

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ПЛАВАНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ СТИЛЯМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ И ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ

С.В. Барбашов, svbarbashov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9996-2928>

А.С. Нестерова, 77.koral@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6259-4770>

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

Аннотация. Цель: определить количественные характеристики влияния особенностей телосложения на результативность плавания на дистанции 100 м различными стилями в зависимости от фазы полового созревания. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие пловцы – юноши 11–15 лет г. Ханты-Мансийска, разделенные на 3 группы в зависимости от фаз ростового скачка: 1-я – повышения интенсивности роста, 2-я – максимальной интенсивности роста и 3-я – снижения интенсивности роста. Для каждого из юных спортсменов проводились антропометрические измерения, на основе которых рассчитывались индексы телосложения. Впоследствии, полученные индексы сопоставлялись со спортивными результатами в 4 видах спортивного плавания (кроль, спина, брасс, дельфин). **Результаты.** Для плавания способом кроль на груди высокие уровни взаимосвязи спортивного результата в 3-й группе исследуемых спортсменов были обнаружены с показателями индекса массы тела ($r = 0,75$), Аре индекса ($r = 0,77$), индекса Пинье ($r = 0,73$). Для плавания способом баттерфляй аналогичные взаимосвязи обнаружились относительно индекса относительной ширины плеч ($r = 0,76$), Аре индекса ($r = 0,86$), индекса Эрисмана ($r = 0,80$). Для плавания способом брасс значимые связи обнаружены относительно индекса относительной длины ног ($r = 0,78$), индекса Пинье ($r = 0,70$), индекса относительной ширины плеч ($r = 0,77$). **Заключение.** Корреляционный анализ позволил определить значимость индексов телосложения для различных способов спортивного плавания, которые имеют выраженную тенденцию к увеличению в 3-й фазе ростового скачка.

Ключевые слова: юные пловцы 11–15 лет, фазы ростового скачка, индексы телосложения, виды спортивного плавания

Благодарности. В исследовании использованы результаты реализации гранта на поддержку молодых исследователей «Умник 2022». Руководитель проекта А.С. Нестерова.

Для цитирования: Барбашов С.В., Нестерова А.С. Результативность плавания различными стилями в зависимости от фаз полового созревания и телосложения юных пловцов // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № S2. С. 48–52. DOI: 10.14529/hsm24s207

Original article
DOI: 10.14529/hsm24s207

THE EFFECT OF PUBERTAL PHASE AND PHYSIQUE ON SWIMMING PERFORMANCE IN YOUNG ATHLETES

S.V. Barbashov, svbarbashov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9996-2928>

A.S. Nesterova, 77.koral@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6259-4770>

Ugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to identify the relationship between physique and swimming performance across different stroke styles in young male swimmers with respect to their pubertal phase. **Materials and methods.** Three groups of swimmers aged 11–15 years were identified based on their growth spurt phases: Group 1 – increasing growth intensity, Group 2 – maximum growth intensity, and Group 3 – decreasing growth intensity. Anthropometric measurements were performed for each participant, resulting in the calculation of anthropometric indices. Subsequently, the results obtained were correlated with performance in four swimming disciplines (freestyle, backstroke, breaststroke, and butterfly). **Results.** Our analysis

revealed significant correlations between anthropometric indices and swimming performance. In crawl swimming, strong correlations were found in Group 3 with Body Mass Index ($r = 0.75$), Ape Index ($r = 0.77$), and Pignet index ($r = 0.73$). In butterfly swimming, similar correlations were observed with relative shoulder width ($r = 0.76$), Ape index ($r = 0.86$), and Erisman index ($r = 0.80$). In breaststroke swimming, significant correlations were found with relative leg length ($r = 0.78$), Pignet index ($r = 0.70$), and relative shoulder width ($r = 0.77$). **Conclusion.** This study supports the significance of anthropometric measurements in determining swimming performance across various swimming styles. The results obtained indicate a pronounced tendency for these correlations to increase during Phase 3 of the growth spurt.

Keywords: young swimmers, 11–15 years, growth spurt, anthropometric indices, sports swimming

Acknowledgements. The study utilizes the results of implementation of the grant to support young researchers “Umnik 2022”. Project leader A.S. Nesterova.

For citation: Barbashov S.V., Nesterova A.S. The effect of pubertal phase and physique on swimming performance in young athletes. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(S2):48–52. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm24s207

Введение. Формирование оптимальных пропорций тела – значимая проблема для спортивного плавания различными способами [2]. Современный российский и международный дискурс исследований представлен большим количеством разнообразных морфометрических показателей, которые в известной степени могут оказывать влияние на спортивный результат в плавании [1, 3]. Анализ исследований показал, что основной фокус внимания в них сосредоточен на изучении широкого комплекса антропометрических характеристик пловца (длиннотные и объемные размеры тела, соотношение компонентов массы тела, гидродинамические характеристики) [8]. Вместе с тем M. Alves et al. [6] в 2022 г. показал, что в 80 % всех исследований в качестве основной переменной использовались результаты плавания кролем на груди на дистанциях от 50 до 400 м. Изучение аналогичных показателей применительно к плаванию баттерфляем, брассом и кролем на спине носят единичный характер [7] и не позволяют утверждать, какие антропометрические параметры являются значимыми для этих видов плавания.

Вне научного дискурса остаются индексы телосложения, которые при учете фаз полового созревания могут становиться оценочными критериями для спортивных достижений и основой построения индивидуализированных тренировочных планов. Исследования, посвященные проблемам влияния процессов биологического созревания на спортивные результаты в плавании, рассматриваются с точки зрения способов определения актуального биологического возраста и фаз полового созревания [3], динамики показателей физического развития и подготовленности спортс-

менов [4], критериев отбора для выявления одаренных к спорту детей [5].

Материалы и методы. На основании антропометрических измерений были рассчитаны следующие индексы телосложения: индекс относительной ширины плеч (ИОШП) – ширина плеч / длина тела $\times 100$ %; индекс относительной длины руки (ИОДР) – длина руки / длина тела $\times 100$ %; индекс относительной длины ноги (ИОДН) – длина ноги / длина тела $\times 100$ %; индекс Пинье (ИП) – рост – (вес + окружность грудной клетки); индекс Эрисмана (ИЭ) – окружность грудной клетки (пауза) – $1/2$ роста; индекс массы тела (ИМТ) – отношение массы тела (в кг) к росту (в метрах), возведенному в квадрат; Аре индекс (АРЕ) – размах рук/длина тела.

Для оценки влияния фактора полового созревания были сформированы 3 группы юных спортсменов по 25 человек, находящихся на различных фазах ростового скачка. В основу формирования групп была положена концепция R.L. Mirwald et al. [3], позволяющая оценить сдвиг биологического созревания (maturity offset) относительно паспортного возраста. В первую группу, характеризующуюся первой фазой ростового скачка, вошли спортсмены с индексом смещения менее $-0,3$, во вторую в диапазоне от $-0,3$ до $+0,3$ и в третью с индексом смещения более $+0,3$. Коэффициенты корреляции вычислялись по стандартным процедурам для связанных выборок.

Результаты. Анализ характеристик исследуемых групп (табл. 1) показал, что средний возраст полового созревания составил $13,6 \pm 0,4$ года. Весь период биологического созревания занял 3,1 года при последовательном увеличении роста и веса юных спортсменов. Аналогичные тенденции обнаружены и

Таблица 1
Table 1

Среднестатистические характеристики исследуемых групп пловцов
Average characteristics of swimmers

Фазы ростового скачка Phase of growth spurt	Общая характеристика Characteristic				Уровень спортивных результатов Swimming performance			
	Возраст (лет) Age (years)	Сдвиг созревания (лет) Maturity offset (years)	Длина тела (см) Body length (cm)	Масса тела (кг) Body mass (kg)	Кроль на груди (с) Freestyle (s)	Кроль на спине (с) Backstroke (s)	Брасс (с) Breast- stroke (s)	Баттер- фляй (с) Butterfly (s)
Рост Growth	11,4 ± 0,5	-2,7 ± 0,3	150,6 ± 5,7	41,0 ± 5,5	86,2 ± 15,6	97,5 ± 19,7	112,3 ± 18,4	103,3 ± 23,4
Максимум Maximum	13,6 ± 0,4	-0,1 ± 0,2	173,0 ± 4,1	61,0 ± 7,4	68,0 ± 6,5	75,7 ± 7,6	86,2 ± 9,3	79,3 ± 8,4
Снижение Decrease	14,5 ± 0,5	+0,9 ± 0,4	178,4 ± 4,1	63,9 ± 6,1	63,7 ± 4,9	67,6 ± 5,0	79,8 ± 9,5	73,6 ± 9,6

Таблица 2
Table 2

Взаимосвязь индексов телосложения с результатами плавания различными стилями
и фазами ростового скачка
Relationship between anthropometric indices, swimming performance and growth spurt

Фазы ростового скачка Phase of growth spurt	Стили спортивного плавания / Styles of swimming											
	Кроль на груди Freestyle			Кроль на спине Backstroke			Брасс Breaststroke			Баттерфляй Butterfly		
	Значимые индексы Significant indices			Значимые индексы Significant indices			Значимые индексы Significant indices			Значимые индексы Significant indices		
	ИМТ BMI	АРЕ APE	ИП PI	ИОДН RLLI	ИП PI	ИОДР RALI	ИОДН RLLI	ИП PI	ИОШП RSWI	АРЕ APE	ИЭ EI	ИОШП RSWI
Рост Growth	0,08	0,22	0,16	0,01	0,01	0,18	0,02	0,1	0,22	0,24	0,05	0,09
Максимум Maximum	0,46	0,59	0,49	0,05	0,53	0,38	0,08	0,23	0,11	0,55	0,4	0,11
Снижение Decrease	0,75	0,77	0,73	0,52	0,67	0,60	0,78	0,70	0,77	0,86	0,80	0,76

Примечание: индекс относительной ширины плеч (ИОШП), индекс массы тела (ИМТ), Аре индекс (АРЕ), индекс Эрисмана (ИЭ), индекс относительной длины ноги (ИОДН), индекс относительной длины руки (ИОДР), индекс Пинье (ИП).

Note: relative shoulder width index (RSWI), body mass index (BMI), Ape index (APE), Erisman Index (EI), relative leg length index (RLLI), relative arm length index (RALI), Pignet index (PI).

отношении спортивных результатов в плавании на 100 м различными стилями.

Корреляционный анализ между индексами телосложения и результатами плавания четырьмя стилями (табл. 2) с учетом фаз ростового скачка показал, что используемые индексы демонстрируют достоверные связи лишь в фазе снижения интенсивности роста, то есть по завершении процессов биологического созревания. В фазе максимальных значений ростового скачка обнаруживается средний уровень достоверных взаимосвязей по некоторым стилям плавания. Для кроля на груди все значимые индексы на уровне $r = 0,46-0,59$, для кроля на спине $r = 0,53$ с индексом Пинье,

для баттерфляя $r = 0,55$ с Аре индексом. В начальной фазе ростового скачка значимых взаимосвязей не обнаружено. Важным дополнением к проведенному корреляционному анализу является наличие тенденции повышения уровня взаимосвязей в течение процесса биологического созревания пловцов.

Для каждого вида спортивного плавания обнаруживается комплекс значимых индексов телосложения, который позволяет определить перспективность юного спортсмена относительно спортивного стиля. Для плавания стилем кроль на груди значимыми оказались индексы ИМТ, ИП и АРЕ, характеризующие площадь поверхности тела и определяющие

длину гребка. В данном случае речь может идти лишь о кролистах-спринтерах, которые зачастую выше и тяжелее сверстников, специализирующихся на более длинных дистанциях.

Для способа кроль на спине в приоритете оказываются длина конечностей и площадь поверхности тела, находящие свое выражение в индексе относительной длины руки (ИОДР), характеризующем длину гребка. Индексе Пинье (ИП), а также индексе относительной длины ноги (ИОДН), вероятно, определяют эффективность работы ног, представленную большей амплитудой, чем при плавании кролем на груди.

В способе брасс ключевой технической характеристикой является преодоление более высокого уровня внешнего сопротивления. Здесь обнаруживается значимость таких индексов, как индекс относительной ширины плеч (ИОШП), относительной длины ноги (ИОДН), а также индекс Пинье (ИП).

Для пловцов, специализирующиеся в баттерфляе, одним из преобладающих показателей является обхват грудной клетки. В этих условиях информативным морфометрическим индексом телосложения становится индекс Эрисмана (ИЭ), определяющий пропорциональность развития грудной клетки и механизмы дыхания в данном стиле плавания. Индекс относительной ширины плеч (ИОШП) в значительной мере связан с эффективностью работы рук. Аре индекс, вероятно, коррелирует с данным способом через ширину плеч и размах рук, определяющих длину гребка.

В литературе последних лет обнаруживаются исследования, частично совпадающие с проведенным исследованием. Так, в известном обзоре M. Alves et al. [5] отмечается, что размах рук был единственным показателем, положительно связанным с результативностью во всех четырех видах плавания ($r = 0,3-0,9$). Также обнаружена устойчивая положительная связь между ростом и результатом кроля на груди ($r = 0,3-0,9$). Длина верхней части тела и рук имеет положительную связь с результатами брасса, а длина верхней и нижней конечностей и бедра – с результатами кроля на груди ($r = 0,5$).

Выводы

1. Предлагаемый способ определения фаз ростового скачка по показателям сдвига биологического созревания в интерпретации R.L. Mirwald et al. [3] позволяет объективизировать процессы развития детей и подростков и эффективно использовать его в практике спортивного плавания.

2. Определена высокая прогностическая значимость индексов телосложения для результативности плавания различными стилями: кроль на груди – ИМТ, АРЕ, ИП; кроль на спине – ИОДН, ИП, ИОДР; брасс – ИОДН, ИП, ИОШП; баттерфляй – АРЕ, ИЭ, ИОШП.

3. Уровни корреляционной зависимости между индексами телосложения и результативностью плавания различными стилями имеют общую тенденцию к увеличению до уровня ($r = 0,52-0,86$) по завершении процесса ростового скачка.

Список литературы

1. Давыдов, В.Ю. Отбор и ориентация пловцов по показателям телосложения в системе многолетней подготовки (теоретические и практические аспекты): моногр. / В.Ю. Давыдов, В.Б. Авдиенко. – М.: Совет. спорт, 2014. – 384 с.
2. Тренировка и спортивный отбор пловцов на этапах многолетней подготовки / Н.Ж. Булгакова, О.И. Попов, В.В. Смирнов, Т.Г. Фомиченко – М., 2015. – 157 с.
3. 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. – № 34 (4). – P. 689–694. DOI: 10.1097/00005768-200204000-00020
4. Anthropometric variables, propulsive force and biological maturation: A mediation analysis in young swimmers / M. Oliveira, R.S. Henrique, D.R. Queiroz et al. // *Eur. J. Sport. Sci.* – 2021. – No. 4. – P. 507–514. DOI: 10.1080/17461391.2020.1754468
5. Carvalho, H.M. Mismatches in youth sports talent development / H.M. Carvalho, C.E. Gonçalves // *Front. Sports Act. Living*. – 2023. – Vol. 5. – P. 1189355. DOI: 10.3389/fspor.2023.1189355
6. How Anthropometrics of Young and Adolescent Swimmers Influence Stroking Parameters and Performance? A Systematic Review / M. Alves, D.D. Carvalho, R.J. Fernandes, J.P. Vilas-Boas // *Int. J. Environ Res. Public Health*. – 2022. – Vol. 22. – No. 19 (5). – P. 2543. DOI: 10.3390/ijerph19052543
7. Key somatic variables associated with, and differences between the 4 swimming strokes / A.M. Nevill, Y. Negra, T.D. Myers et al. // *J. Sports Sci.* – 2020. – Vol. 38. – P. 787–794.

8. Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance / J.E. Morais, S. Jesus, V. Lopes et al. // *Pediatric Exercise Science*. – 2012. – Vol. 24. – P. 649–664. DOI: 10.1123/pes.24.4

References

1. Davydov V.Yu., Avdienko V.B. *Otbor i oriyentatsiya plovtsov po pokazatelyam teloslozheniya v sisteme mnogoletney podgotovki (teoreticheskiye i prakticheskiye aspekty): monografiya* [Selection and Orientation of Swimmers According to Physique Indicators in the System of Long-term Training (Theoretical and Practical Aspects)]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2014. 384 p.
2. Bulgakova N.Zh., Popov O.I., Smirnov V.V., Fomichenko T.G. *Trenirovka i sportivnyy otbor plovtsov na etapakh mnogoletney podgotovki* [Training and Sports Selection of Swimmers at the Stages of Long-term Training]. Moscow, 2015. 157 p.
3. Mirwald R.L., Baxter-Jones A.D., Bailey D.A., Beunen G.P. An Assessment of Maturity from Anthropometric Measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2002, no. 34 (4), pp. 689–694. DOI: 10.1097/00005768-200204000-00020
4. Oliveira M., Henrique R.S., Queiroz D.R. et al. Anthropometric Variables, Propulsive Force and Biological Maturation: A Mediation Analysis in Young Swimmers. *European Journal Sport Science*, 2021, no. 4, pp. 507–514. DOI: 10.1080/17461391.2020.1754468
5. Carvalho H.M., Gonçalves C.E. Mismatches in Youth Sports Talent Development. *Front. Sports Act. Living*, 2023, vol. 5, p. 1189355. DOI: 10.3389/fspor.2023.1189355
6. Alves M., Carvalho D.D., Fernandes R.J., Vilas-Boas J.P. How Anthropometrics of Young and Adolescent Swimmers Influence Stroking Parameters and Performance? A Systematic Review. *International Journal Environment Research Public Healthcare*, 2022, vol. 22, no. 19 (5), p. 2543. DOI: 10.3390/ijerph19052543
7. Nevill A.M., Negra Y., Myers T.D. et al. Key Somatic Variables Associated with, and Differences between the 4 Swimming Strokes. *Journal Sports Science*, 2020, vol. 38, pp. 787–794. DOI: 10.1080/02640414.2020.1734311
8. Morais J.E., Jesus S., Lopes V. et al. Linking Selected Kinematic, Anthropometric and Hydrodynamic Variables to Young Swimmer Performance. *Pediatric Exercise Science*, 2012, vol. 24, pp. 649–664. DOI: 10.1123/pes.24.4

Информация об авторах

Барбашов Сергей Викторович, доктор педагогических наук, доцент высшей школы физической культуры и спорта, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия.

Нестерова Анастасия Сергеевна, аспирант высшей школы физической культуры и спорта, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия.

Information about the authors

Sergey V. Barbashov, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Higher School of Physical Culture and Sports, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia.

Anastasia S. Nesterova, Postgraduate Student, Higher School of Physical Education and Sports, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 27.12.2023

The article was submitted 27.12.2023