**Основные принципы исследования особенностей проявления биомеханических параметров подъёма штанги тяжелоатлетами**

Матвеев Е. Е.

1997

**1. Введение**

Постоянный рост спортивных достижений и все более обостряющаяся конкуренция за высшие титулы на мировой спортивной арене обусловливают необходимость поиска дополнительных резервов повышения уровня технического мастерства тяжелоатлетов.

Рост спортивных результатов в тяжелой атлетике чаще всего достигается путем увеличения объема тренировочных нагрузок. Однако, повышение объемов тренировочных нагрузок не может быть беспредельным.

Одним из перспективных аспектов совершенствования двигательных действий тяжелоатлетов является использование тренажерных устройств (Ю. Т. Черкесов, 1974). Но тренажеры в тренировочном процессе тяжелоатлетов используются недостаточно широко в связи с тем, что, с одной стороны, их конструктивные недостатки ограничивают диапазон их применения в решении педагогических задач, а, с другой, рассмотренные тренажеры для совершенствования движений тяжелоатлетов обладают одним общим недостатком - они не позволяют получить текущую информацию о параметрах движения системы " атлет-штанга " непосредственно в ходе выполнения упражнения.

Эффективность использования возможностей срочной информации определяется в значительной степени способом регистрации и видом в котором эта информация попадает к спортсмену. Использование достижений микроэлектроники расширило возможности в регистрации и обработке данных характеризующих тренировочный процесс. Вместе с тем, чем проще вид представляемой информации, тем меньше времени необходимо для ее осмысления и применения для нужд тренировочного процесса. В связи с этим разработка тренировочных тренажерных устройств реализующих задачи обучения и совершенствования спортивной техники соревновательных упражнений на основе текущей срочной информации используемой непосредственно в ходе выполнения движения представляется актуальным.

**2. Теория подъема штанги тяжелоатлетами**

Техника выполнения тяжелоатлетических упражнений достаточно сложна прежде всего с точки зрения координационной структуры мышечных взаимодействий, необходимости в кратчайшие отрезки времени осуществлять значительные изменения в движении, которое продолжается в пределах одной или нескольких секунд. В данном реферате анализируются пространственные параметры движения штанги в рывке и толчке, а, также, основные принципы изучения этих параметров с помощью компьютера для совершенствования мастерства спортсменов-тяжелоатлетов.

Наиболее сложным соревновательным упражнением в тяжелой атлетике является классический толчок (А. Т. Иванов, 1975). Это упражнение усложняется еще тем, что оно выполняется спортсменом в состоянии некоторого утомления, вызванного выполнением рывка. В результате происходят частые срывы на соревнованиях при выполнении подъемов на грудь и от груди.

При выполнении классического толчка следует отметить, что на подъем штанги от груди тяжелоатлет затрачивает больше нервно-психической энергии, чем на выполнение первой части упражнения - подъема штанги на грудь. Поэтому очень часто у спортсмена удачно взявшего штангу на грудь при подъеме ее от груди происходит срыв.

В последние годы многими авторами было доказано, что параметры движения в технике классических упражнений связаны с весом штанги, квалификацией спортсмена, весовой категорией и особенностями его телосложения. Подобные сведения, получаемые о разных биомеханических характеристиках движения атлета и штанги, выявление методов и средств, с помощью которых эти показатели можно изменить более ускоренно в желательном направлении, облегчают процесс усвоения занимающимися рациональных эффективных действий, что ускоряет рост спортивных результатов.

Траектория движения штанги в классических упражнениях является одной из наиболее информативных характеристик об эффективности двигательных действий тяжелоатлетов и изучение оптимальности проявления пространственных параметров движения штанги представляется актуальным.

Использование знаний об оптимальных параметрах движения штанги в соревновательных упражнениях в учебно-тренировочном процессе способствует повышению результативности тренировок спортсменов-тяжелоатлетов.

К 1 типу траектории движения штанги относится такая, которая после момента отделения дисков штанги от помоста в начале приближается к спортсмену в первой фазе тяги, затем пересекает вертикальную линию, проведенную через точку начала движения штанги, удаляясь от вертикали во второй фазе тяги, и вторично пересекает вертикальную линию .

Ко 2 типу принадлежит траектория движения грифа штанги, которая вначале (как и в первом случае) приближается к спортсмену на максимальную величину в момент начала подведения коленей под гриф, во второй фазе тяги приближается к вертикали, но не пересекает ее и заканчивается "крючком" определенной ширины . Главное отличие в данном случае в разной величине удаления траектории относительно вертикали во второй фазе тяги. Второй тип траектории нельзя отнести к рациональной технике, так, как на завершающем этапе выполнения упражнения плечи резко уходят назад, особенно в последнем варианте и тем самым не используется в должной мере самая мощная группа мышц, участвующих в разгибании тазобедренных суставов.

К третьему типу отнесена траектория, которая в момент отрыва штанги от помоста начинает удаляться от спортсмена (от вертикали), затем пересекает вертикаль, приближаясь к спортсмену в первой фазе тяги, затем удаляется от него вторично пересекает вертикаль и заканчивается "крючком" определенной ширины . Этот тип траектории характеризуется тем, что в стартовом положении гриф штанги располагается близко к голеностопным суставам, отчего начальное движение имеет направление от атлета.

Искривление траекторий в момент наибольшего приближения грифа штанги к спортсмену в первой фазе тяги зависит от расположения плеч во время подъема штанги . Чем дальше они выведены вперед и чем ближе находится гриф штанги во время подрыва, тем значительней искривление. Кроме того, имеет значение рост спортсмена; чем они выше, тем возможны большие при прочих равных условиях горизонтальные смещения траектории в рассматриваемых фазах.

Существуют разновидности траектории, которые могут быть во второй фазе после пересечения траекторией вертикали:

а) траектория пересекает вертикаль и поднимается строго вверх по прямой;

б) пересекает вертикаль, траектория поднимается по дугообразной линии;

в) траектория не пересекает вертикальную линию. Наиболее рациональная траектория в первом случае. Самый нерациональный способ подъем штанги (в) - плечи рано отошли назад.

Выделяют три основные разновидности "крючков" различие по ширине "крючка" и месту положения высшей точки траектории:

а) высшая точка траектории совпадает с вертикалью,

б) высшая точка находится слева от вертикали,

в) высшая точка находится справа от вертикали.

Наиболее рациональным является следующее положение: горизонтальное смещение системы "атлет-штанга" минимально, и основные усилия спортсмен направляет на подъем штанги. В случае (б) плечи впереди, в случае (в) - сзади. В обоих случаях надо затрачивать дополнительные усилия для сохранения равновесия тела и окончательного фиксирования веса. Чем меньше "крючок", тем меньше горизонтальное смещение и тем лучше возможность для успешного завершения упражнения.

Существуют разновидности траектории, которые могут иметь место в толчке штанги от груди после пересечения траекторией вертикали:

а) траектория пересекает вертикаль и поднимается строго вверх по прямой;

б) пересекая вертикаль,траектория поднимается по дугообразной линии;

в) траектория не пересекает вертикальную линию. Наиболее рациональная траектория в первом случае. Самый нерациональный способ подъема штанги (в) - плечи рано отошли назад.

Оптимальная траектория в толчке штанги от груди - это такая, когда предварительный подсед выполняется с очень небольшим смещением вперед. Выталкивание выполняется почти по вертикальной линии.

Относительная высота подъема штанги - информативный показатель, характеризующий изменения техники выполнения упражнений. Относительная высота подъема штанги при совершенствовании спортивного мастерства не остается постоянной, а уменьшается в каждой ростовой группе. Уменьшение относительной высоты подъема штанги - качественное улучшение техники. Определено, что наиболее выгодной траекторией подъема штанги от груди является вертикальная. Оптимальная глубина полуприседа перед толчком снаряда вверх составляет в среднем 10% от роста спортсмена.

Горизонтальные смещения зависят от смещения веса спортсмена и штанги. Чем больше вес штанги и меньше вес атлета, тем больше должна искривляться траектория снаряда в первой фазе и меньше во второй, и наоборот. Индивидуальные особенности технического мастерства можно определять по таким показателям, как величина отклонения от вертикали траектории движения штанги во второй фазе в рывке и при подъеме на грудь.

Во время выполнения толчка наиболее предпочтительна такая траектория движения штанги, когда во время предварительного приседания она смещается на атлета. Во время амортизации штанга движется на 8-14 см вниз и на 1-3 см назад, описывая "крючок".

В. П. Агудин (1972) отмечает, что у атлетов, хорошо владеющих техникой рывка и толчка, траектория подъема штанги динамически устойчива. У атлетов же, имеющих недостатки в технике подъема штанги они значительно разнятся. В. П. Агудин указывает, также, на зависимость траектории подъема штанги от величины веса отягощения, роста спортсмена, квалификации, но не анализирует причины вариативности отдельных элементов техники.

А. Н. Воробьев (1977) отмечает, что в первой фазе подъема изменение траектории должно происходить в таких пределах, чтобы обеспечивалось максимальное сближение проекций Ц.Т. штанги и спортсмена. В подрыве эта величина определяется смещением О.Ц.Т. системы "атлет-штанга" в направлении на носки. Средние величины отклонения от вертикальной линии следующие: в первой фазе подъема штанга должна приближаться к спортсмену на 6-8 см, в подрыве отходить от него на 10-12 см, то есть в первой фазе подъема она должна отойти назад от вертикальной линии на 6-8 см, во второй же фазе - быть впереди этой линии на 3-4 см. Далее автор подчеркивает, что наиболее рациональным оказывается путь, во время которого штанга в начале движения, в первой фазе (до уровня коленей) приближается к атлету на расстояние от 4 до 20 см больше. Подчеркивается, также, что с уменьшением веса штанги траектория все больше удаляется от спортсмена.

Л. Н. Соколов (1981) отмечает, что квалифицированные атлеты поднимают штангу по S - образной линии. В первой фазе - "вверх-назад", во второй - "вверх-вперед", а в фазе подседа - в направлении "назад"; заканчивается траектория "петлей" в направлении "назад-вперед". Далее подчеркивается, что привести точные количественные величины отклонения штанги от вертикали невозможно, так как эти величины непостоянны. Они зависят от соотношения веса спортсмена и штанги, чем больше отклонения от вертикали в первой фазе, тем меньше эти отклонения в подрыве. Далее даются ориентировочные цифровые данные: отклонение от вертикали на себя в первой фазе - 6-8 см, во второй фазе - 3-4 см.

Р. А. Роман считает, что величина приближения штанги к спортсмену в первой фазе тяги рывка и толчка равна в среднем в рывке от 4 до 10 см и более. Значительные индивидуальные различия в положении штанги в момент наибольшего приближения к спортсмену в первой фазе тяги зависят от анатомических особенностей спортсмена и стиля выполнения упражнения.

Наиболее значимые показатели траектории движения штанги: расстояние от вертикали в 1 и 2 фазах, расстояние от вертикали до высшей точки траектории, максимальная высота подъема, высота, на которой происходит наибольшее приближение грифа к спортсмену в первой фазе тяги.

Чем больше рост атлета, тем больше штанга должна приближаться на атлета. Так в рывке атлетов ростом 150 см штанга приближается к спортсмену в среднем на 4 см, 170 - на 8 см, 190 см - на 12 см.

В толчке штанга приближается несколько меньше, чем в рывке: у атлетов ростом 150 см - 3 см, 190 см - 10 см. При выполнении второй фазы штанга смещается вперед относительно плюснефаланговых суставов у атлетов до 150 см

Высота подъема штанги в рывке составляет 68-70 % от роста атлета (в срднем 73,5% ), при подъеме на грудь для толчка 55-65 %, в среднем 60 %.

Величина траектории движения зависит от роста спортсмена, особенности его телосложения, ширины хвата (в рывке) и способов подседа. При подседе способом "разножка" штанга перемещается вниз, во время аммортизационной части подседа в рывке на 5-9 % от роста ( в среднем на 7,5%), при подъеме на грудь для толчка на 14-18 % от роста (в среднем на 16 %). Высота фиксации штанги составляет: при выполнении подседа способом "разножка" в рывке 62-70% от роста (в среднем 66%). При подъеме на грудь - 40-48% (в среднем 44%). Ряд показателей зависит от весовой категории атлета - скорость полуприседа, выталкивание (высота), скорость вылета штанги.

По индексу длины туловища спортсмены в 50% случаев относятся к мезоморфному признаку, 26% к долихоморфному и 24 % к брахиморфному признаку. Установлено, что в каждой весовой категории есть атлеты мезоморфного и долихоморфного, брохиморфного типа по трем признакам: длине туловища, длине ноги, длине руки, либо со смещенными признаками строения тела.

В легких весовых категориях (до 67 кг) преобладают атлеты с брахиморфным типом сложения (48%), в средних весовых категориях (до 82 кг) мезоморфный тип сложения тела. В весовых категориях свыше 82 кг атлеты в значительной мере (55 %) относятся к долихоморфному типу сложения. Предложенный индекс рабочих моментов, то есть отношение длины ноги к длине туловища, характеризует принадлежность атлета к тому или другому типу сложения.

Р. А. Романом (1981) высказывалась мысль, что величина приближения штанги к спортсмену индивидуальна и определяется анатомическими особенностями его двигательного аппарата.

Если у спортсменов брахиморфного типа величина приближения штанги в первой фазе в толчке составиляет 4,16%, в рывке 4,34% от средней величины тела (166 см), то у атлетов мезоморфного типа соответственно 4,01% и 4,7%, а у долихоморфного - 3,7% и 3,86%. Величина приближения штанги в % от средней длины тела спортсменов по мере увеличения веса тела спортсменов уменьшается. А. Г. Иванов (1975) отмечает, что спортсмены имеют различные по величине стопы составляющие от 14,5 до 16,5 % их роста. Атлеты, имеющие по размеру одинаковые стопы, значительно отличаются в росте. Установлена необходимая высота подъема штанги от груди, которая составляет от 14 до 20% роста атлета, в среднем 16%.

А. Н. Воробьев (1972), анализируя взаимосвязь морфологических особенностей тяжелоатлетов с их спортивными результатами, пришел к выводу, что спортивные результаты больше зависят от мышечной силы, нежели от пропорции тела. Среди сильнейших тяжелатлетов мира можно встретить представителей различных типов телосложения: долихо-, мезо-, и брахиморфного типа сложения тела. В то же время выявлены четкие различия в зависимости от типа телосложения в кинематической структуре рывка и толчка.

**3. Зависимость траектории движения штанги от квалификации спортсмена.**

Квалифицированные тяжелоатлеты экономнее по сравнению с новичками расходуют энергию при выполнении упражнений. Свидетельством тому является тот факт, что штанга одинакового веса спортсменами - разрядниками поднимается на меньшую высоту.

У новичков и спортсменов низших разрядов штанга поднимается с движением вперед до 30 мм. Квалифицированные тяжелоатлеты до уровня коленей перемещают штангу по горизонтали назад до 40 мм. Анализ различий в технике выполнения подъема штанги на грудь у спортсменов разной квалификации позволил сделать вывод, что с ростом спортивного мастерства происходят изменения во всех элементах структуры движения, при этом у более квалифицированных спортсменов имеет место тенденция к уменьшению временных и динамических параметров движения и увеличиваются показатели скорости подъема штанги.

У у атлетов II спортивного разряда имеется ряд специфических особенностей техники: нарушение ритма движения, меньше, чем у атлетов других квалификаций усилие на опору во всех фазах, значительное колебание штанги в сагитальной плоскости (10,2 см, 7,6 см; 8,5 см), особенно в подрыве и подседе, большая вариативность параметров техники. У атлетов II разряда величина отклонения в подрыве", с удалением Н мах. и шириной "крючка". У спортсменов II разряда ширина траектории движения штанги - 10,2 см у высококвалифицированных - 8,5 см.

Сравнивая в одном подходе параметры траектории у атлетов разной квалификации, прежде всего необходимо отметить большую максимальную высоту подъема у спортсменов низкой квалификации в каждой ростовой группе. В тяге рывковой новички - 61,5 - 69,5 см, мастера спорта международного класса - 53,5 - 59 см. В тяге толчковой соответственно 53 - 60 см и 43,5 - 49 см.

Спортсмены более квалифицированные достигают одного и того же результата более рациональным и экономичным путем. Об этом свидетельствует и более узкий "коридор" траекторий снаряда. Новички - 10,2 см, высококвалифицированные - 8,5 см.

Чем выше спортивное мастерство атлета и больше поднимаемый вес, тем больше величина опускания штанги в опорной фазе подседа (до 14 - 15 см). У новичков движение штанги вниз незначительно (до 3 - 5 см) или отсутствует. Тяжелоатлеты первого юношеского разряда штангу перемещают в полуприседе на 12,2% от собственного роста спортсмена, а мастера спорта - на 10,08%. Максимум выталкивания штанги у тяжелоатлетов первого юношеского разряда составляет 25,6%, а у мастеров спорта СССР - 16,3%. Также различаются показатели общего перемещения штанги. Это значение в группе первого юношеского разряда равно 37,8%, а в группе мастеров спорта СССР - 26,4%. Таким образом можно утверждать, что спортсмены высокой квалификации (мастера спорта) штангу в "подъеме от груди" перемещают значительно меньше в полуприседе. Также меньше у них максимум выталкивания штанги вверх, чем у атлетов низкой квалификации (первый юношеский разряд).

В заключении можно сказать, что параметры перемещения штанги тяжелоатлетами - мастерами спорта СССР (максимальное перемещение штанги в полуприседе - 10,08%; максимум выталкивания штанги - 16,3%; общее перемещение штанги - 37,8%) могут быть взяты за эталон при совершенствовании движений тяжелоатлетов низкой квалификации в "подъеме штанги от груди".

**4. Принципы исследования биомеханических параметров подъема штанги и использование результатов при тренировках**

Серьезным недостатком традиционных методик обучения тяжелоатлетов является то, что до настоящего момента нет данных об оптимальных параметрах техники движения при подъеме штанги от груди, в частности не установлены параметры перемещения штанги в этом упражнении тяжелоатлетами различной спортивной квалификации. Без этих данных процесс обучения и совершенствования движений тяжелоатлетов затруднен. Кроме того, из-за отсутствия методик обучения тяжелоатлетов с использованием средств объективной информации тренеры ограничиваются при управлении тренировочным процессом качественной оценкой движений.

Ю. Т. Черкесов (1974) предложил прибор для регистрации пространственных параметров движения штанги. Предложенный им прибор позволяет регистрировать траекторию движения штанги на разграфленном экране. Испытание разработанного и изготовленного в лаборатории данного тренажера показало, что использование этого устройства дает объективную срочную информацию по слуховым и зрительным каналам о количественных параметрах движения штанги в пространстве. Получив информацию о неправильном выполнении упражнения по ходу движения, спортсмен в последующей попытке вносит коррективы в движения. Многократно выполняя упражнение на данном тренажере, атлет развивает чувство пространства.

Чрезмерное опускание штанги в фазе "полуприсед" тяжелоатлетами низкой квалификации по сравнению со спортсменами высокой квалификации является результатом применения недостаточно совершенной методики обучения, т. е. отсутствия средств объективной срочной информации. Использование усредненных параметров траектории движения штанги в подъеме ее от груди, а также тренажера, задающий программу действия спортсмена способствует безошибочному выполнению упражнения.

В литературных источниках упоминается, что различные спортсмены по разному располагают на старте штангу относительно плюснефалангового сустава и приближение штанги к тяжелоатлету или ее удаления от него рассматривается относительно переменно располагающейся вертикальной линии, которая проходит через гриф. При такой постановке исследований, когда отсутствует неизменная точка отсчета, невозможно провести объективный анализ особенностей проявления траектории тяжелоатлетами различной весовой, ростовой категории и квалификации.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что в последние годы, учитывая эффективность объективного метода контроля и обучения, ряд специалистов в области тяжелой атлетики разработали и предложили различные устройства, дающие срочную информацию о пространственных параметрах движений штанги при выполнении классических упражнений.

Как правило, такие устройства содержат датчики и аналого-цифровой преобразователь, необходимый для их сопряжения с компьютером. Работающая на компьютере специальная программа собирает информацию от всех датчиков и записывает ее в специальный файл. Затем полученные данные могут обрабатываться различным образом, строиться таблицы, графики и диаграммы, отражающие различные биомеханические параметры подъема штанги. Изучение этих параметров позволяет создавать оптимальные методики тренировки спортсменов-тяжелоатлетов.

**Список литературы**

1. Агудин В. Н. Совершенствование рывка и подъема на грудь с помощью вспомогательных упражнений. / Тяжелая атлетика: Ежегодник. - М.: Физкультура и спорт, 1972.

2. Воробьев А. Н. Тяжелая атлетика. / Учебник для ин-тов физической культуры. - М.: Физкультура и спорт, 1972.

3. Воробьев А. Н. Тяжелоатлетический спорт. / Очерки по физиологии и спортивной тренировке. Изд. 2-е. - М.: Физкультура и спорт, 1977.

4. Жеков И. П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. - М.: Физкультура и спорт, 1976.- 175 с.

5. Иванов А. Т. Исследование статики, кинематики и динамики толчка от груди. / Автореф. дис. канд. пед. наук. - Л., 1975.

6. Роман Р. А., Иванов А. Т. Особенности техники толчка штанги от груди у атлетов различных весовых категорий. / Тяжелая атлетика: Ежегодник. - М.: Физкультура и спорт, 1981, с.30-32.

7. Роман Р. А., Иванов А. Т. Техника выполнения толчка от груди рекордсменами мира В. Куренцовым и Д. Ригертом.- В кн.: Тяжелая атлетика: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1979, с. 42-46.

8. Иванов А. Т. О времени готовности толчка от груди. Тяжелая атлетика: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1977, с.55-57.

9. Лучкин Н. И. Тяжелая атлетика.Изд.2-е перераб. и допол. Учебник для ин-тов физической культуры .- М.: Физкультура и спорт, 1962. - 190 с.

10. Лучкин Н. И. Тяжелая атлетика.Учебник для ин-тов физ.культуры.- М7

11. Ратов И. П. Спортивные тренажеры. - М.: 1976. - 96 с. Физкультура и спорт, 1956. - 150 с.

12. Иванов А. Т., Роман Р. А. Техника выполнения толчка от груди рекордсменов-тяжелоатлетов

13. Соколов Л. Н. Техника классических упражнений. / Тяжелая атлетика: Учебник для ин-тов физкультуры. Под ред.А.Н.Воробьева. - М.: Физкультура и спорт, 1981.

14. Фарфель В. С. Управление движениями в спорте. - М.: Физкультура и спорт, 1975. - 208 с.

15 Фролов В. И., Левшунов Н. П. Техника толчка. / Тяжелая атлетика: Ежегодник. - М.: Физкультура и спорт, 1979, с. 43-45.

16. Черкесов Ю. Т. Прибор срочной информации о пространственных параметрах движения штанги. / Тяжелая атлетика: Ежегодник. - М.: Физкультура и спорт, 1974, с.55-56.