

Тнп. М 82. № 6, В-10

Модель скоростно-силовой подготовленности квалифицированных метательниц диска

Ю. В. Верхошанский, И. М. Добровольский, С. Н. Шуплецов, А. И. Лункина, В. В. Печень, С. Д. Малявин, А. И. Чигерин, В. Б. Шкурко

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры
Запорожский государственный педагогический институт
Запорожский государственный машиностроительный институт им. В. Я. Чубаря

В настоящее время большое внимание уделяется разработке модельных характеристик спортсменов разной квалификации. Такие модели позволяют эффективно решать проблему управления тренировочным процессом и отбора одаренных спортсменов [4, 5, 6]. В статье рассматривается модель скоростно-силовой подготовленности метательниц диска высокой квалификации.

В исследованиях приняли участие 34 метательницы диска, средний результат которых составил 57 м 26 см, что соответствует нормативу мастера спорта СССР. Скоростно-силовые качества метательниц регистрировались с помощью инерционного динамографа, где задавались малые, средние и предельные отягощения, установленные для каждой мышечной группы опытным путем (см. таблицу). Методика определения показателей по кривым $F(t)$ и $V(t)$, характеризующим взрывную силу и скорость, описана в работах [3, 4]. Значения эквивалентных масс определялись как отношение момента инерции к квадрату радиуса [7] шкива ($M_3 = I/R^2$).

Показатели, которые определялись при имитации финального усилия, характеризовали специальную, а у остальных мышечных групп — общую физическую подготовленность спортсменок.

Результаты исследований. Многие авторы [2, 6 и др.] указывают, что при моделировании следует учитывать, помимо двигательных качеств, и такие показатели, как стаж занятий и размеры тела спортсменов. По нашим данным, для того чтобы добиться результата в метании диска, соответствующего нормативу мастера, спортсменкам необходимо затратить в среднем $5,5 \pm 0,47$ года. При этом они должны обладать следующими размерами: рост — $175 \pm 2,16$ см, вес — $82,0 \pm 2,47$ кг, размах рук — $186,0 \pm 1,93$ см.

Скоростно-силовые характеристики всех мышечных групп, оцененные при движении против внешнего сопротивления с различной эквивалентной массой, были подвергнуты факторному анализу. При факторизации корреляционных

матриц 34—40-го порядка выделялось от 4 до 6 факторов. Наиболее часто выявлялись компонентные способности человека (силовой потенциал, абсолютная скорость движения, стартовая и ускоряющая сила), а также размеры тела метательниц.

Каждый фактор нами представлен в виде регрессионной модели, где в качестве аргументов выступают различные значимые характеристики фактора, а функцией y является результат в метании диска. Например, фактор «силовой потенциал» при разгибании спины ($M_3 = 44$ кг) имеет следующую регрессионную модель:¹

$$y = -31,376 + 0,126P_0 - 1,807I - 0,095N + 3,827D_1 + 0,346D_2 + 0,104F_{cp} \pm 0,43.$$

Множественный коэффициент корреляции равен $R_{i.n} = 0,976$. Значимость множественного коэффициента корреляции $p < 0,001$.

Для того чтобы установить, насколько эти уравнения адекватны эмпирическим данным, рассчитывался F -критерий Фишера, который сравнивался с табличным F -распределением [1]. По нашим данным, регрессионные модели адекватны не ниже, чем на 1%-ном уровне значимости ($\alpha = 0,01$).

Факторы можно выразить и через значения признаков. Для r -го фактора уравнение модели имеет следующий вид:

$$f_r = \frac{1}{\lambda} (a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_n y_n),$$

где f_r — r -я компонента; λ — дисперсия всех признаков; a_n — вес r -й компоненты; y_j — нормированное значение r -го признака, полученного на основе эксперимента. Выразим факторы, полученные в финальном усилии при $M_3 = 1$ кг, через значения признаков:

$$f_1 = \frac{1}{5,13} (0,894F_{max} + 0,866I + 0,849N + 0,722 \sum_{i=1}^{i=10} F_i + 0,833 \sum_{i=11}^{i=20} F_i + 0,867\theta + 0,909F_{cp})$$

— силовой потенциал.

№ п/п	Исследуемые движения	Отягощения M_3 , кг		
		малые	средние	предельные
1	Финальное усилие	1	22	44
2	Разгибание спины	44	572	1143
3	Разгибание бедра	44	572	1143
4	Разгибание голени	22	288	572
5	Подोшвенное сгибание стопы	44	572	1143

¹ Здесь и далее: P_0 — абсолютная сила мышц; I — импульс силы; N — мощность работы; D_1 и D_2 — показатели отношения абсолютной силы мышц к результату в метании диска; $\sum_{i=1}^{i=10} F_i$, $\sum_{i=11}^{i=20} F_i$ — показатели силовой выносливости группы мышц; F_{cp} — средняя величина усилия; S_{Δ} — результат в метании диска; t_1 и t_2 — время проявления первой и второй половинки усилия; R , I , Q , G — градиенты силы; a_1 и a_2 — значения ускорения за время t_1 и t_2 ; S — путь; V_0 — скорость неотягощенного движения; V_{max} — максимальная скорость; V — средняя скорость. Способ оценки и расчета указанных характеристик приведен в [3, 4].

По сути модель не имеет
факторов, кроме отягощения M_3

$f_2 = \frac{1}{3,73} (0,908S_\Delta - 0,921t_1 + 0,838R_1 + 0,789Q + 0,860a_1)$ — стартовая сила.

$f_3 = \frac{1}{3,27} (0,729S + 0,891V_0 + 0,727V + 0,849V_{\max} - 0,838t_v)$ — абсолютная скорость движения.

$f_4 = \frac{1}{2,61} (-0,811t_2 + 0,875J_1 + 0,748G + 0,794a_2)$ — ускоряющая сила.

Ранее было показано [4], что аппроксимирующие функции усредненных кривых взрывной силы, проявленной в динамическом и изометрическом режимах работы мышц, представляют собой важнейшие модельные характеристики скоростно-силовых качеств метательниц. Напомним, что усредненная кривая определяется через каждые 0,05 с, а общее количество по всем мышечным массивам — 31.

В качестве примера приводим полиномы третьей степени, которые хорошо аппроксимируют усредненные кривые, показанные при разгибании спины ($M_3 = 44,572$ и 1143 кг, $F_{из}$):

$$y = -35,531 + 1393,75x - 3853,88x^2 - 3194,58x^3 \pm 1,23;$$

$$y = -15,732 + 961,91x - 2327,89x^2 - 263,136x^3 \pm 0,97;$$

$$y = -6,438 + 849,96x - 1743,02x^2 + 83,449x^3 \pm 0,85;$$

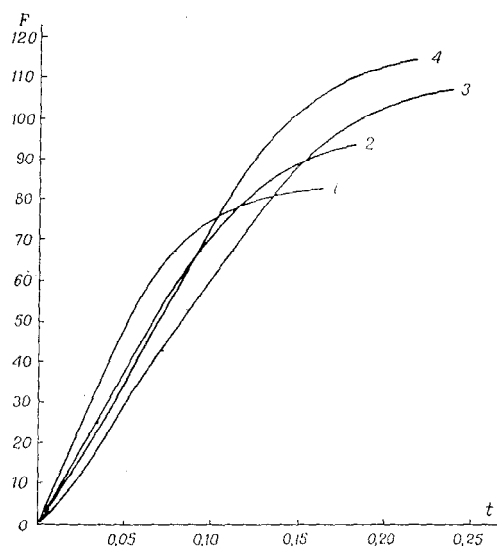
$$y = -6,803 + 926,07x - 1642,85x^2 - 488,70x^3 \pm 1,31;$$

где y — сила, показанная при $M_3 = 44, 572$ и 1143 кг, $F_{из}$; x — время. Область определения у всех функций $0 \leq t \leq t_{\max}$.

Относительно аппроксимирующих функций следует сделать одно важное замечание. Дело в том, что первая половина кривой $F(t)$ по конфигурации не совпадает со второй ее половиной. С начала движения и до максимума силы кривая напоминает параболу 3—4-й степени, после чего хаотично и резко падает к нулю. В связи с этим во всех функциях дана область их определения, т. е. указан интервал ($0 \leq t \leq t_{\max}$), в котором теоретическая функция в наибольшей степени отвечает эмпирической. Во всех случаях значения усредненных кривых были в диапазоне двух стандартных ошибок, что говорит об адекватности модельных функций.

Рисунок наглядно показывает величину силы и времени, затраченного на достижение этой силы, проявленных при разгибании спины, если используются малое, среднее и предельное отягощения, а также изометрическое взрывное усилие. Кроме того, степень нарастания силы при $M_3 = 44$ кг значительно больше, чем тогда, когда используются средние и предельные отягощения. Взрывное изометрическое усилие занимает промежуточное положение, хотя экстремум у него самый большой.

Таким образом, создаваемая модель взрывной



Теоретические кривые, полученные при аппроксимации усредненных кривых взрывной силы во время разгибания спины: 1 — $M_3 = 44$ кг; 2 — $M_3 = 572$ кг; 3 — $M_3 = 1143$ кг, 4 — $F_{из}$

силы у метательниц диска достаточно подробна. Она включает 1071 показатель (средние значения, модели факторов и аппроксимирующие функции). Из них специальную физическую подготовленность характеризует 131 показатель и общую — 940. Некоторые авторы [6] специальную физическую подготовленность измеряют весом штанги, которую спортсмены поднимают во время приседания или жима лежа. Сейчас, когда методы исследований находятся на высоком уровне, всевозможные показатели со штангой как малоинформативные следует исключить.

Выводы

Создана статистическая модель скоростно-силовых качеств у квалифицированных метательниц диска, которая адекватна эмпирическим данным. Эта модель состоит из:

а) вероятностной модели скоростно-силовых качеств, стажа занятий и размеров тела метательниц диска;

б) аппроксимации усредненных кривых взрывной силы, проявленной в односуставных и многозвенных движениях, в динамическом и изометрическом режимах работы мышц, при различных отягощениях;

в) моделей факторов скоростно-силовых качеств.

Литература

1. Адлер Ю. П., Маркович Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., «Наука», 1978.— 2. Важны 3. «Спорт за рубежом». 1978, 13—18.— 3. Верхошанский Ю. В., Добровольский И. М., Шуплецов С. Н., Чигерин А. И., Рева В. К. «Теор. и практ. физ. культ.», 1977, № 1.— 4. Верхошанский Ю. В., Добровольский И. М., Шуплецов С. Н., Лукина А. И., Рева В. К., Чигерин А. И. «Теор. и практ. физ. культ.», 1979, № 5.— 5. Добровольский И. М., Мирошниченко В. Н., Чигерин А. И., Шуплецов С. Н. «Легкая атлетика», 1975, № 127.— 6. Кузнецов В. В., Петровский В. В., Шустин Б. Н. Модельные характеристики легкоатлетов. Киев, «Здоров'я», 1979.— 7. Смирнов Ю. И. Дисс. М., 1968.