

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО СПОРТА

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ПОДРОСТКОВ С УЧЕТОМ СОМАТИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

Ю.А. БАРАНАЕВ,
БГУФК, г. Минск,
Республика Беларусь

Аннотация

В статье представлены результаты исследования, направленного на изучение проявления скоростно-силовых способностей у подростков с учетом соматической зрелости. Для сбора первичной информации было проведено тестирование 41 подростка в возрасте 12 лет. Материалы, полученные в ходе исследования, позволили выявить различия между подростками второй и третьей фаз соматической зрелости по антропометрическим признакам, прыжковому тесту и проявляемой абсолютной мощности в прыжке вверх.

Ключевые слова: пик скорости роста, скоростно-силовые способности, антропометрические признаки, абсолютная мощность, прыжок вверх с махом рук.

THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF SPEED-STRENGTH ABILITIES IN ADOLESCENTS WITH REGARDS TO SOMATIC MATURITY

Yu.A. BARANAEV,
BSUPC, Minsk city,
Republic of Belarus

Abstract

This article presents the results of a research aimed at studying the manifestation of speed and strength ability in adolescents in relation to somatic maturity. In order to collect primary information, 41 adolescents aged 12 years were tested. The material obtained from the study revealed differences between adolescents in the second and third phases of somatic maturity in relation to anthropometric characteristics, jumping test and manifested absolute power in the upward jump.

Keywords: peak height velocity, speed-strength abilities, anthropometric characteristics, absolute power, upward jump with arm swing.

Введение

Специалисты в области физической культуры, работающие с подростками школьного возраста, должны знать о возрастных изменениях, происходящих в процессе развития ребенка, чтобы гарантировать максимальную безопасность и эффективность их учебно-тренировочных программ для повышения работоспособности и снижения риска травм [1].

Оценка биологической зрелости в исследованиях детей представляет собой сложную задачу. Считается, что костный возраст или зрелость скелета могут служить хорошим предиктором биологического возраста для

всех периодов онтогенеза. Оценка скелетного возраста является одним из наиболее точных методов определения зрелости. Однако этот метод дорог и требует специального оборудования. Кроме того, имеются вопросы по радиационной безопасности. Речь идет о детях, которые обладают повышенной радиочувствительностью к ионизирующему излучению – любая доза может вызвать нежелательные последствия.

Кроме того, в спортивной практике не получила распространения методика оценки биологического возраста по вторичным половым признакам среди тренеров. Это



связано с рядом причин: 1) данная методика требует от тренеров специальной подготовки и знаний; 2) оценка вторичных половых признаков в неклинической обстановке может считаться нарушением личного пространства детей-подростков [2].

Ряд ученых [3, 4] предложили оценивать половое созревание по более простому критерию – пику скорости роста (англ. *PHV* – *Peak Height Velocity*). Пик скорости роста (ПСР) – это показатель соматического развития, во время которого достигаются высокие скорости не только роста, но и развития других частей тела, а также физической работоспособности и развития вторичных половых признаков. [5].

Поэтому в последнее время в спортивной практике начинают использовать методы оценки соматической зрелости, так как они относятся к группе неинвазив-

ных методов и легкодоступны для спортивных практиков.

Например, для тренеров важно не только знать, что спортсмен является ретардантом или акселерантом (отчасти это видно визуально), но и иметь информацию о фазе развития, в которой находится его подопечный, и о том, когда наступит следующая фаза. Только тогда, руководствуясь «четкими границами» биологического развития, тренер сможет грамотно планировать и корректировать тренировочный процесс детей и подростков.

Модель долгосрочного планирования тренировки спортсменов в Канаде, США, Англии и др. зарубежных странах строится с учетом фаз соматической зрелости (рис. 1). Считается, что учет фаз соматического развития спортсменов в учебно-тренировочном процессе позволяет целенаправленно развивать двигательные способности и снижать риск травматизма [6].

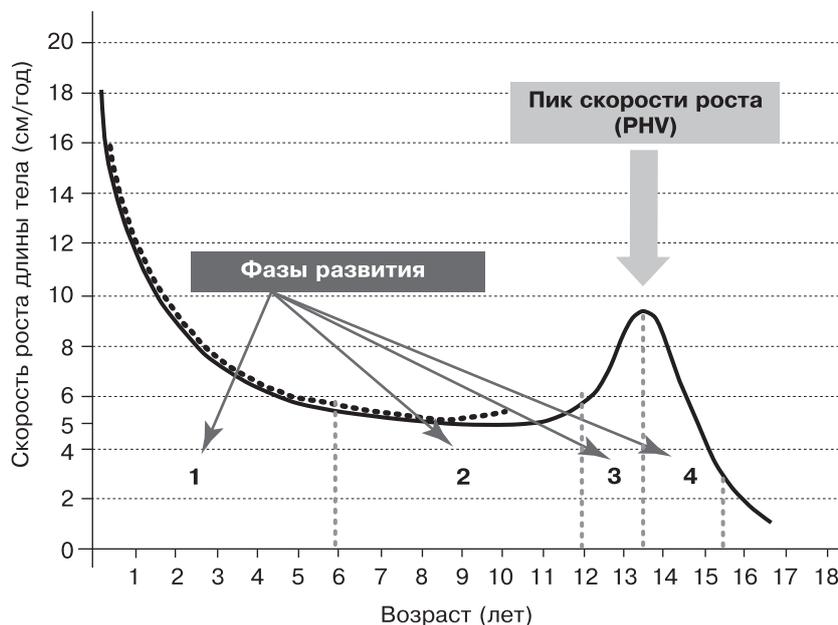


Рис. 1. График изменения длины тела человека (Baley, I., Way, R., 2005 [6])

Известно, что вертикальный прыжок используется в качестве общепризнанной и общепринятой оценки взрывной силы нижних конечностей [7]. Доктор Maarten F. Bobbert с коллегами в своей работе показал, что на высоту прыжка значительно влияют анатомические и физиологические особенности человека [8]. Учеными Bosco C., Komi P.V., Tihanyi J., Fekete G., Aroo P. в результате проведенных исследований была обнаружена умеренная корреляционная связь между высотой прыжка и составом мышечных волокон ($r = 0,62, p < 0,05$) [9].

Перечисленные исследования внесли серьезный вклад в разработку вопросов проявления двигательных способностей человека, однако по-прежнему актуальной является проблема изучения моторики подростков в различных фазах соматической зрелости.

Цель исследования – изучить проявление скоростно-силовых способностей у подростков с учетом соматической зрелости.

Методика и организация исследования

Всего протестирован 41 подросток (мальчики 12 лет), не занимающиеся спортом. Проведена классическая процедура антропометрических измерений (определялась длина тела «стоя», рост «сидя на стуле» и масса тела).

Ниже представлена формула для расчета соматической зрелости ребенка (в данном случае для мальчиков).

Оценка соматической зрелости для мальчиков:

$$-9,236^* + (0,0002708^* \times \text{длина ноги} \times \text{рост «сидя»}) + \\ + (-0,001663^* \times \text{возраст} \times \text{длина ноги}) + \\ + (0,007216^* \times \text{возраст} \times \text{рост «сидя»}) + \\ + [0,02292^* \times (\text{масса тела/рост «стоя»} \times 100)].$$

(В этой и далее по тексту других формулах числа, обозначенные «*», в первоисточниках не расшифровываются, они воспринимаются как неизменные значения – коэффициенты, поскольку их рассчитали авторы Р.Л. Мирвальд и др. В отличие от переменных показателей – возраста и антропологических размеров, эти коэффициенты являются стабильными и не изменяются.)



Пример расчета:

Хронологический возраст – 11,25 года.

Рост «стоя» – 149,4 см.

Масса тела – 40 кг.

Рост «сидя» – 79 см.

Длина ноги – 70,4 см (рост «стоя» – рост «сидя»).

Длина ноги × рост «сидя» = 70,44 × 79,0 = 5564,76 см.

Возраст × длина ноги = 11,25 × 70,4 = 792.

Возраст × рост «сидя» = 11,25 × 79,0 = 888,75.

(Масса тела / рост «стоя») × 100 =

(40,0/149,4) × 100 = 26,85.

Оценка соматической зрелости (расчет):

$$- 9,236^{*} + (0,0002708^{*} \times 5564,76) + \\ + (-0,001663^{*} \times 792) + (0,007216^{*} \times 888,75) + \\ + (0,02292^{*} \times 26,85) = (-2,0) \text{ года от ПСР.}$$

Если получаем значение с отрицательным знаком «-», значит, пик скорости роста для ребенка еще не наступил, если знак положительный «+», пик скорости роста уже прошел.

Далее определяем возраст ребенка, когда наступит ПСР:

$$\text{возраст ПСР} = 11,25 \text{ года} - (-2,0) = 13,25 \text{ лет} \\ (\text{средняя соматическая зрелость}).$$

Средняя соматическая зрелость у мальчика считается 14 (± 1 год) лет от ПСР. Ранняя соматическая зрелость подразумевает наступление ПСР на 1 год раньше средней биологической зрелости (< 13 лет). Позднее биологическое созревание считается, когда возраст ПСР наступает позже, более чем на 1 год в сравнении с нормой.

У девочек временные отрезки биологического созревания отличаются от мальчиков и поэтому будут иметь другие границы. Среднее созревание: ПСР приходится на 12 (± 1 год) лет; раннее – когда ПСР наступает раньше 11 лет, позднее – ПСР проявляется позже 13 лет [4].

Для расчета возраста ПСР ребенка можно использовать и готовые онлайн-калькуляторы (например, https://wwwapps.usask.ca/kin-growthutility/phv_ui.php), которые производят подсчет, опираясь на метод, разработанный

Р.Л. Мирвальдом, А.Д. Бакстер-Джонсом и др. Данные расчета, показывают, в каком возрасте наступил (или наступит) ПСР.

Вторая фаза соматической зрелости характеризуется стабильным ростом в среднем 5–6 см в год (начало фазы – от 6 лет, окончание – 1 год до ПСР). Третья фаза характеризуется быстрым ростом длины тела и конечностей. Мальчики могут вырасти за данный период на 7–9 см (начало фазы – 1 год до ПСР, окончание – ПСР) [10].

По результатам расчета соматической зрелости подростков ко второй фазе соматической зрелости были отнесены 26 чел., к третьей – 15 чел.

Был проведен двигательный тест «Прыжок вверх с махом рук» (показатель скоростно-силовых качеств мышц ног) [11]. Измерение высоты прыжка проводилось с применением датчика «Vert» («Vert Jump Monitor», США).

Для расчета абсолютной мощности прыжка вверх использовалась формула:

$$60,7^{*} \times (\text{высота прыжка, см}) + \\ + 45,3^{*} \times (\text{масса тела, кг}) - 2055^{*}$$

(Sayers, S. и др.) [12].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного исследования было обнаружено, что, несмотря на одинаковый хронологический возраст, у подростков имелись достоверные различия в антропометрических показателях, в прыжковом тесте и проявляемой абсолютной мощности в прыжке вверх с махом рук (табл. 1).

Подростки второй и третьей фаз соматической зрелости имели различный возраст наступления пика скорости роста, что является закономерным. Все антропометрические показатели также показали достоверные различия между подростками двух фаз. Из таблицы видно, что дети третьей фазы соматической зрелости по всем антропометрическим признакам превосходили детей второй фазы (уровень достоверности различий $P \leq 0,05$).

Таблица 1

Сравнительный анализ мальчиков второй и третьей фаз соматической зрелости (хронологический возраст 12 лет)

Показатель	Вторая фаза (n = 26)		Третья фаза (n = 15)		Уровень достоверности различий (P)
	M	σ	M	σ	
Возраст пика скорости роста (лет)	13,64	0,47	12,95	0,35	$\leq 0,05$
Длина тела (см)	151,25	5,18	160,39	4,63	$\leq 0,05$
Рост сидя (см)	78,98	2,91	84,47	1,5	$\leq 0,05$
Длина ног (см)	72,26	3,29	75,92	4,3	$\leq 0,05$
Масса тела (кг)	42,20	9,1	57,33	7,87	$\leq 0,05$
Прыжок вверх с махом рук (см)	21,81	5,04	18,47	6,09	$\leq 0,05$
Абсолютная мощность прыжка вверх с махом рук (Вт) (Sayers, S. и др.)	1180,56	541,62	1659,43	443,83	$\leq 0,05$

Примечание: M – среднее арифметическое значение, σ – среднее квадратичное отклонение.



Подростки, находящиеся в третьей фазе, испытывают значительный прирост в увеличении длины ног (до пика скорости роста), это явление может временно снижать проявление скоростно-силовых способностей мышц ног [4]. Кроме того, периоды более быстрого роста могут нарушить общую двигательную координацию. Подобное явление зарубежные специалисты называют «подростковой неловкостью» [13, 14].

Наблюдение за техникой выполнения прыжков вверх с махом рук позволяет констатировать более низкую координационную подготовленность у детей с ускоренным ростом и созреванием в согласовании различных звеньев тела и передачи энергии в разгибательных движениях ног, рук, туловища. Ускоренный рост тела

приводит не только к нарушению координации, но также влияет на экономичность движений, что может привести к травмам. Особенно это заметно у мальчиков, так как у них больше развиты плечи, что приводит к более высокому центру тяжести тела, и это делает их более склонными к неустойчивости [2]. Конечно, «более тяжелому» ребенку, прыгающему вверх, требуется затратить гораздо больше усилий (проявить больше мощности), чем более легкому ребенку, чтобы показать тот же результат. Это отражено в показателях абсолютной мощности, где дети третьей фазы соматической зрелости при прыжке вверх проявили на 478,87 Вт больше, чем дети второй фазы (уровень достоверности различий $P \leq 0,05$).

Выводы

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что существуют различные методы оценки биологической зрелости, однако зачастую они являются дорогостоящими и/или непрактичными, в связи с чем не могут найти широкого применения в спортивной практике.

Несмотря на то что соматический метод для оценки зрелости подростков имеет некоторые ограничения, он достаточно прост в использовании и может стать незаменимым инструментом в руках тренера.

Важным требованием метода прогнозирования ПСР является проведение точного измерения в соответствии со стандартизированной процедурой, иначе могут быть получены ошибочные данные, которые в свою очередь могут привести к дискредитации данного подхода. Не стоит исключать применение и других методов оценки биологической зрелости для получения комплексной, более объективной оценки созревания организма ребенка.

Были обнаружены достоверные различия по всем изучаемым показателям между подростками второй и третьей фаз соматической зрелости. Результаты прыжка вверх с махом рук показали, что, несмотря на превосходство по большинству тестируемых показателей, дети третьей фазы созревания имели результат ниже, чем дети второй фазы (уровень достоверности различий $P \leq 0,05$). Это объясняется особенностями физического развития подростков третьей фазы, в частности ускоренным физическим ростом и, как следствие, нарушением координации движений.

Данный факт необходимо учитывать учителям физической культуры и тренерам при оценке скоростно-силовых способностей нижних конечностей подростков, спортивном отборе и планировании учебно-тренировочного процесса в период полового созревания.

Литература

1. *Lloyd, R.* Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth / Lloyd Rhodri S., et al. // *The Journal of Strength & Conditioning Research.* – No. 28 (5). – 2014. – Pp. 1454–1464.
2. *Баранаев, Ю.А.* Методы оценки биологической зрелости детей в практике спорта / Ю.А. Баранаев // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.* – 2022. – № 8 (210). – С. 12–20.
3. *Malina, R.M.* Prediction of maturity offset and age at peak height velocity in a longitudinal series of boys and girls / R.M. Malina, S.M. Kozieł, M. Králik, M. Chrzanowska, A. Suder // *American journal of human biology.* – 2021. – No. 33 (6). – Pp. 233–248.
4. *Mirwald, R.L.* An assessment of maturity from anthropometric measurements / R.L. Mirwald, A.D. Baxter-Jones, D.A. Bailey, G.P. Beunen // *Medicine & Science in Sports & Exercise.* – 2002. – No. 34 (4). – Pp. 689–694.
5. *Liu, Y.X.* New reference for the age at childhood onset of growth and secular trend in the timing of puberty in Swedish / Y.X. Liu, K. Albertsson Wikland, J. Karlberg // *Acta paediatrica.* – 2000. – No. 89. – Pp. 637–643.
6. *Balyi, I., Way, R.* The role of monitoring growth in long-term athlete development // *Canadian sport for life.* – 2005. – Vol. 2. – No. 1. – 30 p.
7. *Sayers, S.P., Harackiewicz, D.V., Harman, E.A., Frykman, P.N., Rosenstein, M.T.* Cross-validation of three jump power equations // *Medicine and Science in Sports and Exercise.* – 1999. – No. 31. – Pp. 572–577.
8. *Maarten, F. Bobbert, Gerrit Jan van Ingen Schenau.* Coordination in vertical jumping, *Journal of Biomechanics.* – 1988. – No. 21 (3). – Pp. 249–262.
9. *Bosco, C., Komi, P.V., Tihanyi, J., Fekete, G., Apor, P.* Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* – 1983. – No. 51 (1). – Pp. 129–135.
10. *Balyi, I., Way, R. et al.* Canadian Sport for Life – Long-term athlete development resource paper 2.0. *Canadian Sport Institute Pacific.* – 2014. – 31 p.



11. Сергиенко, Л.П. Определение развития силовых и анаэробных способностей в прыжковых тестах: классификация, методология измерений и нормативы оценки прыжков вверх с места / Л.П. Сергиенко // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харків: ХДАФК. – 2015. – № 5 (49). – С. 105–117.

12. Sayers, S. et al. Cross-validation of three jump power equations // *Medicine and science in sports and exercise*. – 1999. – No. 31 (4). – Pp. 572–577.

13. Beunen, G.P., Malina, R.M. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. – 1988. – No. 16. – Pp. 503–540.

14. Philippaerts, R.M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R. et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*. – 2006. – No. 24. – Pp. 221–230.

References

1. Lloyd, R. (2014), Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, no. 28 (5), pp. 1454–1464.

2. Baranaev, Yu.A. (2022), Methods of estimation of biological maturity of children in practice of sports, *Uchyonye zapiski Universita imeni P.F. Lesgafta*, no. 8 (210), pp. 12–20.

3. Malina, R.M., Kozel, S.M., Kralik, M., Hrzanowska, M. and Suder, A. (2021), Predicting shifts in maturity and age at peak growth rate in a longitudinal series of boys and girls, *American Journal of Human Biology*, no. 33 (6), pp. 233–248.

4. Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A.D., Bailey, D.A. and Beunen, G.P. (2002), An assessment of maturity from anthropometric measurements, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, no. 34 (4), pp. 689–694.

5. Liu, Y.X. (2000), A new benchmark for the age of onset of growth in childhood and the secular trend in the timing of puberty in Sweden, *Acta paediatrica*, no. 89, pp. 637–643.

6. Baley, I. and Way, R. (2005), The role of growth monitoring in long-term athlete development, *Canadian Sport for Life*, vol. 2, no. 1, 30 p.

7. Sayers, S.P., Harackiewicz, D.V., Harman, E.A., Frykman, P.N. and Rosenstein, M.T. (1999), Cross-validation of three jump power equations, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, no. 31, pp. 572–577.

8. Maarten, F. and Bobbert, Gerrit Jan van Ingen Shenau (1988), Coordination in vertical jumps, *Journal of Biomechanics*, no. 21 (3), pp. 249–262.

9. Bosco, K., Comey, P.V., Tihanyi, J., Fekete, G. and Apor, P. (1983), Mechanical strength test and fibre composition of human leg extensor muscles, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, no. 51 (1), pp. 129–135.

10. Balyi, I. and Way, R. (2014), Canadian Sport for Life – Long-term athlete development resource paper 2.0, *Canadian Sport for Life Institute Pacific*, 31 p.

11. Sergienko, L.P. (2015), Determination of the development of strength and anaerobic abilities in jumping tests: classification, measurement methodology and evaluation standards of jumping up from a place, *Slobozhansky scientific and sports visnik*, Kharkiv, KhDAFK, no. 5 (49), pp. 105–117.

12. Sayers, S. (1999), Cross-validation of three jump power equations, *Medicine and science in sports and exercise*, no. 31 (4), pp. 572–577.

13. Beunen, G.P. and Malina, R.M. (1988), Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt, *Exercise and Sport Sciences Reviews*, no. 16, pp. 503–540.

14. Philippaerts, R.M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D. and Craen, R. (2006), The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players, *Journal of Sports Science*, no. 24, pp. 221–230.

