

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ВЗРЫВНЫМ УСИЛИЯМ

Ю. В. ВЕРХОШАНСКИЙ, В. В. ТАТЬЯН

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры
Кирово-Аканский филиал Ереванского политехнического института

Успех советской команды на Олимпийских играх в Мюнхене является собой закономерный итог единства науки и практики спорта. В этом единстве спортивная наука постепенно приобретает ведущую роль, а развиваемые ею теоретические представления — очевидное прикладное значение. Роль теории спорта заключается также и в том, что она дает объективные основания к пересмотру некоторых традиционных взглядов, утрачивающих свое некогда прогрессивное значение, и к поиску новых путей прогресса методической мысли. Ярким примером этому служит проблема скоростно-силовой подготовки спортсменов, ставшая в последние годы предметом массированного и разностороннего исследования.

Данные современных исследований [1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 17] свидетельствуют о том, что способность человека к проявлению взрывных усилий обеспечивается рядом специфических (элементарных) способностей. В зависимости от внешних условий реализации рабочего движения эти способности находятся в определенных отношениях [4]. Таким образом, речь идет о компонентном составе и функциональной структуре способности человека к проявлению взрывных усилий, изучение которых выступает как научная предпосылка к рациональной организации тренировочного процесса, и в частности скоростно-силовой подготовки. Ниже предпринята попытка обобщения и теоретического осмысления итогов многолетнего исследования упомянутой проблемы.

В качестве фактической основы использованы результаты лабораторных и педагогических экспериментов [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12], в которых с помощью тензометрической методики регистрировалась кривая $F(t)$ однократных взрывных усилий, выполняемых различными группами мышц (сгибание и разгибание стопы, бедра, голени, туловища), в динамических (против груза 20, 40, 60 и 80% от максимальной силы) и изометрических условиях работы. Обследовались лица различной спортивной специализации, квалификации, возраста и пола до и после специальной скоростно-силовой тренировки различной длительности и целевой направленности. Фактический материал подвергался

многомерному статистическому анализу (факторному, корреляционному, множественному, регрессионному, дискриминантному).

С учетом экспериментального опыта [1, 4] определялись следующие параметры кривой $F(t)$ для участка, ограниченного началом напряжения мышц и его максимальным значением (рис. 1): динамические — максимум F_{max} и среднее значение $F_{ср}$ усилия, импульс силы Fi , значения силы, соответствующие стандартным отрезкам времени 0,1; 0,2; 0,4 и 0,6 сек. от начала усилия; временные — время, затраченное на достижение максимума усилия t_{max} и его первой t_1 и второй t_2 половины. На основе указанных параметров оценивалась быстрота наращивания рабочего усилия по тангенсу угла наклона касательной $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$ к участкам кривой $F(t)$, ограниченным временем t_1 и t_2 (далее условно Q - и G -градиенты). В отдельных случаях эти характеристики оценивались как отношение половины значения максимальной силы к соответствующему времени. Для оценки общей способности к проявлению взрывных усилий использовалось отношение максимального значения силы F_{max} ко времени t_{max} , затраченному на его достижение (условно J -градиент). Дополнительно регистрировались величина максимального изометриче-

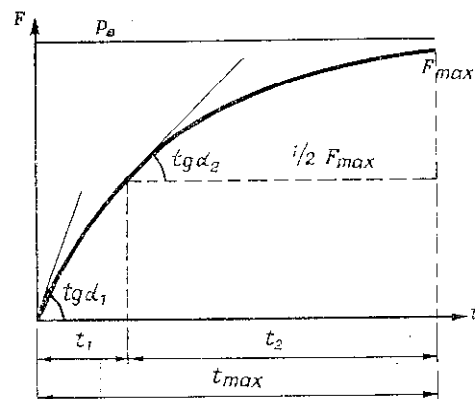


Рис. 1

ского напряжения мышц, выполняемого без ограничения времени P_0 , средняя скорость неотягощенного движения (абсолютная быстрота движения V_0), рабочий эффект контрольного скоростно-силового движения или упражнения (скорость движения с различным отягощением, результат прыжка, время бега и т. п.) и в отдельных случаях латентное время зрительно-моторной реакции t_d .

Итоги многомерного статистического анализа экспериментальных данных (рассчитаны, в частности, корреляционные и факторные матрицы 28 совокупностей параметров кривой $F(t)$, регистрируемых у различного контингента испытуемых) убедительно указывают на наличие следующих компонентных способностей, преимущественно определяющих рабочий эффект взрывного усилия, оцениваемого J -градиентом:

1. Абсолютная сила мышц. Она оценивается величиной предельного изометрического напряжения мышц без ограничения его времени P_0 и характеризует силовой потенциал человека.

2. Стартовая сила мышц. Характеризует способность мышц к быстрому наращиванию эффективной силы в начале рабочего напряжения, наиболее адекватно оценивается тангенсом наклона касательной $tg\alpha_1$ к начальному участку кривой $F(t)$, а также временем достижения первой половины t_1 максимума усилия [4, 6].

3. Ускоряющая сила мышц. Она характеризует их способность к быстрому наращиванию кинетического эффекта уже начавшегося рабочего напряжения. Наиболее адекватно оценивается тангенсом наклона касательной к кривой $F(t)$ на участке, соответствующем проявлению второй половины максимума усилия $tg\alpha_2$, а также затрачиваемым на это временем t_2 .

4. Абсолютная быстрота движения, характеризующая способность мышц к максимально быстрой реализации движения при отсутствии дополнительного внешнего сопротивления V_0 . Удовлетворительно оценивается по величине средней скорости дви-

жения, взятой на его рабочей амплитуде¹.

Обширный экспериментальный материал свидетельствует о том, что рассмотренные выше компонентные способности обнаруживают себя в той или иной мере со всеми свойственными им отношениями при тестировании различных групп мышц у лиц, только что начавших тренировку, и у квалифицированных спортсменов независимо от их возраста и пола. В качестве иллюстрации приведены матрицы факторных весов для параметров кривой $F(t)$ взрывного изометрического напряжения подошвенных сгибателей стопы у женщин-спринтеров высокой спортивной квалификации и разгибателей бедра у легкоатлетов-прыгунов средней квалификации (табл. 1), а также разгибателей ног у начинающих спортсменов ($n=64$) до и после шестимесячной скоростно-силовой тренировки (табл. 2). В последнем случае в совокупность анализируемых параметров дополнительно введены значения кривой $F(t)$, измеренные через 0,2; 0,4 и 0,6 сек. от начала усилия и соответствующие им отношения $F/t (R)$.

В ходе исследования прослежены принципиальные отношения между компонентными способностями и их роль в реализации скоростно-силового движения в зависимости от сопутствующих ему внешних условий. Связь между силовым потенциалом P_0 и максимума взрывного усилия F_{max} тем больше, чем больше внешнее сопротивление. С увеличением внешнего сопротивления процент общности индивидуальных различий между P_0 и F_{max} увеличивается (рис. 2, кривая 2), и, наоборот, с его уменьшением соответственно увеличивается процент сле-

¹ По результатам ряда исследований к числу факторов, определяющих рабочий эффект взрывного усилия, кроме того, относятся: рабочая поза, соответствующая моменту начала активного усилия; морфологические и функциональные особенности спортсменов; способность к быстрой реактивации нервно-мышечного аппарата на внешнюю ситуацию; быстрота переключения мышц от уступающей работы к преодолевающей [7].

Т а б л и ц а 1

Матрицы факторных весов

| Характеристики | Женщины — стопа ($n=72$) | | | | Мужчины — бедро ($n=96$) | | | |
|----------------|----------------------------|------|------|-----|----------------------------|------|------|-----|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| | 51,8 | 23,9 | 12,8 | 8,3 | 48,0 | 28,5 | 10,6 | 8,9 |
| 1. P_0 | 318 | 889 | -105 | 089 | 187 | 958 | 095 | 085 |
| 2. F_{max} | 448 | 857 | -125 | 135 | 214 | 961 | 008 | 067 |
| 3. F_{cp} | 234 | 845 | -429 | 152 | 191 | 973 | 049 | 050 |
| 4. t_{max} | -876 | 152 | 315 | 367 | -887 | 416 | 016 | 133 |
| 5. t_1 | -160 | -073 | 938 | 038 | -181 | 213 | -728 | 073 |
| 6. t_2 | -467 | 209 | 202 | 534 | -428 | 462 | 100 | 564 |
| 7. J | 804 | 222 | -337 | 006 | 932 | 065 | 219 | 167 |
| 8. Q | 179 | 188 | -925 | 144 | 300 | -144 | 856 | 209 |
| 9. G | 150 | 335 | -362 | 628 | 198 | 218 | 318 | 591 |
| 10. Ft | -452 | 834 | 269 | 055 | -519 | 853 | -028 | 069 |

П р и м е ч а н и е. У значений факторных весов нули и запятые опущены.

Таблица 2

Матрицы факторных весов

| Характеристики | До тренировки | | | | После тренировки | | | |
|----------------|---------------|------|------|-----|------------------|------|------|-----|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| | 53,2 | 20,3 | 10,6 | 8,1 | 54,3 | 17,5 | 12,8 | 9,3 |
| 1. P_0 | 379 | 896 | 118 | 190 | 371 | 853 | 108 | 170 |
| 2. F_{\max} | 409 | 895 | 124 | 210 | 415 | 833 | 146 | 222 |
| 3. $F_{0,6}$ | 390 | 622 | 320 | 523 | 319 | 805 | 069 | 535 |
| 4. $F_{0,4}$ | 374 | 510 | 410 | 330 | 386 | 517 | 295 | 321 |
| 5. $F_{0,2}$ | 420 | 337 | 757 | 191 | 420 | 183 | 627 | 187 |
| 6. t_{\max} | -848 | 305 | 049 | 290 | -856 | 378 | 125 | 302 |
| 7. t_1 | -355 | 153 | -773 | 095 | -338 | 193 | -539 | 073 |
| 8. t_2 | -398 | 200 | -205 | 683 | -307 | 235 | -200 | 690 |
| 9. J | 898 | 405 | 080 | 271 | 888 | 524 | -186 | 292 |
| 10. Q | 367 | 226 | 761 | 048 | 453 | 068 | 700 | 073 |
| 11. \dot{G} | 320 | 350 | 215 | 628 | 301 | 375 | 098 | 650 |
| 12. $R_{0,6}$ | 692 | 622 | 320 | 580 | 678 | 556 | 115 | 591 |
| 13. $R_{0,4}$ | 505 | 484 | 502 | 280 | 538 | 491 | 317 | 291 |
| 14. $R_{0,2}$ | 313 | 332 | 752 | 115 | 318 | 184 | 732 | 101 |

цифичности индивидуальных различий между этими показателями¹.

Во всех случаях связь силового потенциала P_0 и максимума усилия F_{\max} со значением любой ординаты кривой $F(t)$ тем меньше, чем ближе последняя во времени к началу усилия. В среднем общность индивидуальных различий между P_0 и значениями начального участка кривой $F(t)$ составляет 20—25%, в то время как специфичность — 75—80%. В результате даже кратковременной тренировки у начинающих спортсменов (30—36 занятий) степень общности между P_0 и значениями кривой $F(t)$ уменьшается, что особенно заметно на начальном участке (рис. 3). Следует отметить, что связь между силовым потенциа-

лом и значениями кривой $F(t)$ на ее начальном участке у малотренированных лиц, как правило, существенна, но по мере тренировки становится недостоверной.

Связь силового потенциала P_0 с абсолютной быстротой V_0 не только отсутствует, но имеет, как правило, отрицательный знак (величина коэффициента корреляции при этом несущественно отличается от нуля). Связь же силового потенциала со скоростью рабочего движения, выполняемого против внешнего сопротивления V_p , обнаруживает незначительную степень общности в диапазоне последнего до 40% от P_0 . Затем степень общности увеличивается примерно в линейной зависимости от величины внешнего сопротивления (рис. 4).

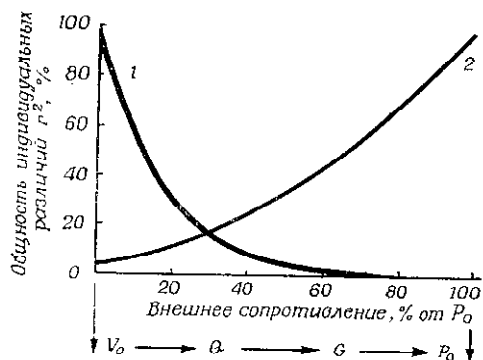


Рис. 2

¹ Количественная оценка общности (generality — r^2) и специфичности (specificity — k^2) факторов, лежащих в основе того или иного двигательного задания, определяется на основе коэффициента корреляции между признаками. Возведение в квадрат коэффициента корреляции и умножение на 100 ($r^2 \times 100$) дает процент общности индивидуальных различий, определяемый как признак сходства для двух переменных величин. Число, характеризующее специфичность для каждой из двух переменных (k^2), определяется из равенства $(r^2 \times 100) + k^2 = 100$. Принято считать, что специфичность признака значительна, если k^2 больше r^2 [18, 19, 20, 21].

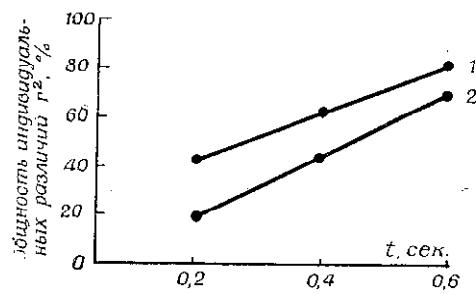


Рис. 3

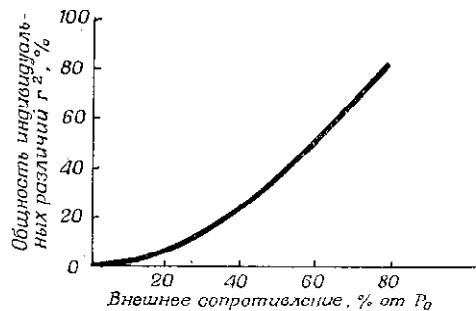


Рис. 4

Таким образом, абсолютная сила не определяет ни величину рабочего эффекта в начальный момент напряжения мышц, ни величину максимума усилия в движениях против небольшого внешнего сопротивления. Она существенно связана с максимумом взрывного усилия только в том случае, если внешнее сопротивление значительно. В то же время абсолютная сила не только не способствует развитию абсолютной быстроты движения, но выступает по отношению к последней как негативный фактор. Однако если движение выполняется против внешнего сопротивления, то его скорость тем больше зависит от абсолютной силы мышц, чем больше внешнее сопротивление.

Исключительно низка степень общности между абсолютной быстротой движения V_0 и его скоростью в том случае, если оно выполняется против внешнего сопротивления V_p . Здесь даже при сопротивлении равном 20% от P_0 специфичность индивидуальных различий для V_0 и V_p достигает 70% (см. рис. 2, кривая 1). Следовательно, абсолютная быстрота движения весьма умеренно влияет на скоростной показатель взрывного усилия, если величина внешнего сопротивления выходит за пределы 10—20% от P_0 . Вполне определенны отношения между временными параметрами кривой $F(t)$. Наиболее высокая степень общности (около 64%) характерна для времени достижения F_{max} и проявления его второй половины t_2 , наиболее высокая степень специфичности (около 60%) — для значений времени реализации первой t_1 и второй t_2 половины максимума усилия. В результате тренировки наблюдается тенденция к увеличению степени общности между этими параметрами главным образом для t_2 и t_{max} .

Взаимосвязь между градиентными характеристиками кривой $F(t)$ различна. В среднем степень общности между J - и G -градиентами равна 84%, а специфичности — 16%; между J - и Q -градиентами соответственно 52 и 48% и между Q - и G -градиентами — 27 и 73%. В результате тренировки доля специфичности индивидуальных различий между значениями градиентов силы обнаруживает тенденцию к увеличению в среднем на 30% (особенно для Q - и J - и Q - и G -градиентов). Значения градиентов силы умеренно связаны с абсолютной силой мышц (J и G — в большей и Q в меньшей степени) и абсолютной быстротой движения (Q в большей, J и G — в меньшей степени). Здесь доля общности индивидуальных различий зависит от внешнего сопротивления и в среднем равна 20%, тогда как доля специфичности — 80%. Для значений градиентов силы и временных параметров кривой $F(t)$ характерна более высокая степень общности, достигающая в среднем 64%. В результате тренировки степень общности градиентов силы с P_0 значительно уменьшается (особенно для Q), с соответствующими временными характеристиками кривой $F(t)$ увеличивается, а с абсолютной быстротой изменяется незначительно. Обнаружено, что увеличение значений градиентов в результате тренировки сопровождается более вы-

соким темпом сокращения соответствующего времени, нежели увеличением силы.

Следовательно, способности к быстрой проявлению первой и второй половин F_{max} взрывного усилия в меньшей степени зависят друг от друга, чем способность к быстрой проявлению максимума усилия во второй его половине. Иными словами, общая способность к проявлению взрывной силы J и к быстрой развитию второй половины его максимума G в значительной мере определяются общими причинами. Что же касается общих причин, обуславливающих способность к быстрой проявлению эффективной силы в начале рабочего напряжения мышц Q и к быстрой развитию начавшегося напряжения мышц G , то они незначительны. Причем эти способности мало зависят как от силового потенциала мышц, так и от абсолютной быстроты движений.

Следует особо подчеркнуть, что рассмотренные компонентные способности, будучи во всем своем составе врожденной принадлежностью нервно-мышечного аппарата человека, тем не менее используются им для реализации скоростно-силового движения в неодинаковой мере. В зависимости от внешних условий преимущественную роль приобретает та или другая из них. Общую тенденцию здесь можно выразить следующим образом: чем меньше внешнее сопротивление движению и чем, следовательно, быстрее и короче по времени последнее, тем большую роль играют такие способности, как абсолютная быстрота движений V_0 и особенно стартовая сила мышц Q . И, наоборот, чем больше внешнее сопротивление, тем большее значение имеют ускоряющая G и абсолютная сила P_0 мышц. Если теперь следовать этому критерию, то компонентные способности, обеспечивающие рабочий эффект взрывного усилия, допустимо ранжировать в виде следующего ряда: $V_0 \rightarrow Q \rightarrow G \rightarrow P_0$, который может быть конкретно соотнесен с величиной внешнего сопротивления движению, представленной на абсциссе рис. 2.

Отметим некоторые особенности этого ряда. Во-первых, развитие компонентных способностей протекает независимо друг от друга, прогрессирование одной из них очень незначительно отражается на уровне развития других. Причем чем дальше отстоят друг от друга способности в этом ряду, тем меньше их взаимовлияние. Во-вторых, развитие каждой способности требует адекватного двигательного режима. Причем такой режим одновременно оказывает тренирующее воздействие преимущественно на одну способность, не затрагивая (или затрагивая очень мало) других способностей. В-третьих, относительная независимость компонентных способностей как в своем проявлении, так и в своем развитии становится более выраженной с ростом уровня тренированности спортсмена. В-четвертых, подверженность компонентных способностей тренировке неодинакова. Способности правой части ряда легче поддаются совершенствованию, чем левой.

Практически, поскольку рабочие движения в спорте всегда связаны с преодолением того или иного внешнего сопротивления,

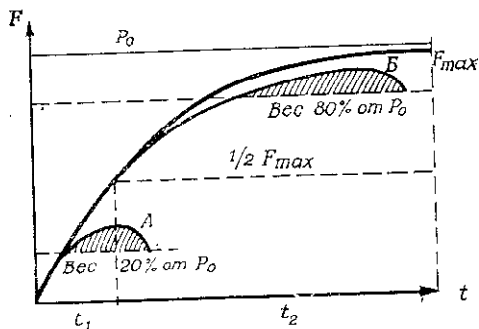


Рис. 5

две компонентные способности преимущественно определяют рабочий эффект взрывного усилия — стартовая и ускоряющая сила мышц. Для того чтобы представить их роль в осуществлении скоростно-силового движения в зависимости от внешних условий, обратимся к схеме (рис. 5).

Было показано [4], что кривые $F(t)$ взрывного изометрического напряжения мышц и взрывного усилия против различного внешнего сопротивления, выполненные одним человеком, совпадают своими начальными участками, но отличаются значением максимума и временем его достижения. Следовательно, величина стартовой силы, проявляемой в условиях предельного волевого усилия, постоянна независимо от внешнего сопротивления, тогда как степень использования силового потенциала мышц полностью определяется его величиной (при внешнем сопротивлении равном 20% от P_0 реализуется около 40% силового потенциала, при сопротивлении 40% от P_0 — 53%, при 60% — 72%, при 80% — 88—92%). Практически это означает, что в условиях преодоления незначительного внешнего сопротивления (20 и даже 40% от P_0) человек просто не успевает проявить свой силовой потенциал. В этом случае импульс силы, обеспечивающей движение (количественно равный площади A под кривой $F(t)$, заштрихованной на схеме, — см. рис. 5), развивается преимущественно за счет стартовой силы мышц. При большем же сопротивлении (свыше 60% от P_0) импульс силы, обеспечивающий рабочее движение (площадь B), развивается преимущественно за счет ускоряющей и абсолютной силы мышц. Стартовая сила играет здесь вспомогательную роль, сводящуюся к тому, чтобы рабочее напряжение мышц как можно быстрее достигло такого уровня, за которым подключаются механизмы, ответственные за проявление ускоряющей силы. Из этого, в частности, следует, во-первых, при наличии внешнего сопротивления стартовая сила проявляется, по существу, в изометрических условиях напряжения мышц (тем более выраженных, чем больше внешнее сопротивление), а ускоряющая сила — в динамическом режиме работы; во-вторых, чем выше уровень развития стартовой силы, тем быстрее может быть реализована уско-

ряжающая сила мышц. Последнее обстоятельство, безусловно, следует подчеркнуть, учитывая ограниченность времени выполнения скоростно-силового движения в условиях спортивной деятельности.

Подведем теперь некоторые итоги. Экспериментальный материал приводит к выводу, что способность к взрывным усилиям представляет собой комплексную форму проявления моторной функции человека, которая обеспечивается рядом обозначенных выше компонентных способностей. Отражая наиболее элементарные формы двигательных отклонений, эти способности относительно независимы как в своем проявлении, так и в своем развитии и не являются производными от других способностей. В полном составе они генетически заданы нервно-мышечному аппарату человека и регулируются, как можно полагать, качественно специфическими и относительно независимыми в своем функционировании и совершенствовании нейромоторными механизмами.

Не все компонентные способности равнозначны в обеспечении рабочего эффекта взрывного усилия. В зависимости от условий решения двигательной задачи та или другая из них приобретает ведущую роль, а следовательно, получает и преимущественную возможность для интенсивного совершенствования. Причем, участвуя в той или иной мере в реализации монолитного во времени моторного акта, компонентные способности, в силу относительной независимости обеспечивающих их нейромоторных механизмов, объединены не органическим, а функциональным единством. Иными словами, они не интегрируются в какую-то новую обобщенную способность, а упорядоченно взаимодействуют, решая общую задачу и в то же время сохраняя свою качественную индивидуальность и готовность войти в любое функциональное объединение, которое может потребоваться в переменных условиях практической деятельности человека.

Развивая далее эту гипотезу, можно предположить и физиологическую основу рассматриваемого явления. Исходя из очевидного факта сегментарной функциональной специализации двигательного аппарата спортсмена, выступающей как следствие многоуровневой иерархической организации системы управления двигательной функцией [4], можем заключить, что нейромоторные механизмы относительно автономны в обеспечении элементарных форм моторных проявлений, а их функциональное взаимодействие организуется вышестоящими уровнями управления. В зависимости от характера осуществляемого движения последние вырабатывают целесообразную форму функционального объединения нейромоторных механизмов, выражающуюся как в одномоментной (симультанной), так и в последовательной (сукцессивной) их реализации. Например, сначала могут реализоваться механизмы, ответственные за проявление стартовой силы мышц, затем быстроты движения (если преодолевается только инертное сопротивление рабочего органа или тела в целом), или механизмы, ответственные за про-

явление стартовой, затем ускоряющей и абсолютной силы мышц (если налицо добавочное отягощение или противодействие). Нетрудно видеть здесь очевидную возможность для широкого приспособительного маневрирования в интересах эффективного моторного обеспечения самых разнообразных по двигательному режиму движений, используя для этого сравнительно ограниченный состав нейромоторных механизмов.

Итоги исследования не подтверждают неоднократно высказывавшиеся интуитивные предположения, что способность к проявлению взрывных усилий представляет собой синтез, т. е. продукт слияния в результате повторного выполнения основного спортивного упражнения таких качественно различных способностей, как быстрота движения и сила мышц, развиваемых отдельно. Практически только адекватный основному спортивному движению режим работы моторного аппарата способен обеспечить эффективное совершенствование и, главное, необходимую форму функционального взаимодействия тех специфических нейромоторных механизмов, которые необходимы в каждом конкретном случае. Никакие другие режимы или их комбинации не могут его заменить. Поэтому задача педагога заключается в том, чтобы правильно оценить специфику работы двигательного аппарата в основном спортивном упражнении и найти соответствующие ему по режиму средства. Теоретическое обоснование и методическое вопло-

щение этого требования в полной мере сформулировано в так называемом «принципе динамического соответствия» тренировочных средств основному спортивному упражнению [4].

В заключение следует отметить, что подавляющее большинство спортивных упражнений, будь то циклические или ациклические локомоции или движения, связанные с преодолением большого или незначительного внешнего сопротивления, требуют быстрой реализации рабочего усилия. Поэтому можно полагать, что принципиальный характер проявления, совершенствования и функционального взаимодействия компонентных способностей, прослеженный в условиях однократных взрывных усилий, есть частное выражение общих закономерностей организации скоростно-силовых движений, хотя некоторые специфические особенности последних (например, частота движений, длительность сохранения высокой работоспособности в циклических локомоциях, степень и характер растягивания мышц, предшествующего активному рабочему усилию) ставят рабочий эффект спортивного упражнения в зависимость от ряда соответствующих способностей. Поэтому окончательное решение проблемы компонентного состава и функциональной структуры моторных способностей, развиваемых в условиях спортивной деятельности, требует дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годик М. А., Зациорский В. М. «Теор. и практ. физ. культ.», 1965, № 7.
2. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена. ФизС, 1966.
3. Верхошанский Ю. В. Канд. дисс. М., 1963.
4. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. ФизС, 1970.
5. Смирнов Ю. И. Канд. дисс. М., 1968.
6. Верхошанский Ю. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 1968, № 8.
7. Верхошанский Ю. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 1970, № 10.
8. Илиев Д. М. Канд. дисс. М., 1969.
9. Семенов В. Г. Канд. дисс. Л., 1971.
10. Татьяна В. В. Канд. дисс. М., 1972.
11. Соколова И. В. Тез. научн. студ. работ. ГЦОЛИФК, 1969.
12. Черноусов Г. В. Тез. докл. научн.-метод. конфер. каф. легк. атл. ГЦОЛИФК, 1971.
13. Денискин В. В. Тез. докл. науч. студ. конфер. ГЦОЛИФК, 1972.
14. Henry F., Whitley I. «Res. Quart.», 1961.
15. Henry F., Lotter W., Smith L. «Res. Quart.», 1962.
16. Cratty B. Movement behavior and motor learning. Philadelphia, 1964.
17. Smith L. «Res. Quart.», 1961.
18. Lotter W. «Res. Quart.», 1961.
19. Henry F., Smith L. «Res. Quart.», 1961.
20. Bachman I. «Res. Quart.», 1961.
21. Mendryk S. «Res. Quart.», 1960.