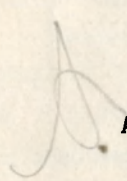


5107
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

Анатолий Александрович МАЛМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАТИВНОСТИ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКИ
(на примере толкания ядра)

Специальность

ИЗ0004 - 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

Москва - 1977 г.

Работа выполнена в Государственном Центральном
ордена Ленина институте физической культуры

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

Официальные оппоненты:

Доктор педагогических наук, профессор И.П.Ратов.

Кандидат педагогических наук, доцент В.А.Запорожанов.

Ведущее высшее учебное заведение - ГДОИФК им.

П.Ф.Лесгафта.

Защита состоится " 7 " IV 1978 г. ^{13⁰⁰}

на заседании специализированного Совета К 046.01.01
Государственного Центрального ордена Ленина института

физической культуры (Сиреневый бульвар, 4).
Заседание состоится в библиотеке института.

III 1978 г.

а,
[Handwritten signature]

Ю.Н.Примаков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы вариативности движений, с научно - теоретической точки зрения, сформулированная еще Н.А.Бернштейном (1924), состоит в том, что вариативность отражает механизмы управления двигательными действиями человека, недоступные пока прямому измерению.

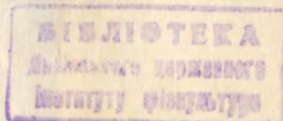
Очевидно практическое значение рассматриваемого вопроса, поскольку проблема вариативности тесным образом связана с одним из важнейших вопросов спортивной практики - надежностью (стабильностью) спортивных достижений. Известно, например, что даже спортсменам высокой квалификации редко удается реализовать на соревнованиях все попытки на том уровне возможностей, которыми они реально располагают.

Изучение вариативности движений тесным образом связано с исследованием индивидуальных и групповых особенностей спортивной техники, знание которых является необходимым условием повышения эффективности управления тренировочным процессом. Существенная роль в этом направлении принадлежит разработке и созданию "модельных характеристик" сильнейших спортсменов (В.В.Кузнецов и А.А.Новиков, 1975; А.А.Новиков, В.В.Кузнецов и др., 1976).

Выявление индивидуальных и групповых модельных характеристик техники спортсменов как одна из составных частей этой большой проблемы, а также определение допустимых пределов вариативности этих характеристик, является в настоящее время весьма актуальным.

Рабочая гипотеза заключалась в том, что, во-первых, техни-

7377



ка толкания ядра и ее вариативность зависит от индивидуальных и групповых особенностей спортсменов, во-вторых, как техника, так и ее вариативность подвержены закономерным изменениям под влиянием различных факторов (изменение в одном тренировочном занятии, в разные периоды спортивной тренировки и т.д.), в-третьих, в том, что разработанная комплексная методика является той основой, с помощью которой могут быть выявлены отмеченные выше различия, и наконец, в-четвертых, что изучение вариативности техники может явится основой для построения модельных характеристик техники у спортсменов высокой квалификации.

Цель работы состоит в изучении индивидуальных и групповых особенностей техники толкания ядра и ее вариативности у спортсменов разной квалификации.

В работе были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать особенности внутрииндивидуальной вариативности техники толкания ядра у спортсменов разной квалификации.
2. Исследовать изменения техники толкания ядра и ее вариативности в разные периоды спортивной тренировки.
3. Исследовать особенности межиндивидуальной вариативности техники толкания ядра у спортсменов разной квалификации.
4. На основе изучения внутри- и межиндивидуальной вариативности техники разработать методику составления индивидуальных и групповых модельных характеристик техники толкания ядра; провести их сопоставление и анализ.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования: 1) анализ литературных источников; 2) динамическое наблюдение за изменением техники в условиях

одного тренировочного занятия и в разные периоды спортивной тренировки;3) массовое биомеханическое тестирование;4) методы математической статистики.

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к изучению внутри- и межиндивидуальной вариативности техники толкания ядра. Использование комплексной методики позволило вскрыть особенности вариативности временных, угловых и силовых показателей (около 150 показателей), выделенных по кинематическим, динамическим и электрофизиологическим характеристикам движения. Получены данные о влиянии тех или иных показателей движения на спортивный результат как в рамках одного тренировочного занятия у спортсменов разной квалификации, так и в процессе роста спортивного мастерства (анализ корреляционных зависимостей на группе спортсменов разной квалификации - 50 человек).

Разработана методика составления индивидуальных и групповых модельных характеристик техники толкания ядра и определены допустимые пределы их вариативности. Проведен анализ изменений техники и ее вариативности в разные периоды спортивной тренировки.

Практическая ценность работы определяется возможностью использования предлагаемого подхода к исследованию индивидуальных и групповых особенностей техники и ее вариативности, составлению модельных характеристик техники в других видах спорта.

В диссертационной работе поставлена и решена задача определения модельных характеристик техники толкания ядра и допустимых пределов их вариативности. Осуществлен количественный

прогноз групповых модельных характеристик на высокий спортивный результат (20,21,22 метра). Полученные результаты внедрены в практику подготовки сборной команды ДСО профсоюзов по легкоатлетическим метаниям.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 172 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков и 38 таблиц, состоит из введения, пяти глав, списка литературы, приложения и актов внедрения результатов исследования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности выбранной темы, ее научной новизны и практической значимости.

В литературном обзоре рассматривается состояние вопроса, связанного с изучением вариативности двигательных действий человека. Результаты анализа экспериментальных исследований, выполненных в этом направлении свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения обсуждаемой проблемы. В частности, до настоящего времени нет единого взгляда на виды вариативности, недостаточно изучена вариативность ациклических движений, недостаточно изучена вариативность движений с позиции индивидуальных и групповых особенностей техники и т.д.

Во второй главе диссертации описывается созданная автором (совместно с Я.Е.Ланкой) комплексная инструментальная методика, которая позволяет регистрировать следующие характеристики движений спортсмена: 1) вертикальные и продольные горизонтальные составляющие усилий, развиваемые спортсменом при взаимодействии с опорой; 2) угловые изменения в четырех суставах; 3) электрическую активность шести мышечных групп; 4) скорости основных сегментов тела спортсмена. В результате анали-

за полученных данных было выделено около 150 различных показателей, которые в дальнейшем подвергались статистической обработке.

Для решения поставленных задач проведены три экспериментальных исследования, их результаты описаны в последующих главах.

Первый эксперимент связан с изучением индивидуальных особенностей техники толкания ядра и ее внутрииндивидуальной вариативности. В нем участвовали четыре спортсмена разной квалификации: мастер спорта международного класса, мастер спорта СССР, спортсмены первого и второго разряда. Каждый атлет выполнял по 40 попыток в толкании ядра с разгона, в процессе которых регистрировались все перечисленные характеристики движения.

Второй эксперимент носил поисковый характер. В нем проводится сравнительный анализ техники толкания ядра и ее внутрииндивидуальной вариативности в разные периоды спортивной тренировки. В каждом из обследований выполнялось по 40 попыток в толкании ядра с разгона. Методика проведения обследований была аналогична описанной в первом эксперименте.

Третий эксперимент, проведенный совместно с Я.Е.Ланкой, направлен на изучение групповых особенностей техники толкания ядра и ее межиндивидуальной вариативности. В нем участвовали 50 спортсменов разной квалификации, которые выполняли по три попытки с установкой показать по возможности максимальный результат, на который они в настоящий момент способны. В обработку бралась попытка с лучшим результатом.

Анализ закономерностей техники толкания ядра и ее вариативности проводился в соответствии с делением продолжитель-

ности выполнения этого упражнения на три фазы:

1. Фаза одноопорного разгона - время от начала разгибания правой ноги в коленном суставе (первая группировка) до отрыва этой ноги от опоры.
2. Безопорная фаза (скачок) - время от отрыва правой ноги от опоры до ее постановки на опору.
3. Фаза финального разгона - время от постановки правой ноги на опору до момента вылета ядра.

Таблица I

Характеристика испытуемых третьего эксперимента.

Количество испытуемых (чел.)	Спортивный результат				Вес		Рост	
	по данным эксперимента (м)		по данным лучших достижений (м)		(кг)		(см)	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
50	14,55	2,24	16,12	2,29	100,1	19,3	187,2	9,4

В работе использована следующая (предложенная автором) классификация вариативности спортивной техники:

1. Общая внутри- и межиндивидуальная вариативность, определяемая дисперсией результатов измерений регистрируемых показателей движения относительно их средней величины.
2. Частная (или иначе - остаточная) внутри- и межиндивидуальная вариативность, определяемая дисперсией результатов измерений регистрируемого показателя относительно эмпирической линии регрессии при разных значениях (или диапазонах) спортивного результата.

При этом под внутрииндивидуальной вариативностью пони-

мается вариация результатов одного спортсмена при повторном выполнении упражнения; под межиндивидуальной - вариация результатов разных спортсменов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНИКИ
СПОРТСМЕНОВ И ЕЕ ВАРИАТИВНОСТИ

I. Исследование внутрииндивидуальной вариативности
техники толкания ядра у спортсменов разной ква-
лификации.

Результаты исследования общей внутрииндивидуальной вариативности показывают, что выделенные фазы движения в толкании ядра варьируют неодинаково. Наибольшей вариативностью характеризуется фаза одноопорного разгона, а наиболее стабильна безопорная фаза толчка. Фаза финального разгона занимает промежуточное положение по величине ее вариативности. Соответствующие величины стандартных отклонений у спортсмена высокой квалификации равны: фаза одноопорного разгона - 33,9 мс; безопорная фаза - 8,0 мс и фаза финального разгона - 21,2 мс ($P < 0,01$). Аналогичные соотношения наблюдаются у других спортсменов.

Сопоставление вариативности большого числа временных показателей, выделенных в каждой из рассмотренных фаз, свидетельствует о ее значительных индивидуальных особенностях у разных спортсменов, среди которых можно выделить некоторые общие закономерности. Так, в безопорной фазе у всех спортсменов наиболее стабильны временные показатели, выделенные по гониограмме правого коленного сустава. Большая стабильность в работе правой ноги найдена в фазе финального разгона при сопоставлении вариативности подфаз амортизации (временные показатели, выделенные по динамограммам).

Результаты анализа литературных источников по вариативности движений показывают, что наибольшей стабильностью характеризуются те показатели, вариативность которых (по условиям выполнения упражнения) необходимо свести к минимуму. При этом величины других показателей могут изменяться в довольно широких пределах. Эти данные, а также результаты собственных исследований, позволяют предположить, что ведущими параметрами временной организации движений в толкании ядра являются временные показатели работы правой ноги.

Анализ общей внутрииндивидуальной вариативности угловых показателей движения указывает на их высокую стабильность в начале разгибания суставов нижних конечностей в фазах одноопорного и финального разгона. Например, величины стандартных отклонений углов в коленном и тазобедренном суставах правой ноги и коленном суставе левой ноги в начале их разгибания (фаза одноопорного разгона) у спортсмена высокой квалификации соответственно равны $-2,7^{\circ}$; $2,9^{\circ}$ и $3,0^{\circ}$. Отмеченная закономерность наблюдается у других спортсменов. Значительно большая вариативность угловых показателей отмечена в величинах суставных углов в момент постановки и отрыва ног от опоры. Так, у спортсмена второго разряда угол в левом коленном суставе при постановке ноги на опору варьирует на уровне $8,5^{\circ}$, а при отрыве ее от опоры $6,6^{\circ}$. У спортсмена высокой квалификации величины стандартных отклонений тех же показателей составляют $5,2^{\circ}$ и $12,0^{\circ}$. Кроме того, значительной вариативностью характеризуются величины углов в том или ином суставе в момент экстремального значения угла в каком-либо другом суставе. Эти факты наводят на мысль о том, что спортсмены точнее управляют положением

звеньев тела относительно системы координат, связанной с телом, и гораздо хуже относительно внешнего окружения.

Общая внутрииндивидуальная вариативность силовых показателей в толкании ядра также имеет некоторые общие закономерности. Динамические характеристики отличаются довольно высокой стабильностью, особенно в фазе одноопорного разгона. При этом вариативность горизонтальных усилий значительно меньше, чем вертикальных. Наибольшей вариативностью в фазе финального разгона характеризуются усилия, развиваемые спортсменами в подфазах амортизации, что согласуется с данными других авторов (И.П. Ратов и Ю.В. Верхошанский, 1963; Е.Д. Масловский и др., 1965; В.Б. Попов, 1968 и А.Г. Нагорный, 1969).

Изучение зависимости общей внутрииндивидуальной вариативности техники толкания ядра от квалификации спортсменов показывает, что лишь у некоторых показателей отмечается уменьшение вариативности с ростом квалификации. К ним, в частности, относятся: продолжительность безопорной фазы и фазы финального разгона, вертикальные усилия правой ноги в финале. Вариативность большинства рассмотренных показателей не зависит от квалификации спортсменов (в пределах исследованной группы - от второго разряда до мастера спорта международного класса).

Анализ вариативности временных показателей, характеризующих длительность активности различных мышечных групп в толкании ядра свидетельствует о том, что они варьируют в тех же пределах, что и временные показатели, выделенные по кинематическим и динамическим характеристикам движения. Вместе с тем, их вариативность отличается весьма высокой индивидуальностью, в которой трудно выделить какие - либо общие закономерности.

2. Исследование корреляционных зависимостей
между показателями техники толкания ядра
и ее вариативности в одном тренировочном
занятии.

Исследование корреляционных зависимостей между кинематическими и динамическими характеристиками техники толкания ядра и спортивным результатом у спортсменов разной квалификации при многократном повторении (40 попыток) упражнения в стандартных условиях показывает, что техника спортсменов характеризуется значительными индивидуальными особенностями. Спортсмены более высокой квалификации отличаются большим числом показателей, достоверно коррелирующих со спортивным результатом. Кроме того, этих спортсменов отличает большая взаимосвязь между различными показателями техники, что проявляется как в большем числе достоверных связей между показателями, так и в большей величине самих коэффициентов корреляции. Отметим все же ряд общих закономерностей, проявляющихся у всех испытуемых.

Изменение спортивного результата в одном тренировочном занятии в большей степени зависит от кинематических характеристик движения и его временной организации, чем от вариации усилий, развиваемых спортсменами при взаимодействии с опорой.

Установлено, что правая нога в фазе финального разгона выполняет двойную функцию. В начале фазы ее работа направлена на разгон системы метатель-снаряд, а непосредственно перед отрывом от опоры на торможение нижележащих звеньев тела атлета. Так, у спортсмена высокой квалификации величина максимума отрицательных горизонтальных усилий, возникающих перед отрывом правой ноги от опоры (фаза финального разгона), коррелирует с результатом на уровне 0,66.

Большое значение имеют временные показатели соотношения рабо-

ты ног. Показано, что активную стопорящую работу левой ноги в фазе финального разгона следует начинать после того, как правая закончит свое ускоряющее действие на систему метатель-снаряд и совместно с левой ногой будет тормозить нижележащие звенья тела спортсмена.

Следующая общая закономерность состоит в том, что лучшие попытки (имеется ввиду результат) отличает приращение момента начала разгибания в локтевом суставе правой руки к началу разгибания в суставах нижних конечностей, в особенности коленного сустава левой ноги. В свою очередь это приводит к уменьшению времени безопорного разгона ядра в конце фазы финального разгона (Рис. 1)

В ходе эксперимента было установлено, что большинство показателей характеризуются нелинейной формой связи со спортивным результатом. Поэтому для оценки тесноты связи оказалось необходимым использовать нелинейные показатели связи, в частности, корреляционное отношение.

Нелинейный характер зависимостей показывает, что с увеличением дальности полета ядра некоторые показатели достигают определенных оптимальных значений. Примером таких показателей являются: длительность безопорной фазы, время переката и величина первого максимума отрицательных горизонтальных усилий правой ноги в фазе финального разгона у спортсмена высокой квалификации (Рис. 2)

Анализ корреляционных зависимостей позволяет вскрыть весьма важную особенность в вариативности рассматриваемых показателей. Установлено, что вариативность некоторых из них уменьшается с увеличением дальности полета ядра. Это приводит к уменьшению разброса значений показателя относительно эмпирической линии регрессии с ростом спортивного результата. Полученные данные подтверждают вывод И.П. Ратова (1976) о том, что чем выше интенсивность выполнения

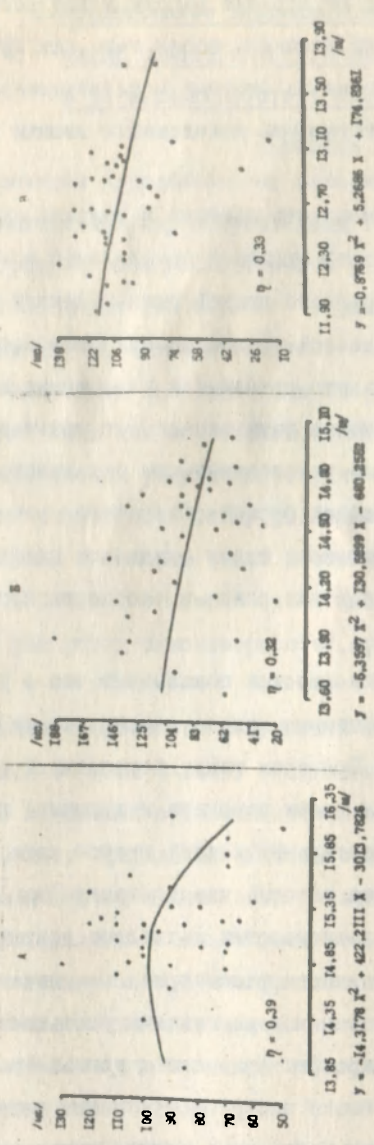


Рис. I Корреляционные зависимости времени между началом разгибания в коленном суставе левой ноги и локтевом суставе толкающей руки и спортивным результатом у спортсменов разной квалификации.

А - мастер спорта. Б - спортсмен первого разряда. В - спортсмен второго разряда.

Таблица 2

Индивидуальные модельные характеристики техники толкания ядра и их допустимая вариабельность у мастера спорта международного класса.

Показатель	Средние данные		Прогноз на 21 м вариабл.	Допустимая вариабл.
	X	σ		
I. Длительность безопорной фазы (мс)	17,0	8,0	185,5	3,2
2. Время от максимума сгибания в колене правой до ее постановки на опору в безопорной фазе (мс)	40,0	11,7	75,0	8,3
3. Время опорного периода правой ноги в финале (мс)	49,8	19,8	458,3	13,1
4. Время разгибания коленного сустава правой ноги в фазе финального разгона (мс)	21,0	21,0	364,4	18,9
5. Время от постановки правой на опору до начала разгибания в тазобедренном суставе в финале (мс)	242,4	22,1	231,4	20,3
6. Размах изменения угла в колене правой от начала его разгибания до начала разгибания в тазобедренном суставе в фазе финального разгона (град)	9,2	2,3	23,5	1,1
7. Средняя угловая скорость разгибания в тазобедренном суставе правой в фазе финального разгона (град/с)	17,3	2,0	18,9	0,7
8. Время между постановкой правой и левой ног на опору в финале (перекат) (мс)	207,8	18,4	198,9	4,9
9. Время между вторыми максимумами вертикальных усилий правой и левой ног в финале (мс)	195,9	20,9	215,5	4,8
10. Величина второго максимума отрицательных горизонтальных усилий правой в финале (кг)	28,4	4,2	50,9	2,4
11. Величина первого максимума отрицательных горизонтальных усилий правой в финале (кг)	24,9	8,3	30,9	6,5

упражнения, тем меньше вариативность его характеристик, а следовательно, тем больше возможностей для стабилизации навыка. Отмеченная закономерность связана с так называемым гетероскедастическим распределением, которое характерно для одной из трех основных зависимостей между биомеханическими показателями (В.М. Зациорский, 1974; J. Nay и G. Wilson, 1976) (Рис. 3)

Изменение внутрииндивидуальной вариативности некоторых показателей указывает на необходимость введения различий между их общей внутрииндивидуальной вариативностью и вариативностью, измеренной относительно линии регрессии для разных значений (или диапазонов) спортивного результата. Последнюю вариативность предлагается называть частной (или - остаточной) внутрииндивидуальной вариативностью.

На основе результатов корреляционного анализа можно сделать вывод с тем, что для более правильного управления тренировочным процессом необходим поиск индивидуально-оптимальных вариантов техники спортсменов и, в частности, техники толкания ядра. Разумеется при этом следует учитывать те наиболее общие закономерности, которые свойственны всем спортсменам и которые определяют рост спортивного мастерства. Ведущая роль в решении этих вопросов принадлежит разработке индивидуальных и групповых модельных характеристик техники спортсменов, а также определению допустимых пределов их вариативности.

Предлагается следующая методика составления модельных характеристик. На первом этапе определяются информативные показатели техники толкания ядра. Для этого используется комплексная методика исследования и корреляционный анализ показателей со спортивным результатом. Используя эмпирические уравнения регрессии, делается количественный прогноз величин информативных показателей на пла-

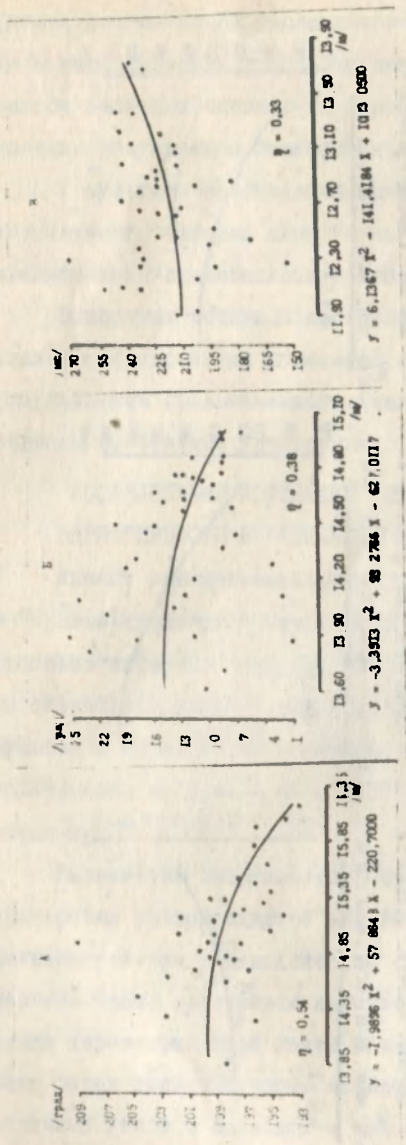


Рис.3 Корреляционные зависимости некоторых показателей техники толкания ядра со спортивными результатами, в которых наблюдаются гетероскедастические формы связи.

- Б - размах изменения угла в коленном суставе левой ноги от начала его разгибания до начала разгибания руки (фаза финального разгона).
- В - время от начала разгибания правого коленного сустава до отрыва ноги от опоры в фазе финального разгона.
- А - угол в тазобедренном суставе в момент отрыва левой ноги от опоры в фазе финального разгона.

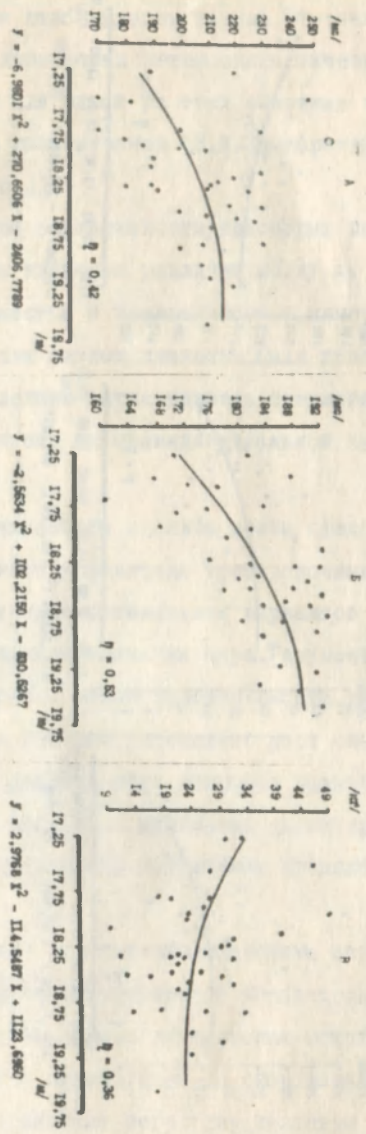


Рис. 2 Корреляционные зависимости времени безопорной фазы (Б), переката (А) и величины первого максимума отрывательных горизонтальных удили прайон ноги в начале фазы финального разгона (В) со спортивным результатом у мастера спорта международного класса.

руемый результат. На последнем этапе определяются допустимые пределы вариативности прогнозируемых показателей. Для этого рассчитываются величины частной внутрииндивидуальной вариативности для наивысших результатов, показанных в эксперименте.

Результаты составления индивидуальных модельных характеристик техники толкания ядра таким способом у спортсменов: высокой квалификации представлены в таблице 2.

Описанная методика составления модельных характеристик не является единственно возможной и может быть существенно дополнена результатами сравнительного анализа техники спортсменов в разные периоды спортивной тренировки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНИКИ ТОЛКАНИЯ ЯДРА И ЕЕ ВАРИАТИВНОСТИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Анализ экспериментальных данных, полученных при обследовании в соревновательном и начале подготовительного периода тренировки особенно интересен тем, что результаты этих обследований значительно отличались друг от друга. В соревновательном периоде средний результат в серии из 40 попыток равен 18,36 м ($\sigma = 0,51$ м), в подготовительном - 16,64 м ($\sigma = 0,57$ м). Различие между средними достоверно при $P < 0,001$.

Уменьшение спортивного результата в подготовительном периоде тренировки сопровождается значительным уменьшением усилий, которые развиваются при взаимодействии с опорой, особенно в фазе финального разгона. Кроме того, серия попыток соревновательного периода тренировки характеризуется более низким положением атлета и ядра во всех фазах движения, кроме момента вылета ядра. Например, средние величины углов в коленном и тазобедренном суставах правой ноги в начале их разгибания (фаза одноопорного разгона) соответственно равны: $102,9^\circ$ и $94,9^\circ$ в соревновательном периоде и $113,6^\circ$ и $106,9^\circ$

в подготовительном ($P < 0,001$). Кроме того, в подготовительном периоде уменьшаются величины средних угловых скоростей разгибания суставов нижних конечностей в фазе финального разгона.

Существенные изменения происходят в линейных скоростях основных звеньев тела спортсмена (данные стереофото съемки). Рост результата в соревновательном периоде тренировки сопровождается увеличением максимумов скоростей звеньев тела атлета, а также скоростей в момент вылета ядра, в особенности это касается суставов толкающей руки. Кроме того, в лучших попытках максимумы скоростей суставов руки расположены ближе (по времени) к моменту вылета ядра.

Проведенный сравнительный анализ техники толкания ядра расширяет возможности для составления индивидуальных модельных характеристик техники. Методику выбора таких характеристик можно проиллюстрировать на следующем примере.

Показано, что в серии попыток подготовительного периода атлет и ядро занимают более высокое положение по отношению к опоре, а углы в коленном и тазобедренном суставах (фаза финального разгона) отрицательно коррелируют с результатом в толкании ядра. Серия попыток соревновательного периода отличается более низким положением атлета и ядра и отсутствием корреляции соответствующих показателей с результатом. Это указывает на существование оптимальных значений углов в рассматриваемых суставах, и такими оптимумами являются средние значения суставных углов в попытках соревновательного периода спортивной тренировки, т.е. периода своей наивысшей спортивной формы. Аналогичные рассуждения можно использовать для такого показателя как время между началом разгибания в коленном суставе левой ноги и локтевом суставе правой руки. В попытках соревновательного периода величина этого показателя составляет 3,6 мс ($\sigma = 17,4$ мс), а в подготовительном - 53,3 мс ($\sigma = 11,3$ мс).

Отрицательная корреляционная связь ($\rho = -0,35$) обсуждаемого показателя со спортивным результатом в подготовительном периоде говорит о том, что оптимальным для данного спортсмена является одновременное разгибание в коленном суставе левой ноги и локтевом суставе правой руки. Рассмотренный подход к определению индивидуальных модельных характеристик может быть использован для других показателей.

Анализ изменения общей внутрииндивидуальной вариативности техники толкания ядра в разные периоды спортивной тренировки показывает, что ухудшение спортивного результата, отмеченное в подготовительном периоде, в основном сопровождается уменьшением вариативности различных показателей движения.

Уменьшается вариативность угловых показателей правого коленного сустава в первой фазе толчка, временных и угловых показателей коленного и тазобедренного суставов правой ноги в безопорной фазе и временных и угловых показателей нижних конечностей в фазе финального разгона. Например, величины стандартных отклонений углов в коленном и тазобедренном суставах правой ноги в момент ее постановки на опору (начало фазы финального разгона) соответственно равны: $5,5^{\circ}$ и $6,4^{\circ}$ в соревновательном и $3,5^{\circ}$ и $3,5^{\circ}$ в подготовительном периодах спортивной тренировки ($P < 0,01$). Иными словами, состояние высокой спортивной формы атлета характеризуется большей вариативностью перечисленных показателей, по сравнению с его состоянием в начале подготовительного периода тренировки.

Наоборот, вариативность некоторых временных показателей электрической активности мышц в толкании ядра увеличивается с ухудшением результата в подготовительном периоде тренировки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНИКИ И ЕЕ ВАРИАТИВНОСТИ

1. Исследование межиндивидуальной вариативности
техники толкания ядра у спортсменов разной
квалификации.

Межиндивидуальная вариативность различных показателей техники толкания ядра имеет много общего с общей внутрииндивидуальной вариативностью соответствующих показателей. Это относится к вариативности выделенных фаз движения, усилий, возникающих в начале взаимодействия спортсмена с опорой и других показателей. Однако найдены и существенные отличия в сравниваемых видах вариативности. В особенности это касается угловых показателей правого тазобедренного и левого коленного суставов. Если при анализе внутрииндивидуальной вариативности угловых показателей обнаружена их большая стабильность в начале разгибания суставов и большая вариативность в моменты начала и окончания взаимодействия ног с опорой, то в межиндивидуальной вариативности этих закономерностей не наблюдается. Межиндивидуальная вариативность угловых показателей различна для разных суставов, т.е. наибольшее сходство между испытуемыми наблюдается в угловых показателях правого коленного сустава, наименьшее - тазобедренного сустава правой ноги и коленного левой. Например, величины стандартных отклонений углов в коленном и тазобедренном суставах правой ноги в начале фазы одноопорного разгона соответственно равны $12,3^{\circ}$ и $22,7^{\circ}$ ($P < 0,01$).

Полученные данные подтверждают необходимость разделения вариативности тортивной техники на межиндивидуальную и внутрииндивидуальную.

2. Исследование корреляционных зависимостей между
показателями техники толкания ядра и ее вари-
ативности у спортсменов разной квалификации.

Исследование корреляционных зависимостей на группе спортсме-

нов разной квалификации (50 человек) показывает, что наибольшее число показателей, достоверно коррелирующих со спортивным результатом и характеризующихся более высокими величинами самих коэффициентов корреляции, наблюдается среди динамических характеристик движения. При этом ведущая роль принадлежит горизонтальным составляющим усилий, которые спортсмены развивают при взаимодействии с опорой. Временные и угловые показатели имеют невысокую корреляционную связь с результатом в толкании ядра и сопровождаются весьма высокой частной межличностной вариативностью (рис. 4 и 5).

Нелинейный характер связи некоторых показателей со спортивным результатом указывает на их неодинаковую значимость на разных этапах спортивного мастерства. Например, корреляционная зависимость величины первого максимума отрицательных горизонтальных усилий правой ноги во время ее постановки на опору (начало фазы финального разгона) с результатом в толкании ядра в большей степени проявляется в области высоких спортивных результатов, в области относительно невысоких результатов эта зависимость практически отсутствует (Рис. 4-А).

Методика составления групповых модельных характеристик техники толкания ядра аналогична той, которая использовалась при определении индивидуальных модельных характеристик. Основную массу групповых модельных характеристик составляют силовые показатели (таблица 3). Временные и угловые показатели в меньшей степени пригодны для этих целей, поскольку их прогностическая ценность уменьшается весьма значительной частной межличностной вариативностью. Например, относительно небольшое уменьшение длительности фазы финального разгона при прогнозировании ее на 20, 21 и 22 метра сопровождается значительным допустимым диапазоном вариативности ($\sigma = 52,9$ мс). Кроме того, невысокие корреляционные зависимости этих показате-

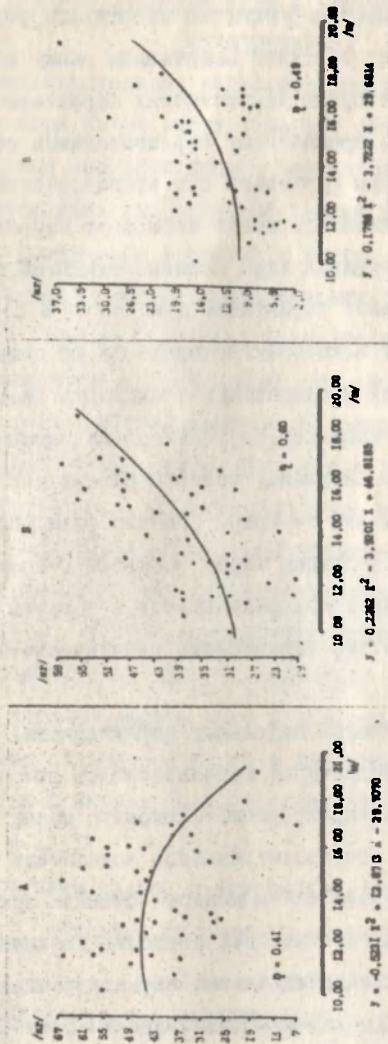


Рис. 4 Корреляционные зависимости силовых показателей техники толкания ядра со спортивным результатом у спортсменов разной квалификации.

- А - величина первого максимума отрицательных горизонтальных усилий правой ноги в фазе финального разгона.
- Б - величина максимума положительных горизонтальных усилий правой ноги в фазе финального разгона.
- В - величина второго максимума отрицательных горизонтальных усилий правой ноги в фазе финального разгона.

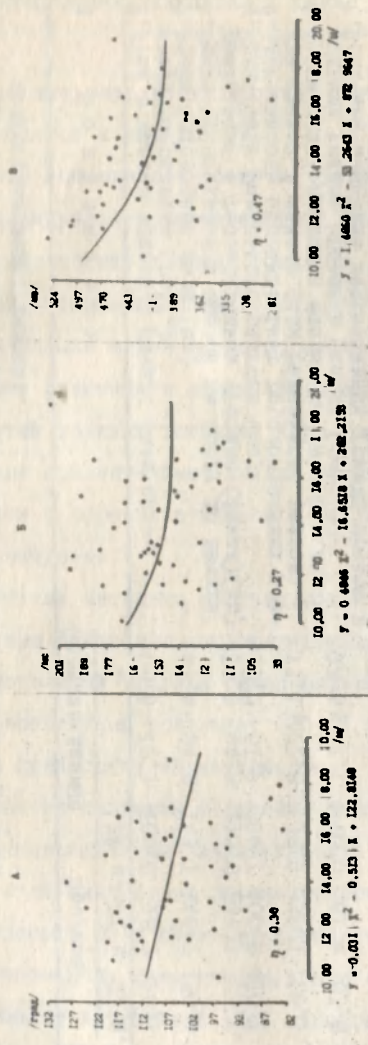


Рис. 5 Корреляционные зависимости временных и угловых показателей техники толкания ядра со спортивными результатом у спортсменов разной квалификации.

- А - величина угла в колене правой в начале его разгибания в фазе одноопорного разгона.
- Б - время безопорной фазы (скачок).
- В - время фазы финального разгона.

лей со спортивным результатом также ухудшат качество прогноза.

В В О Д Ы

Основные результаты проведенного экспериментального исследования сводятся к следующему.

1. Выявлены особенности общей и частной (остаточной) внутри- и межиндивидуальной вариативности различных характеристик (около 150 показателей) техники толкания ядра спортсменов разной квалификации, а также показана необходимость введения предложенной классификации видов вариативности техники спортсменов.
2. Выявлены различия и общие черты индивидуальных и групповых особенностей техники толкания ядра спортсменов разной квалификации.
3. Проведен сравнительный анализ техники толкания ядра и ее вариативности в соревновательном и подготовительном периодах спортивной тренировки.
4. Разработана методика составления и определены индивидуальные и групповые модельные характеристики техники толкания ядра. Сделан количественный прогноз групповых модельных характеристик на высокий спортивный результат (20, 21 и 22 метра) и определены допустимые пределы их вариативности.

В работе получены следующие частные результаты:

1. Внутрииндивидуальная вариативность техники толкания ядра характеризуется следующими закономерностями:
 - Выделенные фазы движения варьируют неодинаково. Наиболее стабильна безопорная фаза толчка, далее следует фаза финального разгона. Наиболее вариативна фаза одноопорного разгона.
 - Угловые показатели в суставах нижних конечностей более стабильны в момент изменения направления движения звеньев тела, т.е. при переходе сгибания в разгибание и наоборот. Значительная вариативность суставных углов отмечена в моменты начала и окончания вза-

Таблица 3

Групповые модельные характеристики техники толкания ядра и их допустимая вариативность.

П о к а з а т е л ь	Средние данные		Прогноз		Допустимая вариативн.	
	X	б	20 м.	21 и. 22 м.		
1. Угол в колене правой в начале фазы одноопорного разгона (град.)	108,6	12,3	100,0	98,2	96,3	10,1
2. Время безопорной фазы (мс)	143,4	24,8	143,1	146,2	150,4	22,8
3. Время от постановки правой на опору до начала разгибания в тазобедренном суставе (финал) (мс)	218,3	44,8	210,8	207,3	203,8	40,9
4. Время фазы финального разгона (мс)	415,5	51,9	394,1	400,9	410,7	51,9
5. Длительность отрицательных горизонтальных усилий правой в начале фазы финального разгона	71,1	21,8	38,9	30,1	20,5	17,4
6. Время между первыми и вторыми максимумами вертикальных усилий правой в финале (мс)	98,6	17,1	70,0	61,4	51,8	10,9
7. Величина минимума вертикальных усилий правой в финале (подфаза амортизации) (кг)	147,6	39,5	195,4	212,1	232,5	36,2
8. Величина первого максимума отрицательных горизонтальных усилий правой в финале (кг)	44,4	14,9	18,5	10,0	0,3	9,6
9. Величина максимума положительных горизонтальных усилий правой в финале (кг)	38,8	10,1	58,9	64,3	70,1	7,2
10. Величина второго максимума отрицательных горизонтальных усилий правой в финале (кг)	14,3	7,0	26,8	30,4	34,3	6,6
11. Величина второго максимума отрицательных горизонтальных усилий левой в финале (кг)	56,0	12,7	65,8	66,8	67,5	13,0

имодействия спортсмена с опорой (постановка и отрыв ног от опоры) и в тех случаях, когда угол в одном суставе измерен в момент экстремального значения угла в другом суставе.

- Усилия, развиваемые спортсменами при взаимодействии с опорой, характеризуются относительно невысокой вариативностью, особенно их горизонтальные составляющие. Наибольшая вариативность характерна для усилий, возникающих в начале взаимодействия с опорой (подфазы амортизации).

- Не обнаружено четкой зависимости вариативности показателей от квалификации спортсменов.

- Найдено уменьшение частной (остаточной) вариативности большинства показателей, достоверно коррелирующих со спортивным результатом, с увеличением дальности полета ядра.

2. Межиндивидуальная вариативность техники толкания ядра имеет следующие закономерности:

- Вариативность угловых показателей различна для разных суставов нижних конечностей, т.е. наибольшее сходство между спортсменами наблюдается в угловых показателях правого коленного сустава, наименьшее - тазобедренного сустава правой ноги и коленного левой.

- Вариативность временных и силовых показателей во многом сходна с характером внутрииндивидуальной вариативности соответствующих показателей.

- Вариативность большинства показателей не зависит от квалификации спортсменов.

3. Результаты корреляционного анализа различных показателей техники толкания ядра в рамках одного тренировочного занятия свидетельствуют о высокой индивидуальности техники у разных спортсменов.

Несмотря на это удается выделить некоторые общие закономерности:

- Взаимосвязи между биомеханическими характеристиками техники

толкания ядра в большинстве своем носят нелинейный характер. Для оценки величины корреляционной связи следует использовать нелинейные показатели связи. Многие биомеханические показатели характеризуются гетероскедастическими формами связи, т.е. уменьшением их вариативности с увеличением дальности полета ядра.

- Изменение спортивного результата в одном тренировочном занятии в большей степени связано с вариацией временных и угловых показателей движения. Связь с силовыми показателями, характеризующими взаимодействие спортсмена с опорой, выражена в меньшей степени.

- Увеличение угловой скорости разгибания в правом тазобедренном суставе в фазе финального разгона способствует увеличению дальности полета ядра. Значимость этого показателя увеличивается с ростом спортивной квалификации.

- В лучших попытках наблюдается приближение начала разгибания руки в локтевом суставе к началу разгибания коленного сустава левой ноги.

- Активные стопорящие усилия левой ноги следует проявлять после того как правая нога закончит свое ускоряющее действие на систему метатель-снаряд.

4. Характер работы мышц у спортсменов разной квалификации отличается большей концентрацией залпов электрической активности. Этим спортсменов отличает явно выраженный реципрокный характер работы мышц передней и задней поверхности бедра и голени.

5. Корреляционный анализ биомеханических показателей с результатом в толкании ядра у спортсменов разной квалификации позволил выделить следующие закономерности:

- Рост спортивного мастерства сопровождается увеличением большинства показателей, характеризующих взаимодействие спортсменов

с опорой. Особое место принадлежит горизонтальным усилиям правой и левой ног в фазе финального разгона.

- С ростом спортивного мастерства найдена тенденция к увеличению продолжительности фазы одноопорного разгона, понижению положения атлета и ядра в первой группировке, уменьшению продолжительности безопорной и финальной фаз движения.

- Полученные корреляционные зависимости в большинстве своем носят нелинейный характер и сопровождаются значительной частной межиндивидуальной вариативностью, которая практически не зависит от квалификации спортсменов.

6. Основные изменения в технике толкания ядра и ее вариативности в соревновательном и подготовительном периодах спортивной тренировки сводятся к следующему:

- Уменьшение спортивного результата в подготовительном периоде тренировки сопровождается увеличением угловых показателей в суставах нижних конечностей, т.е. повышением положения атлета и ядра относительно опоры во всех фазах движения, кроме момента вылета ядра.

- В подготовительном периоде значительно снижаются усилия, развиваемые спортсменом при взаимодействии с опорой в фазе финального разгона.

- В подготовительном периоде уменьшается общая внутрииндивидуальная вариативность угловых показателей коленного и тазобедренного суставов правой ноги в безопорной фазе и временных и угловых показателей суставов нижних конечностей в фазе финального разгона. Вариативность некоторых временных показателей электрической активности мышц наоборот уменьшается.

Список работ, опубликованных по теме
диссертации.

1. Электромиографическое исследование техники толкания ядра.
Материалы I Всесоюзной научно-технической конференции "Техническое мастерство квалифицированных спортсменов". Москва, 1973, стр. 72-73 (в соавторстве).
2. Биомеханический анализ техники толкания ядра. Материалы I Всесоюзной научной конференции по биомеханике спорта. Киев, 1974, стр. 119 (в соавторстве).
3. Кластер-анализ на факторах. Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте. Москва, 1975, стр. 44 (в соавторстве).
4. Применение электронного коммутатора ламп-вспышек в стереофотоциклосъемке с использованием механического обтуратора. Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте. Москва, 1975, стр. 45 (в соавторстве).
5. Устройство для определения скручивания оси плеч относительно оси таза. Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте. Москва, 1975, стр. 45 (в соавторстве).
6. Биомеханический анализ техники толкания ядра. Тезисы докладов II Всесоюзной конференции "Проблемы биомеханики спорта". Киев, 1976, стр. 49-50 (в соавторстве).

Материалы диссертации докладывались

1. На научных семинарах кафедры биомеханики ЦОЛИФК.
2. На научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте (Москва, 1975).
3. На II Всесоюзной конференции по биомеханике спорта (Киев, 1976).
4. На I и II Всесоюзных конференциях тренеров ДСО профсоюзов по легкоатлетическим метаниям (Подольск, 1976 и 1977).