

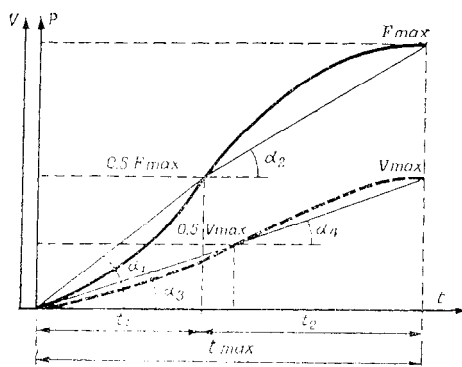
ТМП, 1977, N 1

ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ

Ю. В. ВЕРХОШАНСКИЙ, И. М. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, С. Н. ШУПЛЕЦОВ, А. И. ЧИГИРИН,
В. К. РЕВА

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры
Запорожский государственный педагогический институт
Запорожский государственный машиностроительный институт

Исследованию компонентного состава скоростно-силовых качеств у взрослых спортсменов разных специализаций посвящен ряд работ [1, 2, 3, 4 и др.]. На большом экспериментальном материале, в частности, установлено, что рабочий эффект взрывного усилия зависит минимум от четырех факторов: абсолютной, стартовой и ускоряющей силы, а также от абсолютной быстроты движения. Кроме того, выдвинута гипотеза, что эти факторы «...в полном составе генетически заданы нервно-мышечному аппарату человека и регулируются, как можно полагать, качественно специфическими и относительно независимыми в своем функционировании и совершенствовании нейромоторными механизмами» [2, 4].



Определение некоторых параметров кривых $F(t)$ и $V(t)$: t_1 , t_2 , t_{max} — время достижения первой и второй половины усилия, а также максимума силы; α_1 , α_2 , α_3 , α_4 — соответственно углы для определения тангенсов первой и второй половины кривых $F(t)$ и $V(t)$, $0,5 F_{max}$, F_{max} , $0,5 V_{max}$, V_{max} — половинные и максимальные значения силы и скорости

С целью проверить эту гипотезу мы провели аналогичный эксперимент на детях 4 и 8 лет. При этом предполагалось, что если существуют определенные компонентные способности у взрослых людей, то они в полном составе должны быть и у детей, на которых средовые факторы еще не наложили своего отпечатка.

Методика исследований. У детей 4 и 8 лет (по 40 человек в каждой группе) на инерционном динамографе при стандартных положениях регистрировались кривые $F(t)$ и $V(t)$ при разгибании руки и голени с использованием ряда эквивалентных масс ($M_э=2, 6, 10, 15, 21, 29$ и 39 кг), а также величина взрывного и предельного изометрического напряжения мышц. В каждом задании с помощью осциллографа Н-700 регистрировались три попытки, из них для расшифровки бралась лучшая. Всего проанализировано 1040 записей.

По кривой $F(t)$ определялось 18 показателей (см. рисунок), в том числе максимальное значение силы F_{max} , импульс силы Ft , мощность $N=FV$, значения силы через каждые 0,1 с, время проявления первой и второй половин усилия t_1 и t_2 , время достижения максимума силы t_{max} , отношение половинного значения силы ко времени достижения этой силы R -градиент, отношение F_{max} к t_{max} (J -градиент). При обработке кривой Ft суммировались значения силы через каждые 0,1 с в диапазоне от начала усилия до момента достижения его максимума Σ кг. Этот показатель характеризует общую тенденцию нарастания кривой силы и тесно связан с F_{max} и P_0 . Кроме того, через каждые 0,1 с рассчитывались отношения силы ко времени ее достижения и определялось абсолютно большее числовое значение из этих отношений

D-градиент. По предварительным данным, D-градиент характеризует быстроту наращивания взрывного усилия в самом начале кривой $F(t)$. Одновременно оценивалась быстрота наращивания первой $tg\alpha_1$ — Q-градиент и второй половины усилия $tg\alpha_2$ — G-градиент (см. рисунок), характеризующих соответственно стартовую и ускоряющую силу мышц [1, 2].

По кривой $V(t)$ определялись максимальные значения скорости при различных эквивалентных массах V_{max} , а также тангенсы углов первой и второй половин кривой скорости $tg\alpha_3$ и $tg\alpha_4$. При этом предполагалось, что величина скорости в определенной степени отражает величину проявленной силы. Тогда если тангенсы первой и второй половин кривой скорости окажутся ортогональными, то, по-видимому, можно ожидать сходных результатов и для кривой силы. Дополнительно регистрировались показатели абсолютной скорости движения без отягощения (V_0) и абсолютной силы в изотермическом режиме при прямом угле в локтевом и коленном суставах (P_0).

Экспериментальные данные были подвергнуты многомерному статистическому анализу (корреляционному, факторному). Все исследования и расчеты на ЭВМ «Минск-32» выполнены в научно-исследовательской лаборатории Запорожского педагогического института. При статистической обработке отдельно анализировались данные по каждой эквивалентной массе и взрывного изометрического усилия. При этом в такую матрицу (до 18 параметров) вводились показатели абсолютной силы и скорости P_0 и V_0 . Кроме того, были сформированы три матрицы (15-го и 17-го порядка), в которых помимо данных P_0 и V_0 введены все результаты F_{max} и V_{max} , показанные при каждой Мэ. Таким образом, было рассчитано 5346 коэффициентов корреляции и 33 факторных матрицы.

Результаты исследований. Сначала рассмотрим общность ($r^2 \cdot 100$) и специфичность ($\kappa^2 = 100 - r^2 \cdot 100$) индивидуальных различий между показателями, характеризующими стартовую и ускоряющую силу, абсолютную силу и абсолютную скорость движения. Принято считать, что общность индивидуальных различий существенна, если она более 50%. Когда же $r^2 \cdot 100 < 50\%$, то специфичность признака будет значительной [7,8].

Сравнение между собой характеристик только первой половины усилия (t_1 , R-, Q- и D-градиенты), выявило, что степень общности между ними колеблется от 51 до 72%, в то время как специфичности — от 28 до 49%. Аналогична зависимость и между характеристиками второй половины взрывного усилия (t_2 и G-градиент), где общность индивидуальных различий в пределах 65—91%, а специфичность соответственно — 9—35%.

Связь же между различными параметрами стартовой и ускоряющей силы у 4- и 8-летних детей незначительна. Так, между t_1 и t_2 степень общности при различных эквивалентных массах равна 7—10%, а специфичности — 90—93%. Несколько

большой процент общности обнаружен между $tg\alpha_1$ и $tg\alpha_2$ — 25—32%, хотя специфичность все же высокая — 68—75%. Примерно на том же уровне и специфичность индивидуальных различий между R- и J-градиентами (73—78%).

В качестве одного из критериев, характеризующих стартовую силу, мы использовали D-градиент. Интересно, что этот показатель относился к началу кривой $F(t)$ и предшествовал во времени моменту интенсивного ее нарастания (точки ее перегиба). Кроме того, числовое значение D-градиента у какой-либо одной возрастной группы было почти постоянным при любом внешнем сопротивлении. Например, у 4-летних детей величина D-градиента, если использовались различные массы, равнялась 15 кг/с, а в изометрическом режиме работы мышц — 16 кг/с. У 8-летних этот показатель варьировал от 18 до 20 кг/с. Это говорит о том, что начальные участки кривой $F(t)$ в любых условиях проявления силы у одних и тех же детей идентичны. Ранее аналогичные данные были установлены на взрослых спортсменах [4] путем совмещения координат кривой $F(t)$. Связь между D-градиентом и показателями ускоряющей силы t_2 и G-градиентом весьма умеренная: общность индивидуальных различий — 32—35%, а специфичность — 65—68%.

Степень общности между абсолютной силой P_0 и F_{max} , а также показателями Σ кг за определенный промежуток времени при различных Мэ по мере увеличения сопротивления возрастала от 33 до 64%. Примерно так же наблюдалось увеличение общности индивидуальных различий между P_0 и скоростью против внешнего сопротивления V_{max} , где степень общности возрастала от 4 до 65%.

Исключительно низкая степень общности наблюдалась между P_0 и показателями t , R-, Q- и D-градиентов, которая находилась в пределах от 5 до 32% (специфичность — 68—95%). То же можно сказать и о связи между P_0 и показателями ускоряющей силы t_2 , G-градиентом. В этом случае общность индивидуальных различий равнялась 5—15%, а специфичность — 87—95%.

Были прослежены также связи между максимальной скоростью неотягощенного движения V_0 и показателями абсолютной, стартовой и ускоряющей силы. Степень общности между V_0 и P_0 не превышала 1%. Коэффициенты корреляции между ними отрицательные и несущественно отличаются от нуля. Общность индивидуальных различий между V_0 и t_1 , R-, Q- и D-градиентами от 2 до 40% (специфичность — 60—98%). Несколько больше степень общности между V_0 , t_2 и G-градиентом (в пределах от 44 до 59%).

На кривых скорости, полученных при различных внешних сопротивлениях, определялись тангенсы первой ($tg\alpha_3$) и второй ($tg\alpha_4$) половин кривой $V(t)$, косвенно оценивающие стартовую и ускоряющую силу, поскольку скорость в данном случае есть результат действия силы. Обнаружилось, что $tg\alpha_3$ и t_1 , R-градиент, Q-, D-градиент имели самую высокую степень общности (42—

46%). Аналогичной была связь между $\operatorname{tg}\alpha_1$ и t_2 . G -градиентом (45—51%). Со всеми остальными показателями кривой $F(t)$ $\operatorname{tg}\alpha_3$ и $\operatorname{tg}\alpha_4$ связаны слабо.

Таким образом, установлено, что у детей 4- и 8-летнего возраста компоненты кривой $F(t)$, характеризующие только стартовую или ускоряющую силу, имеют высокую степень общности и низкую специфичность. Если же сравнить между собой показатели стартовой и ускоряющей силы, абсолютной силы и абсолютной скорости, то обнаруживается, что специфичность индивидуальных различий в значительной степени преобладает над общностью. У 4-летних детей тем четче проявляются эти зависимости, чем больше внешнее сопротивление. Видимо, это можно объяснить отсутствием у них двигательного опыта, и особенно при быстрых движениях с небольшими отягощениями. В ряде случаев коэффициенты специфичности индивидуальных различий между стартовой и ускоряющей силой, P_0 и V_0 были больше, чем у взрослых. Очевидно, у последних сказались влияние тренировок, средовых факторов и др.

Рассмотренные выше зависимости между различными показателями силы и скорости подтвердились и результатами факторного анализа (метод главных компонент с ротацией референтных осей по варимакскритерию). В результате факторизации корреляционных матриц выделялось от четырех до шести факторов. Интересно, что во всех случаях у детей 4 и 8 лет выделялись факторы, характеризующие первую и вторую половины взрывного усилия, а также факторы, связанные с силовыми и скоростными проявлениями.

Первый фактор (см. таблицу), как правило, выделяется в дизъюнктивной форме — силовые и скоростно-силовые проявления против скоростных и их производных. Каких-либо закономерностей по числу параметров, входящих в первый фактор, величины факторных весов в связи с изменениями внешнего сопротивления и др. нами не установлено.

Второй и третий факторы по мере увеличения преодолеваемого отягощения меняются местами. Особенно это заметно на примере разгибания руки у 4-летних детей. При эквивалентных массах, равных 2, 6, 10 и 15 кг, во втором факторе выявились показатели, характеризующие первую половину взрывного усилия (t_1 , R , Q - и D -градиенты). С увеличением сопротивления ($M_э=21$ и 29 кг) второй фактор уже идентифицируется как максимальные силовые проявления, поскольку здесь имеют общую дисперсию следующие параметры: P_0 , F_{\max} , Σ кг, t_{\max} , J -градиент и др. Смена мест второго и третьего факторов, по-видимому, объясняется тем, что силовые показатели F_{\max} , Σ кг и др. при малых эквивалентных массах с абсолютной силой связаны умеренно. По мере увеличения внешнего сопротивления связь между P_0 и F_{\max} , Σ кг и др. возрастает. Поэтому первоначально силовой фактор имеет лишь четыре показателя, а затем их число постепенно увеличивается до семи. Число параметров, характеризующих стартовую силу, не превышает пяти. Применяемая же нами модель факторного анализа имеет ту особенность, что выделяет факторы в порядке уменьшения их вклада в обобщенную дисперсию выборки [5, 6 и др.].

Матрица факторных весов у 4- и 8-летних детей при разгибании руки ($M_э=15$ кг)

Показатели	Факторы после ротации									
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	4-летние					8-летние				
1. V_0	-522	141	-247	040	-842	-217	-008	-089	-025	-962
2. P_0	485	-293	714	192	223	228	889	113	106	178
3. F_{\max}	026	330	853	-111	130	507	824	164	090	040
4. $F(t)$	940	119	006	-021	115	708	685	117	049	-004
5. Σ кг	607	-155	690	286	032	184	906	162	124	149
6. t_1	-461	-823	-016	-352	-128	-442	-061	-680	-244	-098
7. t_2	-334	-216	-078	-892	-154	-249	-184	-312	-804	-227
8. t_{\max}	-891	373	-198	013	-095	-774	-603	041	-149	-087
9. R -градиент	344	767	281	360	230	596	115	761	054	099
10. J -градиент	657	224	676	031	141	600	706	084	141	195
11. $N=FV$	610	316	706	006	-103	854	437	-177	022	-057
12. Q -градиент	665	708	116	023	166	410	345	775	162	139
13. G -градиент	636	300	188	685	092	509	118	172	692	335
14. D -градиент	473	789	074	280	086	512	040	854	065	271
15. V_{\max}	-799	-043	-074	-003	-517	-788	-076	095	-057	-633
16. $\operatorname{tg} \alpha_3$	-446	-729	-380	013	-075	-772	-116	-604	-138	-026
17. $\operatorname{tg} \alpha_4$	-720	-347	-181	-651	-228	-750	285	082	-611	-053
18. $\frac{dF}{dt_{\max}}$	876	039	234	-114	263	823	061	061	-012	359
Дисперсия, %	43	20	17	12	7	35	23	18	10	9

Примечание. У значений факторных весов нули и запятые опущены.

Четвертый фактор во всех случаях связан с ускоряющей силой. Факторные веса G -градиента и t_2 всегда были несколько больше, чем $ig\alpha_4$. Иногда в этом факторе выделялось время достижения максимума силы t_{max} .

И, наконец, пятый фактор легко идентифицируется как абсолютная скорость движения. В нем, как правило, V_0 имеет наиболее высокие факторные веса по сравнению с V_{max} . Нужно отметить, что максимальная скорость движения при небольшом внешнем сопротивлении имеет с абсолютной скоростью намного больше общей дисперсии, чем в случае преодоления больших отягощений.

Следовательно, взрывная сила у 4- и 8-летних детей носит многофакторный характер. Причем все эти компонентные спо-

собности ортогональны и подтверждают данные корреляционного анализа. Каких-либо существенных особенностей или различий между 4- и 8-летними детьми по результатам факторного анализа не установлено.

Выводы

1. У детей 4 и 8 лет установлена многофакторность взрывного усилия, которая ранее [2, 4] была обнаружена у взрослых спортсменов (факторы идентичны).

2. Экспериментальные данные подтверждают гипотезу о том, что компонентные способности человека во всем своем составе являются врожденной принадлежностью нервно-мышечного аппарата [1, 2, 4].

Литература

1. Верхошанский Ю. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 1968, № 8. — 2. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. М., ФизС, 1970. — 3. Верхошанский Ю. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 1970, № 10. — 4. Верхошанский Ю. В., Татьян В. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 1973, № 6. — 5. Лоули Д., Максвелл А. Факторный анализ как статистический метод. М., «Мир», 1967. — 6. Харман Г. Современный факторный анализ. М., «Статистика», 1972. — 7. Henry F., Smith L. "Res. Quart.", 1961. — 8. Mendruk S. "Res. Quart.", 1960.