

## Анализ и оценка функциональной устойчивости сердечно-сосудистой системы у юношей разных соматотипов

Трифанов Евгений Юрьевич<sup>1</sup>, Приходько Антон Юрьевич<sup>1,2,3</sup>,  
Головин Михаил Сергеевич<sup>1</sup>, Айзман Роман Иделевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный педагогический университет,  
Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины,  
Новосибирск, Россия

**Аннотация.** *Введение.* Изучение физической работоспособности практически здоровых юношей в зависимости от соматотипа по результатам нагрузочного тестирования позволит приблизиться к комплексному решению проблемы дозируемой нагрузки при занятиях спортом у разных категорий занимающихся. В настоящее время влияние соотношения компонентов эндо/мезо/эктоморфии на уровень функциональной устойчивости кардиореспираторной системы у лиц мужского пола изучено недостаточно. *Цель исследования.* Оценить показатели сердечно-сосудистой системы у юношей разных соматотипов и выявить особенности реакции на максимальную физическую нагрузку. *Методология.* В эксперименте приняли участие 62 юноши в возрасте  $21 \pm 2$  года – студенты очного отделения вуза, занимающиеся физической культурой без ограничений по здоровью. В результате соматотипирования испытуемых разделили на три группы: мезоэндоморфный – 22 человека; эндомезоморфный – 24 человека; мезоэктоморфный – 15 человек. Все юноши выполняли ступенчатый тест с повышающейся нагрузкой на тредбане. *Результаты.* Выявлен меньший прирост активности со стороны работы сердца у юношей эктоморфного соматотипа по сравнению с эндоморфным. Потеря массы тела в процентном соотношении у молодых мужчин мезоморфного соматотипа была значимо больше, чем у представителей эндоморфного. *Заключение.* По результатам тестирования молодые мужчины мезоморфного соматотипа отличились достоверно большей потерей массы тела в сравнении с эндоморфным.

**Ключевые слова:** морфофункциональные показатели; функциональная устойчивость ССС; юноши разных соматотипов.

*Для цитирования:* Трифанов Е. Ю., Приходько А. Ю., Головин М. С., Айзман Р. И. Анализ и оценка функциональной устойчивости сердечно-сосудистой системы у юношей разных соматотипов // Физическая культура. Спорт. Здоровье. – 2024. – № 1. – С. 90–96.

## Analysis and assessment of the functional stability of the cardiovascular system in young men of different somatotypes

Trifanov Evgeniy Yurievich<sup>1</sup>, Prikhodko Anton Yurievich<sup>1,2,3</sup>,  
Golovin Mikhail Sergeevich<sup>1</sup>, Aizman Roman Idelevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup>*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*Research Institute of Neuroscience and Medicine, Novosibirsk, Russia*

**Abstract.** *Introduction.* Studying the physical performance of practically healthy young men depending on their somatotype based on the results of stress testing will allow us to approach a comprehensive solution to the problem of dosed load when playing sports for different categories of athletes. Currently, the influence of the ratio of endo/meso/ectomorphy components on the level of functional stability of the cardiorespiratory system in males has not been sufficiently studied. *Purpose of the study.* To assess the indicators of the cardiovascular system in young men of different somatotypes and to identify the characteristics of the reaction to maximum physical activity. *Methodology.* The experiment involved 62 young men aged  $21 \pm 2$  years – full-time university students involved in physical education without health restrictions. As a result of somatotyping, the subjects were divided into three groups: mesoendomorphic – 22 humans; endomesomorphic – 24 humans; mesoectomorphic – 15 humans. All young men performed a step test with increasing load on a treadmill. *Results.* A smaller increase in cardiac activity was revealed in young men of the ectomorphic somatotype compared to the endomorphic one. The loss of body weight as a percentage in young men of the mesomorphic somatotype was significantly greater than in representatives of the endomorphic one. *Conclusion.* According to the test results, young men of the mesomorphic somatotype were distinguished by a significantly greater loss of body weight in comparison with the endomorphic one.

**Keywords:** morphofunctional indicators; CVS functional stability; young men of different somatotypes.

*For citation:* Trifanov E. Yu., Prikhodko A. Yu., Golovin M. S., Aizman R. I. Analysis and assessment of the functional stability of the cardiovascular system in young men of different somatotypes. *Physical Education. Sport. Health*, 2024, no. 1, pp. 90–96.

**Введение.** В 1970-е гг. отечественными учеными было показано, что представители разных спортивных дисциплин существенно отличались между собой по соматотипическим параметрам. Только спустя два десятилетия удалось подтвердить определяющую роль соматотипа в соотношении зависимых от энергообеспечения физических качеств – силы, быстроты и выносливости у подростков. В это же время были показаны различия в составе скелетных мышц между представителями разных соматотипов [2; 5; 7]. Это может означать, что соматотип может по-разному влиять на уровень физической работоспособности и, как следствие, функциональной устойчивости. При этом функциональная устойчивость систем организма понимается как способность поддерживать в стрессовых условиях эффективную работоспособность с целью сохранения гомеостаза [3; 4]. Оценка физической работоспособности может показать различия в уровне устойчивости между пред-

ставителями соматотипов. Однако важность учета конституциональных признаков при дозировании нагрузки во время физкультурно-спортивных занятий остается на низком уровне [1; 7]. Это может создавать проблему чрезмерных нагрузок для определенных категорий юношей во время двигательной активности в больших и суб-максимальных режимах.

**Методология.** В эксперименте приняли участие 62 юноши в возрасте  $21 \pm 2$  года – студенты очного отделения вуза, занимающиеся физической культурой без ограничений по здоровью. В результате соматотипирования испытуемых разделили на три группы соматотипов: мезоэндоморфный – 22 человека; эндомезоморфный – 24 человека; мезоэкторморфный – 15 человек. На следующем этапе исследования юноши выполняли ступенчатый тест с повышающейся нагрузкой на тредбане [6]. Через 2 ч после легкого завтрака испытуемые перед началом тестирования выполняли низкоинтенсивную беговую разминку на тредбане длительностью 5 мин, при которой показания ЧСС находились в диапазоне 120–130 уд/мин. Начальная скорость ступенчатого теста составила 7 км/ч. Длительность каждой ступени – 3 мин. Повышение скорости каждой последующей ступени составляло – 1 км/ч. Критериями отказа от продолжения нагрузки являлись: высокие показания ЧСС (220 – возраст); невозможность продолжать бег. Суммарная мышечная работа при беге на тредбане складывалась из работ на отдельных ступенях:  $A_i = F \cdot (V_i \cdot t_i)$ , где  $F$  – масса тела испытуемого,  $V_i$  – скорость движения полотна дорожки на каждой ступени,  $t_i$  – время бега на  $i$ -й ст. ЧСС на всех ступенях теста фиксировали по показаниям кардиопередатчика Polar H10 (Polar Electro, Финляндия). Артериальное давление фиксировали с помощью автоматического тонометра Omron M2 (Япония).

Полученный материал обработан общепринятыми методами математической статистики с использованием программы Statistica 10 for Windows и пакета Microsoft Excel 2010. Нормальность распределения была подтверждена по критерию Шапиро-Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представлены в виде медианы ( $Me$ ) ( $Q1$  – нижняя квартиль,  $Q3$  – верхняя квартиль), а параметрических – как среднее значение и его стандартное отклонение ( $M \pm \sigma$ ). При одновременном сравнении несвязанных выборок (3 соматотипических групп исследуемых) применили дисперсионный анализ Anova в случае нормального распределения, и критерий Краскела-Уоллиса в тех случаях, когда нормальность распределения не подтвердилась.

**Обсуждение.** Как видно из табл. 1, значения ЧСС в покое и после первой ступени не имели достоверно значимых отличий между группами. Однако по результатам 2 ст. выявлен достоверно меньший прирост ЧСС у юношей экторморфного соматотипа по сравнению с эндоморфным. После 3 ст. значения ЧСС у юношей экторморфного соматотипа были достоверно меньше, чем у представителей эндомезоморфного типа, хотя объем суммарной мышечной работы между группами достоверно не отличался. Потеря массы тела в процентном соотношении у молодых мужчин мезоморфного соматотипа была значимо больше, чем у представителей эндоморфного. Систолическое артериальное (САД) и диастолическое (ДАД) давление между группами соматотипов в покое и сразу после нагрузки значимо не отличались. Однако у экторморфного соматотипа была выявлена тенденция к меньшему значению ДАД после нагрузки, чем у мезоморфного.

Показатели ступенчатого теста на тредбане у юношей разных соматотипов

Показатели	Соматотип		
	Мезоэндоморфный (n = 22)	Эндомезоморфный (n = 24)	Мезоэктоморфный (n = 15)
Эндоморфия, балл	6,5 ± 1,44	4,4 ± 1,29	2,8 ± 0,49
Мезоморфия, балл	5,2 ± 0,88	5,5 ± 0,82	3,2 ± 0,47
Эктоморфия, балл	2,1 ± 0,84	1,9 ± 0,73	4,2 ± 0,62
ЧСС в покое, уд/мин	71,0 ± 5,2	71,0 ± 9,7	71,3 ± 6,7
ЧСС после 1 ст. уд/мин	157,5 ± 18,9	156,6 ± 17,5	144,9 ± 14,3
ЧСС после 2 ст. уд/мин	170,3 ± 17,4	166,9 ± 16,5	154,3 ± 13,4 ▲ ■
ЧСС после 3 ст. уд/мин	178,8 ± 16,2	175,7 ± 14,5	162,9 ± 13,9 ▲ ■
ЧСС макс, уд/мин	197,4 ± 6,8	196,1 ± 5,6	191,3 ± 6,1 ▲ ■
САД в покое	125,7 ± 10,6	129,9 ± 8,7	126,1 ± 7,7
ДАД в покое	66,5 (61,5 – 70)	63,5 (59,5 – 69)	70,0 (62 – 80)
САД после нагрузки	181,8 ± 21,7	182,1 ± 14,8	179,9 ± 18,3
ДАД после нагрузки	59,1 ± 17,4	64,8 ± 12,7	54,7 ± 18,4 ●
Потеря массы тела, %	0,65 (0,55 – 0,74) ■	1,06 (0,91 – 1,14)	0,92 (0,58 – 1,12)
Суммарная мышечная работа, кг/м	184170 (128800 – 301950)	190380 (154575 – 264425)	245070 (177225 – 309120)

Примечание: ▲ – достоверно относительно мезоэндоморфного типа; ■ – достоверно относительно эндомезоморфного типа; ● – достоверно относительно фона.

В группах соматотипов выявлены значимые отрицательные корреляционные взаимосвязи между суммарной мышечной работой и значениями ЧСС на разных отрезках нагрузочного тестирования (табл. 2.). Обнаруженные взаимосвязи имели разный характер у изучаемых групп соматотипов. На всех этапах тестирования у эндоморфного соматотипа сила и достоверность корреляционной связи были существенно выше, чем у экто/мезоморфного. Также выявлена отрицательная корреляционная взаимосвязь между объемом проделанной работы и диастолическим давлением после нагрузки у эндо и мезоморфного соматотипов. Следует отдельно выделить наличие положительной связи между показателями ДАД после нагрузки и ЧСС после третьего отрезка у групп экто ( $r = 0,697$ ;  $p = 0,003$ ) и эндоморфного ( $r = 0,770$ ;  $p = 0,000$ ) соматотипов.

Таблица 2

Корреляционные связи по Спирмену между объемом мышечной работы и показателями ССС у юношей разных соматотипов

Соматотип	показателями ССС			
	ЧСС 1 ст.	ЧСС 2 ст.	ЧСС 3 ст.	ДАД
Эндоморфный	$r = -0,814$ $p = 0,0001$	$r = -0,821$ $p = 0,0001$	$r = -0,845$ $p = 0,0001$	$r = -0,719$ $p = 0,000$
Мезоморфный	$r = -0,534$ $p = 0,007$	$r = -0,576$ $p = 0,003$	$r = -0,621$ $p = 0,001$	$r = -0,519$ $p = 0,009$
Эктоморфный	$r = -0,522$ $p = 0,04$	$r = -0,534$ $p = 0,04$	$r = -0,598$ $p = 0,01$	–

**Заключение.** В результате тестирования у молодых мужчин разных соматотипов выявлены значимые отличия в реакции сердечно-сосудистой системы.

Представители эндоморфного соматотипа характеризовались более высокими значениями ЧСС, при этом имели существенную корреляционную зависимость между суммарной работой и ЧСС, что подтверждает более высокое значение сердечного ресурса в обеспечении мышечной деятельности. Выполненный объем мышечной работы отрицательно коррелировал со значениями ДАД после нагрузки, однако в то же время положительно со значениями ЧСС.

Юноши эктоморфного соматотипа продемонстрировали большой запас функциональной устойчивости сердечно-сосудистой системы по сравнению со сверстниками других типов конституции. Положительная связь между величиной ДАД после нагрузки и ЧСС после 3 ст. была достоверна, но меньше, чем у эндоморфного типа.

По результатам тестирования молодые мужчины мезоморфного соматотипа отличились значимо большей потерей массы тела в сравнении с эндоморфным. При этом по остальным изученным параметрам занимали промежуточное положение. Юноши эндомезоморфного типа с более низкими по сравнению с другими соматотипами значениями показателя ДАД после нагрузки имели более высокие значения суммарной мышечной работы на тредбане, однако в отличие от эндоморфного типа не выявилось взаимосвязи показателей ДАД и ЧСС.

#### Список источников

1. *Грудина С. В.* Нагрузки на уроке физической культуры и нормы двигательной активности школьников // Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф. – М.: Буки-Веди, 2012. – С. 107–109.
2. *Корниенко И. А., Сонькин В. Д., Тамбовцева Р. В., Панасюк Т. В.* Связь энергетики скелетных мышц у мальчиков 6–11 лет с развитием соматотипологических характеристик // Физиология человека. – 1997. – Т. 22, № 6. – С. 10–16.
3. *Никитюк Б. А.* Интеграция знаний в науке о человеке. – М.: Sportakadempress, 2000. – 400 с.
4. *Ровный В. А.* Функциональная устойчивость организма спортсменов при длительных нагрузках в стандартных условиях // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2008. – № 10. – С. 96–99.
5. *Сонькин В. Д., Маслова Г. М.* Проблема оценки физической работоспособности детей и подростков // Новые исследования. – 2008. – № 3(16). – С. 43–51.
6. *Хит Б. Х., Картер Д. Л.* Современные методы соматотипологии // Вопросы антропологии. – 1968. – Вып. 29. – С. 20–40.
7. *Корниенко И. А.* Школьники с избыточным весом / под ред. И. А. Корниенко. – М.: Педагогика, 1979. – 87 с.

#### References

1. *Grudina S. V.* Loads in the physical education lesson and norms of motor activity of schoolchildren. Pedagogical mastery: materials of the II International. scientific conf. Moscow: Buki-Vedi, 2012, pp. 107–109. (In Russian)
2. *Kornienko I. A., Sonkin V. D., Tambovtseva R. V., Panasyuk T. V.* Relationship of skeletal muscle energy in boys 6–11 years old with the development of somatypological characteristics. *Human Physiology*, 1997, vol. 22, no. 6, pp. 10–16. (In Russian)
3. *Nikityuk B. A.* Integration of knowledge in human science. Moscow: Sportakadempress, 2000, 400 p. (In Russian)

4. Rovny V. A. Functional stability of the body of athletes under long-term loads under standard conditions. *Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports*, 2008, no. 10, pp. 96–99. (In Russian)

5. Sonkin V. D., Maslova G. M. The problem of assessing the physical performance of children and adolescents. *New research*, 2008, no. 3(16), pp. 43–51. (In Russian)

6. Hit B. Kh., Carter D. L. Modern methods of somatotypology. *Questions of anthropology*, 1968, iss. 29, pp. 20–40. (In Russian)

7. Kornienko I. A. Schoolchildren with excess weight. Ed. by I. A. Kornienko. Moscow: Pedagogika, 1979, 87 p. (In Russian)

### Информация об авторах

**Е. Ю. Трифанов**, старший преподаватель кафедры физического воспитания, факультет физической культуры, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-0508-2805>, [amik81@mail.ru](mailto:amik81@mail.ru)

**А. Ю. Приходько**, аспирант кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет; преподаватель кафедры физического воспитания и спорта, Новосибирский государственный технический университет, лаборант-исследователь (внешний совместитель) лаборатории функциональных резервов организма, Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-8301-4533>, [toni.prikhodko.10@mail.ru](mailto:toni.prikhodko.10@mail.ru)

**М. С. Головин**, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-8573-856X>, [golovin593@mail.ru](mailto:golovin593@mail.ru)

**Р. И. Айзман**, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7776-4768>, [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru)

### Information about the authors

**E. Yu. Trifanov**, Senior Lecturer of the Department of Physical Education, Faculty of Physical Culture, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-0508-2805>, [amik81@mail.ru](mailto:amik81@mail.ru)

**A. Yu. Prikhodko**, graduate student of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University; teacher of the Department of Physical Education and Sports, Novosibirsk State Technical University, Research Assistant (external part-time worker) of the Laboratory of Functional Reserves of the Body, Scientific Research Institute of Medical Sciences, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-8301-4533>, [toni.prikhodko.10@mail.ru](mailto:toni.prikhodko.10@mail.ru)

**M. S. Golovin**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-8573-856X>, [golovin593@mail.ru](mailto:golovin593@mail.ru)

**R. I. Aizman**, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7776-4768>, [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru)

Поступила: 10.04.2024

Принята к публикации: 22.04.2024

Received: April 10, 2024

Accepted for publication: April 22, 2024