

Тип. 1968. №8

«УДАРНЫЙ» МЕТОД РАЗВИТИЯ «ВЗРЫВНОЙ» СИЛЫ

Ю. В. ВЕРХОШАНСКИЙ

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры

Попытка решить в методическом аспекте проблему совершенствования двигательных качеств человека обречена на бесплодность, если, во-первых, не учитывать смысловую структуру и биомеханику спортивного движения и, во-вторых, не представлять себе четко нейромоторную специфику двигательного качества, определяющего требуемый рабочий эффект в каждом конкретном случае. Это фундаментальное методологическое положение и недооценка его лишает всякие рассуждения о средствах и методах спортивной подготовки исходной логической посылки, содержащейся в вопросе, какова цель и преимущественная направленность тренирующего воздействия.

В спортивной практике уже давно наметилась тенденция к подбору средств силовой подготовки с учетом специфики движений атлета. Свое обобщенное методическое выражение и экспериментальное обоснование эта тенденция получила в так называемом «принципе динамического соответствия» [1, 2], руководящая идея которого заключается в том, чтобы тренировочные средства отвечали основному спортивному упражнению по режиму и динамике движения. В качестве ведущих критериев соответствия определены следующие двигательные характеристики: 1) амплитуда и направление движения; 2) акцентированный участок рабочей амплитуды движения; 3) максимум динамического усилия, а также его средняя величина, оцениваемая с учетом времени движения; 4) быстрота развития максимума усилия; 5) режим работы мышц [1, 2]. Таким образом, только учитывая нейромоторную специфику силового проявления в спортивном упражнении (у нас это направление успешно развивает-

ся лабораторией В. М. Зашворского) и руководствуясь указанными биомеханическими критериями, мы можем определить двигательную форму силового упражнения, необходимое исходное положение, а также принцип стимуляции нервно-мышечного усилия и ведущий метод развития силы.

В статье изложена идея принципиально нового метода развития «взрывной» силы, разработанного на основе упомянутых выше критериев и отличающегося от традиционных методов способом стимуляции нервно-мышечного напряжения. Рекомендуемый метод находит все более широкое применение в практике, хотя его прикладная сторона еще нуждается в уточнении и конкретизации применительно к тому или иному спортивному упражнению. Поэтому нам представляется целесообразным кратко остановиться на тех объективных предпосылках, которые обусловили необходимость поиска нового метода и наметить место и роль этого метода в системе средств специальной силовой подготовки спортсменов.

Рассмотрим графики максимального изометрического усилия разных испытуемых с учетом латентного времени двигательной реакции (рис. 1). Не останавливаясь на очевидном факте, что тренированный спортсмен развивает больший максимум силы и делает это быстрее, обратимся к начальному участку кривой $F(t)$. Для удобства иллюстрации изобразим его в большем масштабе (рис. 2), не настаивая, однако, на количественной точности выражаемых зависимостей, так как используемая измерительная техника мало приспособлена для регистрации подобных микропроцессов. Итак, бурному нарастанию усилия предшествует плавный подъем кривой, длительность кото-

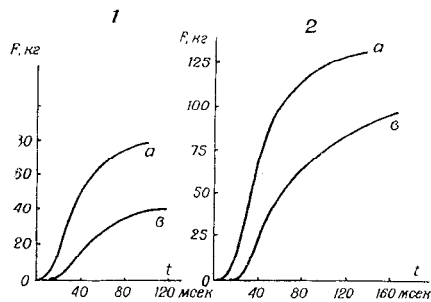


Рис. 1. Кривые сила-время при разгибании в коленном (1) и тазобедренном (2) суставах в изометрическом режиме у тренированного (а) и нетренированного (б) спортсменов

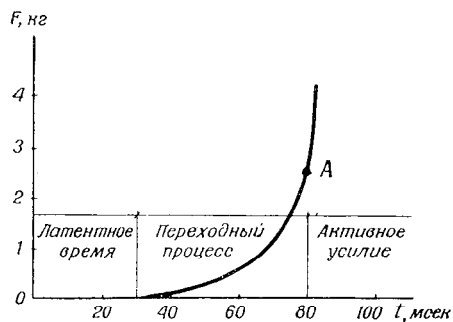


Рис. 2. Кривая, характеризующая начало активного усилия в изометрическом режиме (схема)

рого (от 6 до 25 мсек) ограничена началом видимой активности мышц после латентного периода и точкой перегиба (А) на графике $F(t)$. Анализ силовых проявлений различных групп мышц у спортсменов разной подготовленности (работа выполнена совместно с В. Г. Семеновым) свидетельствует, во-первых, об определенной зависимости между латентным временем и длительностью пологого участка кривой $F(t)$ и, во-вторых, о том, что у более подготовленных испытуемых точка перегиба кривой $F(t)$ соответствует меньшим значениям силы. Пологий участок кривой силы можно рассматривать как внешнюю характеристику переходного процесса в цепи возбуждения — напряжение — работа, связывающего приход импульса в мышцу с ее последующей механической активностью.

Переходный процесс, в результате которого на концах мышцы возникает механическая тяга, связан с определенными явлениями в функциональных элементах активированной мышцы, а именно: с сокращением контрактильной и растягиванием последовательной упругой компоненты [14, 20, 21]. На это требуется определенное время, и, очевидно, процессы, протекающие за это время и приводящие к напряжению мышц, у тренированных лиц совершаются быстрее.

Напряжение, в свою очередь, усиливает «активацию» мышц, понимаемую как функциональное свойство сократительного аппарата, которое увеличивается от напряжения и определяет скорость укорочения мышц [8]. В результате мышцы тренированного спортсмена способны к развитию рабочего усилия при меньшей величине предварительного напряжения и проявлению при этом большей силы и скорости сокращения.

Таким образом, можно утверждать, что при прочих равных условиях рабочий эффект «взрывного» усилия определяется интенсивностью хемофизических превращений в веществе мышц в течение переходного процесса. Отсюда, видимо, следует различать понятия «взрывная» и «стартовая» сила. «Взрывная» сила — это общая качественная характеристика, выделяющая движения, требующие проявления максимальных усилий в минимальное время, из ряда других движений скоростно-силового типа. «Стартовая» сила — это количественная мера оценки способности мышц к усилиям «взрывного» типа. И если «взрывную» силу в принципе можно оценивать площадью под кривой $F(t)$ (т. е. импульсом силы), то при оценке «стартовой» силы необходимо исходить из меры приращения силы на единицу времени (т. е. из градиента силы).

Здесь, видимо, следует упомянуть, что для практики исследовательской работы более удобна оценка динамики скоростно-силовых движений с помощью «коэффициента реактивности» — $R = \frac{F_{ср}}{Pt}$, физический

смысл которого сводится к оценке средней механической перегрузки рабочего органа ($F_{ср}$ — средняя сила, P — вес тела или снаряда) на единицу времени (t) движения [2]. Коэффициент R точнее, чем импульс силы, характеризует динамику «взрывного» движения, так как косвенно отражает «стартовую» силу, а также мощность работы силы с учетом величины преодолеваемого сопротивления. Поэтому динамика «взрывного» движения, например, толчка в тройном прыжке, оцениваемая коэффициентом R , обнаруживает более тесную связь с результатом (длиной) прыжка ($r=0,952$), чем с импульсом силы ($r=0,701$). При использовании коэффициента R необходимо оговаривать способ регистрации величины $F_{ср}$. Если эта величина получается непосредственным измерением (скажем, из динамограммы отталкивания при прыжке вверх с места), то из нее надо вычесть вес тела испытуемого. Если величина $F_{ср}$ рассчитывается аналитически (скажем, по высоте взлета тела), то она подставляется в формулу без изменения.

Прежде чем перейти к следующему пункту изложения, подкрепим реальность понятия «стартовой» силы аргументом, который нужно обязательно учитывать при дальнейшем рассмотрении этого вопроса. Известно, что скорость укорочения мышц при изотоническом сокращении описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = C(x_T - x),$$

где x_T — полное укорочение мышцы, x — ее укорочение в данный момент и C — константа, определяющая начальную скорость процесса [18]. Так как напряжение в мышце, укорачивающейся при постоянной нагрузке, зависит только от скорости укорочения [12], то константа C в данном случае не что иное, как количественная характеристика функциональной способности мышц развивать ту или иную скорость в начале сокращения, постулируемая выше как «стартовая» сила.

Теперь, исходя из принципа динамического соответствия, кратко рассмотрим традиционные способы силовой подготовки в спорте. Так, для развития быстрой силы рекомендуются упражнения динамического характера, главным образом с большим отягощением. Допустим, прыгун, специализирующийся в тройном прыжке, приседает со штангой весом 130 кг на плечах. Его мышцы работают медленно и, главное, при примерно постоянном напряжении (равном весу отягощения), не соответствующем значениям и характеру проявления силы при прыжке (рис. 3, *d*). В этом случае большое отягощение обеспечивает увеличение главным образом изометрической силы мышц, но не содействует совершенствованию их способности к быстрому сокращению. Свидетельство тому низкая корреляция между изометрической силой и результатом в прыжковых упражнениях [10, 16, 19], а также независимость скорости движения от максимальной силы спортсмена [5, 6, 7, 17, 19]. Кстати, связь между показателями в приседаниях со штангой и тройным прыжком весьма умеренная: $r=0,54$ [2].

При решении задач скоростно-силовой подготовки спортсмены применяют отягощения и меньшего веса. В этом случае работа мышц прыгуна, например, выпрыгивающего вверх со штангой соответствующего веса на плечах, характерна более крутыми значениями градиента силы и большим ее мак-

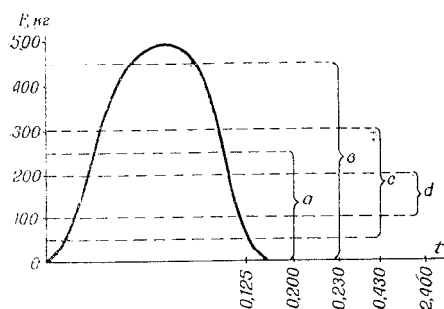


Рис. 3. Сравнительная характеристика динамики отталкивания в тройном прыжке (кривая) и диапазона значений силы, развиваемой при прыжковых упражнениях (*a*), отталкиваниях двумя ногами после прыжка в глубину (*b*), выпрыгиваниях (*c*) и приседаниях (*d*) со штангой на плечах (схема)

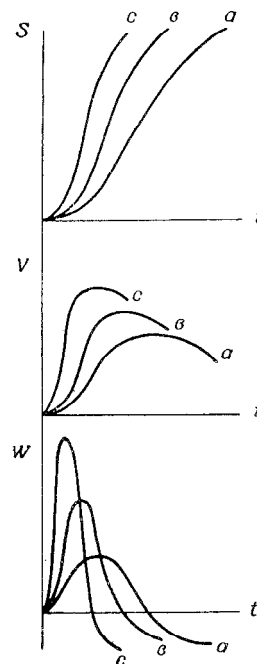


Рис. 4. Параметрические графики пути S , скорости V и ускорения W баллистического движения и этапы (*a*, *b*, *c*) его совершенствования в процессе тренировки (схема, объяснения см. в тексте)

симумом (см. рис. 3, *c*). Поэтому полагают, что с помощью больших отягощений мы увеличиваем силовой потенциал мышц, а используя малые (в частности, прыжковые упражнения, если речь идет о развитии прыгучести), совершенствуем способность атлета к быстрому выполнению движения. Уверенность в этом выводе подкрепляется практикой, свидетельствующей о том, что современные спортсмены обязаны своими достижениями именно такому сочетанию средств в тренировке.

Тем не менее подобное сочетание не идеально, так как его составляющие не обеспечивают в необходимой мере совершенствование быстроты «включения» мышц в деятельное состояние.

Ранее подчеркивалось, что повышение рабочего эффекта скоростно-силовых движений не может иметь в своей основе механический синтез силы и быстроты, развиваемых отдельно. Быстрая сила — это самостоятельное двигательное качество, обеспечиваемое соответствующими нейромоторными механизмами и требующее, следовательно, специфических методов и средств тренировки [2]. Таким образом, если прибегнуть к графической иллюстрации (рис. 4), то можно видеть, что сочетание больших и малых отягощений обеспечивает сдвиги в

кинематике спортивного движения от исходных характеристик a к характеристикам v . И если со временем эти характеристики приближаются к идеальному пределу c , то только благодаря средствам, так сказать, «неорганизованно», стихийно присутствующим в тренировке. До сих пор эти средства (обеспечивающие сдвиги «стартовой» силы мышц) еще не были предметом специального изучения и не заняли должного места в силовой подготовке спортсменов.

Проведенный в свое время сравнительный биодинамический анализ обнаружил, что у прыгунов, специализирующихся в тройном прыжке, нет средств, соответствующих динамике отталкивания при прыжке, выполняемом на высоком уровне мастерства [2]. Следовательно, основным средством развития «взрывной» силы у квалифицированных прыгунов является сам тройной прыжок¹. Поэтому для восполнения этого пробела в соответствии с условиями работы мышц при тройном прыжке мы и выбрали отталкивание вверх двумя ногами после прыжка в глубину². Пример акробатов-прыгунов, обладающих высоким уровнем прыгучести, достигаемым в аналогичных условиях тренировки (без отягощений), был решающим аргументом в пользу такого выбора.

Эксперимент, проведенный в течение 1958—1963 гг. в условиях тренировки группы высококвалифицированных легкоатлетов-прыгунов, подтвердил большую эффективность применения прыжка в глубину для развития «взрывной» силы мышц ног. Сдвиги в показателях прыгучести были более значительными, чем при преимущественном использовании прыжковых упражнений и работы со штангой разного веса, и имели тесную связь с приростом спортивного результата в прыжках (в длину, высоту, в тройном) и даже в спринте (главным образом, на участке стартового разгона). Примечательно также и то, что объем выполненной работы (по количеству отталкиваний) был в три раза меньшим [2]. Дальнейшие исследования позволили сделать вывод, что прыжки в глубину — лишь одно из средств принципиально нового метода развития «взрывной» силы, названного впоследствии «ударным» [3].

Итак, в чем же идея «ударного» метода развития «взрывной» силы? Выше мы пришли к заключению, что усилие «взрывного» типа при прочих равных условиях тем эффективнее, чем выше «стартовая» сила мышц, величина которой определяется интенсивностью хемотропических превращений в веществе мышцы при переходе ее в активное состояние. Следовательно, для развития «стартовой» силы надо стремиться к интенсификации переходного процесса в условиях тренировки, например, путем резкого ударного растягивания мышц [15, 18, 20]. Для этого в целях механической стимуляции мышечной активности следует использовать не отягощение, а кинетическую

энергию, накопленную телом (или тренировочным снарядом) при свободном падении с определенной высоты¹. Активное торможение, т. е. поглощение тренируемыми мышцами энергии падающего тела, во-первых, обеспечивает резкое «включение» мышц в активное состояние в момент амортизации удара, во-вторых, стимулирует быстрое развитие усилия², максимум которого будет тем выше, чем короче время (и путь) торможения, и, в-третьих, создает в мышцах значительный потенциал напряжения, повышающий мощность, а следовательно, и скорость последующего продолжающегося движения. Естественно, что по своей двигательной установке такое движение должно быть преимущественно ориентировано на максимально быстрое отталкивание тела или снаряда сразу же вслед за его торможением (как это делается при отталкивании после прыжка в глубину).

Рассматриваемый принцип стимуляции мышечной активности имеет еще одно преимущество. Дело в том, что для большинства спортивных упражнений (особенно прыжковых) двигательный эффект определяется уровнем развития так называемой «реактивной способности» нервно-мышечного аппарата. Последняя понимается как способность спортсмена к проявлению мощного двигательного усилия сразу же после интенсивного механического воздействия на мышцы, т. е. при быстром переключении их от амортизационного растяжения к рабочему сокращению в условиях максимума динамической нагрузки [1, 2]. Таким образом, речь идет о специфическом рабочем режиме, который нельзя имитировать ни одним упражнением с отягощением. Действительно, стремясь стимулировать мышечную активность за счет отягощения, мы тем самым замедляем движение (что следует из основного уравнения мышечной динамики Хилла) и быстроту переключения мышц от уступающего режима работы к преодолевающему. Используя же «ударный» метод, мы ставим рабочий аппарат в такие условия, в которых значительный потенциал напряжения мышц (накопленный за счет поглощения энергии падения тела) расходуется затем на преодоление инерции того же тела, но уже не отягощенного дополнительным весом. Это и обеспечивает быстрое переключение мышц от уступающего режима работы к преодолевающему (рис. 5).

Естественно, что рассмотренные преимущества «ударного» метода могут быть реа-

¹ Видно, теперь есть смысл поставить вопрос о методических принципах стимуляции и дозировки тренировки силы и различать, например, стимуляцию путем отягощения и волевого усилия (при изометрических напряжениях) и кинетической энергии падения тела.

² Результаты поисков наших сотрудников в этом направлении дают основание предположить, что для совершенствования «стартовой» силы могут быть полезны и изометрические напряжения с установкой на резкое «ударное» развитие усилия в пределах 80% от максимума.

¹ В общей форме эта мысль была впервые высказана В. М. Дьячковым.

² Прыжки в глубину применялись ранее Н. Г. Озолиным, но их биодинамика и тренирующий эффект не были изучены.

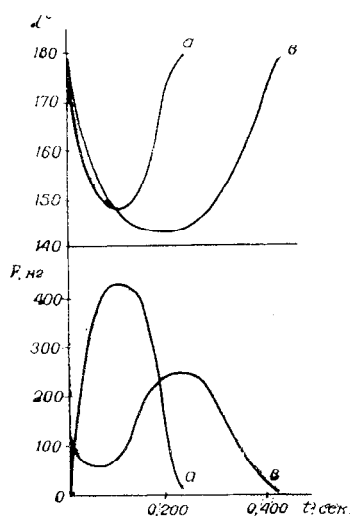


Рис. 5. Графики угла сгибания ног в коленном суставе и динамики взаимодействия с опорой при отталкивании после прыжка в глубину (а) и прыжке вверх с места (б) с отягощением

лизованы только в том случае, если высота предварительного падения тела подбирается с учетом уровня подготовленности спортсмена и функционального состояния его нервно-мышечного аппарата. Например, легкоатлетам-прыгунам высокой квалификации для развития прыгучести следует использовать высоту 0,75—1,10 м [1, 2], а подготовленным гимнасткам I и II разрядов — порядка 0,45 м [9]. К сожалению, серьезные исследования в этом направлении пока единичны и аргументированных рекомендаций для других случаев еще нет. Исходя из опыта многолетнего изучения и применения прыжков в глубину в практике тренерской работы, добавим, что средства «ударного» метода вызывают более глубокие сдвиги в функциональном состоянии нервно-мышечного аппарата, чем любые другие. Это, с

одной стороны, говорит о его больших возможностях для реализации резервов нервной и мышечной системы человека, а с другой — призывает к известной осторожности в применении и необходимости соответствующей предварительной подготовки спортсмена [1].

В связи с этим важно подчеркнуть, что «ударный» метод нельзя возводить в абсолют. Он сочетает в себе возможность совершенствования «стартовой» силы при большом значении максимума динамического усилия. Что же касается абсолютной силы, то, по предварительным наблюдениям, «ударный» метод не дал здесь статистически существенных преимуществ в сравнении с тренировкой с большими отягощениями [2]. И так как абсолютная сила мышц довольно тесно связана с максимумом динамического усилия и не коррелирует со способностью быстро проявлять ее [4, 5, 6, 7, 11, 13], то для развития «взрывной» силы следует применять комплекс средств, направленно воздействующих на тот или иной ее специфический компонент.

Видно, такой комплекс должны составлять три группы средств. Первая — упражнения с большими отягощениями, задача которых — повышение абсолютной силы мышц. Вторая — упражнения с малыми отягощениями, развивающие способность мышц к быстрому движению. Третья — основная — должна решать задачу развития «стартовой» силы и реактивной способности нервно-мышечного аппарата на основе «ударного» метода. Таким образом, на повестку дня встает вопрос о системе средств развития «взрывной» силы, в которой ведущая роль должна принадлежать «ударному» методу. В предварительном порядке этот вопрос уже обсуждался [3], однако пока никто не может категорически ответить, каковы должны быть удельный вес и преимущественная направленность средств той или иной группы на разных этапах многолетней и годичной тренировки и какова их рациональная преемственность. Здесь еще необходима серьезная исследовательская работа, которую надо начинать уже сегодня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верхошанский Ю. В. «Легк. атл.», 1964, № 7.
2. Верхошанский Ю. В. Канд. дисс., М., 1963.
3. Верхошанский Ю. В. «Легк. атл.», 1966, № 9.
4. Годик М. А., Зациорский В. М. «Теор. и практ. физ. культ.», 1965, № 7.
5. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена, М., 1966.
6. Ломейко В. Ф., Баранов И. Г. «Теор. и практ. физ. культ.», 1965, № 8.
7. Масальгин Н. А. Канд. дисс., М., 1966.
8. Прингл Дж. В кн. «Моделирование в биологии», М., 1963.
9. Черешнева Л. Я. В сб. ЦНИИФК: Матер. итог. науч. сессии за 1966 г., М., 1967.
10. Berger R. A., Blaschke L. A. "Res. Quart.", 1967, 38, 144—146.
11. Clarke D. H., Henry F. M. "Res. Quart.", 1961, 32, 315—325.
12. Fenn W. O. "J. Physiol.", 1924, 58, 175—203.
13. Henry F. M. "Res. Quart.", 1960, 31, 440—447.
14. Hill A. V. Proc. Roy. Soc. B., 1938, 126, 136—195.
15. Hill A. V. Proc. Roy. Soc. B., 1951, 138, 329—338.
16. Lindenburg F. A., Edwards D. K., Heath W. D. "Res. Quart.", 1963, 34, 478—485.
17. Pierson W. R., Rasch Ph. J. Perceptual and motor skills, 1962, 14, 144.
18. Ramsey R. W. Medical physics. Chicago, 1944, 784.
19. Smith L. E. "Res. Quart.", 1961, 32, 405—408.
20. Wilkie D. R. Progr. Biophys. 1954, 4, 288—324.
21. Wilkie D. R. Ann. Rev. of Physiol. 1966, 28, 17—36.