

Тип 1970, №10

ТРЕНИРОВКА,
ТЕХНИКА, ТАКТИКА

Специфика подготовки прыгунов

ПРЫГУЧЕСТЬ СПОРТСМЕНА, ЕЕ СКОРОСТНО-СИЛОВАЯ СТРУКТУРА
И СПЕЦИФИЧНОСТЬ

Ю. В. ВЕРХОШАНСКИЙ

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры

Под прыгучестью в спортивной практике понимается способность человека выполнять мощное отталкивание, т. е. проявлять значительную по величине силу за короткое время. Прыгучесть отражает уровень так называемой скоростно-силовой подготовленности спортсмена, и, являясь удобным объектом для изучения последней, предоставляет возможность сделать ценные как для теории, так и для практики спортивной тренировки наблюдения. В статье излагаются итоги серии исследований, направленных на изучение скоростно-силовой структуры, специфичности и некоторых особенностей совершенствования прыгучести¹.

Эксперимент 1. У 87 спортсменов I разряда различной специализации были замерены следующие показатели: рост и вес тела, изометрическая сила разгибательного усилия ногой при суставных углах, соответствующих началу отталкивания при прыжках с места, латентное время напряжения (ЛВН) и расслабления (ЛВР) прямой мышцы бедра, результаты в прыжках (с места вверх из полуприседа и с предварительной провозольной амортизацией, в тройном с места и при отталкивании после прыжка в глубину), а также угол в коленном суставе, соответствующий моменту начала отталкивания. Прыжковые упражнения, кроме тройного прыжка с места, выполнялись без маха руками; высота взлета замерялась сантиметровой лентой.

Корреляционный анализ не обнаружил существенной связи (при $p=0,95$, $r \geq 0,217$) между результатами в прыжках, с одной стороны, и показателями силы мышц, ЛВН — ЛВР и суставными углами — с другой (r порядка 0,015—0,132; 0,050—0,152 и 0,015—0,238), хотя внутри каждой из этих групп взаимосвязь довольно высокая (например, для прыжковых упражнений — 0,408—0,789, для суставных углов — 0,512—0,696).

С помощью факторного анализа (центральный метод с ротацией по варимакс-критерию) в комплексе исследуемых характеристик выделены четыре качественно однородные группы (табл. 1), в основе которых лежат такие детерминанты, как взрыв-

ная и максимальная изометрическая сила мышц, рабочая поза в начале отталкивания и быстрота реагирования нервно-мышечного аппарата на внешнюю ситуацию (соответственно I, II, III и IV факторы, см. табл. 1). Суммарный вклад факторов в обобщенную дисперсию выборки составил 69,79% (по факторам 28,09; 18,34; 15,05 и 8,21%).

Путем множественного регрессионного анализа исследовано влияние оцененных в эксперименте скоростно-силовых способностей испытуемых на результат прыжковых упражнений. Уравнение множественной регрессии (в стандартизованном масштабе¹) и коэффициент множественной корреляции (R) для прыжка в высоту с места имели следующий вид:

$t_7 = 0,577t_6 + 0,375t_8 + 0,296t_5 - 0,017t_4$, $R = 0,881$, для прыжка в высоту с места из полуприседа:

$t_6 = 0,829t_7 + 0,141t_1 + 0,129t_8 - 0,034t_5$, $R = 0,824$ и для отталкивания после прыжка в глубину:

$t_8 = 0,509t_7 + 0,195t_1 + 0,1054t_6 - 0,049t_5$, $R = 0,596$. Подстрочные индексы переменных соответствуют нумерации табл. 1. Коэффициенты ниже 0,120 статистически незначительны.

Эксперимент 2. У 72 волейболистов I и II разрядов были зафиксированы показатели, очевидные из табл. 2. Как и в первом эксперименте, корреляционный анализ не обнаружил существенной связи (при $p=0,95$, $r \geq 0,232$) между силой ног и прыжковыми упражнениями, выполняемыми с места (r порядка 0,108—0,280), однако для прыжков с предварительным напрыгиванием на одну или две ноги эта связь существенна (r порядка 0,300—0,450). В комплексе исследованных характеристик выделены три фактора (см. табл. 2), идентифицированные как взрывная и максимальная изометрическая сила мышц, а также морфологические и функциональные особенности спортсменов. Суммарный вклад факторов в обобщенную дисперсию выборки составил 80,16% (по факторам 47,56; 20,82 и 11,78%). Множест-

¹ В работе принимали участие К. Швец, В. Г. Семенов, Д. Илиев, И. Соколова.

¹ Уравнение имеет вид $t_i = \beta_1 t_2 + \beta_2 t_3 + \dots + \beta_n t_n$, где коэффициенты (бета-коэффициенты) каждой независимой переменной (t_n) выражаются в долях ее собственного стандартного отклонения.

Таблица 1

Матрица факторных весов *

№	Характеристики	$\bar{x} \pm \sigma$	Факторы после вращения			
			I	II	III	IV
1	Относительная сила	3,75±0,66	-085	-891	081	101
2	Абсолютная сила	267,80±45,91	110	913	110	086
3	ЛВН	0,23±0,05	040	107	039	542
4	ЛВР	0,25±0,10	015	068	-043	531
5	Тройной прыжок с места	7,95±0,57	724	-028	022	027
6	Прыжок вверх из полуприседа	39,01±5,53	818	031	154	052
7	Прыжок вверх с амортизацией	44,25±5,19	937	081	088	033
8	Отгалкивание после прыжка в глубину	46,63±7,36	655	041	029	002
9	Угол в коленных суставах при прыжках	6 125,82±11,76	-133	-148	670	-118
10		7 119,84±13,13	-063	-134	741	118
11		8 118,49±13,41	043	-119	768	014

* Во всех таблицах нули и запятые опущены.

Таблица 2

Матрица факторных весов

№	Характеристики	$\bar{x} \pm \sigma$	Факторы после вращения		
			I	II	III
1	Спортивный стаж	5,44±1,88	-023	642	081
2	Рост	179,14±5,67	366	143	595
3	Вес	75,58±7,05	301	205	671
4	Прыжок в длину с места	2,65±0,16	561	177	083
5	Тройной прыжок с места	7,73±0,37	591	409	104
6	Прыжок в высоту с места	62,62±8,00	826	395	140
7	Прыжок в высоту с напрыгивания	66,68±9,28	847	465	100
8	Приседания со штангой (абсолютн.)	116,80±14,97	202	871	311
9	Тяга штанги (абсолютн.)	111,00±21,30	196	690	149
10	Бег 30 м со старта	4,41±0,17	-688	-181	-204
11	Приседание со штангой (относит.)	1,55±0,16	075	709	-623
12	Тяга штанги (относит.)	1,50±0,16	249	626	-661

Таблица 3

Таблица коэффициентов корреляции*

Характеристики	$\bar{x} \pm \sigma$	Прыжки				Скорость движения груза				
		из полуприседа 40,2±6,12	с амортизацией 44,19±5,03	в глубину 48,2±5,54	тройной с места 8,08±0,54	80% 0,29±0,11	60% 0,34±0,11	40% 0,45±0,12	20% 0,80±0,31	
Относительная сила	1,99±0,29	090	170	110	124	-139	-248	-288	-246	
Скорость неотягощенного движения	2,89±1,95	376	396	305	160	086	124	377	424	
Латентное время отягощенного движения	0,298±0,091	-363	-315	-376	-402	-387	-398	-513	-529	
Градиент силы при перемещении груза:	80% от P ₀	205,26±41,07	655	666	579	523	619	522	498	412
	60% от P ₀	255,70±89,71	599	557	453	471	599	637	618	506
	40% от P ₀	320,19±98,07	446	444	401	453	414	463	597	660
	20% от P ₀	455,66±97,32	326	355	244	312	248	373	585	666

* При $p=0,95$, $r \geq 0,273$.

венный регрессионный анализ дал следующие уравнения (в β -коэффициентах) и коэффициенты множественной корреляции (R). Для прыжка в высоту с места:

$$t_6 = -0,979t_7 + 0,125t_8 - 0,069t_{10}, \quad R = 0,942$$

и для прыжка в высоту с напрыгивания:

$$t_7 = 0,841t_6 + 0,138t_8 + 0,127t_{10}, \quad R = 0,951.$$

Подстрочные индексы переменных соответствуют нумерации табл. 2. Коэффициенты ниже 0,105 статистически незначительны.

Эксперимент 3. У 50 спортсменов I разряда (легкоатлетов, волейболистов, баскетболистов) были измерены следующие показатели: изометрическая сила ног и результаты в прыжковых упражнениях (как в эксперименте 1), а также средняя скорость, кривая $F(t)$ и латентное время зрительно-моторной реакции неотягощенного и отягощенного (груз 20, 40, 60 и 80% от максимальной изометрической силы) разгибательного (отталкивающего) движения ног. Для оценки способности к быстроте проявления рабочего усилия по кривым $F(t)$ рассчитаны значения градиента силы по времени (отношение F_{\max} ко времени его проявления).

Корреляционный анализ (табл. 3) выявил незначительную или низкую, а в отдельных случаях умеренную связь между относительной силой мышц-разгибателей, латентным временем и скоростью неотягощенного движения ног, с одной стороны, и прыжковыми упражнениями и скоростью движения груза разного веса — с другой. Высокая связь обнаружилась между значениями градиента силы, прыжками и скоростью перемещения груза. Подчеркнем следующее: 1 — связь градиента силы с прыжками ослабевает по мере уменьшения веса поднимаемого груза, при котором регистрировался градиент; 2 — эта связь больше для прыжков, выполняемых с места, чем при ударном взаимодействии с опорой (тройной с места и отталкивание после прыжка в глубину); 3 — наибольшая теснота связи между градиентом силы и скоростью движения обнаруживается, как правило, на одном и том же весе поднимаемого груза.

Градиент силы весьма умеренно коррелирует с абсолютной силой мышц, скоростью неотягощенного движения и максимумом динамического усилия, но тесно связан со временем проявления последнего (табл. 4). Причем теснота этих связей за-

кономерно уменьшается или увеличивается в зависимости от веса груза. Абсолютная сила мышц обнаруживает тесную связь с максимумом динамического усилия: связь тем выше, чем больше величина перемещаемого груза (при грузах 20, 40, 60, 80% $r = 0,316; 0,657; 0,798$ и $0,822$ соответственно).

В комплексе исследуемых характеристик выделено 3 фактора (фрагмент матрицы факторных весов приведен в табл. 5), которые идентифицированы как изометрическая сила, способность к быстрому проявлению двигательного усилия и быстрота реагирования нервно-мышечного аппарата.

Эксперимент 4. В трех группах прыгунов тройным прыжком (в среднем по 50 человек каждая), имеющих достижения в диапазоне 13,00—14,49, 14,50—15,49 и 15,50—16,75 м, рассчитана корреляция между результатами в прыжках в длину и тройным с места, в беге на 30 и 100 м со старта и в упражнениях со штангой (рывок, толчок, приседания).

Установлено, что с ростом мастерства связь (при $p = 0,95$, $r \geq 0,273$) между прыжками в длину с места и упражнениями со штангой значительной (для приседаний со штангой 0,44; 0,19 и 0,08, для толчка 0,48; 0,21 и 0,12 и для рывка 0,42; 0,21 и 0,14). В то же время для тройного прыжка с места эта связь или почти не изменяется (для приседаний со штангой 0,37; 0,33 и 0,34) или уменьшается менее существенно (для толчка 0,33; 0,28 и 0,21 и для рывка 0,37; 0,29 и 0,22).

С помощью многошагового регрессионного анализа исследован вклад скоростно-силовых способностей, оцененных в эксперименте, в показатели прыгучести, проявляемой при прыжке в длину и тройным с места. Анализ проводился в двух группах (по 70 человек в каждой), объединяющих прыгунов II и III разрядов (t') и мастеров спорта и перворазрядников (t''). Уравнения множественной регрессии (в β -коэффициентах) имели соответственно следующий вид. Для тройного прыжка с места:

$$t_1' = 0,548t_2 - 0,179t_3 + 0,108t_5, \quad R = 0,654,$$

$$t_1'' = 0,416t_2 + 0,267t_3 - 0,252t_5 + 0,106t_6 -$$

$$0,090t_8, \quad R = 0,615$$

и для прыжка в длину с места

$$t_2' = 0,551t_1 + 0,272t_4, \quad R = 0,646,$$

$$t_2'' = 0,402t_1 - 0,256t_3, \quad R = 0,565,$$

где: t_1 — тройной прыжок с места, t_2 — прыжок в длину с места, t_3 — бег на 30 м, t_4 — толчок штанги, t_5 — приседания со штангой, t_6 — бег на 100 м.

Обсуждение результатов. В пределах данного исследования выделены шесть факторов, в той или иной мере определяющих уровень развития прыгучести: 1 — максимальная изометрическая сила, 2 — взрывная сила мышц, 3 — способность к быстроте проявления двигательного усилия¹, 4 — рабочая поза, соответствующая

¹ Можно полагать, что в основе двух последних факторов лежат одни и те же способности, и раздельное выделение факторов связано только с условиями организации исследования.

Таблица 4

Таблица коэффициентов корреляции

Градиент силы при перемещении груза	Абсолютная сила	Максимум динамического усилия	Время развития максимума	Скорость неотягощенного движения
80% от P_0	393	360	—864	215
60% от P_0	301	324	—856	312
40% от P_0	239	317	—741	308
20% от P_0	125	305	—737	352

Матрица факторных весов

Характеристики		$\bar{x} \pm \sigma$	Факторы после вращения		
			I	II	III
Абсолютная сила		141,88 ± 17,64	931	-015	005
Относительная сила		1,99 ± 0,29	827	-125	-213
Вес 80% от P ₀	Градиент силы	205,26 ± 41,07	210	718	-052
	Максимум усилия	133,32 ± 16,72	892	187	093
	Скорость движения	0,29 ± 0,11	-066	623	-013
	Латентное время	0,266 ± 0,038	-153	-301	705
Вес 60% от P ₀	Градиент силы	255,70 ± 89,71	150	800	-121
	Максимум усилия	117,44 ± 15,93	874	230	170
	Скорость движения	0,34 ± 0,11	-181	564	-048
	Латентное время	0,289 ± 0,068	-197	-056	690

моменту начала отталкивания, 5 — морфологические и функциональные особенности спортсменов, 6 — способность к быстрой реагированию нервно-мышечного аппарата на внешнюю ситуацию.

Установлено, что максимальная сила мышц (измеренная динамометром или предельным весом поднятого груза) и быстрота сокращения мышц в ненагруженном состоянии не имеют прямой и существенной связи с показателями прыгучести. Однако результаты прыжковых упражнений и скорость отягощенного движения существенно коррелируют со способностью к быстрой проявлению максимума динамического усилия (оцениваемой градиентом силы по времени). В свою очередь, эта способность также не имеет прямой значимой связи ни с максимальной изометрической силой мышц, ни со скоростью их сокращения в ненагруженном состоянии, но обнаруживает высокую корреляцию со временем развития максимума динамического усилия. Следовательно, уровень развития прыгучести зависит прежде всего от способности нервно-мышечного аппарата к быстрой проявлению максимума двигательного усилия.

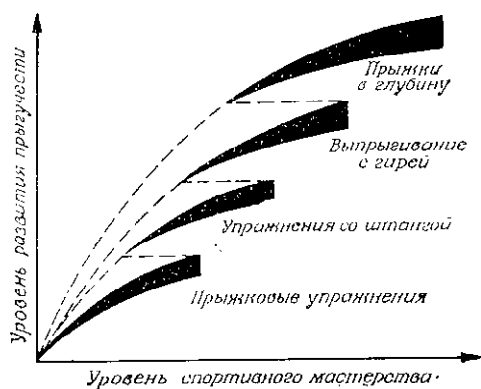
Из сказанного выше не следует, однако, что абсолютная сила мышц — бесполезное приобретение спортсмена. Дело в том, что эффект прыжка определяется величиной импульса силы отталкивания ($I = Ft$), который тем больше, чем больше сила, проявленная за время отталкивания. И так как максимум рабочего усилия тесно коррелирует с абсолютной силой мышц (тем больше, чем большее внешнее сопротивление они преодолевают), то, следовательно, сила мышц связана с градиентом силы опосредованно — через максимум двигательного усилия — и не так уж бесполезна. Таким образом, мышцы спортсмена должны обладать определенным силовым потенциалом, быстрота проявления которого и обуславливает уровень развития прыгучести. Отсюда, уточняя сказанное выше, следует подчеркнуть,

что прыгучесть определяется способностью нервно-мышечного аппарата к быстрой проявлению определенного максимума двигательного усилия, необходимомого в каждом конкретном случае.

Величина необходимого максимума двигательного усилия определяется условиями отталкивания. Так, при прыжке в длину с места его величина меньше, чем при прыжке в высоту с места, в связи с тем, что на преодоление веса тела необходима меньшая сила. Но в таких упражнениях, как тройной прыжок с места или отталкивание после прыжка в глубину, максимум усилия значительно выше, так как здесь требуется большая сила для погашения в короткое время кинетической энергии тела в фазе амортизации и сообщения ему ускорения в вертикальном направлении. Следовательно, упомянутые прыжки требуют и большего уровня абсолютной силы мышц.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что скоростно-силовая структура прыгучести весьма специфична и в значительной мере зависит от условий выполнения отталкивания. Можно выделить три основных типа отталкивания: 1 — отталкивание без предварительного амортизационного растяжения мышц-разгибателей тела, 2 — отталкивание с предварительной амортизацией и 3 — отталкивание с резким амортизационным растяжением мышц ударного характера. В процессе тренировки для каждого из перечисленных типов отталкивания формируются присущие только ему скоростно-силовая структура и специфические нейромоторные механизмы регуляции движений. Эти механизмы эффективны в одних условиях и могут оказаться неэффективными в других.

Следует подчеркнуть также и специфичность способности к быстрой проявлению двигательного усилия. Так, значения градиента силы, зарегистрированные при поднимании груза разного веса, обнаруживают различную степень связи с прыжками и со



Схема, иллюстрирующая принцип сопряженно-последовательного сочетания средств для развития прыгучести в многолетней тренировке

скоростью отягощенного движения. В первом случае связь тем больше, чем больше груз, при поднимании которого регистрируется градиент. Во втором случае она тем больше, чем меньше разница между величинами груза, при поднимании которых регистрируются скорость движения и градиент силы.

Результаты исследования в целом содержат определенные основания к рекомендациям, направленным на совершенствование методики развития прыгучести и выбор необходимых для этого средств. Прежде всего следует обратить внимание на то, что по мере развития прыгучести ее скоростно-силовая структура изменяется. В частности, если результат прыжка с места вначале находится в тесной связи с абсолютной силой мышц, то по мере повышения уровня развития прыгучести эта связь уменьшается и становится незначительной. Для отталкивания же с ярко выраженной фазой амортизации, и тем более ударного характера, наоборот, связь с силой мышц остается существенной. Следовательно, подбирая средства для развития прыгучести, необходимо учитывать как ее скоростно-силовую структуру, определяемую условиями отталкивания, так и тенденции в изменении этой структуры с ростом мастерства.

Следует обратить внимание и на такой факт. Преимущественное выполнение в тренировке отталкиваний с места мало способствует совершенствованию прыгучести в прыжках, выполняемых с напрыгивания. И наоборот — отталкивания с напрыгивания

одновременно совершенствуют и прыгучесть в прыжках с места. Такой односторонний перенос, как показали наши прежние исследования (1963), обусловлен тем, что отталкивания с напрыгивания (в частности, после прыжка в глубину) — более сильный раздражитель для нервно-мышечного аппарата и в большей мере обеспечивают совершенствование его способности к быстрой проявлению значительного по величине максимума внешней силы.

Таким образом, если исходить из необходимости сохранения тренировочного эффекта в условиях повышающегося уровня развития прыгучести и реализовать эту необходимость на основе принципа сопряженно-последовательного сочетания средств¹, то тренировку, специально направленную на развитие прыгучести, целесообразно строить с учетом приводимой схемы (рисунок).

Выводы

1. Прыгучесть — специфическая двигательная способность человека, развитие которой совершается не по механизму синтеза силы и быстроты сокращения мышц, совершенствуемых отдельно. Развитие прыгучести связано прежде всего с совершенствованием способности к быстрой проявлению необходимого двигательного усилия. Эта способность формируется непосредственно в процессе выполнения прыжковых или скоростно-силовых упражнений с адекватной работой мышц. Абсолютная сила мышц и быстрота их сокращения без нагрузки являются не компонентами, а функциональной основой прыгучести.

2. Абсолютная сила мышц связана с прыгучестью опосредованно, через максимум развиваемого при отталкивании усилия. Чем больше его величина (что определяется условиями отталкивания), тем больше результат прыжка зависит от силы мышц.

3. В зависимости от условий отталкивания (на полуприседа, с предварительной амортизацией или после напрыгивания) формируется специфический характер прыгучести, обнаруживающий односторонний перенос. Отталкивания после напрыгивания способствуют совершенствованию прыгучести в прыжках с места, обратное же влияние незначительно.

¹ «Теория и практика физической культуры», 1970, № 6, стр. 10.