

Н.И. КОЗЛОВА

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ
ФИНАЛЬНОГО УСИЛИЯ В ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКИХ
БРОСКОВЫХ УПРАЖНЕНИЯХ**

Метание легких снарядов – мяча, гранаты, копья – относятся к группе баллистических действий, поскольку их реализация связана с баллистическим режимом работы мышц [Агашин Ф.К., 1977; Воронкин В.И., 1986; Донской Д.Д., 1960; Зацюрский В.М., 1979].

Явление баллистической работы мышц впервые было отмечено И.М. Сеченовым (Очерки рабочих движений человека, 1906). Он заметил, что высокая скорость движения достигается тогда, когда мышцы, посредством которых оно выполняется, сокращаются, находясь в сильно растянутом состоянии. Этот эффект истолковывался обычно тем, что при натяжении мышц в результате раздражения проприорецепторов возникает сильное возбуждение двигательных центров, которое приводит к значительно более мощной (чем в случае сокращения мышц из нерастянутого состояния) стимуляции сократительного процесса.

Довольно длительный период существовало мнение, что добиться баллистического эффекта можно, растягивая мышцу посредством ее антагонистов. Н.С. Северцев [Северцев Н.С., 1971] опровергает существующее положение, утверждая, что напряжение сильно растянутой мышцы значительно больше, чем напряжение, которое мышца может развить при сокращении. У антагонистов на растягивание просто не хватит силы. Но даже, если допустить, что это все же сделано, возникает другое, еще более существенное обстоятельство. Антагонисты, сократившись, держат мышцу и не могут мгновенно освободить сочленение так, чтобы при этом не оказать значительного сопротивления его движению. Сокращенные антагонисты, даже если удастся мгновенно прекратить стимуляцию их напряжения, окажут движению звена вязкое сопротивление, на которое и потратится энергия растянутой мышцы. Растягивать мышцу должна сила, для данного сочленения внешняя. Например, сила инерции звена, возникающая в результате движений в других сочленениях, или работы по разгону этого звена, проделанной в предыдущей фазе (например, замах или обгон снаряда в метаниях).

Для эффективного использования мышечной энергии при скоростных движениях, по мнению Н.С. Северцева, должны соблюдаться следующие условия:

1. В процессе движения мышца должна работать в диапазонах сильно-го растягивания, сокращаясь при этом на малую величину.

2. Растягивание должно быть результатом действия внешней силы (инерции), а также силы тяги антагонистов, развиваемой в текущий момент.

3. Стимуляция мышечного возбуждения должна начинаться в фазе наибольшего удлинения мышцы.

4. При стимуляции возбуждения должно особо акцентироваться начало процесса (так обеспечивается наибольшая мощность первого рывка).

5. Импульсация мышцы должна длиться лишь до тех пор, пока это дает положительный механический эффект.

К особенностям управления баллистическими действиями относят трудность координации движений, связанных с мышечными напряжениями «взрывного характера» [Козлов В., 1979; Матвеев Е.Н., 1987]. Такие движения протекают за очень короткое время и потому почти не поддаются осознанному коррекциям. Внесение поправок – коррекций осложняется тем, что скорость перемещения звеньев тела в заключительной части движения намного превышает быстроту выработки и внесения соответствующих коррекционных сигналов [Чхаидзе Л.В., 1969]. Более приемлемы здесь автоматизированные коррекции, выработка, настройка и координация которых достигаются специальной тренировкой, так что управление рассматриваемыми действиями является как бы предваряющим, причем далеко отставленным во времени.

Традиционно, для удобства анализа, технику метания копья принято подразделять на отдельные фазы. Ряд авторов [Васильев Г.В., 1947; Константинов О.В., 1968; Кузнецов В.В., 1961] в своих научных публикациях, посвященных этой проблеме, выделяют: разбег (предварительный и заключительный), финальное усилие (бросок, остановка метателя, которая необходима для соблюдения правил соревнований). Разделять движения на предварительные (исходное положение перед началом разбега, предварительный разбег, бросковые шаги с отведением руки со снарядом, обгон, приход в исходное положение перед броском) и основное (финальное усилие) предлагает В.В. Бляхов [Бляхов В.В., 1971]. Некоторые авторы [Колодий О.В., 1985; Матвеев Е.Н., 1989] расчленяют технику метания копья на следующие части: держание снаряда (хват), разбег предварительный и заключительный, финальное усилие, сохранение равновесия или торможение после броска.

Дальность полета копья определяется следующими, оптимальными для каждого метателя, параметрами выпуска: скоростью, углом выпуска, углом атаки и пространственным положением копья, высотой выпуска, расстоянием от впереди стоящей стопы метателя до внутреннего края планки, а также составляющей угловой скорости вращения копья вокруг продольной оси (прецессия), перпендикулярной к ней горизонтальной оси (тангаж) и третьей оси перпендикулярной этим двум осям (рысканье).

Наиболее важный фактор, определяющий дальность полета снаряда – значение скорости вылета копья [Сулиев Л.Г., 1961; Тувевич В.Н., 1969].

Для достижения максимальной скорости выпуска копья желательна наибольшая контролируемая метателем скорость разбега. В фазе подготовки к выпуску копья, для увеличения воздействия на снаряд, в финальном усилии спортсмены выполняют отведение снаряда. При этом максимум внимания обращают на создание минимального угла между продольной осью копья и предплечьем метаемой руки в момент завершения отведения, что способствует точному приложению усилий вдоль копья [Анокина Л.Г., 1968; Марков Д.П., 1965].

Кисть с копьем в конце этой фазы должна находиться на уровне плечевого сустава метаемой руки; продольная ось снаряда удерживается в направлении разбега. Одновременно с отведением снаряда метатель поворачивает туловище вправо, выполняя «обгон» ногами верхней части туловища. Когда отведение завершено, фронтальная ось плечевых суставов и положение метаемой руки со снарядом должны практически совпадать с направлением разбега. Одним из наиболее важных показателей положения тела является угол наклона продольной оси тела [Barlet R., Best R., 1988].

Даже незначительные отклонения от перечисленных особенностей отведения копья способны привести к ряду ошибок в фазе финального усилия, что в свою очередь может снизить результативность метания. Закачивается фаза подготовки к выпуску копья приземлением на правую ногу после выполнения скрестного шага.

Анализ литературных источников, посвященных проблеме изучения особенностей техники метания копья, свидетельствует о наличии весьма разноречивых представлений об условиях выполнения завершающей фазы метания. К числу наиболее дискуссионных вопросов относится вопрос о моменте начала финального усилия, об особенностях изменения силы, прикладываемой спортсменом к копью, в связи со сменой положения звеньев тела.

Началом финального усилия (броска) Г.В. Васильев называет момент постановки левой стопы на грунт. Другие авторы указывают, что бросок начинается до постановки левой стопы на опору в четвертом шаге, а именно, в момент прохождения ОЦМТ вертикали [Карлеев А.Г., 1973; Сулиев Л.Г., 1970]. Наряду с этим существует мнение, что финальное усилие начинается с момента постановки правой ноги, после выполнения скрестного шага [Маззалитис В.Э., 1967; Марков Д., 1958].

Различия во мнениях об особенностях рациональной биодинамики финального движения были устранены экспериментальным путем, при регистрации динамограммы в попытках с высоким результатом [Кравцев И.Н., 1974]. В ходе эксперимента исследователи пришли к следующим выводам:

а) финальное усилие квалифицированные метатели начинают сразу после прохождения центра тяжести тела над площадью опоры правой ноги;

б) основное, наиболее активное воздействие на копьё начинается с приходом в положение «натянутого лука»;

в) в финальном движении можно выделить три сменяющих друг друга фазы: «захват», «тягу», «завершающий хлест» (на основе анализа кинограмм);

г) по особенностям приложения усилий к копьё выделяют фазы: предварительную (предварительное натяжение мышц передней поверхности правой нижней конечности, туловища и пояса верхних конечностей) и активную (происходит реализация накопленного потенциала).

Результатом анализа научно-методической литературы может быть вывод о том, что моментом начала финального усилия необходимо считать прохождение проекцией ОЦМТ точки опоры.

Положение копьёметателя после приземления из скрестного шага схематически можно представить следующим образом: вес туловища метателя расположен на согнутой правой ноге; туловище наклонено в противоположную направлению метания сторону, левая нога выведена в сторону метания; ось плеч и копьё расположены по линии разбега; правая и левая руки – находятся на линии плеч; метатель держит копьё в направлении броска; взгляд спортсмена направлен в сторону метания. Стопорящий шаг начинается с продвижением левым боком вперед под давлением правой ноги [Матвеев Е.Н., 1989].

Для увеличения натяжения мышц туловища, активно участвующих в выполнении броска, и для подготовки к последующим действиям, к моменту постановки левой ноги на грунт следует повернуть бедро правой согнутой ноги внутрь, кисть с копьём супинировать, а левую руку пронировать. Этот элемент называется «захват копьё». К моменту постановки левой ноги на опору (под углом $14-38^\circ$ по отношению к вертикали) правая скользит по грунту, создавая подвижную опору [Menzel H., 1986]. Одноопорная фаза начинается с момента приземления на правую ногу после скрестного шага и заканчивается касанием левой ноги опоры. Целью этой фазы является создание оптимальных биомеханических условий для выполнения метания.

Время перехода из одноопорного положения в двухопорное должно быть по возможности коротким. Однако по данным некоторых исследователей [Ikegami J., 1981; Peukert R., 1987], варьирование этого параметра значительно – от 0,130 с до 0,305 с. В двухопорном положении метатель последовательно проходит ряд условно названных элементов финального усилия: «тягу» копьё (движение боком), взятие копьё «на себя» (быстрый поворот грудью вперед, вызывающий отставание руки за спиной), положение «натянутый лук». Величина угла в правом локтевом суставе на момент касания опоры левой ногой характеризует задержку метающей руки. Средняя величина этого параметра 53° . Угол в левом коленном суставе в начале двухопорной фазы является важным параметром, характеризую-

щим эффективность технических действий метателя копья в финальной фазе. Среднее значение угла в левом коленном суставе составляет примерно 10° [Стойков С., Станчев С., 1986].

Впереди стоящая нога должна оказывать адекватное сопротивление нагрузке при постановке стопы на опору, иначе эффективность передачи энергии, приобретенной в фазе разбега, на копье уменьшится из-за отсутствия прочной опоры для туловища. Поступательное и вращательное движения происходят вокруг жесткой оси «левая нога – левое плечо». С прекращением поступательного движения тазом, используя инерцию тела и сократительные свойства мышц мощных мышечных групп после их растягивания, метатель разгибает туловище, и продвигаясь грудью вперед, выбрасывает копье хлестообразным движением [Сулиев А.Л., 1981]. В зависимости от способа выполнения финального усилия, рука с копьем проходит над плечом или несколько правее. Для точного приложения усилий по оси снаряда необходимо, чтобы скорости движения плечевого пояса вокруг сагитальной и вертикальной осей совпадали [Рамеш П., 1991].

Все перечисленные элементы финального усилия – одно движение. Невыполнение одного из элементов финального усилия ведет к уменьшению длины пути и увеличению времени броска [Матвеев Е.Н., 1967]. Скорость движения копья в процессе метания наращивается постепенно, с резким «взрывом» в конце. Для достижения максимальной скорости в конце движения необходимо в начале его стремиться не к максимальной, а к оптимальной скорости наращивания усилий. Скорость перемещения голени, бедра, туловища, плечевого пояса, плеча, предплечья, кисти с копьем сначала возрастает, а затем резко падает. Снижение скорости движения происходит в следующей последовательности: сначала в тазобедренном суставе, затем в плечевом и локтевом.

При расчете скорости движения семи звеньев тела: голени, бедра, туловища, плечевого пояса, плеча, предплечья, кисти с копьем – обнаружилось, что первые три звена не развивают высокой скорости относительно других звеньев. Однако, этим звеньям свойственен высокий момент силы, и в этом заключается их основная функция.

Скорость вылета копья примерно в два раза выше той скорости, которая может быть получена расчетным путем как сумма максимальных скоростей одиночных движений в плечевом, локтевом, лучезапястном суставах [Матвеев Е.Н., 1989].

Заключительная часть метаний – быстрый прыжок с левой ноги на правую и компенсаторные движения руками и левой ногой. Эти действия позволяют на коротком отрезке погасить стремительное движение вперед, возникающее под действием сил инерции разбега и усилий метателя.