

1517.118
Л226

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

ЛАНКА ЯНИС ЕНАБОВИЧ

**БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ
ТОЛКАНИЯ ЯДРА СПОРТСМЕНОВ
РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

(130004 — теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

К и е в — 1977

Работа выполнена на кафедре биомеханики (зав. кафедрой — доктор педагогических наук, профессор В. М. Зациорский) и в группе биомеханики проблемной лаборатории (зав. группой — кандидат педагогических наук Л. М. Райцын) Государственного ордена Ленина института физической культуры (ректор института — доцент В. И. Маслов).

Научные руководители: доктор педагогических наук, профессор **В. М. ЗАЦИОРСКИЙ**, кандидат педагогических наук, доцент **В. И. ВОРОНКИН**.

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор **А. А. ТЕР-ОВАНЕСЯН**, кандидат педагогических наук, доцент **Р. В. ЖОРДОЧКО**.

Ведущее научное учреждение — Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры.

Защита диссертации состоится «*12*» *ноября* 1978 г. на заседании специализированного К 046.02.01' совета Киевского государственного института физической культуры

в библиотеке инсти-

ин. 1978 г.

А. В. ВОЛКОВ

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

На современном этапе развития спорта, характеризующимся высокими темпами роста спортивного мастерства, наряду с ростом массовости спорта, выявлением спортивных талантов, решающее значение имеют два основных фактора: 1) совершенствование методов обучения и тренировки, позволяющих повысить потенциальные возможности спортсмена и 2) совершенствование спортивно-технического мастерства, позволяющее предельно рационализировать движения спортсмена, приводить их в наибольшее соответствие с биомеханическими особенностями его двигательного аппарата, что проявляется в большей целесообразности, эффективности и экономности движений.

Рациональная техника является необходимым условием достижения высоких результатов в любом виде спорта. Поэтому одной из главных задач в научных исследованиях по толканию ядра является обоснование его техники.

7331
В настоящей работе рассматриваются вопросы биомеханики толкания ядра, дается анализ кинематической, динамической структуры толчка, обосновываются критерии оценки качества техники. Отсутствие научно обоснованной модели толкания и объективных критериев техники не позволяет достаточно объективно проверить рациональность того или иного метода совершенствования техники, целесообразность одного или другого стиля толкания ядра.

Рабочая гипотеза состояла в том, что изучение техники спортсменов разной квалификации позволит, во-первых, определить оптимальные варианты техники, во-вторых, выявить зависимость показателей техники от спортивной квалификации толкателей ядра и в третьих, выявить наиболее типичные ошибки техники толкания ядра.

Цель работы сводится к комплексному изучению способов оценки технического мастерства спортсменов в ациклических скоростно-силовых видах спорта.

-I-

БИБЛИОТЕКА
Департамента физического
воспитания и спорта

Научная новизна

В результате исследования техники толкания ядра при помощи комплексной инструментальной методики впервые получен обширный материал о кинематических, динамических и электрофизиологических характеристиках движений толкателей ядра разной квалификации. Определены значения более 200 биомеханических характеристик, свойственные спортсменам высокого класса, и на этой основе экстраполированы некоторые модальные характеристики правильной техники толкания ядра для спортсменов с результатом 22 и 23 метра (т.е. выше существующего мирового рекорда). Выявлены дискриминативные * признаки эффективности техники толкания ядра, позволяющие объективно оценивать качество выполняемых спортсменом движений. Многие вопросы экспериментально исследованы впервые: пространственный анализ движений, изменение техники с ростом мастерства, взаимодействие звеньев тела при толкании ядра и др.

Практическая новизна и реализация результатов работы

Данные, полученные в исследовании, могут быть использованы при оценке технического мастерства спортсмена, обучении и совершенствовании техники, а также при применении различных методов срочной информации, для сравнения характеристик отдельного спортсмена со средними групповыми данными, представленными в работе. Результаты и рекомендации диссертационной работы внедрены в практику подготовки спортсменов сборной команды Латвийской ССР, ДСО профсоюз и СССР (акты о внедрении от 22.XI.1976, 27.XII.1976, 26.IX.1977 и 2.XI.1977). Разработанный комплекс исследовательской аппаратуры был использован также при изучении биомеханических характеристик элементов художественной гимнастики, бросков при игре в ручной мяч, копья, хоккейной шайбы и др.

Апробация работы

Диссертационная работа и отдельные ее части были представлены и докладывались на научном семинаре кафедры биомеханики ЦОЛИФК (март, 1975 г.); на Всесоюзной научно-технической конференции "Методы и приборы срочной информации в спорте" (Москва, ноябрь 1975); на Всесоюзных конференциях тренеров ДСО профсоюз (Подольск, октябрь 1976, 1977 г.г.); на Всесоюзной конференции по десятиборью (Минск, ноябрь 1976 г.); на II Всесоюзной конференции "Пробле-

*/дискриминативными признаками называются признаки, существенно изменяющиеся с ростом спортивной квалификации (В.М. Запирский, Као Ван Тхы, 1971)

мы биомеханики спорта" (Киев, ноябрь, 1976 г.); на Всесоюзной конференции тренеров по метаниям (Полодьск, сентябрь, 1977 г.); на научных конференциях Латвийского государственного института физической культуры (1976, 1977 г.г.).

Структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 185 страницах машинописного текста, содержит 67 рисунков и 41 таблицу, состоит из введения, пяти глав, списка литературы из 383 наименований, двух приложений, четырех актов о внедрении.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дается обоснование актуальности выбранной темы, новизны работы, ее основные результаты и возможности их практического использования.

Глава I. Литературный обзор.

В литературном обзоре в его первой части дается короткий анализ исторического развития техники толкания ядра. Далее рассматриваются вопросы биомеханики толкания ядра:

1. Фазовой состав толкания ядра.
2. Кинематика (траектория снаряда; траектория ядра в руке толкателя; траектория ОЦТ толкателя; кинематика суставных перемещений; изменение скорости снаряда во время толкания).
3. Динамика (приложение силы к снаряду; динамика опорных реакций).
4. Характер работы звеньев тела в толкании ядра.
5. Работа мышц по данным электромиографии.

Изучению техники толкания ядра посвятили свои работы многие исследователи (*Christmann*, 1937, 1940; *Kundberg*, 1947; Тутевич, 1955, 1969; *Nelt*, 1956, 1961; Марков, 1956, 1957; Самоцветов, 1962; Ратов, 1962; Григалка, 1967, 1970; Кръстев, 1971, 1975 и многие другие). Ими получены ценные результаты, намного расширившие наши знания.

Однако и по настоящее время здесь многое остается неясным. Во многом это связано с тем, что исследования проводились и использованием недостаточно совершенных методов исследования, эксперименты, как правило проводились на малом количестве испытуемых. Практически отсутствуют исследования особенностей техники толкателей разной квалификации. Работ, которые носили бы обобщающий характер на основании комплексного биомеханического анализа техники толкания ядра, в настоящее время нет.

Учитывая вышеизложенное, перед настоящей работой были поставлены следующие задачи:

.....

1. Разработать и создать комплексную инструментальную методику для изучения техники толкания ядра и других спортивных движений.
2. Провести биомеханический анализ техники толкания ядра спортсменов разной квалификации.
3. Выявить дискриминативные признаки техники толкания ядра и определить на этой основе модельные характеристики спортсменов высокого класса.

Глава II. Методы и организация исследования.

Решение поставленных задач осуществлялось с помощью следующих методов и методик исследования:

1. Анализ научно-методической литературы.
2. Обобщение практического опыта тренеров и специалистов.
3. Комплекс инструментальных методов исследования: электрогониография, тензодинамометрия, стереофотоциклограмметрия, электронный коммутатор ламп-вспышек, электромиография, силоизмерительная установка.
4. Педагогические контрольные испытания (тестирование).
5. Методы математической статистики.

Точность отдельных методик, включая процесс регистрации и обработки, определялась комплексом контрольных измерений: обработки снимков масштабной фотограмметрической линейки, траектории свободно падающего тела, измерения действительных величин временных интервалов, задаваемых диском обтуратора с помощью специального измерительного устройства, регулярной тарировки гониометров и тензомерических платформ и силоизмерительной установки.

В первом, массовом эксперименте участвовало 50 толкателей ядра разной квалификации — от спортсменов III спортивного разряда до членов сборной команды СССР по легкой атлетике. Эксперимент был посвящен комплексному изучению различных биомеханических характеристик толкания ядра со скачка, построению его биомеханографической модели и структурному анализу этого упражнения. Каждый спортсмен выполнял три толчка с установкой на максимальный результат.

Во втором эксперименте участвовали четыре спортсмена — один мастер спорта международного класса, один мастер спорта, по одному спортсмену I и II разряда. Эти толкатели выполняли подряд 40 толчков. Этот эксперимент посвящался как изучению отличительных особенностей в технике спортсменов разной квалификации, так и изучению изменений техники при многократном повторении толчка.

Результаты экспериментов обрабатывались методами многомерного статистического анализа - выявлялись наиболее информативные параметры движения, выделялись дискриминативные признаки эффективности техники, определялись модельные характеристики техники толкателей высокого класса.

Глава III. Угловая и линейная кинематика толкания ядра.

В исследовании зарегистрированы и проанализированы кинематические характеристики суставов правой и левой ног, правого тазобедренного сустава, плечевого, локтевого, лучезапястного сустава, дистальной фаланги среднего пальца толкающей руки, а также изменение угла между осями плечевого пояса и таза. В настоящей главе рассмотрена также последовательность работы звеньев тела в финальном усилии толкания ядра.

Угловое перемещение в коленном суставе правой ноги

Установлено, что с ростом спортивной квалификации лишь в двух моментах движения (в момент первой группировки и в момент максимального разгибания ноги перед выпуском снаряда, при $r < 0,01$ и $r < 0,1$ соответственно) происходит закономерное уменьшение угла в первом и увеличение во втором случае (см. таблицу I). Коэффициенты корреляции между обсуждаемыми величинами и результатом $r = -0,242$ и $r = 0,395$. Хотя оценка первого коэффициента корреляции ниже границы значимости, все же можно указать на тенденцию понижения положения тела в начальных фазах толчка и увеличения разгибания правой ноги (до отрыва ноги от опоры) в конце толчка. Эти выводы согласуются с литературными данными (Тутевич, 1955; Григалка, 1970).

Более значительно изменяется временная структура гониограммы. Разгибание коленного сустава в фазе одноопорного разгона достигает своего максимума за $26,1 \pm 20,2$ мс до отрыва ноги от опоры у спортсменов сильнейшей группы и $13,8 \pm 21,2$ мс после отрыва у толкателей второй, более слабой группы, т.е. толкатели более низкой квалификации завершают отталкивание с опозданием, продолжая разгибать ногу после ее отрыва от опоры.

Отмечено достоверное изменение длительности фаз и подфаз работы правой ноги в финальной части движения. При этом с повышением результата длительность подфазы амортизации и фазы активного разгибания ноги уменьшается ($r < 0,01$ и $r < 0,1$ соответственно), а подфазы фиксированного положения коленного сустава - увеличивается ($r < 0,05$). Коэффициенты корреляции соответственно равны $r = -0,35$,

Таблица 1.

Показатели угловой кинематики у толкателей
разной квалификации

№ П/П	Показатель	Суб- грав	I группа		II группа		P
			\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
1.	Угол в момент группировки, град.	Колена Правой ноги	105,2	12,7	111,7	11,1	< 0,01
2.	Угол в момент остановки ноги на опору, град.		99,4	12,3	98,7	9,5	> 0,1
3.	Угол в момент отрыва ноги от опоры, град.		161,8	8,1	157,2	8,2	< 0,1
4.	Угловая скорость финального разгибания, град/с	Колена Левой ноги	329,8	73,6	297,8	82,6	> 0,1
1.	Угол в момент постановки ноги на опору, град.		117,1	16,2	122,5	15,8	> 0,1
2.	Угол в момент начала разгибания, град.		104,1	13,5	106,1	14,8	> 0,1
3.	Угол в момент максимального разгибания, град.		176,3	8,8	171,1	15,7	< 0,1
4.	Угловая скорость финального разгибания, град/с	Правая рука Низ Сустав	413,1	115,3	400,1	167,9	> 0,1
1.	Угол в момент группировки, град.		109,7	20,8	108,5	25,5	> 0,1
2.	Угол в момент начала финального разгибания, град.		109,2	15,6	102,2	18,7	< 0,1
3.	Угол в момент включения руки, град.		160,2	22,0	144,5	31,0	< 0,05
4.	Угол в момент максимального разгибания, град.		184,8	6,5	179,3	6,2	< 0,01
5.	Угловая скорость финального разгибания, град/с	Правая рука Ядро	679,6	290,4	636,1	189,8	> 0,1
1.	Угол в момент вылета ядра, град.		165,9	9,9	163,4	17,2	< 0,01
2.	Длительность разгибания руки, мс		125,8	24,6	112,4	34,4	< 0,01
3.	Угловая скорость разгибания, рад/с	Локтевой	15,1	1,0	12,6	0,8	< 0,01

$r=0,336$ и $r=0,088$. Сокращение до определенной величины (70-90мс) длительности подфазы амортизации после активной, упругой постановки ноги на опору свидетельствует, видимо, о рациональном использовании эластичных свойств мышц-разгибателей правой ноги. Увеличение длительности подфазы фиксированного положения коленного сустава указывает на выполнение вращательного подъема ногами, что по мнению некоторых специалистов (Nett, 1969; Schenke, 1973), более эффективно в сравнении с простым разгибанием ноги. Весьма низкая положительная корреляционная зависимость между длительностью фазы активного разгибания ноги в коленном суставе и результатом и незначительное увеличение угловой скорости разгибания сустава в этой фазе с ростом мастерства (329,8 ± 73,6 и 297,8 ± 82,6 град/с соответственно у спортсменов I и II групп) указывает, во-первых, на большую вариативность этого показателя, во-вторых, что увеличение или понижение средней угловой скорости разгибания коленного сустава правой ноги не может значительно изменить результат.

Угловое перемещение в коленном суставе левой ноги

Установлено, что в первой части движения толкатели ядра высокого класса начинают разгибать ногу из более согнутого положения, разгибание ноги длится больше времени, оно проходит по более большой амплитуде и с большей угловой скоростью, чем у спортсменов низкой квалификации. Однако, межгрупповые различия этих показателей статистически недостоверны, что можно объяснить большим разбросом внутри каждой группы спортсменов, вызванным разнообразием выполнения движений замаха и маховых движений левой ногой.

Выявлены два варианта постановки левой ноги на опору после скачка. Первый - после значительного разгибания ноги в махе происходит постепенное сгибание коленного сустава до момента соприкосновения ноги с опорой. Второй - после незначительного разгибания ноги в махе происходит подтягивание голени во время завершения отталкивания правой ногой или скачка, после чего нога вторично разгибается с последующим сгибанием непосредственно перед постановкой ноги на опору. Такой способ постановки ноги свойствен толкателям, которые для сообщения скорости системе метатель-снаряд в основном используют силу отталкивания правой ногой.

Длительность и средняя угловая скорость финального разгибания коленного сустава левой ноги по данным корреляционного анализа слабо связаны с результатом - $r=0,017$ и $r=0,080$. Изменения этих по-

казателей с ростом мастерства незначительны и лишь при сравнении техники спортсменов с большой разницей в результатах (средние данные 10 лучших и 10 худших толкателей) как продолжительность (175,6 и 215,8 мс), так и средняя угловая скорость (309,1 и 174,2 град/с) имеют высокую степень достоверности различия.

Угловое перемещение в правом тазобедренном суставе

Выделены два варианта изменения угла в правом тазобедренном суставе во время одноопорного разгона. Первый – толкатель наклоняется вперед (стигается в тазобедренных суставах) одновременно с разгибанием правой ноги. Второй – отталкивание выполняется с удержанием относительно постоянного (более острого, чем в первом случае) угла в тазобедренном суставе.

Анализ корреляционной матрицы характеристик правого тазобедренного сустава показал, что наиболее взаимосвязана с результатом ($r = 0,361$) величина разгибания сустава перед выпуском снаряда. Связь эта положительная, т.е., чем больше угол в суставе, тем лучше условия для достижения высокого результата. При этом угол в момент максимального разгибания достоверно ($p < 0,01$) больше у сильнейших спортсменов, а сам максимум расположен ближе по времени к моменту вылета ядра ($p < 0,1$).

Изменение угла между осью плечевого пояса и таза

Выявлено несколько основных различий в изменении угла между осями плечевого пояса и таза у спортсменов разной квалификации:

1. У толкателей низкого класса почти полностью отсутствует угол опережения между осями в начале финального усилия.
2. Достижение максимального опережения у лучших спортсменов совпадает с максимальной скоростью поворота таза.
3. С ростом мастерства изменяется длительность фаз поворота таза и плечевого пояса в заключительной части толчка: длительность поворота таза (при большой амплитуде поворота) достоверно ($p < 0,01$) уменьшается, а длительность поворота плечевого пояса – увеличивается ($p < 0,05$). Быстрый, широкий поворот таза с последующим резким торможением, потом такой же поворот и торможение плечевого пояса свидетельствует о рациональном взаимодействии двигательных звеньев, при котором последовательное ускорение дистальных сегментов происходит на фоне фиксации или торможения соседних проксимальных сегментов.

Исследованием установлено, что: 1) для большинства толкателей сильнейшей группы характерна разгибательно-поворотная последовательность движений таза; у спортсменов низкой квалификации одина-

кого часто встречается разгибательно- поворотная и поворотно- разгибательная работа таза, 2) у толкателей высокой квалификации поворот, как правило, заканчивается раньше полного разгибания таза; у более слабых спортсменов определенного порядка завершения движений таза нет.

Угловое перемещение в локтевом суставе

Резюмируя данные, полученные в эксперименте, можно заключить, что с ростом мастерства достоверно ($p < 0,01$) увеличивается: 1) угол в локтевом суставе в момент выпуска снаряда, 2) средняя угловая скорость разгибания руки, 3) силовые показатели мышц-разгибателей руки - максимальная динамическая и изометрическая сила и градиент силы. Коэффициенты корреляции соответственно $r = 0,280$, $r = 0,924$, $r = 0,681$, $r = 0,693$, $r = 0,384$. При этом установлено, что не один какой-либо силовой показатель, а высокий уровень всех силовых показателей дает преимущество одному толкателю ядра перед другим.

Последовательность работы основных звеньев тела

Выявлены два варианта последовательности включения основных звеньев тела в финальном усилии. Первый - в начале осуществляется разгибание в правом коленном суставе, затем в тазобедренном суставе, далее в коленном суставе левой ноги и, наконец, в локтевом суставе толкающей руки. Второй - разгибание в коленном суставе левой ноги начинается раньше разгибания в тазобедренном суставе, у остальных звеньев последовательность включения не меняется (рис. 2). Первый вариант включения звеньев отличается более ранним разгибанием всех звеньев и им пользуются большинство сильнейших спортсменов.

По мере роста спортивного мастерства, происходят следующие изменения во взаимодействии указанных звеньев: 1) сокращение времени между началом разгибания правой ноги и других звеньев, 2) сокращение времени между максимумами разгибания суставов, приближение этих максимумов к моменту вылета ядра, 3) сокращение времени между началом разгибания левой ноги и толкающей руки.

Нами не обнаружено одновременное включение основных звеньев в работу. В эксперименте не отмечен ни один случай одновременного включения звеньев из работы в момент вылета ядра, что считает целесообразным Григалка (1970). Нами не обнаружено также одновременное разгибание правой ноги и толкающей руки, отмеченное *Mortanen* (1952), а также разгибание руки после полного разгибания ног и та-

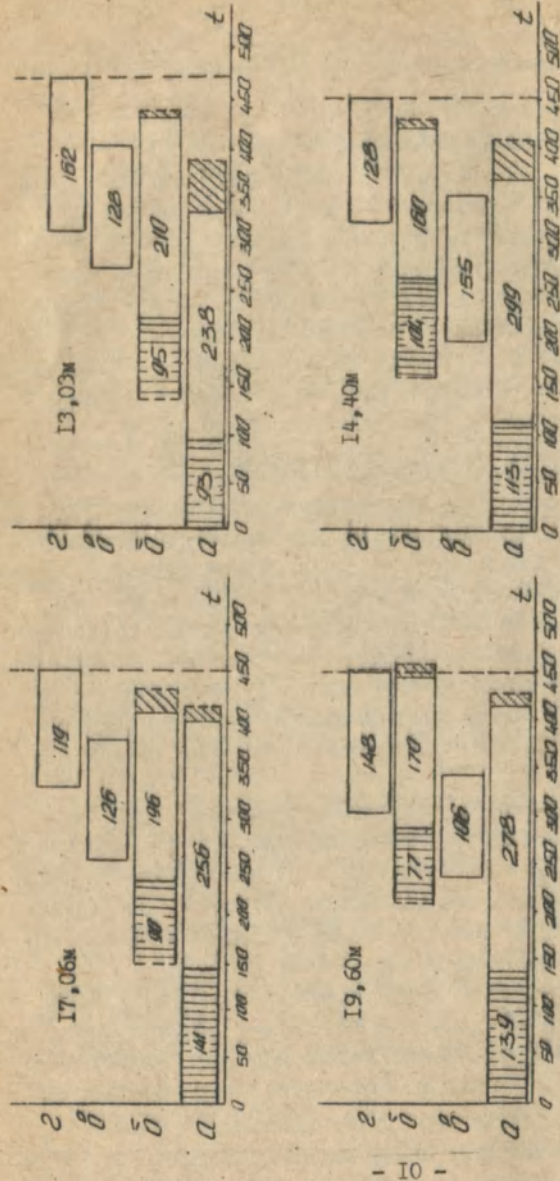


Рис. 1. Длительность работ, последовательность включения и выключения основных звеньев тела у толкателей раз-
ной квалификации в начальном усм...
Стрелки вверх — момент постановки правой ноги на опору
и момент вылета яд.з.а — правая нога, б — левая нога,
в — таз, г — опора рука.
□ — время активной работы звена,
▨ — время от постановки до начала разгибания ноги,
▧ — время от максимального разгибания ноги до ее
отрыва от опоры.

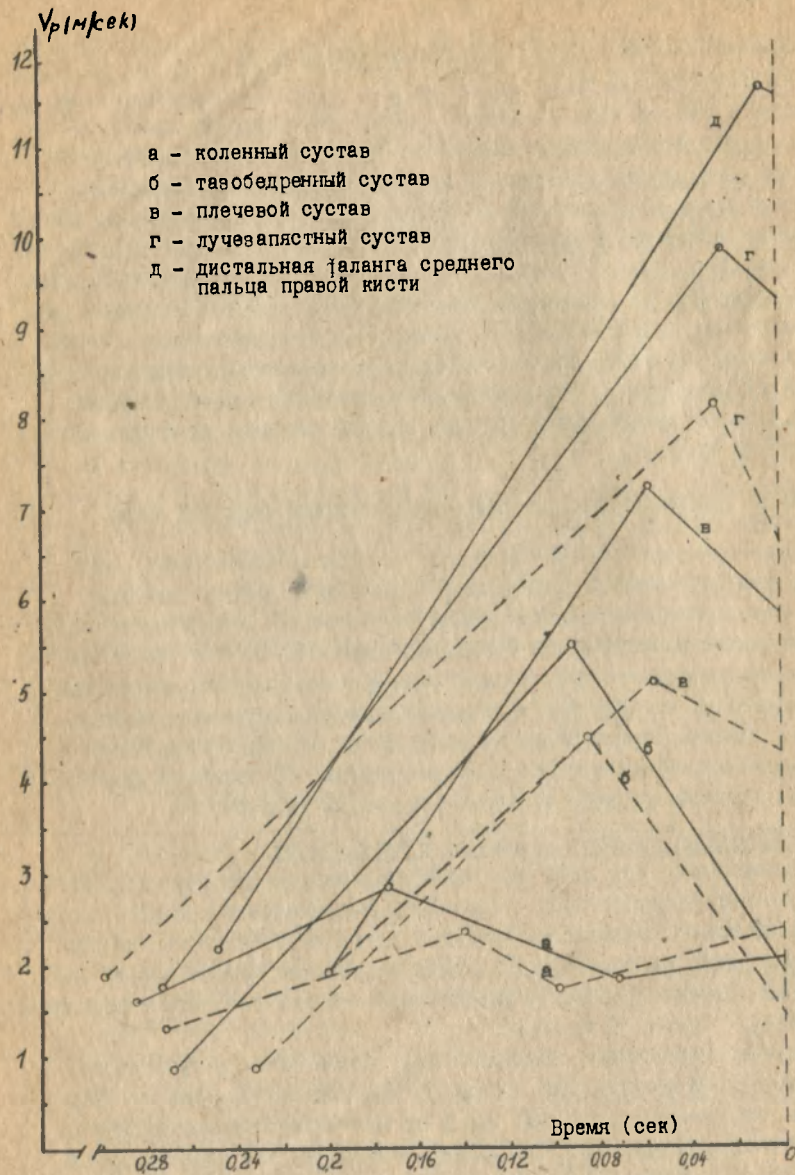


Рис.2. Графики результирующих скоростей суставов, составленные по средним данным толкателей разной квалификации.
 — спортсмены высокой квалификации,
 - - - спортсмены низкой квалификации.

за, о чем писал *Christmann* (1937).

Динамика скорости звеньев тела при толкании ядра

Стереофотоциклограмметрические исследования скоростей перемещения суставов тела толкателей разной квалификации позволили установить, что с ростом мастерства вырабатывается определенная последовательность ускорения и торможения звеньев в финальной части толчка: 1) повышается результирующая скорость в начале финального ускорения звеньев (рис.3.), 2) увеличивается результирующая скорость каждого вышерасположенного звена в сравнении с нижерасположенным, 3) повышаются абсолютные максимальные значения результирующих скоростей всех звеньев, 4) последовательность торможения скорости перемещения звеньев тела аналогична последовательности их ускорения – первым замедляет скорость правый коленный сустав, потом правый тазобедренный, правый плечевой и правый лучезапястный суставы.

Глава IV. Динамическая характеристика техники толкания ядра.

Для выяснения особенностей взаимодействия толкателей разной квалификации с опорой в стартовой и финальной частях движения, были проанализированы динамограммы вертикальной и горизонтальной составляющих опорных реакций. Следует отметить, что по числу, последовательности и сравнительным размерам экстремумов, динамограммы толкателей высокой и низкой квалификации практически не отличаются. Однако, существенно отличается: 1) характер нарастания и спада усилий, 2) абсолютные значения усилий, 3) характер изменения направления усилий, 4) время приложения усилий.

Взаимодействие толкателя с опорой в фазе старта

Установлено, что лишь три характеристики закономерно изменяются с ростом мастерства. Это – максимумы вертикальной и горизонтальной продольной составляющих усилий и время от момента достижения максимального горизонтального усилия до момента отрыва правой ноги от опоры (начало скачка). Коэффициенты корреляции соответственно, $r = 0,389$, $r = 0,389$ и $r = -0,489$.

Наличие достоверной корреляционной связи между результатом и вышеуказанными параметрами позволяет заключить, что, как от абсолютных значений этих усилий, так и от правильного распределения максимумов этих усилий относительно момента отрыва ноги от опоры, зависит успех толчка. Относительно позднее наступление максимальных

значений усилий реакции опоры происходит за счет: во-первых, плавного замаха и приседания на правой ноге без резкого торможения, во-вторых, последовательной работы правой и левой ноги.

Взаимодействие правой ноги с опорой в финальной части движения

Динамограммам вертикальной составляющей силы реакции опоры правой ноги характерна двухпиковая форма, с резким нарастанием и плавным снижением усилий по мере приближения к моменту вылета ядра. Между максимумами усилий имеется выраженное снижение величины усилия (минимум усилия), возникающее в результате резкого сгибания в правом коленном и тазобедренном суставах после активной постановки правой ноги на опору.

Наибольшую взаимосвязь между результатом и показателями динамограммы имеет усилие в момент минимума ($r=0,357$), в то время, как корреляции между результатом и усилием в моменты первого ($r=0,048$) и второго максимума ($r=0,208$) ниже границы значимости. При сравнительном анализе этих показателей у групп толкателей разной квалификации, были получены существенные различия только у усилий в момент минимума ($p<0,01$) и второго максимума ($p<0,01$). Характер нарастания усилий после постановки ноги на опору, повидимому, более информативен, чем само усилие в момент максимума.

Таблица 2.

Динамические характеристики реакции опоры ног в финальном усилии у толкателей разной квалификации (в килограммах)

		Усилие в момент	1 группа		2 группа		P
			\bar{x}	С	\bar{x}	С	
ПРАВАЯ НОГА	Вертикальн. сос гавл.	Первого максимума	282,9	54,2	266,9	63,2	>0,1
		Второго максимума	199,5	38,9	181,9	32,3	<0,1
		Минимума между первым и вторым максимумами	161,0	34,6	131,3	36,3	<0,01
		Начала разгибания ноги	176,2	31,0	156,7	34,6	<0,05
ПРАВАЯ НОГА	Продольн. сос гавл.	Первого максимума	39,7	13,0	46,6	11,7	<0,05
		Второго максимума	44,8	9,2	33,6	7,3	<0,01
		Третьего максимума	16,7	7,3	11,6	6,0	<0,01
		Начала разгибания ноги	31,9	13,2	23,4	10,4	<0,01
ЛЕВАЯ НОГА	Вертик. сос гавл.	Первого максимума	75,3	40,6	71,4	33,2	>0,1
		Второго максимума	151,4	21,5	136,7	28,9	<0,05
		Минимума между первым и вторым максимумами	48,0	25,4	51,0	28,6	>0,1
		Начала разгибания ноги	37,2	16,6	29,5	16,1	<0,1
ЛЕВАЯ НОГА	Продольн. сос гавл.	Первого максимума	59,0	10,3	51,7	11,0	<0,1
		Второго максимума	2,5	12,9	47,1	14,0	<0,01
		Начала разгибания ноги					

Горизонтальная продольная составляющая опорной реакции правой ноги характеризуется тремя динамическими волнами: отрицательное (стопорящее усилие), положительное усилие и еще раз отрицательное усилие. Продольное горизонтальное усилие является положительным, когда оно направлено в сторону, противоположную толканию (ускоряет систему метатель-снаряд в сторону толкания) и отрицательным, когда направлено в сторону толкания и тормозит скорость перемещения системы. Величины положительных и отрицательных усилий, характер нарастания и спада этих усилий значительно меняется с ростом спортивного мастерства.

Незначительное по величине стопорящее усилие, быстрое изменение направления этого усилия к положительному и более раннее достижение максимума положительных усилий является отличительной особенностью техники сильнейших спортсменов. Все эти показатели имеют высокую степень различия у групп спортсменов различного класса ($p < 0,01$) и достоверно коррелируют с результатом (соответственно $r = -0,587$, $r = -0,368$, $r = -0,277$), т.е., чем меньше величина стопорящего усилия, тем быстрее отрицательное усилие сменит положительное и чем быстрее положительное усилие достигнет своего максимума, тем больше условий для показания высокого результата.

Выявлена статистически значимая отрицательная корреляционная зависимость между максимальным отрицательным и положительным усилием ($r = -0,498$) - увеличение стопорящих усилий в момент приземления ведет к снижению положительных усилий.

За 70 - 80 миллисекунд до отрыва правой ноги от опоры горизонтальное продольное усилие еще раз меняет направление и опять становится отрицательным. Выявлена положительная корреляционная связь между величиной этого усилия и результатом ($r = 0,407$ у группы сильнейших и $r = 0,430$ у группы слабых спортсменов). Очевидно, существует определенный оптимум отрицательных усилий в конце толчка, когда усилия ниже или выше оптимального значения ухудшает, а в пределах этого оптимума способствует увеличению результата.

Выделены три группы динамограмм горизонтальной поперечной составляющей силы опорной реакции правой ноги. Большинству сильнейших спортсменов характерны динамограммы с тремя максимумами усилий. Отмечено достоверное увеличение усилий в моменты второго и третьего максимумов с ростом мастерства ($p < 0,05$).

Взаимодействие левой ноги с опорой в финальной части движения

Динамограммы вертикальной составляющей усилий левой ноги на опору имеют двухпиковую форму со снижением усилия между максимумами. Характерно превышение максимума второго пика над аналогичной точкой первого пика.

Установлены некоторые закономерные изменения усилий левой ноги на опору с ростом спортивной квалификации:

1. Спортсмены высокого класса активно, жестко ставят ногу на опору. Об этом свидетельствуют два факта. Первый – достоверно уменьшается ($p < 0,05$) время достижения первого максимума усилий ($r = -0,408$). Второй – корреляционная зависимость между результатом и величиной усилия в момент первого максимума становится более тесной ($r = 0,247$ у группы слабых и $r = 0,519$ у группы сильнейших спортсменов). Данный вывод справедлив лишь при условии, если толкатель при этом незначительно снизит усилие в момент минимума между первым и вторым максимумами и достигнет больших значений усилий в момент второго максимума.

2. Величина усилия в момент второго максимума два раза больше усилия в момент первого максимума. Однако, корреляция между обсуждаемой величиной и результатом ниже границы значимости ($r = 0,148$). Можно полагать, что более важным, чем достижение определенной величины вертикальной составляющей силы опорной реакции левой ноги, является правильное распределение по времени акцентов усилия. Во-первых, отмечено уменьшение вертикальных усилий левой ноги в момент максимальных положительных усилий, создаваемых правой ногой. Корреляционная зависимость при этом изменяется с положительной на отрицательную ($r = 0,421$ у толкателей низкой квалификации и $r = -0,370$ у спортсменов сильнейшей группы); Во-вторых, происходит достоверное ($p < 0,05$) уменьшение интервалов времени между моментами постановки левой ноги и достижения максимума усилия ($r = -0,391$), максимума усилия и вылета ядра ($r = -0,378$). Продольная горизонтальная составляющая силы реакции опоры левой ноги направлена в сторону толкания и является силой, тормозящей продвижение системы метатель-снаряд.

Выявлены положительные статистически значимые корреляционные зависимости между спортивным результатом и величиной этого усилия почти во всех рассмотренных моментах движения, с тенденцией увеличения этой связи с ростом мастерства.

По мере роста спортивного мастерства происходит достоверное

уменьшение поперечной горизонтальной составляющей силы опорной реакции левой ноги при относительно мало изменяющейся временной структуре усилий. Основные изменения наблюдаются в первый и второй моменты максимума поперечных усилий, второго максимума вертикальных усилий правой и левой ноги и в момент включения толкающей руки.

Электромиографическое исследование активности мышц при толкании ядра

В настоящем исследовании была проанализирована длительность и характер распределения электрической активности шести мышечных групп правой ноги и правой (толкающей) руки: лучевого сгибателя кисти и длинной головки трехглавой мышцы плеча, как мышцы, непосредственно участвующих в выталкивании ядра; четырехглавой (прямая головка) и икроножной (медиальная головка), как мышц, принимающих участие в разгибании суставов ноги. Для контроля за характером движения была зарегистрирована электрическая активность антагонистов: двуглавой мышцы бедра и передней большеберцовой мышцы голени.

Установлено, что с ростом мастерства меняется рисунок электрической активности мышц. Происходит укорочение отдельных залпов активности, удлиняются паузы неактивного состояния мышц. В особенности это касается передней большеберцовой мышцы, лучевого сгибателя кисти и трехглавой мышцы плеча.

Корреляционный анализ показал, что связь между спортивным результатом и показателями электроактивности мышц толкающей руки в финальной части движения отрицательная (соответственно $r = -0,191$ и $r = -0,260$ у лучевого сгибателя кисти и трехглавой мышцы плеча), т.е. преждевременная активность мышц руки отрицательно влияет на результат.

Выявлена достоверная положительная корреляционная связь ($r = 0,517$) между результатом и длительностью работы двуглавой мышцы бедра в финальном усилии. При этом отмечено сложное перераспределение функций между мышцами передней и задней поверхности бедра. В отличие от других спортивных движений, в которых наибольшая активность четырехглавой мышцы наблюдалась в момент начала разгибания коленного сустава (у штангистов - Лукашев (1971), прыжке баскетболистов - Голомазов (1974), в толкании ядра электрическая активность этой мышцы уменьшается или исчезает совсем. К этому моменту максимум активности достигает ее антагонист - двуглавая мышца бедра, т.е. функцию разгибания

ноги на себя берут мышцы задней поверхности бедра, а мышцы передней поверхности выполняют только роль корректора или фиксатора движения. Следовательно, в подготовке толкателей ядра необходимо включать упражнения, укрепляющие мышцы задней поверхности бедра.

Передняя большеберцовая мышца и икроножная мышца в толкании ядра работают как мышцы антагонисты, когда активности одной соответствует неактивность другой. Исключением является лишь фаза подготовки правой ноги к разгибанию, где совместная активность этих мышц обеспечивает большую жесткость голеностопного сустава при соударении ноги с опорой.

Глава V. Модельные характеристики толкания ядра спортсменов высокого класса.

В настоящей главе подведены итоги исследования и определены дискриминативные признаки эффективности техники, описаны изменения биомеханических характеристик движения с ростом мастерства, а также дан количественный прогноз модельных характеристик техники и физической подготовленности спортсменов, необходимых при достижении результатов, превышающих рекорд мира.

Корреляционный анализ более 200 временных, пространственных и пространственно-временных характеристик толчка показал, что лишь 24 характеристики у группы сильнейших спортсменов и 19 у группы толкателей низкой квалификации имеют существенную связь с результатом. Дополнительный анализ 48 признаков техники, обратанных на основе результатов предыдущих глав, выявил 14 признаков, имеющих достоверную связь с результатом и статистически существенные различия у групп спортсменов разной квалификации (таблица 3). При этом 11 признаков отличаются с 99% вероятностью. Восемь из четырнадцати признаков имеют существенную корреляционную связь с результатом при $p = 0,01$. По информативности эти признаки расположились в следующем порядке: 6., 3., 13., 7., 1., 12., 9., 10.

При обработке выделенных восьми признаков техники методом множественного регрессионного анализа, было получено уравнение регрессии следующего вида

$$\bar{y} \text{ (результат)} = 2,705 + 0,13x_{(9)} - 0,030x_{(10)} + 0,013x_{(12)}$$

$$R = 0,8056; \bar{r} = 28,18; S_{\text{о.см.}}^2 = 0,375; \text{средняя ошибка прогноза } 1,33 \text{ м}$$

Таблица 3.

Дискриминативные признаки эффективности техники толкания ядра

№ п/п	ОБЪЯСНЕНИЕ	Х		Б		Х		Б		Коеф-ци-ент кор-реляции	Р<
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1.	Угол в тазобедренном суставе в момент максимального разгибания, град.	184,8	6,5	179,3	6,2	0,365	0,01				
2.	Длительность скачка, мс	135,0	24,6	151,4	21,2	-0,278	0,01				
3.	Длительность финального усилия, мс	392,6	46,9	435,1	46,8	-0,447	0,01				
4.	Длительность подфазы амортизации в коленном суставе правой ноги, мс	90,4	23,3	108,4	24,3	-0,346	0,01				
5.	Длительность подфазы фиксированного положения коленного сустава	44,0	33,9	24,1	20,7	0,336	0,05				
6.	Длительность действия стопорящих усилий после постановки правой ноги на опору, мс	61,5	17,8	78,9	21,3	-0,428	0,01				
7.	Продольная горизонтальная составляющая опорной реакции правой ноги в момент второго максимума, кг	44,8	9,2	33,6	7,3	0,447	0,01				
8.	Продольная горизонтальная составляющая опорной реакции правой ноги в момент третьего максимума, кг	16,7	7,3	11,6	6,0	0,325	0,01				
9.	Средняя угловая скорость разгибания локтевого сустава, град/с	839,7	82,8	700,6	61,4	0,411	0,01				
10.	Длительность безспорного разгона, мс	8,5	10,4	28,6	19,0	-0,553	0,01				
11.	Вертикальная составляющая опорной реакции правой ноги в момент минимума между первым и вторым максимумами, кг	161,0	31,6	131,3	36,3	0,357	0,01				
12.	Вертикальная составляющая опорной реакции правой ноги в фазе старта в момент максимума, кг	230,1	27,6	197,7	28,1	0,376	0,1				
13.	Продольная горизонтальная составляющая опорной реакции правой ноги в фазе старта в момент максимума, кг	66,0	24,5	52,4	15,9	0,389	0,01				
14.	Продольная горизонтальная составляющая опорной реакции правой ноги в фазе старта в момент максимума отрицательных усилий, кг	12,4	5,5	8,7	5,2	0,337	0,05				

Рассмотрение уравнения в стандартизированном масштабе

$$y \text{ (результат)} = 0,01x_{(9)} + 0,0092x_{(10)} + 0,0092x_{(12)}$$

позволило заключить, что вклад каждого признака (члена уравнения регрессии) в результат практически равен. Отрицательное влияние на результат выталкивания ядра в безопорном положении объясняется уменьшением времени воздействия на снаряд в биомеханически выгодных условиях при сохранении контакта с опорой.

В спортивной педагогике часто необходимо предсказать возможный потенциальный результат, зная текущее состояние физической и технической подготовленности спортсмена или наоборот, наделив спортсмена на определенный результат, необходимо прогнозировать уровень этой подготовленности. Иными словами, необходимо представить модель спортсмена будущего, определить количественные характеристики перспективной модели его спортивно-технического мастерства.

В работе представлены средние групповые величины основных временных, угловых и силовых данных спортсменов высокой квалификации и сделана попытка на основе этих данных дать прогноз величин характеристик, необходимых для достижения результатов на уровне рекорда мира и дальше (см. таблицы 4, 5, 6).

Таблица 4.

Модельные характеристики временных показателей опорных фаз финального усилия (в миллисекундах)

№ п/п	Длительность фазы/подфазы/	Среднее значение 50 толкателей/Х/	σ	22 м	23 м
1.	Первого одноопорного разгона	106,6	45,4	97,9	95,0
2.	Двухопорного разгона	250,4	46,1	247,6	241,3
3.	Второго одноопорного разгона	44,4	43,1	58,7	60,6
4.	Безопорного разгона	-18,5	18,5	+15,8	+20,3 *
5.	Финального усилия	415,5	51,4	337,3	326,8

*/ знак (-) потеря контакта с опорой до момента вылета ядра

знак (+) потеря контакта с опорой после вылета ядра

Анализ модельных характеристик временных показателей опорных фаз финального усилия позволил заключить, что с повышением спортивного результата сокращается длительность финального усилия при уменьшении длительности фаз первого одноопорного и двухопорного разгонов. Однако, отмечено увеличение доли двухопорного разгона в общем времени финального разгона. У толкателей сильнейшей группы время двухопорного разгона составляет 61,2%, а у толкателей низкой квалификации 58,1% всего времени финального усилия. При выталкивании ядра находясь в контакте с опорой, что будет отличать технику спортсменов наивысшего класса, произойдет некоторое увеличение длительности фазы второго одноопорного разгона.

Таблица 5.

Модельные характеристики углов в суставах у толкателей высокой квалификации (в градусах)

Сустав	Момент движения	среднее значение			
		50 толкателей/х/	б	22 м	23 м
Колено-пояс-ногий сустав	Первая группировка	108,6	12,3	99,0	98,7
	Отрыв ноги от опоры	160,6	10,5	162,2	163,5
	Постановка ноги на опору	99,0	10,9	102,9	103,4
	Начало разгибания ноги	100,2	9,8	98,6	98,3
	Отрыв ноги от опоры в фазе выталкивания	160,9	8,2	161,0	161,2
Колено-левый сустав	Максимальное сгибание перед началом маха	77,6	10,8	92,2	94,3
	Максимальное разгибание в махе	130,8	16,3	147,6	149,5
	Постановка на опору	120,0	15,9	108,2	106,4
	Начало разгибания ноги	104,9	14,0	101,1	100,5
	Максимальное разгибание в фазе выталкивания	173,2	9,5	176,3	176,7
Правый тазобедренный сустав	Первая группировка	109,7	20,8	75,7	69,4
	Постановка правой ноги после скачка	115,9	20,5	116,5	116,7
	Начало финального разгибания	105,5	17,5	106,0	106,1
	Максимальное разгибание в фазе выталкивания	181,8	6,9	190,1	191,2

Анализ модельных характеристик углов в суставах показывает, что технику будущих рекорсменов будет отличать низкое расположение тела и ядра над опорой перед началом скачка и возможно более полное разгибание суставов в момент выпуска снаряда. На это указывает уменьшение угла в коленном суставе правой ноги и в правом тазобедренном суставе в момент первой группировки и приближение угла в коленном суставе левой ноги и в тазобедренном суставе к максимально возможному в конце толчка.

Таблица 6.
Модельные характеристики опорных реакций у толкателей высокой квалификации (в килограммах)

№ п/п	Усилие в момент	Среднее значение 50 толкателей/Х/	б	22 м		23 м	
				22 м	23 м	22 м	23 м
Правая нога	1. Максимум I _{в.}	209,4	35,1	254,0	260,0		
	2. Максимум I _{пр.}	62,5	25,8	95,3	99,7		
	3. Первого максимума 2 _{в.}	266,9	63,2	253,4	252,0		
	4. Второго максимума 2 _{в.}	199,5	38,9	210,2	212,2		
	5. Первого максимума 2 _{пр.}	43,7	14,5	36,1	35,0		
	6. Второго максимума 2 _{пр.}	39,6	10,1	54,9	57,0		
	7. Третьего максимума 2 _{пр.}	11,6	6,0	34,6	37,0		
Левая нога	1. Первого максимума 3 _{в.}	74,2	36,8	101,8	105,5		
	2. Второго максимума 3 _{в.}	140,8	39,3	160,2	162,8		
	3. Первого максимума 3 _{пр.}	37,2	16,6	80,3	88,3		
	4. Второго максимума 3 _{пр.}	58,9	12,3	86,4	91,5		

1, 2, 3 - первая, вторая, третья тензоплатформа;
в., пр. - вертикальная и горизонтальная продольная составляющие опорной реакции.

Выявленные модельные характеристики опорных реакций выше средних значений группы спортсменов. Только два показателя, связанных с постановкой правой ноги на опору после скачка (усилие в момент первого максимума вертикальной и первого максимума продольной горизонтальной составляющих силы опорной реакции правой ноги) уменьшается с ростом результата.

ВЫВОДЫ

Основные результаты работы сводятся к следующему:

1. В исследовании определены более 200 биомеханических характеристик техники толкания ядра спортсменами разного класса, установлена их взаимосвязь со спортивным результатом и между собой, определены средние значения этих характеристик и их вариация.

2. Выявлены дискриминативные признаки эффективности техники толкания ядра, позволяющие объективно различать технику спортсменов высокого и низкого класса.

3. Определены модельные характеристики техники толкания ядра, дающие возможность прогнозировать необходимый уровень физической и технической подготовленности спортсменов.

В работе получены также следующие частные результаты:

1. С ростом мастерства происходит значительные изменения в угловой кинематике:

а) уменьшается угол в коленном суставе правой ноги в момент группировки;

б) достоверно увеличивается угол в правом коленном суставе в момент отрыва ноги от опоры и в левом коленном суставе в момент максимального разгибания в конце толчка;

в) у толкателей высокой квалификации отмечено незначительное по величине и плавное по характеру изменение угла в начальных фазах толчка и значительная угловая скорость разгибания в финальном усилии. Достижение максимального результата возможно при оптимальном сочетании разгибательных и поворотных движений таза. Толкателям высокого класса характерна разгибательно-поворотная последовательность движений таза, у толкателей низкого класса одинаково часто встречается как разгибательно-поворотная, так и поворотно-разгибательная последовательность движений таза;

г) угол в локтевом суставе толкающей руки в момент вылета ядра достоверно увеличивается и у сильнейших спортсменов приближается к 180° ;

д) момент начала разгибания левой ноги в финальном усилии совпадает с моментом начала разгибания толкающей руки, а момент максимального разгибания с моментом вылета ядра.

2. Выявлены два варианта последовательности включения основных звеньев тела в работу: первый - коленный сустав правой ноги - правый тазобедренный сустав - коленный сустав левой ноги - локтевой сустав толкающей руки; второй - коленный сустав правой ноги -

коленный сустав левой ноги - правый тазобедренный сустав - локтевой сустав.

3. С ростом мастерства вырабатывается определенная последовательность ускорения и торможения звеньев тела в финальной части толчка. Отмечена четкая последовательность достижения максимальных результирующих скоростей перемещения звеньев снизу-вверх, с некоторым сближением по времени моментов максимумов скоростей верхних звеньев. Последовательность торможения скорости перемещения звеньев аналогична последовательности их ускорения - первым замедляет скорость коленный сустав правой ноги, потом правый тазобедренный, правый плечевой и правый лучезапястный суставы. Скорость вылета ядра у толкателей высокой квалификации в результате работы кисти увеличивается в среднем на $1,98 \pm 0,63$ м/с.

4. Установлено достоверное уменьшение длительности фаз финального усилия и безопорного разгона с ростом квалификации спортсменов. Длительность фаз двухопорного и одноопорного разгонов меняется незначительно.

5. Отмечено значительное превосходство сильнейших толкателей в силовых показателях (максимальной изометрической и динамической силы и градиента силы) мышц разгибателей ног и толкающей руки. Но не один какой-либо из силовых показателей, а высокий уровень всех этих показателей дает преимущество одному толкателю перед другим.

6. С повышением квалификации происходят значительные изменения в динамике опорных реакций:

а) достоверно увеличивается горизонтальная продольная составляющая опорной реакции правой ноги в фазе старта;

б) достоверно уменьшается отрицательное и увеличивается положительное усилие, проявляемое правой ногой в финальной части движения (соответственно первый и второй максимумы продольной горизонтальной составляющей опорной реакции правой ноги);

в) для сильнейших спортсменов характерна активная постановка левой ноги и резкое увеличение усилий левой ноги на опору. Отрицательный импульс, создаваемый левой ногой, по величине больше положительного импульса, создаваемого правой ногой;

г) правая нога ускоряющие действия практически заканчивает к моменту начала разгибания левой ноги, т.е. к началу активных тормозящих усилий левой ноги. Устанавливать оптимальную длительность фазы переката необходимо исходя из взаимоотношений положительных и отрицательных усилий, создаваемых правой и левой ногами. Чрезмер-

ное сокращение длительности фазы переката отрицательно влияет на результат.

7. Электромиографические исследования работы мышц правой ноги и правой руки позволили установить:

а) медиальная головка икроножной мышцы и передняя большеберцовая мышца в толкании ядра работают как мышцы-антагонисты. Исключением является фаза подготовки правой ноги к выпрямлению, где совместная активность этих мышц обеспечивает большую жесткость голеностопного сустава;

б) функцию разгибания коленного сустава правой ноги в финальном усилии на себя берут мышцы задней поверхности бедра. Четырехглавая мышца бедра при этом выполняет роль фиксатора или корректора движения;

в) выявлена определенная последовательность появления электрической активности в мышцах правой руки. Сначала появляется активность в лучевом сгибателе кисти, потом в длинной головке трехглавой мышцы плеча. Максимальная электрическая активность трицепса наблюдается незадолго до начала разгибания локтевого сустава и в момент вылета ядра.

8. Уравнения регрессии и данные о физической подготовленности сильнейших спортсменов позволяют предсказать возможный потенциальный спортивный результат, зная текущее техническое и физическое состояние спортсмена, или наоборот, нацеливая спортсмена на определенный результат, прогнозировать уровень этой подготовки.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ПРАКТИКУ

1. Используемая в работе комплексная методика, позволяющая регистрировать кинематические, динамические и электрофизиологические показатели движения, показала свою высокую информативность и может быть рекомендована для дальнейшего применения в целях контроля за техникой толкания ядра.

2. Выявленные дискриминативные признаки техники толкания ядра могут быть использованы в качестве критериев эффективности мастерства, в качестве контрольных показателей при оценке качества выполнения технического элемента, используя средние значения и стандартные отклонения показателей, зарегистрированных у группы спортсменов высокой квалификации.

3. Важной задачей спортивной педагогики является определение модельных характеристик, соответствующих определенному этапу физи-

ческой и технической подготовленности спортсмена и установление путей совершенствования спортивной техники. Для решения этой задачи рекомендуется использовать представленные в работе данные о характере изменения наиболее часто на практике используемых признаков техники.

4. Приведенные в работе модельные характеристики основных временных, пространственных и силовых показателей и соответствующие уравнения регрессии рекомендуется использовать как для предсказания возможного спортивного результата по известным показателям технической и физической подготовленности, так и для прогнозирования уровня подготовленности, необходимого для достижения запланированного спортивного результата.

5. Показателями, наиболее коррелирующими с результатом в толкании ядра, являются скорость (время) финального движения толкающей руки и время безопорного разгона ядра в конце толчка. Оба эти признака относительно легко регистрируемы и могут быть использованы для текущего контроля за состоянием техники.

6. Представленная в работе описательная и количественная характеристика техники толкания ядра и ее разновидностей может использоваться тренерами и спортсменами как основа для выбора индивидуально-оптимальных вариантов техники для определенных толкателей ядра.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Электромиографическое исследование техники толкания ядра. Сб. "Материалы Всесоюзной научно-технической конференции по проблеме "Техническое мастерство квалифицированных спортсменов", М., 1973, 72-73 (в соавторстве).
2. Биомеханика толкания ядра. Сб. "Материалы I Всесоюзной научной конференции по биомеханике", Киев, 1974, с. 119 (в соавторстве).
3. Кластер анализ на факторах. Сб. "Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте", М., 1975, с. 44, (в соавт.).
4. Применение электронного коммутатора ламп-вспышек в стереофотоциклосъемке с использованием механического обтюратора. Сб. "Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте", М., 1975, с. 45, (в соавт.).

5. Устройство для определения скручивания оси плеч относительно оси таза.

Сб. "Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте", М., 1975, с.45, (в соавт.).

6. Биомеханический анализ техники толкания ядра.

Сб. Тезисы докладов II Всесоюзной конференции "Проблемы биомеханики спорта", Киев, 1976, с.49-50, (в соавторстве).