Р.О. $t_{общ}$ /сек/	0,II2	8,60	0,I08	I0,2
I2.	Время срабатывания /сек/^{xx}	0,088	4,5	0,084	7,5
I3.	Отношение времени действия С.Р.О. $+R_x$ к времени действия С.Р.О. $-R_x$	0,9I2	4,80	0,92I	6,50
I4.	Средняя горизонтальная скорость бегуна за О.П. V_x /м/сек/	I0,03	2,3	8,72	3,I0
I5.	Обобщенный критерий напряженности (закрепощенности/ О.Д.А. - "Д"	0,773		0,756	

x - Составляющая реакции опоры.

xx- Под временем "срабатывания" следует понимать момент достижения максимума горизонтальной составляющей О.Р. $+R_x$.

горизонтальной скорости (V_x) при оптимуме Д-критерия напряженности О.Д.А. /соревновательные покрытия/. Эта область комфорта процесса взаимодействия бегунов I группы с эластичной опорой соответствовала динамическому модулю упругости покрытия в пределах от 45 до 37 кг/см^2 и тангенсу угла механических потерь от 0,170 до 0,196. При других сочетаниях жесткости и эластичности покрытий создавался дискомфорт процесса взаимодействия бегунов с опорой. Этот дискомфорт проявлялся в падении горизонтальной скорости продвижения на опоре с повышением или понижением Д-критерия напряженности О.Д.А.

Для бегунов II группы оптимальной области процесса взаимодействия с эластичной опорой выделить не удалось, так как в данном случае повышению скорости соответствовало повышение мышечной напряженности О.Д.А. Этот процесс практически не зависел от жесткости покрытий, однако существенно зависел от коэффициента затухания колебаний синтетических покрытий. Уменьшение коэффициента затухания колебаний эластичной опоры приводило к увеличению напряженности /закрепощенности/ О.Д.А. под действием сбивающих воздействий со стороны дорожки.

С увеличением тангенса угла механических потерь в материале покрытий скорость продвижения бегунов I и II группы падала одновременно с напряженностью О.Д.А. при увеличении быстроты звеньев О.Д.А. спортсмена в опорный период бега.

Данные первого педагогического эксперимента позволили сделать предположение о том, что различные по свойствам покрытия беговых дорожек могут служить условием, способствующим или затрудняющим развитие двигательного качества быстроты. По результатам работы представляется, что выдвинутые положения относятся не только к бегу по синтетическим покрытиям, но и к обычным покрытиям дорожек, которые отличаются по мягкости и поглощению энергии отталкивания.

ВТОРОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Решение вопроса совершенствования спортивно-технического мастерства при беге по синтетическим покрытиям представляется важным по следующим причинам.

1. Крупнейшие всесоюзные и международные соревнования по бегу проводятся в настоящее время по синтетическим покрытиям дорожек.

2. Без предварительной подготовки переход на эластомерные, синтетические беговые дорожки часто приводит к снижению спортивного результата. Однако до настоящего времени не имеется методических разработок по использованию эластомерных покрытий в тренировочном процессе.

3. Основываясь на результатах первого педагогического эксперимента, возникает необходимость экспериментальной проверки целесообразности применения различных по свойствам синтетических покрытий в тренировках и соревнованиях.

Известно, что мягкие грунты, способные поглощать энергию удара, например опилочная дорожка, создают хорошие условия для интенсификации тренировки и снижения напряженной деятельности спортсменов. При этом можно было полагать, что нежелательные последствия перехода от обычных дорожек на упругие синтетические покрытия устранимы при использовании в тренировочном процессе подобных мягких, эластомерных покрытий с большим поглощением энергии отталкивания (малым коэффициентом эластичности на отскок).

Из участников первого педагогического эксперимента были скомплектованы относительно равноценные группы "А" и "В". Равноценность скомплектованных групп "А" и "В" определялась по t -критерию Стьюдента, по средним значениям показателей напряженности О.Д.А., скорости продвижения за О.П. и общему времени пробегания 60 м отрезка в начале второго педагогического эксперимента.

В группе "А" в тренировочных упражнениях по бегу с субмаксимальной и максимальной скоростью использовалось мягкое эластомерное покрытие с большим поглощением энергии

(тренировочное), в группе "В" - более жесткое и упругое синтетическое покрытие (соревновательное).

Методика подготовки бегунов обеих групп предусматривала комплекс упражнений, которые, как мы полагали, способствуют овладению техникой активного переката на опоре. Обращалось внимание на развитие силы мышц задней поверхности бедра, ягодичных мышц, мышц сгибателей и разгибателей туловища и голени. Для чего применялись набивные мячи, резиновые жгуты, беговые и прыжковые упражнения. Широко использовались спортивные игры (футбол, баскетбол), проводились беседы и непосредственный показ элементов техники активного переката на опоре с демонстрацией кинолент и фотоматериалов по бегу ведущих спортсменов.

В тренировочных упражнениях при беге с максимальной скоростью на выбранном эластомерном покрытии применялся повторно-интервальный метод. Интервалы отдыха устанавливались индивидуально до полного восстановления. Дозирование тренировочной нагрузки было одинаковым.

О влиянии двух различных по свойствам покрытий на процесс совершенствования технического мастерства судили по изменению средней горизонтальной скорости бегуна за опорный период, Д-критерию напряженности О.Д.А. и общему времени пробегания 60-метрового отрезка.

Контрольные прикидки проводились по соревновательному покрытию.

Эксперименты показали, что в опорный период бега по мягкому эластомерному покрытию с большим поглощением энергий отталкивания имеют место увеличение Д-критерия напряженности О.Д.А. и значительное увеличение угловых скоростей звеньев опорной и маховой ног. При этом повышение горизонтальной скорости О.Ц.Т. тела не наблюдалось. Следовательно, быстрота движения звеньев О.Д.А. в опорный период бега по тренировочному покрытию не реализовалась в быстроту продвижения О.Ц.Т. тела, а условия взаимодействия с эластичной опорой облегчались. Напряженность О.Д.А. падала, что способствовало развитию и укреплению рационального

двигательного навыка активного переката на опоре.

В результате исследований было также установлено, что вариант использования в тренировочном процессе мягких эластомерных покрытий с большим поглощением энергии отталкивания положительно влияет на рост показателей техники бега по соревновательному синтетическому покрытию с малым поглощением энергии.

При изучении изменения Д-критерия напряженности О.Д.А., средней горизонтальной скорости за опорный период (V_x) и общего времени пробегания ($\bar{t}$) 60-метрового отрезка до и после проведенного педагогического эксперимента было установлено, что в конце эксперимента у спортсменов группы "А" показатели напряженности в опорный период понизились более значительно, чем в группе "В" бегунов ($P < 0,05$). При этом существенно увеличилась средняя скорость продвижения бегунов на опоре($P < 0,05$), однако, общее время пробегания 60-метрового отрезка имело лишь тенденцию к уменьшению,и результаты отличий между скомплектованными группами "А" и "В" спортсменов по этому показателю оказались не достоверными ($P \geqslant 0,05$).

Подготовка спортсменов группы "А" с использование тренировочного покрытия способствовала уменьшению колебаний угловых скоростей звеньев опорной и маховой ног, общего центра тяжести тела и составляющих опорных реакций. Наблюдалась более рациональная структура динамических и кинематических характеристик движений.

Подготовка бегунов группы "В" с использованием соревновательного покрытия менее целесообразна, что подтверждается результатами проведенного педагогического эксперимента и исследованиями ряда зарубежных авторов (R. Hobirl , L. Prokop , 1972, 1973; и другие). Такое покрытие более эффективно использовать только за несколько дней до состязаний и непосредственно в соревнованиях для бегунов с рациональным проявлением динамических структур в О.П. бега.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Исследована эффективность взаимодействия бегуна с опорой в зависимости от особенностей постановки ноги, рациональности двигательного навыка, а также от упруго-гистерезисных свойств покрытий дорожек. При этом техника бега по синтетическим эластомерным покрытиям оценивалась V-критерием средней горизонтальной скорости и Д-критерием напряженности (закрепощенности) О.Д.А., которые характеризуют рациональность движений в О.П.бега.

2. Анализ кинематических и динамических характеристик техники О.П.бега с максимальной скоростью по различного рода поверхностям показал, что:

а) в О.П.бега по жесткой (деревянной) поверхности время проявления составляющих О.Р. меньше, чем в О.П. бега по эластомерным синтетическим покрытиям. Это связано с инерционностью ответной реакции такого рода опорной поверхности и обусловлено релаксационной природой высокоэластичности полимеров;

б) в О.П., кроме вертикальных и передне-задних составляющих О.Р., существуют боковые составляющие $-R_z$, $+R_z$. Одновременное наличие боковых составляющих О.Р. указывает на существование в О.П. также крутящего момента в горизонтальной плоскости;

в) показано, что отталкивание при беге с максимальной скоростью происходит одновременно с внешним эффектом амортизации (сгибанием опорной ноги в коленном суставе, при опускании О.Ц.Т. тела). Разделение О.П. на фазы амортизации и отталкивания по этим кинематическим признакам не целесообразно;

г) для высококвалифицированных бегунов, владеющих рациональным двигательным навыком "активного переката" на опоре, нецелесообразна близкая к проекции О.Ц.Т. тела постановка ноги при использовании синтетических покрытий. С увеличением жесткости покрытий (например, для деревянной дорожки) целесообразно уменьшать даль-

ность постановки ноги, особенно для бегунов низкой квалификации.

3. Для группы бегунов, осуществляющих постановку ноги с пятки или внешней поверхности стопы, эффективность отталкивания при беге с максимальной скоростью увеличивается только по покрытиям с высоким значением эластичности (большой упругостью). Однако при этом увеличиваются колебания динамических и кинематических характеристик, нарушается комфорт взаимодействия с эластичной опорой, увеличивается закрепощенность бегуна, происходит сбои в ритмике движений при беге, что формирует методику тренировки по эластомерным покрытиям.

4. Для группы бегунов, осуществляющих постановку ноги с носка, существует оптимум внутренних воздействующих на опору сил спортсмена и внешних реактивных сил эластомерного покрытия. Этот оптимум создает условия для минимального физического напряжения спортсмена при максимуме проявления горизонтальной скорости О.Ц.Т. тела, что позволяет полно реализовать подготовленность бегунов. Бег с максимальной скоростью по покрытию с оптимумом свойств происходит в условиях комфорта.

5. Разработана методика оценки рациональности взаимодействия с эластичной опорой на основе целесообразного проявления динамических и кинематических характеристик опорного периода в зависимости от типа покрытия дорожки.

6. Разработаны математические описания процесса взаимодействия с эластичной опорой, позволяющие прогнозировать среднюю горизонтальную скорость и степень закрепощенности О.Д.А. в зависимости от упруго-гистерезисных свойств синтетических покрытий для I и II групп бегунов.

7. На основании обобщения результатов педагогических экспериментов, разработаны методические рекомендации по интенсификации тренировочного процесса с применением мягкого тренировочного эластомерного покрытия с большим поглощением энергии отталкивания. Использование тренировочного покрытия положительно влияет на рост показателей техники бега, так

как обусловливает развитие физических качеств быстроты и силы отталкивания, а также облегчает закрепление рационального двигательного навыка "активного переката" бегуна уже в начале опорного периода.

8. Разработаны технические условия на свойства эластомерных покрытий дорожек стадионов, манежей для тренировок и соревнований. В качестве примера разработано и опробовано новое синтетическое покрытие с оптимумом упруго-гистерезисных свойств для бегунов 1 группы. Это покрытие можно многократно и легко перерабатывать, обновляя места нарушения целостности или внешнего вида беговой дорожки.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Особенности опорной фазы в беге по эластомерным покрытиям. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1972 г., стр.6-15 (в соавторстве с Р.Г.Мирзоевым, Н.В.Ткачевым).

2. Влияние свойств эластомеров на двигательную активность в беге, прыжках по ним. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1972, стр.26-28 (в соавторстве с М.С.Лукиным).

3. К вопросу о вязко-упругих свойствах покрытий беговых дорожек. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1972, стр.31-32.

4. О критериях оценки эластомерных материалов беговых дорожек, стадионов и манежей. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1971, стр.34.

5. Оценка вязко-упругих свойств эластомерных покрытий спортивных сооружений. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1973, стр.28-33.

6. Влияние свойств синтетических покрытий беговых дорожек на эффективность опорного периода. Краткие сообщения научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, 1973, стр.19-23.

7. Эффективность бега и свойства эластомерных покрытий.

Материалы XXIУ научно-методической конференции по физическому воспитанию студентов ВУЗОВ Ленинграда, 1974, стр. 150-152 (в соавторстве с Д.И.Гришиной).

Работа доложена:

1. На XXI научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников и аспирантов ЛИСИ, Ленинград, февраль 1973 г.
2. На научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, декабрь 1972 г.
3. На научно-технической конференции ЛТИ им.Ленсовета, декабрь 1973 г.
4. На научно-методичеокой конференции кафедры физического воспитания ЛПИ имени М.И.Калинина, июнь, 1974 г.

24.05.74г. Зак. 470 - 200. Бесплатно.
РТП ЛТИ им. Ленсовета, Московский пр., 26.