

## Проявление скоростно-силовых способностей при различных режимах сокращения мышц нижних конечностей

### *Аннотация:*

В статье исследуется проявление скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей при изометрическом, концентрическом и эксцентрическом режимах сокращения. В результате исследования получено, что в эксцентрическом режиме имеет место наибольшая скорость достижения максимальной силы.

### *Ключевые слова:*

Движение, режимы работы мышц, скоростно-силовые способности, тензодинамография, биомеханическая структура.

Проявление работающей мышцы в процессе выполнения движения это проявление силовых и скоростных качеств мышцы в различных сочетаниях. При этом между максимальным проявлением усилия и временем достижения этого максимума возникает противоречие. В силу ограниченности возможностей работающей мышцы недопустимо в течение короткого промежутка времени проявить большую силу. Этому препятствует также природный механизм, предохраняющий мышечный аппарат от повреждений, известный, как правило Хенемана. Педагогические методы не имеют механизмов исследования данной проблемы, так как исследование различных режимов работы мышц, сопоставление активности мышц с проявляемой ей силой, исследование особенностей управления работой мышц не являются областью педагогических исследований. Однако, знания, полученные в этой области для теории и методики физического воспитания, являются актуальными. Наибольший вклад в изучение этой проблемы внесли при проведении физиологических исследований Жуков Е.К. [3], Верхошанский Ю.В. [1], Высочин Ю.В. [2], Козлов И.М. [4], Коті Р.В. [5]. Одним из первых, взаимодействие между скоростью сокращения мышцы и нагрузкой в структуре движения исследовал А.Хилл (1938).

Проблема. Закономерности, на которых основывается скоростно-силовая подготовка, а также исследование биомеханической структуры скоростно-силовых движений свидетельствуют о существенных противоречиях в организации такого типа движений; в частности, противоречие между значением силы и временем реализации мышечных усилий. Времени для достижения максимума силы требуется больше, чем длительность кинематических фаз быстрых движений, поэтому задача заключается в том, чтобы провести сравнительный биомеханический анализ в основных режимах работы мышц: изометрическом, концентрическом и эксцентрическом в процессе выполнения динамики спортивных упражнений.

Задача. Провести сравнительный биомеханический анализ работы мышц в основных режимах их сокращения, а именно, в концентрическом, изометрическом или статическом и эксцентрическом.

Методика исследования. Для решения поставленной задачи были использованы следующие методы: тензодинамографии, электромиографии, регистрации кинематических характеристик. Тензодинамография и электромиография позволили нам оценить наличие и величину активности мышц разгибателей нижних конечностей, а именно, икроножной и большой ягодичной мышцы. Для регистрации кинематических характеристик использовался датчик перемещения, который крепился к снаряду или поясу спортсмена и фиксирующий вертикальные перемещения тела спортсмена.

Организация исследования. При проведении поискового эксперимента в качестве испытуемых были приглашены студенты института физической культуры и дзюдо, специализирующиеся в беге на среднюю дистанцию и имеющие первый спортивный разряд. Для создания изометрического режима испытуемые выполняли разгибание нижних конечностей с упором об закрепленный гриф штанги. Концентрический и эксцентрический режимы моделировались при выполнении прыжка вверх с места. При этом требовалось проявление максимальных усилий. Для исследования работы икроножной мышцы в статическом режиме принималось исходное положение стоя и работа производилась за счет разгибания стопы. При исследовании ягодичной мышцы в том же режиме начальное положение принималось, когда бедро было расположено параллельно горизонтальной линии. В качестве нагрузки использовалась неподвижная опора, если режим был статический или штанга, весом 20 кг. для концентрического и эксцентрического режимов. Основным источником экспериментальных данных являлась тензодинамограмма и график перемещения грифа штанги. По ним определялись зоны концентрического и эксцентрического режима работы мышц. Электромиография использовалась для уточнения границ режимов и для ответа на вопрос, что является причиной возникновения усилия на тензоплатформе в процессе выполнения упражнения: проявление упруго-вязких свойств мышцы или это сократительные свойства мышцы генерируют внешнюю силу. В ходе последующей обработки первичных экспериментальных данных на различных участках тензодинамограммы оценивалась

скорость изменения полученной динамической характеристики по тангенсу угла наклона между прямой, являющейся касательной к выбранной точке на тензодинамограмме и горизонтальной осью времени. Выбранные на тензодинамограмме участки соответствовали различным режимам работы мышц.

Зоны, где икроножная и ягодичная мышцы работают в концентрическом режиме соответствуют фазе выталкивания и зона где мышцы работают в эксцентрическом режиме, соответствуют при приземлении когда мышцы сопротивляясь силе инерции тела работают в уступающем режиме в фазе амортизации. Проявление обоих режимов мышц на тензодинамограмме отображается и растущим и спадающим участком. Участок, к точкам которых проводятся касательные, для определения тангенсов угла наклона между этими касательными и горизонтальной осью времени выбирается на растущем участке в непосредственной близости возле максимума силы. Это определяется тем, что результатом исследования является время достижения максимума силы.

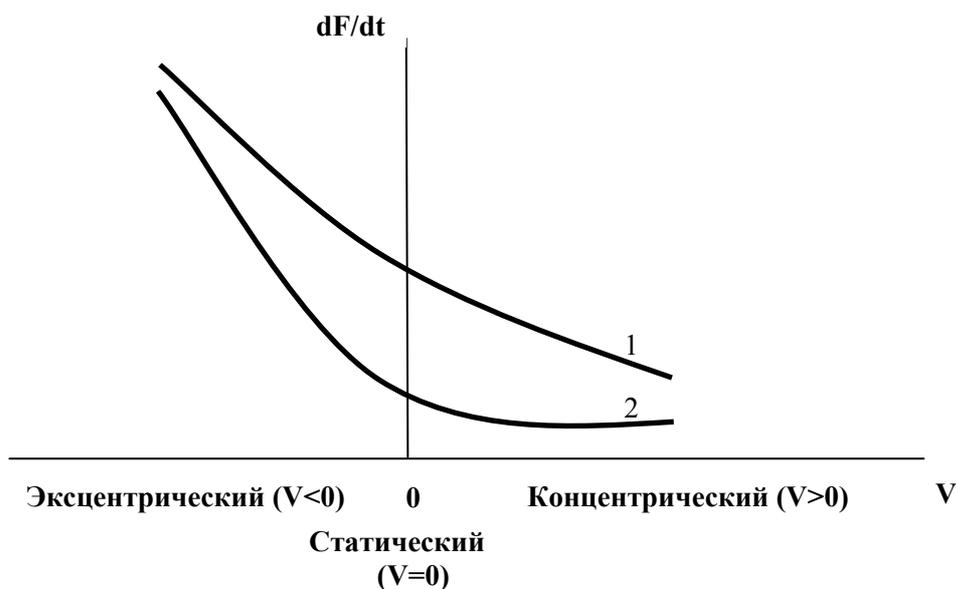
Таким образом, из тензодинамограммы была получена величина, соответствующая скорости изменения внешней силы, проявляемой исследуемой мышцей в разные моменты времени и построена зависимость изменения этой величины от времени. Такие зависимости были получены для каждого из трех режимов. Аналогичные результаты были получены для икроножной и ягодичной мышцы.

В результате были получены следующие результаты. Для икроножной и ягодичной мышцы в эксцентрическом режиме время его проявления составляет 0,08-0,1 с. Максимальное проявление величины нарастания усилия ( $dF/dt$ ) для икроножной и для ягодичной мышцы максимально. В статическом режиме время проявления

составляет обоих мышц составляет 0,2 с. Максимальное проявление величины нарастания усилия ( $dF/dt$ ) для икроножной мышцы составляет 60% от значения, проявленного в эксцентрическом режиме и для ягодичной мышцы соответственно 20%. В концентрическом режиме время действия режима равно 0,5 с. Максимальное проявление величины нарастания усилия 25% и 10% соответственно для икроножной и ягодичной мышцы.

Из полученных результатов видно, что время действия эксцентрического режима значительно меньше, а величина нарастания усилия больше, чем в других режимах. Это связано с тем, что условия, в которых проявляется эксцентрический режим, когда мышца, растягиваясь, уступает внешней силе создаются внешними факторами. Например, при приземлении после прыжка, необходимо выполнить определенную двигательную задачу, а именно, выполнить фазу амортизации. Так как внешнее воздействие в этот момент может быть любым, в том числе и значительным, мышцы в этом режиме должны быть способны значительные усилия за короткий промежуток времени, этому также способствует то обстоятельство, что в уступающем режиме мышца проявляет большую силу. На состояние мышцы кроме специальной двигательной программы, сформированной центральной нервной системе, также влияют его упруго-вязкие свойства. Упругий компонент мышцы больше всего проявляется в эксцентрическом режиме и вносит свой вклад в проявление большей силы за короткое время.

Наличие в икроножной мышце большего проявления упругих свойств, чем в большой ягодичной мышце проявляется тем, что икроножная мышца в эксцентрическом режиме эффективнее проявляет скоростные качества, что видно на рис. 1.



1 – большая ягодичная мышца, 2- икроножная мышца

Рис. 1. Зависимость максимальной величины нарастания усилия мышцы от скорости ее сокращения

Таким образом, сравнивая три режима работы мышц, получено, что в эксцентрическом режиме скорость нарастания усилия в единицу времени больше, чем в других режимах, соответственно мощностные характеристики в этом режиме выше. Наименьшая скорость нарастания усилия и соответственно меньшая мощность проявляется в концентрическом режиме.

**Примечания:**

1. Верхошанский Ю.В. Экспериментальное обоснование средств скоростно-силовой подготовки в связи с биодинамическими особенностями спортивных упражнений (на материале

прыжковых упражнений): Дисс. ... канд. пед. наук. – М., 1963. – 231 с.

2. Высочин Ю.В. Полимиография – метод исследования функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1978. – №6. – С.26-29.
3. Жуков Е.К. Очерки по нервно-мышечной физиологии. – Л.: Наука, 1969. – 287 с.
4. Козлов И.М. Биомеханические факторы организации движений у человека: Дисс. ... докт. биол. наук. – Л., 1984. – 307 с.
5. Komi P. Neurophysiological and mechanical interactions in running // Abstr. Of the 22 World Congress of Sport Medicine, – Vienna. – 1982. – №1. – P.48.