

~~7А3.1~~ 4517.12

Ж 495

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

И. П. ЖЕКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕКОТОРЫХ
УПРАЖНЕНИЙ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКОГО
ТРОЕБОРЬЯ

(№ 13734 — 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 — 1971

Работа выполнена на кафедре тяжелой атлетики (зав. кафедрой, кандидат медицинских наук, доцент А.Н. Воробьев) Государственного центрального ордена Ленина института физической культуры (ректор - Л.С. Хоменков).

Научный руководитель - кандидат медицинских наук, доцент А.Н. Воробьев.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Доктор медицинских наук, профессор - В.Л. Карпман

Кандидат педагогических наук - Ю.В. Верхошанский

Ведущее высшее учебное заведение: Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры.

Автореферат разослан "13" ✓ 1972 г.

Защита диссертации состоится "9" ✓ 1972 г.

на заседании совета Государственного центрального ордена Ленина института физической культуры, Москва, ул. Казакова, 18.

С

е.

П. ВАРАКИН/

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Общий объем работы 230 страниц машинописного текста. В диссертации приводится 19 таблиц и 10 рисунков, включая фотоиллюстрации. В приложении 53 графические иллюстрации. В списке цитированной литературы 275 названий (222 на русском и 53 на иностранных языках).

Результаты исследования реализовывались в работе с сильнейшими тяжелоатлетами стран. Разработанные приборы для объективного контроля за совершенствованием техники защищены авторскими свидетельствами.

ВВЕДЕНИЕ

4652

Исследование спортивной техники штангистов и характер изменения силы мышц при выполнении тяжелоатлетических упражнений проводили П.Г.Фоминский (1937), М.П.Михайлюк (1954), В.А.Дружинин (1959), Г.Б.Чиквадзе (1961), А.Джиджич (1964), И.П.Жеков (1965, 1966), Н.И.Лучкин (1956, 1962), С.М.Арутюнян (1964), K. Hertzell (1966, 1967), Л.Н.Соколов (1960, 1963, 1965, 1967), A. Muzzay and D. Welster (1964), В.В.Миненков (1967), А.П.Быков (1965), А.В.Куницын и Р.А.Роман (1966), Е.А.Климанов (1966) и др. Большинство указанных авторов описывали, в основном, характер изменения силы мышц спортсмена при выполнении упражнения и в той или иной степени объясняли причины, вызывающие эти изменения.

Однако не было ясности, с какой силой следует выполнять упражнение. Одни авторы утверждают, что тягу нужно выполнять в полную силу на всей амплитуде движения. Другие считают, что

усилие должно нарастать постепенно.

При выполнении толчка штанги от груди Н.Лучкин (1952), М.Михайлюк (1961), М.Шакирзянов (1967), и др. рекомендуют полуприсед выполнять медленно, а Л.Н.Соколов (1966), В.И.Радионов (1967), наоборот, считают, что полуприсед должен выполняться быстро. Нет единого мнения и по поводу выталкивания штанги от груди. Так, Р.А.Роман (1965), Л.Н.Соколов (1966), Н.Божко (1966) и др. считают, что при выталкивании нужно обязательно после полного выпрямления ног подниматься на носки. Н.И.Лучкин (1952) же считает, что этого делать не следует, а выталкивать штангу нужно в основном в начальной фазе этого движения. Налицо прямо противоположные рекомендации. Такое положение отрицательно сказывается на методике подготовки тяжелоатлетов.

Л.Н.Соколов (1966), В.И.Радионых (1967) рекомендуют выталкивать штангу от груди с использованием упругих свойств грифа.

Однако выявление условий, при которых наиболее полно проявляются эти свойства, не установлено.

В связи с чем главной задачей настоящего исследования являлось выявление оптимального динамического рисунка движения при подъеме штанги значительного веса и на основании полученных данных предложить более рациональную методику обучения и совершенствования техники выполнения классических упражнений.

В своей работе ориентировались на современное представление о координации движений согласно принципу обратной связи (П.К.Анохин, 1957; Н.А.Бернштейн, 1947; Л.В.Чхаидзе (1962), R. Wagnez, 1954; Н.Винер, 1956; Р.Эшби, 1962 и др.).

При определении рациональной техники выполнения упражнений учитывались общие закономерности теории автоматического управления.

Исследования последних лет (N. Rachevsky, 1960, 1961, 1963, Н. Рашевски, 1966; G. Wald, 1964; W. Tompson D'Arzy, 1945; A. Kueg, 1962 и др.) показали, что живой организм несмотря на различные возмущающие стимулы стремится к оптимизации своих физиологических процессов. В то же время организм стремится минимизировать некоторую оценочную функцию, исходя из основных характеристик среды (Р. Розен, 1967). Эта закономерность получила название принцип оптимальной конструкции или принцип оптимальности.

Как показали A. B. Otis, W. O. Fenn, H. Rahn, 1950; R. Christie, 1958; J. Mead, 1961; Y. Nubaz, R. Kontini, 1961; V. Cziffith, 1963; в качестве оценочной функции, подлежащей минимизации, биологическая адаптивная система выбирает минимум расхода энергии, минимум расхода мощности (Д. Милсум, 1968).

Основываясь на данных положениях техника тяжелоатлетических упражнений нами рассматривалась исходя из динамических силовых возможностей атлета, теории автоматического управления и принципа оптимальности.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выполнении тяги в рывке и подъеме штанги на грудь в толчке двумя руками:

1. Определить параметры движения штанги (ускорение, скорость), а также мощность развиваемую атлетом.

2. Найти объективный критерий (или группу критериев) для оценки рациональной структуры движения атлетами.

3. Определить оптимальный вариант приложения силы атле-

том, обеспечивающий выполнение двигательной задачи с наименьшим расходом мощности.

4. Определить структуру движения атлета, обеспечивающую реализацию оптимального варианта приложения силы с целью выполнения упражнения с минимальным расходом мощности.

При выполнении толчка штанги от груди:

1. Найти основные закономерности выполнения толчка штанги от груди.

2. Определить оптимальный ритм движения атлета, обеспечивающий наиболее эффективное использование упругости грифа и разработать наиболее целесообразные пути овладения этим ритмом.

3. Разработать портативный прибор для определения параметров движения штанги в зависимости от времени выполнения упражнения и высоты подъема штанги.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы: 1. Математический анализ, 2. Математическое моделирование, 3. Кинематический анализ, 4. Регистрация ускорения, скорости и высоты подъема штанги, 5. Программированное обучение, 6. Математическая статистика.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Ускорение движения штанги регистрировалось при выполнении упражнений высококвалифицированными атлетами, в том числе и членами сборной команды страны. Исследования проводились на атлетах всех весовых категорий. Всего было зафиксировано 208 измерений, в том числе 30 измерений на атлетах легчайшего веса, 29 полулегкого, 30 - легкого, 29 полусреднего, 28 среднего, 32 - полутяжелого и 30 - тяжелого. Средний возраст испы-

туемых - 25,1 года. Измерение параметров проводилось в процессе тренировки на весах более 85% лучшего результата. Исследование кинематики атлета проводилось графоаналитическим методом.

Для определения параметров движения штанги нами был сконструирован и изготовлен портативный переносной прибор. Ускорение движения штанги фиксировалось на бумажную ленту (миллиметровку) шириной 60 мм. Одновременно на той же ленте фиксировалось время через 0,05 сек и высота подъема через каждые 5 см. Датчик ускорений устанавливался непосредственно на гриф штанги. Скорость движения ленты составляла 18 см/сек, что позволило достаточно подробно анализировать исследуемые кривые. Скорость штанги определялась методом графического интегрирования ускорения. Параметры колебаний штанги фиксировались датчиком ускорений типа МП-68, а изменение угла в голеностопном суставе - гониометром собственной конструкции. Все параметры записывались на пленку с помощью осциллографа типа Н-102. Программированное обучение осуществлялось на тренажере собственной конструкции.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Определение оптимального варианта приложения силы атлетом при выполнении тяги. В качестве оптимального варианта приложения силы атлетом был принят такой вариант, при котором выполнение упражнения происходит при минимальном расходе мощности. Для решения этой задачи были аналитически исследованы три варианта приложения силы: сила увеличивающаяся, сила постоянная и сила уменьшающаяся от некоторого первоначального

наибольшего значения. Исследовались скорость и развиваемая мощность. Оказалось, что в начале движения скорость наиболее интенсивно нарастает в случае приложения наибольшего усилия в начале движения и за 0,2 сек достигает примерно 65% заданного значения, при действии постоянной силы - около 40%, а при действии постепенно увеличивающейся силы - около 13%.

Анализ развиваемой мощности показал, что наибольшая мощность требуется в случае приложения постепенно увеличивающейся силы, меньшая при постоянной силе и минимальная при уменьшающейся силе. Величины указанных мощностей относятся как 3; 2,5; 2. Следовательно, при выполнении рывка и подъема штанги на грудь для жима и толчка первая фаза тяги должна начинаться мощным начальным усилием 140-160% веса штанги с постепенным уменьшением его до 100% веса штанги перед подрывом.

Динамические силовые возможности атлета при выполнении тяги и оптимальная структура движения атлета. Необходимо было найти такую структуру движения, которая позволила бы атлету развивать вертикальное ускорение, соответствующее оптимальному варианту приложения силы. Исследование проводилось графоаналитическим методом (И.И.Артоболевский, 1951).

Анализ показал, что характер изменения ускорения ведущего звена кинематики (плечевого пояса) зависит от очередности и времени включения в динамическую работу ее звеньев. Близкое к оптимальному ускорение достигается в случае, когда из стартового положения подъем штанги начинается энергичным разгибанием ног в голеностопном и коленном суставах, максимальное ускорение составляет 4-6 м/сек². Тут же при этом остается в положении, принятом на старте и перемещается параллельно самому себе. Спустя 0,2-0,25 сек, когда гриф штанги окажется

на 12-15 см ниже уровня колен в динамическую работу включаются мышцы разгибатели туловища, ускорение при этом составляет 2-3 м/сек². Далее подъем штанги осуществляется совместной динамической работой мышц разгибателей ног и туловища в течение 0,2-0,25 сек до момента, когда гриф штанги окажется на уровне колен, ускорение при этом равно нулю.

Наибольшие динамические силовые возможности в подрыве проявляются атлетом только в течение первой половины выполнения этого движения. При дальнейшем приближении голени и туловища к вертикали, динамические силовые возможности атлета резко уменьшаются. Это происходит в момент, когда угол в коленном суставе достигает 160-165°, а угол между туловищем и вертикалью составляет 15-20°. При одной и той же длительности подрыва увеличение скорости за счет динамической работы мышц разгибателей туловища составляет 2/3, а за счет динамической работы мышц разгибателей ног 1/3 общей скорости.

Вследствие этого, главное внимание при выполнении подрыва следует уделять выполнению первой его половины, а вторая половина подрыва должна использоваться для подготовки к выполнению подседа. Поэтому включение в динамическую работу мышц сгибателей рук, мышц плечевого пояса и выход атлета на носки во второй половине подрыва следует рассматривать как подготовку к активному уходу в подсед, создание условий для получения большей скорости движения атлета вниз. Затягивание же второй половины подрыва, желание поднять штангу как можно выше, увеличивает высоту подъема штанги, но уменьшает ее скорость, что явно невыгодно.

Ускорение движения штанги при выполнении тяги. Ускорение движения штанги при выполнении тяги соответствует динамическим силовым возможностям атлета и оптимальному варианту приложения силы. Наибольшее ускорение при выполнении первой фазы тяги создается в начале движения ($4-6 \text{ м/сек}^2$) и далее в течение $0,4-0,5$ сек уменьшается до нуля к моменту подрыва.

Перед подрывом (подведение коленей) кратковременно в течение $0,05-0,1$ сек ускорение становится отрицательным $3-5 \text{ м/сек}^2$. При выполнении подрыва ускорение вновь увеличивается до $6-10 \text{ м/сек}^2$.

Известно (Н.И.Лучкин, 1956; С.И.Арутюнян, 1964; Л.Н.Соколов 1967), что усилие развиваемое атлетом в подрыве с увеличением веса штанги увеличивается, а с уменьшением уменьшается. Поскольку ускорение движения штанги есть функция действующей силы и определяет приращение скорости, то есть все основания рассматривать ускорение движения штанги в подрыве как коррекцию скорости, а следовательно, и высоты подъема штанги, достигнутых за счет выполнения первой фазы тяги.

Такая трактовка подрыва соответствует современным представлениям об управлении произвольными движениями человека (Н.А.Бернштейн, 1947; Л.В.Чхаидзе, 1965) и объясняет факты недостаточного использования атлетами своих статических силовых возможностей в подрыве (Л.Н.Соколов, 1967).

Уменьшение ускорения при выполнении первой фазы тяги происходит волнообразно с периодическими максимумами и минимумами. Как показал кинематический анализ, минимумы ускорений характеризуют моменты включения в динамическую работу очередных рычагов рабочей кинематической цепи.

Скорость движения штанги и динамика выполнения подседа.

Скорость штанги, необходимая для выполнения упражнения, зависит от роста атлета, способа выполнения подседа и интенсивности взаимодействия атлета со штангой в процессе ухода в подсед (таблица I).

С увеличением роста атлета скорость штанги, обеспечивающая выполнение подседа, увеличивается. Разница в скорости штанги при выполнении упражнения высококвалифицированными атлетами низкого и высокого роста составляет в среднем 7,5% в рывке и 10% в толчке при идентичных условиях ухода в подсед и способе выполнения подседа.

Скорость штанги уменьшается с увеличением скорости ухода атлета в подсед и увеличением глубины подседа. При увеличении скорости ухода в подсед в два раза при выполнении подседа способом "ножницы" при подъеме штанги на грудь в толчке необходимая скорость штанги уменьшается в среднем на 25%, а при выполнении подседа способом "разножка" в среднем на 42%. Отсюда видно, что быстрый уход в подсед при использовании "разножки" дает больший выигрыш.

При выполнении рывка с увеличением скорости ухода в подсед в два раза необходимая скорость штанги уменьшается в среднем на 15%.

В момент подведения коленей под гриф скорость штанги уменьшается в рывке в среднем на 7%, а в толчке на 17%. Это объясняется тем, что интенсивность взаимодействия атлета со штангой в рывке сказывается сильнее, так как здесь поднимаемый вес штанги меньше и, кроме того, относительное уменьшение скорости штанги за счет земного тяготения также будет меньше, так как абсолютная скорость ее в рывке больше, чем в толчке.

Таблица I

Скорость движения штанги при выполнении рывка и подъема штанги на грудь для толчка по отдельным фазам движения в зависимости от роста атлета

Рост, м	Наибольшая скорость штанги в первой фазе тяги, м/сек	Скорость перед рывком, м/сек	Наибольшая скорость в конце подъема, м/сек
Низкий	1,19	1,1	1,42
(1533,1)	0,90	0,83	1,23
Средний	1,49	1,39	1,68
(1700,2)	1,25	1,05	1,53
Высокий	1,65	1,51	1,85
(1867,3)	1,41	1,10	1,65

Примечание: верхние цифры - рывок, нижние - толчок.

Критерий качества спортивного мастерства штангистов.

Рассматривая систему атлет - штанга как адаптивную систему автоматического управления, а также исходя из принципа оптимальности и динамических силовых возможностей атлета, нами предложен в качестве критерия спортивного мастерства штангистов определенный характер изменения ускорения результирующего движения атлета, т.е. ускорение движения штанги с конкретными амплитудными и временными значениями. В общем случае ускорение движения штанги при выполнении тяги не должно менять своего знака, исключая момент кратковременного изменения знака перед подрывом. Исследование техники атлетов с помощью предложенного критерия показало, что многие атлеты не эффективно управляют своими движениями. У этих атлетов ускорение

в первой фазе тяги иногда становится отрицательным, что говорит о несвоевременном включении в динамическую работу определенных мышечных групп. Такие атлеты, как правило, развивают большее усилие в подрыве (200-220% веса штанги), чтобы компенсировать потерю скорости и высоты подъема штанги в первой фазе движения. У отличных исполнителей этого упражнения (например, В. Куренцов, В. Беляев) ускорение движения штанги в точках минимума равно нулю или несколько превышает его, что говорит о высокой точности управления движением. У этих атлетов усилие в подрыве соизмеримо с усилием в первой фазе тяги и составляет 160-180% веса штанги.

Динамические силовые возможности атлета при выталкивании штанги от груди. Рассматривая кинематику атлета в виде кривошипно-шатунного механизма определили, что вертикальное ускорение туловища максимально в начале движения, а максимум скорости движения туловища вверх достигается, когда угол в коленном суставе составляет 165-170°. Так как при дальнейшем выпрямлении ног скорость туловища уменьшается, то этот момент должен быть использован атлетом для отталкивания от штанги и ухода в подсед, потому что дальнейшее движение уже никакой скорости добавить штанге не может. Полученный вывод согласуется с рекомендациями Н. И. Лучкина (1952). Этим объясняются также факты резкого снижения развиваемой спортсменом силы при выталкивании штанги задолго до полного выпрямления ног (Л. Н. Соколов, 1967).

Поэтому выход атлета на носки нужно, вероятно, считать не заключительным этапом выталкивания, а подготовкой к отталкиванию и уходу в подсед.

Динамика толчка штанги от груди. Характер движения дисков штанги был исследован для двух способов движения атлета косинусоидальное (выталкивание штанги без предварительной ее раскачки) и синусоидальное движение (выталкивание штанги с раскачкой). Исследование проводилось аналитически и экспериментально.

Анализ показал, что характер движения дисков штанги зависит от периода свободных колебаний штанги - $\tilde{\tau}_0$, периода движения атлета $\tilde{\tau}$, а также способа выполнения толчка. Упругие свойства грифа могут быть использованы если $\frac{\tilde{\tau}_0}{\tilde{\tau}} \geq 0,5$.

С увеличением отношения $\frac{\tilde{\tau}_0}{\tilde{\tau}}$ динамическое воздействие атлета на штангу усиливается. Усилие, развиваемое им в фазе полуприседа вначале уменьшается, а в положении полуприседа увеличивается до 250% от веса штанги. В фазе выталкивания усилие уменьшается. Скорость дисков штанги за счет действия упругости грифа совпадает с направлением действия скорости атлета. Максимум суммарной скорости дисков достигается, когда угол в коленном суставе составляет 165-170°. Уменьшение скорости приходится на фазу подседа. При $\frac{\tilde{\tau}_0}{\tilde{\tau}} = 0,5$ нужно после остановки атлета в полуприседе сразу же выполнять выталкивание. При более быстром ритме ($\frac{\tilde{\tau}_0}{\tilde{\tau}} > 0,5$) в положение полуприседа нужно делать остановку. Длительность остановки зависит от веса штанги и ритма движения атлета.

В таблице 2 даны ориентировочные параметры движения атлета в зависимости от поднимаемого веса штанги.

Для эффективного использования упругих свойств грифа, необходимо из стартового положения выполнять полуприсед резко сгибая ноги в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, опускаясь на 5-10 см вниз с возможно резкой остановкой в нижнем положении.

Таблица 2

Параметры движения атлета при выталкивании штанги от груди в зависимости от веса штанги

Вес штанги, кг	Длительность, сек			Общее время	Глубина полуприседа, см
	полуприсед	остановка	выталкивание		
120-140	0,15-0,2	0-0,15	0,15-0,2	0,4-0,55	5-8
160-180	0,20-0,3	0-0,25	0,2-0,25	0,6-0,8	8-10
200-220	0,3-0,4	0-0,3	0,25-0,3	0,8-1,2	10-12

При таком выполнении полуприседа гриф штанги частично выпрямляется, что дает возможность дискам совершать большую амплитуду колебания при остановке атлета в положении полуприседа.

Выполнив полуприсед, атлет остается в этом положении до тех пор, пока движущиеся вниз диски после остановки в крайнем нижнем положении начнут движение вверх, за счет упругой силы грифа. Этот момент является наиболее выгодным для выталкивания штанги вверх. Движение должно быть достаточно резким и выполняться в кратчайшее время (0,15-0,20 сек).

Принципиальное отличие выполнения толчка штанги от груди с раскачкой состоит в том, что начальное движение атлета, как бы раскачивает диски на упругом грифе, а выполнение полуприседа еще больше увеличивает их амплитуду колебаний. Следовательно, глубина полуприседа в этом случае может быть меньше, что предопределяет и меньший угол в коленном суставе в положении полуприседа и улучшает условия выталкивания штанги вверх. При этом около 30% скорости штанге создается за счет работы упругой силы грифа, что указывает на большие преимущества это-

го способа выполнения толчка. Медленное выполнение полуприседа наименее экономно.

Педагогический эксперимент. Педагогический эксперимент проводился с целью изучения и совершенствования техники выполнения толчка штанги от груди за счет овладения наиболее рациональным ритмом его выполнения. Были созданы две группы: экспериментальная (16 человек), и контрольная (18 человек). Экспериментальная группа состояла из 10 атлетов второго разряда, 4-х атлетов первого разряда, 2-х атлетов третьего разряда. Из них атлетов полусреднего веса - 5 человек, легкого веса - 5 человек, среднего веса - 4 человека, полутяжелого - 2 человека. Средний возраст группы - 21,3 года.

Контрольная группа состояла из 11 атлетов второго разряда, 3 атлетов первого разряда и 4 атлетов третьего разряда. Из них атлетов полусреднего веса 4 чел., легкого веса - 5, среднего веса - 4, полутяжелого веса - 3, тяжелого веса - 2. Средний возраст группы - 22,3 года.

Отличительной особенностью методики обучения являлось:

1. Предварительная теоретическая подготовка по основным вопросам техники выполнения толчка штанги от груди. При этом раскрывались основные физиологические, биомеханические и механические зависимости и их влияние на качество выполнения упражнения. Теоретическая подготовка сопровождалась наглядными пособиями, изготовленными по материалам диссертации.

2. С целью увеличения периода колебаний штанги диски ставились на грифе на определенном расстоянии от центра его тяжести. Это расстояние определялось по специально разработанной номограмме. По мере усвоения атлетом ритма диски постепенно сближались до нормального положения.

Совершенствование техники выполнения толчка штанги от груди проводилось на тренажере. При определении порции информации исходили из принятого деления классических упражнений на отдельные фазы (Л.Н.Соколов, 1967). Программа движения атлета составлялась вначале отдельно на каждую фазу. После усвоения каждой фазы они объединялись в одно движение. Программа и движение атлета воспроизводились в натуральную величину.

Перед началом эксперимента для всех атлетов определялся коэффициент динамичности K_d , характеризующий степень воздействия атлета на упругую систему штанги.

$$K_d = \frac{1}{1 - \frac{v_0^2}{c^2}} \quad (\text{С.П.Тимошенко, 1959})$$

Коэффициент динамичности был принят в качестве критерия использования атлетом упругих свойств грифа. Наилучший исполнитель толчка штанги от груди В.Куренцов имеет $K_d = 1,65$, Б.Селицкий - 1,6. Если $K_d < 1,34$, то упругие свойства грифа атлетом не используются. Оказалось, что абсолютное большинство атлетов упругие свойства грифа не используют.

После окончания педагогического эксперимента, который длился шесть месяцев, была сделана прикидка, где также фиксировался коэффициент динамичности.

Оказалось, что в контрольной группе коэффициент динамичности практически не изменился и как следствие этого прирост спортивного результата незначителен. Он происходил, по-видимому, в основном за счет роста физических качеств атлетов. Средний прирост результата 3,75 кг ($\sigma = 4,55$).

В Экспериментальной группе коэффициент динамичности возрос у 13 атлетов и находился в заданных пределах. Следствием этого

явилось и существенное увеличение спортивного результата. Причем у атлетов, имеющих большее значение K_3 , наблюдается и больший прирост результата. Средний прирост результата 7,3 кг ($\sigma = 2,18$). Критерий достоверности по Стъвенту $t = 3,11$.

Эксперимент показал также, что около 12% атлетов рациональный ритм не освоили, коэффициент динамичности у них ниже допустимого. Объяснение этому следует искать по-видимому в том, что оптимальное приспособление к профессии, овладение мастерством, проявление способностей, происходит тогда, когда приемы, способы, операции трудовой деятельности индивидуализированы и строятся с учетом не только внешних, но и внутренних субъективных условий, т.е. индивидуальных типологических различий высшей нервной деятельности (К.М.Гуревич, 1961; Д.Ю.Панов, Д.А.Ошанин, 1961; ЕА.Климов, 1965; П.Н.Крестовников, 1951; А.В.Васильева, 1953).

Такое толкование вполне согласуется также с анализом взаимодействия человека с машиной с позиций кибернетики, как взаимодействие психофизиологического контура регулирования с техническим контуром (Б.Ф.Ломов, 1967).

Одной из важнейших характеристик любого звена системы управления является тот диапазон информации, который оно способно принять и переработать, т.е. полосой пропускания.

Применительно к нашему исследованию это означает тот диапазон колебаний (темпа) штанги, который способен принять и с определенной точностью воспроизвести атлет, являясь звеном системы регулирования "атлет-штанга".

Точность воспроизведения с увеличением и уменьшением темпа снижается (В.В.Чебышева, 1959). Очевидно, существует некоторый оптимальный темп движения для различных людей (Б.Ф.Ломов, 1963)

который они могут воспроизвести с наибольшей точностью, и есть, очевидно, максимальный темп для каждого человека, который он воспроизвести не может.

Вследствие этого одни атлеты овладевают рациональным ритмом, другие овладеть им не могут, а поэтому вынуждены выбирать иной способ выполнения упражнения - с медленным выполнением полуприседа.

В ы в о д ы

1. Упражнение классического троеборья со штангой представляет собой движение автоматической системы управления состоящей из двух подсистем: подсистемы - атлет и подсистемы - штанга. Взаимодействие атлета со штангой с позиции кибернетики можно рассмотреть как взаимодействие психофизиологического контура регулирования, осуществляющего программирование, регулирование и контроль спортивных движений, с контуром техническим.

Становление и совершенствование спортивной техники происходит в направлении оптимального сочетания динамических параметров психофизиологического контура управления с техническим контуром с непрерывным уменьшением расхода энергии атлетом на единицу спортивного результата.

2. Штанга, как технический контур регулирования, представляет собой механическую колебательную систему, описываемую неполным дифференциальным уравнением второго порядка. Основными характеристиками этой системы являются период и частота собственных колебаний, зависящие от веса штанги и рабочей длины грифа (расстояние между центрами тяжести правой и левой группами дисков). С увеличением рабочей длины грифа и веса штанги период собственных колебаний штанги увеличивается, а частота

уменьшается. При выполнении тяжелоатлетических упражнений штангу можно рассмотреть, как систему с одной степенью свободы, колебательные свойства которой могут быть использованы для увеличения спортивного результата. Наибольший эффект при этом достигается с весом штанги превышающим 110-120 кг.

3. Динамические силовые возможности атлета одинаковы для всех весовых категорий. В начале первой фазы тяги ускорение резко увеличивается до наибольшего значения (4-6 м/сек²) в течение 0,1-0,15 сек волнообразно уменьшаясь затем до нуля к моменту подрыва в течение 0,4-0,5 сек, при закономерном чередовании его максимумов и минимумов. Минимумы ускорения характеризуют моменты включения в динамический режим работы тех рычагов кинематической цепи атлета, которые до этого работали в режиме статическом. Минимальное значение ускорения составляет 1-2 м/сек². В момент подведения коленей под гриф перед подрывом ускорение становится отрицательным и составляет 3-5 м/сек² в течение 0,05-0,1 сек. При выполнении подрыва наибольшее ускорение достигается на начальном его участке и составляет 8-10 м/сек² в течение 0,1-0,15 сек, затем резко уменьшается и становится отрицательным к концу подрыва.

4. В соответствии с динамическими силовыми возможностями атлета первая фаза тяги должна начинаться мощным начальным усилием (140-160% от веса штанги) в течение 0,2-0,25 сек на первых 2-3 см ее пути. Вслед за этим усилие атлета в течение 0,4-0,45 сек должно уменьшаться вплоть до момента подрыва до величины 100% веса штанги. В момент подведения коленей под гриф усилие воздействия атлета на штангу может уменьшаться до 70-80% от веса штанги в течение 0,05-0,1 сек.

Вторая фаза - подрыв, также как и первая, должна начинаться мощным усилием (150-180% от веса штанги) в течение 0,1-0,15 секунд. В заключительной части подрыва усилие воздействия атлета на штангу резко уменьшается и становится отрицательным. Вследствие этого заключительная часть подрыва должна использоваться атлетом не для возможно большего поднимания штанги вверх, а для активного взаимодействия со штангой с целью быстрого выполнения подседа.

5. Динамические силовые возможности атлета, обуславливающие возможность непрерывного нарастания вертикальной скорости ведущего звена работающей кинематической цепи атлета, при минимуме расхода мощности, определяются естественной целесообразностью движений атлета заключающейся в том, что каждый очередной рычаг его кинематической цепи включается в динамическую работу после того, как вертикальная скорость штанги, полученная за счет динамической работы предыдущего рычага, достигают наибольшего значения или близка к нему.

6. Развиваемая атлетом мощность при выполнении тяги характеризуется двухтактным ритмом соответственно двум фазам выполнения тяги. При этом за счет развиваемой мощности в первой фазе тяги атлет решает примерно $2/3$ двигательной задачи, а за счет второй фазы тяги - подрыва одну треть. Изменение развиваемой атлетом мощности во времени происходит аналогично изменению скорости движения штанги. В начале первой фазы тяги мощность увеличивается до момента подведения коленей под гриф. При подведении коленей под гриф мощность уменьшается и при выполнении подрыва снова резко увеличивается.

Наибольшую мощность атлет развивает в подрыве в момент до-

стижения штангой наибольшего ускорения. Наибольшая величина этой мощности может превосходить максимальную мощность в первой фазе тяги в 1,5 - 2,5 раза, а среднюю мощность в 2,5-3 раза.

7. Скорость движения штанги при выполнении тяги увеличивается неравномерно. Характер её изменения во времени двухтактный соответственно двум фазам выполнения тяги. За счет первой фазы атлет сообщает штанге в среднем $\frac{2}{3}$ требуемой скорости. Остальная скорость достигается за счет выполнения подрыва и активного взаимодействия атлета со штангой при уходе в подсед.

Минимально необходимая скорость штанги, обеспечивающая выполнение упражнения, зависит от роста атлета и степени взаимодействия его со штангой при уходе в подсед. С уменьшением роста минимально необходимая скорость штанги уменьшается. При подведении коленей под гриф скорость штанги уменьшается примерно на 7% при выполнении рывка и на 17% при выполнении толчка.

Активное взаимодействие атлета со штангой при подъеме на грудь в толчке, обеспечивающее ускорение движения атлета в подсед равное полуторному гравитационному ускорению, уменьшает минимально необходимую скорость движения штанги в среднем на 12%, а при движении атлета в подсед с ускорением равным двум гравитационным на 25% при использовании ножиц и на 22% и 42% при использовании разножки. При выполнении рывка при тех же условиях минимально необходимая скорость штанги уменьшается в среднем на 7% и 15% соответственно.

8. Длительность ухода атлета в подсед, с увеличением роста

увеличивается. Разница в длительности ухода в подсед между атлетами низкого и высокого роста составляет в среднем 8%. С увеличением глубины подседа длительность его также увеличивается. При выполнении подседа способом разножка, обеспечивающим более глубокий подсед, длительность ухода при одинаковой интенсивности взаимодействия атлета со штангой на 10% больше, чем при выполнении подседа способом ножницы. С увеличением интенсивности взаимодействия атлета со штангой при уходе в подсед длительность его уменьшается. При интенсивности взаимодействия, обеспечивающей ускорения движения атлета в подсед равное полуторному гравитационному ускорению, длительность ухода уменьшается в среднем на 12%, а при ускорении движения атлета в подсед равном двум гравитационным на 25%.

Указанные изменения примерно одинаковы, как при выполнении рывка, так и при выполнении толчка.

9. Рациональный ритм движения атлета при выполнении толчка штанги от груди зависит от отношения периода собственной частоты колебаний штанги ($\tilde{\tau}_0$) и периода движения атлета ($\tilde{\tau}$) при выполнении полуприседа. Отношение $\tilde{\tau}_0/\tilde{\tau}$, обеспечивающее наиболее выгодные условия для использования реактивных и внешних сил должно быть равно или больше 0,5. При $\tilde{\tau}_0/\tilde{\tau} > 0,5$ в положении полуприседа необходима остановка длительностью до 0,3 сек. Опускание атлета в полуприсед должно быть быстрым (0,25-0,3 сек) и неглубоким (5-10 см). Выталкивание должно начинаться вместе с началом движения вверх дисков штанги после их остановки в крайнем нижнем положении за счет резкого разгибания ног в коленном и голеностопном суставах. В момент, когда угол в коленном суставе достигает 165-170° и штанга имеет максимальную вер-

тикальную скорость, должно осуществляться отталкивание от штанги и уход в подсед.

Ю. При выполнении толчка штанги от груди в синусоидальном ритме (толчек с раскачкой) развиваемое атлетом усилие увеличивается в момент раскачки до 130-150% веса штанги, при выполнении полуприседа уменьшается до 50% веса штанги, в положении полуприседа развиваемое атлетом усилие увеличивается до 250% веса штанги. Процесс выталкивания штанги сопровождается уменьшением действующего на штангу усилия от максимального значения до величины равной весу штанги.

При косинусоидальном ритме выполнения толчка штанги от груди выполнение полуприседа сопровождается уменьшением усилия, развиваемого атлетом до 30-60% веса штанги, а в положении полуприседа увеличивается до 200-250% веса штанги. Процесс выталкивания сопровождается уменьшением усилия от наибольшего значения до величины равной весу штанги. При медленном выполнении полуприседа усилие уменьшается до 70-80% веса штанги, в положении полуприседа увеличивается до 150-160%.

Процесс выталкивания штанги сопровождается увеличением прилагаемого усилия до величины равной 200-220% от веса штанги

II. Скорость движения штанги при выполнении толчка от груди величина знакопеременная и зависит от ритма выполнения толчка. При выполнении полуприседа она достигает наибольшего значения (1,2 м/сек) при использовании раскачки. При выталкивании штанги от груди скорость ее нарастает почти равноускоренно и составляет в среднем 1,5-1,7 м/сек в момент, когда углы в коленных суставах составляют 165-170°. При уходе атлета в подсед скорость штанги уменьшается и становится равной нулю в момент фиксации штанги в подседе.

12. Критерием оценки технического мастерства тяжелоатлета, характеризующим качество управления его движения при выполнении классических упражнений со штангой, является определенная закономерность изменения ускорения движения штанги. Величина этого ускорения и характер его изменения во времени характеризуют экономичность движения, ритм движения и качество движения. Экономичность движения повышается с ростом олимпийского мастерства, что выражается в уменьшении амплитуды ускорения. Ритм движения определяется наличием акцентируемых пиков ускорения, а качество выполнения упражнения характеризуется определенной закономерностью изменения ускорения во времени.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМЕ
ДИССЕРТАЦИИ

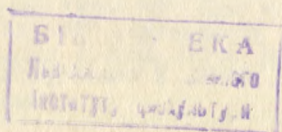
1. Прибор для записи ускорений штанги "Теория и практика физической культуры", № 1, М., 1965.
2. Закон приложения силы в процессе выполнения тяжелоатлетических упражнений "Теория и практика физической культуры" № 6, М., 1966.
3. Динамика движения штанги при толчке двумя руками. "Теория и практика физической культуры", № 10, М., 1966.
4. Об оптимальном законе приложения силы при выполнении тяжелоатлетических упражнений. Сб. "Тяжелая атлетика" Изд. ЦОЛИФК, 1967.
5. О критериях технического мастерства штангистов. "Теория и практика физической культуры", № 6, М., 1969.
6. Современные представления о некоторых закономерностях техники классических упражнений. "Теория и практика физической культуры", № 10, М., 1969. В соавторстве с А.Н.Воробьевым.

7. Некоторые вопросы оценки техники тяжелоатлетов. В сб. "Трибуна мастеров тяжелой атлетики". Изд. физкультуры и спорт. М., 1969.
8. Использование упругих свойств грифа в тяжелоатлетических упражнениях. В сб. "Трибуна мастеров тяжелой атлетики", Изд. "Физкультура и спорт", М., 1969.
9. Некоторые вопросы программированного обучения штангистов. Тезисы докладов У конференции РЦОЛИФК по тяжелой атлетике, 1969.
10. Прибор для определения скорости движения штанги. "Теория и практика физической культуры", № 10, М., 1970.
11. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 272850 "Прибор для определения скорости движения штанги". Бюллетень изобретений № 19 за 1970г. Изд. Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР.

Приняты к печати:

12. Тренажер для программированного обучения штангистов. Сборник "Трибуна мастеров тяжелой атлетики", 1971.
13. Некоторые вопросы оптимальности в спорте. Журнал "Теория и практика физической культуры", № 10, 1971.
14. Биомеханические основы техники тяжелоатлетических упражнений. Глава в учебнике "Тяжелая атлетика". 1971.

4652



Л-128317
Тираж 200
Печ. л. 1,25

Подписано к печати 19/VIII 1971 г.

Заказ 1413
Формат 60×84¹/₁₆

В/О «Союзсельхозтехника», пос. Правдинский Московской обл., Лесная, 60
Производственно-издательский отдел ЦНИИТЭИ