

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ЮНОШЕЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ И НЕГАТИВИЗМА

А.Ю. Приходько¹, toni.prikhodko.10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8301-4533>

М.С. Головин², golovin593@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8573-856X>

С.Н. Герасимов³, sergei2015.sg@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-6788-8040>

И.И. Новикова¹, novikova_ii@niig.su, <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Р.И. Айзман^{1,2}, aizman.roman@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7776-4768>

¹ Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

³ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. Цель: определить морфофункциональный статус и биохимический профиль здоровых юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма в условиях покоя и при выполнении ступенчатого степ-теста до отказа. **Материалы и методы.** Было обследовано 27 здоровых подготовленных юношей в возрасте 18–22 лет. Уровень выраженности стрессоустойчивости и негативизма определяли по специализированным тестам. Исследования проводили в состоянии относительного покоя и в динамике выполнения ступенчатого степ-теста. Забор капиллярной крови из пальца производили во время 10–15-секундных пауз между ступенями и сразу при отказе. Для оценки биохимического статуса забирали венозную кровь до и спустя 10 мин после максимальной нагрузки на тредбане. **Результаты.** У юношей с низким уровнем стрессоустойчивости и высоким негативизмом отмечали менее крепкое телосложение, кистевую силу, пройденное расстояние и суммарную мышечную работу на тредбане, а также более раннюю ступень отказа. Биохимический профиль обследуемых в покое не зависел от степени выраженности этих психических качеств, однако после физической нагрузки уровень проявления негативизма отражался на изучаемых показателях в большей степени, чем уровень стрессоустойчивости. **Заключение.** Комплексная оценка морфофункциональных и биохимических показателей юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма показала существенное влияние данных психических свойств на физическую работоспособность.

Ключевые слова: юноши-студенты, стрессоустойчивость, негативизм, морфофункциональные показатели, биохимические параметры крови, физическая работоспособность, ступенчатый степ-тест до отказа на тредбане

Для цитирования: Морфофункциональные показатели, физическая работоспособность и биохимический профиль юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма / А.Ю. Приходько, М.С. Головин, С.Н. Герасимов и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S1. С. 40–51. DOI: 10.14529/hsm25s105

Original article
DOI: 10.14529/hsm25s105

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS, PHYSICAL PERFORMANCE, AND BIOCHEMICAL MARKERS IN YOUNG MEN WITH DIFFERENT LEVELS OF STRESS RESISTANCE AND NEGATIVISM

A.Yu. Prikhodko¹, toni.prikhodko.10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8301-4533>
M.S. Golovin², golovin593@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8573-856X>
S.N. Gerasimov³, sergei2015.sg@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-6788-8040>
I.I. Novikova¹, novikova_ii@niig.su, <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>
R.I. Aizman^{1,2}, aizman.roman@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7776-4768>

¹ Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

² Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

³ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. Aim. To assess the morphofunctional and biochemical profiles of healthy young men with different levels of stress resistance and negativism under resting conditions and during an incremental step test to exhaustion. **Materials and methods.** This study involved 27 healthy, physically trained males aged 18–22 years. The degree of stress resistance and negativism was determined using specialized tests. Examinations were conducted at rest and during an incremental step test to exhaustion. Capillary blood samples were taken during 10–15-second pauses between stages and immediately upon exhaustion. To evaluate biochemical status, venous blood was collected before and 10 minutes after maximal treadmill exercise. **Results.** Young men with low stress resistance and high negativism exhibited a less robust physique, weaker grip strength, shorter distance covered, lower total muscular work, and earlier exhaustion. The resting biochemical profile did not correlate with the severity of these psychological traits; however, after physical exhaustion, the degree of negativism had a more pronounced effect on the studied parameters than stress resistance. **Conclusion.** A comprehensive assessment of morphofunctional and biochemical profiles in young men with different levels of stress resistance and negativism demonstrated a significant influence of these psychological traits on physical performance.

Keywords: male students, stress resistance, negativism, morphofunctional parameters, blood biochemical parameters, physical performance, treadmill incremental step test to exhaustion

For citation: Prikhodko A.Yu., Golovin M.S., Gerasimov S.N., Novikova I.I., Aizman R.I. Morphofunctional characteristics, physical performance, and biochemical markers in young men with different levels of stress resistance and negativism. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(S1):40–51. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm25s105

Введение. При оценке функциональных резервов и работоспособности организма наряду с биохимическими, функциональными и генетическими маркерами [1, 11–13], могут быть весьма информативными и психологические параметры [3, 16, 18]. Определенные личностные характеристики могут оказаться важным подспорьем или серьезной преградой в достижении спортивной успешности, особенно в периоды максимальной соревновательной активности и при взаимодействии с тренером. У юношей были обнаружены значимые корреляционные взаимосвязи между стрессоустойчивостью и негативизмом и функционально-биохимическими показателями крови при выполнении физической нагрузки [4], что может указывать на весомое

влияние этих маркеров, особенно во время соревнований.

Цель. В связи с этим нами была поставлена цель – определить морфофункциональный статус и биохимический профиль здоровых юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма в покое и в динамике нагрузочного степ-теста до отказа.

Материалы и методы. Было обследовано 27 физически и психически здоровых юношей-студентов в возрасте 18–22 лет, имеющих разный уровень стрессоустойчивости и негативизма. Все исследования соответствовали этическим стандартам локального биоэтического комитета Новосибирского государственного педагогического университета, разработанным в соответствии с Хельсинской

декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2000 г.). Каждый участник исследования подписал добровольное согласие на участие в эксперименте.

Исследования проводили в состоянии относительного покоя и в динамике выполнения ступенчатого степ-теста. До начала тестирования каждому испытуемому давали установку на достижение максимальной скорости бега, а критериями отказа от продолжения нагрузки являлась ЧСС, равная $220 - y$, где y – возраст в годах, или отказ в связи с субъективным утомлением испытуемого и невозможностью или нежеланием продолжать бег.

Начальная скорость ступенчатого теста составила 6 км/ч. Длительность бега на каждой ступени – 3 мин. Повышение скорости на каждой последующей ступени составляло 1 км/ч. Для оценки динамики концентраций глюкозы и лактата в процессе выполнения степ-теста производили забор капиллярной крови из пальца во время 10–15-секундных пауз между ступенями и сразу при отказе, а для определения биохимических показателей забирали венозную кровь в объеме 5–6 мл до и через 10 мин после завершения физической нагрузки.

Морфологические показатели оценивали по длине (ДТ), массе тела (МТ), объему грудной клетки (ОГК), количеству общего и внутреннего жира (биоимпедансным анализатором Omron BF 508, Япония), окружности плеча в покое (ОПП) и при максимальном напряжении (ОПН). Толщину кожно-жировых складок оценивали с помощью механического калипера (Калифорния, США) в десяти точках тела: под подбородком, на щеке, над грудью, под лопаткой, справа от пупка, на задней поверхности предплечья, над подвздошной костью, на уровне 10-го ребра, над коленом, на икроножной мышце [5, 14]. Рассчитывали

индексы Кетле $\left(\frac{МТ}{ДТ^2}, \text{кг/м}^2 \right)$; Пинье (ИП):

$ДТ[см] - (МТ[кг] - ОГК[см])$, характеризующие тип телосложения: ИП менее 20 – отражал брахиморфное телосложение, ИП = от 21 до 25 – мезоморфное телосложение, ИП более 26 – долихоморфное телосложение; и мышечный индекс $\frac{ОПН - ОПП}{ОПП} \cdot 100\%$.

Для оценки физической работоспособности определяли суммарную мышечную работу при беге на тредбане. Она складывалась из «работ» на отдельных ступенях: $A_i = m \cdot V_i \cdot t_i$, где m – масса тела испытуемого, V_i – скорость движения полотна дорожки на каждой ступени, t_i – время бега на i -й ступени. Юноши выполняли бег на беговой дорожке Spirit Fitness XT 685 AC (Hasttings, США).

ЧСС на всех ступенях теста фиксировали по показаниям кардиопередатчика Polar H10 (POLAR Electro, Финляндия). Величину артериального давления определяли механическим тонометром (Pressica Riester, Германия). На основании этих показателей рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ИК), характеризующий соотношение активности симпатической и парасимпатической нервной системы:

$$ИК = \left(1 - \frac{ДАД}{ЧСС} \right) \cdot 100\%, \text{ при значениях: от } -10$$

до +10 – нормотонический тип, +10 и более – преобладание ваготонии, –10 и менее – преобладание симпатикотонии.

Функциональные возможности дыхательной системы оценивали с помощью компьютерного спирометра (Спиро-Спектр, Россия) по показателям жизненной емкости и максимальной вентиляции легких.

Кистевую силу (пр + лев / 2) определяли с помощью динамометра ДМЭР-120 Деканьютон (Тулиновский приборостроительный завод, Россия).

Определение концентрации лактата и глюкозы в капиллярной крови проводили на биохимическом анализаторе Super GL Ambulance (Dr. Muller, Германия). Диапазон измерения составлял: для глюкозы 0,6–50,0 ммоль/л; для лактата 0,5–30,0 ммоль/л. На основании этих данных рассчитывали анаэробный порог (ПАНО, или АнП) графическим методом при концентрации лактата 4 ммоль/л [2, 15, 17]. Вклад лактатного (E_{aiLa} , кДж) механизма энергообеспечения рассчитывали по разнице концентраций лактата (ΔLa , ммоль/л) в капиллярной крови до и после теста: $E_{aiLa} = \frac{\Delta La \cdot 0,0624m}{p}$, где m – масса тела человека, p – плотность тела человека, принятая за 1 кг/л [8].

Для оценки биохимического профиля в плазме крови определяли концентрацию следующих веществ: общего белка, альбумина,

мочевины, мочевой кислоты, креатинина, триглицеридов, железа, кальция, магния, аламинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы и креатинфосфо-киназы – с помощью биохимического анализатора BS-200E (Mindray, Китай).

Уровень негативизма и стрессоустойчивости определяли с помощью специальных тестов [6, 7, 10], в соответствии с результатами которых все обследуемые по уровню выраженности этих свойств были разделены на 3 группы с низким, средним и высоким уровнем.

Полученный материал обработан общепринятыми методами математической статистики с использованием программы Statistica 10 for Windows и пакета Microsoft Excel 2010. Нормальность распределения была проверена по критерию Шапиро – Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представлены в виде медианы (Me) и Q1–Q3 – нижнего и верхнего квартилей, а параметрических – как среднее значение и его стандартное отклонение ($M \pm q$). При сравнении связанных выборок статистическую значимость различий определяли с помощью t-критерия Стьюдента для зависимых выборок с нормальным распределением и непараметрического критерия Уилкоксона – при отсутствии нормального распределения. При одновременном сравнении несвязанных выборок (3 группы обследуемых) применили дисперсионный анализ ANOVA в случае нормального распределения, а при его отсутствии – критерий Краскела – Уоллиса.

Результаты. В табл. 1 представлены морфофункциональные характеристики юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма как в условиях покоя, так и после выполнения степ-теста. Как видно, при понижении уровня стрессоустойчивости отмечалась тенденция к росту степени негативизма и, соответственно, повышение негативизма сопровождалось снижением устойчивости к стрессу, что свидетельствует о взаимосвязи указанных характеристик ($r = -0,78$).

Однако в обеих группах ряд морфофункциональных показателей – индекс Кетле, мышечный индекс, сумма кожно-жировых складок, проба Штанге, ЧСС в покое и при достижении анаэробного порога, САД и ДАД в покое, % висцерального жира – не отличался

между разным уровнем проявления исследуемых психических качеств. В то же время по мере роста негативизма и понижения стрессоустойчивости отмечалась выраженная тенденция или достоверное уменьшение крепости телосложения (индекс Пинье возростал), кистевой силы, жизненной емкости и вентиляции легких. Параллельно этим изменениям выявлено снижение пройденного расстояния на тредбане, суммарной выполненной работы, ступени, на которой возникал отказ от продолжения движения, и, соответственно, потери массы тела и процента подкожного жира. Особенно выраженные отличия выявились между крайними группами – юношами с низким и высоким уровнями стрессоустойчивости и негативизма, тогда как обследуемые со средним уровнем занимали промежуточное положение.

Как видно из табл. 2, концентрации глюкозы в капиллярной крови юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма между группами и внутри них значимо не отличались ни на одной ступени тестирования, однако во время отказа фиксировали тенденцию к повышенному приросту концентрации субстрата у юношей с высокой стрессоустойчивостью и низким негативизмом по сравнению со студентами других групп. В среднем даже через 10 мин восстановительной нагрузки после отказа концентрация глюкозы оставалась выше фона у юношей со средним и высоким уровнями стрессоустойчивости и низким и средним уровнями негативизма.

Концентрация лактата в крови достоверно изменялась внутри каждой группы в динамике тестирования по мере перехода на каждую следующую ступень тредбана. При отказе концентрация лактата достоверно превышала фоновые показатели у всех обследуемых, но в большей степени у юношей с высокой стрессоустойчивостью и низким уровнем негативизма по сравнению с другими группами. Только у студентов с высоким негативизмом концентрация лактата после восстановительного периода вернулась до уровня фоновых значений.

Вероятно, выявленные отличия в определенной степени обусловлены разным объемом выполненной физической нагрузки студентами с разным уровнем выраженности исследованных психологических качеств (см. табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Морфофункциональные показатели юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма
Morphofunctional parameters in young males with different levels of stress resistance and negativism

Показатель / Parameter	Уровень стрессоустойчивости / Stress Resistance			Уровень негативизма / Negativism		
	низкий / low (n = 9)	средний / average (n = 11)	высокий / high (n = 7)	низкий / low (n = 8)	средний / average (n = 12)	высокий / high (n = 7)
Стрессоустойчивость, балл Stress resistance, score	42,2 ± 3,3■	34,7 ± 2,7▲	26,6 ± 2,2■▲	32,0 ± 5,8	35,2 ± 7,4	39,8 ± 2,2
Негативизм, балл / Negativism, score	3,22 ± 1,56	2,18 ± 1,32	1,14 ± 0,89▲	0,50 ± 0,53■	2,43 ± 0,51▲	4,60 ± 0,55▲■
Индекс Кетле / Quetelet index	21,6 ± 2,9	22,2 ± 2,1	24,4 ± 3,2	23,4 ± 3,1	22,2 ± 2,6	22,3 ± 3,4
Индекс Пинье / Pignet index	32,7 (23,8–35,6)	29,7 (16,6–33,2)	20,6 (-1–23) ▲	21,1 (16,1–23,1)	27,3 (17,4–33,2)	32,7 (10–34,5)
Мышечный индекс / Muscle index	14,0 ± 6,7	16,8 ± 3,5	15,8 ± 3,0	15,9 ± 4,3	15,5 ± 4,3	15,3 ± 7,1
Сумма кожно-жировых складок, мм Sum of skinfold thickness, mm	116 ± 45	107 ± 31	137 ± 59	127 ± 52	114 ± 39	115 ± 52
Кистевая сила, кг / Handgrip strength, kg	45,5 ± 8,5	47,3 ± 5,7	54,5 ± 4,4▲	51,1 ± 4,3	49,2 ± 7,9	44,1 ± 6,3▲
Проба Штанге, с / Stange test, s	79 ± 24	70 ± 18	76 ± 42	68,9 ± 23,7	68 (61–93)	69,0 ± 19,8
Проба Генче, с / Genche test, s	43 ± 18	40 ± 15	33 ± 15	45,3 ± 15,3	39,3 ± 15,6	31,5 ± 12,8▲
ЖЕЛ, л / Vital capacity, l	5,49 ± 1,26	5,58 ± 0,66	6,17 ± 0,56	6,19 ± 0,31	5,81 ± 0,96	4,65 ± 0,52▲■
МВЛ, л / Maximal voluntary ventilation, l	172,8 ± 42	181 ± 33	196 ± 26	200 ± 25	183 ± 33	151 ± 39▲
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	66,7 ± 8,2	73,7 ± 11,6	75,7 ± 9,8	70,9 ± 6,0	73,6 ± 12,9	68,8 ± 9,2
покой, лактат = 4 ммоль/л (АнП) / rest, at lactate threshold (4 mmol/L, LT)	175,9 ± 7,0	178,0 ± 7,5	174,4 ± 6,8	172,8 ± 7,3	176,0 ± 7,9	174,6 ± 4,6
отказ / at exhaustion	188,9 ± 9,8	198,0 ± 6,8	194,5 ± 6,8	196,1 ± 6,3	194,0 ± 8,7	189,6 ± 12,3
САД, мм рт. ст. / SBP, mmHg	115,5 ± 8,5	122,3 ± 6,8	122,1 ± 9,9	123,7 ± 9,5	117,5 ± 8,0	121,0 ± 7,4
фон / baseline	180,5 ± 10,7	180,9 ± 17,6	175,7 ± 17,4	178,8 ± 19,5	179,6 ± 13,6	180,0 ± 12,2
отказ / at exhaustion	71,6 ± 9,3	74,5 ± 8,5	72,8 ± 12,2	75,0 ± 12,2	71,4 ± 8,4	75,0 ± 8,6
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mmHg	45,5 ± 15,1	45,9 ± 15,6	42,8 ± 14,9	35,6 ± 9,8	49,6 ± 12,6▲	51,0 ± 15,3▲
фон / baseline	10,4 ± 1,0	10,1 ± 1,8	10,3 ± 1,2	10,0 ± 1,3	10,5 ± 0,9	9,8 ± 1,8
отказ / at exhaustion	12,6 ± 1,5	13,4 ± 1,6	13,7 ± 0,7	13,9 ± 1,1	13,5 ± 1,0	11,7 ± 1,5▲■
Скорость, км/ч / Speed, km/h						
при АнП / at LT						
отказ / at exhaustion						

Окончание табл. 1
Table 1 (end)

Показатель / Parameter	Уровень стрессоустойчивости / Stress Resistance			Уровень негативизма / Negativism		
	низкий / low (n = 9)	средний / average (n = 11)	высокий / high (n = 7)	низкий / low (n = 8)	средний / average (n = 12)	высокий / high (n = 7)
Степень, отказ / Exhaustion stage	7,6 ± 1,0	8,3 ± 1,5	8,7 ± 0,5	9 (8,5-9)	8 (8-9)	6 (6-8) ▲ ■
Пройденное расстояние, м Distance covered, m	3496 ± 698	4156 ± 1193	4582 ± 494 ▲	4518 ± 838	4236 ± 671	3062 ± 766 ▲ ■
Суммарная мышечная работа, кг·м Total muscle work, kg·m	244654 ± 62499	292515 ± 76888 ▲	382840 ± 66559 ▲	347122 ± 59706	323231 ± 86988	211271 ± 38205 ▲ ■
% подкожного жира Body fat percentage	15,2 ± 6,6	17,3 ± 7,4	20,1 ± 4,2	19,5 ± 4,2	15,6 ± 5,7	18,5 ± 7,7
фон / baseline	13,5 ± 6,5	15,7 ± 7,6	17,4 ± 4,8	*17,8 ± 4,0	*13,5 ± 5,8	17,1 ± 7,9
отказ / at exhaustion						
% висцерального жира Visceral fat percentage	3,4 ± 2,5	4,1 ± 2,6	5,7 ± 3,1	5,2 ± 3,0	3,6 ± 2,2	3 (2-7)
фон / baseline	3,2 ± 2,6	4,0 ± 2,6	5,1 ± 2,9	*4,6 ± 2,9	3,5 ± 2,1	3 (2-7)
отказ / at exhaustion						
Потеря массы тела / Body weight loss	0,5 (0,4-0,7)	0,5 (0,5-0,8)	0,8 (0,5-1,6)	0,75 (0,7-0,8)	0,6 (0,5-0,7)	0,5 (0,35-0,6)
кг	0,71 (0,57-0,86)	0,87 (0,55-1,09)	1,01 (0,74-2,07)	0,91 (0,81-1,08)	0,76 (0,67-0,90)	0,62 (0,47-0,69)
%						

Примечание. Здесь и в табл. 2 достоверные отличия относительно: ■ – среднего; ▲ – низкого уровня; * – фона.
Note. Here and in Table 2 significant differences relative to: ■ – average level; ▲ – low level; * – baseline.

Таблица 2
Table 2

Глюкозо-лактатные параметры юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма
в динамике выполнения физической нагрузки на тредбане
Glucose and lactate levels in young males with different levels of stress resistance and negativism during treadmill exercise

Концентрация, мМ/л Concentration, mM/L	Уровень стрессоустойчивости / Stress resistance			Уровень негативизма / Negativism		
	низкий / low	средний / average	высокий / high	низкий / low	средний / average	высокий / high
Глюкоза (фон) / Glucose (baseline)						
после 1 ст. / after stage 1	4,50 ± 0,33	4,51 ± 0,	4,50 ± 0,36	4,53 ± 0,41	4,61 ± 0,47	4,37 ± 0,25
после 2 ст. / after stage 2	4,51 ± 0,32	4,53 ± 0,45	4,52 ± 0,33	4,54 ± 0,39	4,61 ± 0,46	4,38 ± 0,27
после 3 ст. / after stage 3	4,65 ± 0,44	4,55 ± 0,49	4,55 ± 0,46	4,50 ± 0,46	4,62 ± 0,46	4,39 ± 0,10
после 4 ст. / after stage 4	4,57 ± 0,38	4,52 ± 0,45	4,45 ± 0,35	4,45 ± 0,41	4,56 ± 0,43	4,41 ± 0,10
после 5 ст. / after stage 5	4,49 ± 0,53	4,47 ± 0,47	4,47 ± 0,34	4,48 ± 0,40	4,49 ± 0,60	4,31 ± 0,24
после 6 ст. / after stage 6	4,51 ± 0,33	4,45 ± 0,59	4,49 ± 0,41	4,43 ± 0,39	4,52 ± 0,58	4,44 ± 0,15
при отказе / at exhaustion	4,56 ± 0,27	4,45 ± 0,55	4,57 ± 0,50	4,37 ± 0,32	4,54 ± 0,55	4,68 ± 0,30
прирост субстрата / substrate increase	5,06 ± 0,86	5,10 ± 0,96	5,92 ± 0,86*	5,85 ± 1,05*	5,58 ± 0,76*	4,51 ± 0,97▲
прирост субстрата / substrate increase	0,55 ± 0,96	0,57 ± 0,94	1,40 ± 0,81	1,2 (0,3–2,5)	0,9 (0–1,8)	0,2 (–0,7–0,9)▲
через 10 мин восстановительной нагрузки после отказа after 10-min recovery post-exhaustion	5,04 ± 0,65	5,24 ± 0,82*	5,35 ± 0,69*	5,54 ± 0,55*	5,55 ± 0,91*	4,83 ± 0,49
Лактат (фон) / Lactate (baseline)						
после 1 ст. / after stage 1	2,04 ± 0,82	2,27 ± 0,68	1,93 ± 0,55	2,37 ± 0,59	2,11 ± 0,46	2,58 ± 0,70
после 2 ст. / after stage 2	2,69 ± 1,23♦	3,00 ± 0,89♦	2,55 ± 0,64♦	3,01 ± 1,02♦	2,80 ± 0,88♦	3,35 ± 1,28♦
после 3 ст. / after stage 3	1,71 ± 0,40♦	2,21 ± 0,70♦	2,13 ± 0,58♦	2,57 ± 0,81♦	1,92 ± 0,52♦	1,77 ± 0,54▲
после 4 ст. / after stage 4	2,09 ± 0,45♦	2,62 ± 0,91♦	2,49 ± 0,89♦	3,02 ± 0,93♦	2,23 ± 0,55♦	2,48 ± 1,02♦
после 5 ст. / after stage 5	2,75 ± 0,60♦	3,23 ± 1,10♦	2,99 ± 1,15♦	3,62 ± 1,06♦	2,94 ± 0,62♦	3,18 ± 1,44♦
после 6 ст. / after stage 6	3,55 ± 0,78♦	4,09 ± 1,38♦	3,86 ± 1,58♦	4,51 ± 1,12♦	3,79 ± 1,02♦	4,44 ± 1,98♦
при отказе / at exhaustion	5,08 ± 1,34♦	4,97 ± 2,03♦	5,41 ± 2,45♦	6,11 ± 1,87♦	5,22 ± 1,75♦	6,03 ± 2,85♦
прирост субстрата / substrate increase	8,61 ± 4,79*	9,87 ± 3,59*	11,55 ± 2,46*	12,74 ± 2,75*	10,78 ± 4,35*	7,07 ± 2,04*▲
прирост субстрата / substrate increase	6,57 ± 4,52	7,61 ± 3,30	9,62 ± 2,18	10,37 ± 1,94	8,67 ± 3,80	4,49 ± 2,70▲■
через 10 мин восстановительной нагрузки после отказа after 10-min recovery post-exhaustion	5,45 ± 4,08*	6,18 ± 3,13*	7,36 ± 2,60*	7,99 ± 2,62*	6,89 ± 4,17*	3,81 ± 1,26▲
Лактатный вклад в энергообеспечение (EaiLa), кДж Lactate contribution to energy production (EaiLa), kJ	27,12 ± 23,09	30,47 ± 14,45	46,55 ± 11,25▲	47,19 ± 11,81	38,15 ± 20,70	16,7 (7,6–28,5)▲■

Примечание. ♦ – достоверно относительно предыдущей ступени.
Note. ♦ – significant difference compared to the previous stage.

Таблица 3
Table 3

Биохимические показатели сывороточной крови юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма
в покое и после максимальной нагрузки на тредбане
Serum biochemical parameters in young males with different levels of stress resistance and negativism after maximal treadmill exercise

Показатели в покое / через 10 мин восстановительной нагрузки после отказа Parameters at rest/ 10 min post-exhaustion recovery	Уровень стрессоустойчивости Stress resistance			Уровень негативизма Negativism		
	низкий low	средний average	высокий high	низкий low	средний average	высокий high
	Креатинин, мкмоль/л Creatinine, umol/l	90,4 ± 8,3 102,9 ± 21,0*	89,7 ± 10,3 97,8 ± 7,8*	101,9 ± 11,3 113,3 ± 8,1*	96,1 ± 13,7 104,1 ± 13,3*	93,6 ± 6,1 106,9 ± 18,4*
Триглицериды, ммоль/л Triglycerides, mmol/l	1,42 ± 0,84 1,20 ± 1,00	0,76 ± 0,62 0,96 ± 0,53	1,19 ± 0,34 0,96 ± 0,16	0,77 (0,63–1,40) 1,02 (0,77–1,11)	0,70 (0,37–1,10) 0,88 (0,61–0,90)	1,30 (0,66–2,28) 0,66 (0,45–1,91)
Кальций, ммоль/л Calcium, mmol/l	2,46 ± 0,10 2,38 ± 0,12	2,33 ± 0,04 2,30 ± 0,11	2,40 ± 0,05 2,37 ± 0,08	2,38 ± 0,05 2,37 ± 0,09	2,36 ± 0,05 2,31 ± 0,07	2,46 ± 0,15 2,35 ± 0,19
Мочевина, ммоль/л Urea, mmol/l	3,97 ± 0,77 4,02 ± 0,87	4,59 ± 1,16 4,80 ± 1,31	5,23 ± 3,45 5,49 ± 3,43	5,03 ± 2,52 5,26 ± 2,59	4,51 ± 1,22 4,67 ± 1,31	4,01 ± 0,69 4,03 ± 0,80
Мочевая кислота, мкмоль/л Uric acid, umol/l	401 ± 69 384 ± 75	368 ± 94 394 ± 79	446 ± 110 477 ± 116	423 ± 102 449 ± 111	358 ± 99 381 ± 55	411 ± 65 368 ± 82
Общий белок, г/л Total protein, g/l	84,32 ± 4,96 87,83 ± 6,72*	81,94 ± 1,69 86,68 ± 5,25*	84,57 ± 6,27 88,57 ± 6,48*	84,1 ± 4,4 89,3 ± 5,1*	83,2 ± 3,3 86,4 ± 5,6*	84,4 ± 5,8 87,0 ± 7,9*
Альбумин, г/л Albumin, g/l	61,78 ± 2,17 62,42 ± 2,39	57,88 ± 2,56 60,20 ± 3,35	62,03 ± 1,81 61,62 ± 1,70	60,1 ± 3,4 61,6 ± 2,5	60,1 ± 1,8 62,0 ± 1,7	61,5 ± 3,6 60,5 ± 4,5
Магний, ммоль/л Magnesium, mmol/l	0,69 ± 0,11 0,69 ± 0,12	0,70 ± 0,12 0,64 ± 0,08	0,65 ± 0,03 0,60 ± 0,05	0,65 ± 0,06 0,60 ± 0,09	0,74 ± 0,09 0,70 ± 0,06	0,64 ± 0,03 0,67 ± 0,12
Аланинаминотрансфераза, ед./л ALT, U/l	8,78 ± 2,85 8,73 ± 0,85	10,30 ± 4,58 12,5 ± 8,39	11,47 ± 4,46 10,37 ± 3,89	11,96 ± 4,98 13,50 ± 8,34	9,14 ± 3,02 8,20 ± 1,74	9,55 ± 3,18 9,07 ± 0,65
Аспаратаминотранс-фераза, ед./л AST, U/l	24,73 ± 7,32 23,53 ± 4,49	19,01 ± 4,17 22,79 ± 7,20	19,30 ± 4,92 18,02 ± 6,10	21,11 ± 4,03 23,12 ± 8,17	24,48 ± 17,29 20,88 ± 5,64	25,20 ± 9,72 21,6 ± 1,68
Креатинфосфокиназа, ед./л CPK, U/l	123,5 (61–149) 137,0 (65–167)*	104,1 (67–152) 131,9 (77–170)*	147,5 (119–250) 177,9 (141–305)*	143,5 ± 69,7 171,5 ± 72,9*	96,1 ± 54,1 133,8 ± 71,4*	111,4 ± 40,7 125,6 ± 48,6*▲

Биохимический профиль юношей в покое достоверно не различался между группами с разными уровнями стрессоустойчивости и негативизма, а после выполнения максимальной физической нагрузки отмечалось достоверное повышение концентрации креатинина, общего белка и креатинфосфокиназы во всех группах примерно в равной степени (только у обследуемых с высокой стрессоустойчивостью и низким негативизмом прирост содержания фермента был больше, чем в других группах) (табл. 3).

Следовательно, у здоровых молодых людей гомеостатические параметры характеризуются достаточной стабильностью как в условиях покоя, так и после выполнения максимальной физической нагрузки на тредбане до

отказа, независимо от уровня стрессоустойчивости и негативизма. Характер глюкозо-лактатной взаимосвязи и повышение концентрации указанных выше показателей сывороточной крови, вероятно, обусловлено максимальной физической нагрузкой и зависит от ее объема [9].

Заключение. Полученные результаты позволяют заключить, что высокий уровень стрессоустойчивости и низкий уровень негативизма способствуют повышению физической работоспособности, что проявляется в увеличении объема выполненной работы, кистевой силы, жизненной емкости и максимальной вентиляции легких, прироста креатинкиназы и в большем вкладе анаэробных процессов в условиях выполнения физической нагрузки.

Список литературы

1. Бондарева, Э.А. Поиск ассоциаций G/A-полиморфизма гена EPAS1 с уровнем максимального потребления кислорода у российских спортсменов / Э.А. Бондарева, А.Н. Блеер, Е.З. Година // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, № 3. – С. 120–124.
2. Волков, Н.И. Биохимические факторы спортивной работоспособности / Н.И. Волков // Биохимия. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 320–330.
3. Головин, М.С. Психофизиологические и морфофункциональные показатели здоровья военнослужащих / М.С. Головин // Ученые записки Крымского федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2023. – Т. 9 (75), № 3. – С. 169–176.
4. Значение морфофункциональных и личностных качеств здоровых юношей в обеспечении физической работоспособности при выполнении ступенчатого теста на тредбане / А.Ю. Приходько, В.М. Климов, Р.И. Айзман, С.Г. Кривошёрков // Соврем. вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5, № 1 (14). – С. 12.
5. Калиперометрия и ультразвуковое исследование в изучении подкожной основы у юношей / С.Н. Деревцова, А.А. Романенко, В.П. Ефремова и др. // Вестник новых мед. технологий. – 2020. – № 3. – С. 69–73.
6. Лаптев, А.С. Методы повышения стрессоустойчивости у спортсменов / А.С. Лаптев, В.Ю. Сидоров // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 3. – С. 56–67.
7. Мониторинг здоровья спортсменов и эффективности работы ДЮСШ [Электрон. ресурс] / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, В.Б. Рубанович, Н.И. Айзман. – Новосибирск: НГПУ, 2009. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).
8. Особенности энергообеспечения мышечной работы в зависимости от длительности выполнения ступенчато-возрастающей нагрузки у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта / А.Е. Чиков, Д.С. Медведев, С.Н. Чикова, С.В. Колмогоров // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 62–67.
9. Показатели сердечно-сосудистой системы и биохимический профиль юношей разных соматотипов на различных этапах нагрузочного тестирования / А.Ю. Приходько, М.С. Головин, Е.Ю. Трифанов, Р.И. Айзман // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 25–32.
10. Полянская, А.В. Оценка стрессоустойчивости студентов 5 курса медицинского университета / А.В. Полянская, В.М. Полоз // Мед. журнал. – 2019. – № 1 (67). – С. 89–92.
11. Рыбина, И.Л. Физиологические значения активности креатинфосфокиназы у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / И.Л. Рыбина // Вестник спортивной науки. – 2015. – № 6. – С. 36–41.
12. Скелетные мышцы и физическая работоспособность человека: моногр. / А.А. Мельников, В.Д. Сонькин, Е.В. Фомина, А.В. Козлов. – М.: Сам Полиграфист, 2023. – 260 с.

13. *Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes* / P. Bale, J.L. Mayhew, F.C. Piper et al. // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 1992. – Vol. 32, No. 2. – P. 142–148.

14. *Bertuccioli, A.A new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults* / A. Bertuccioli, S.D. Zeppa, S.A. Amatori // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2022. – Vol. 62, No. 2. – P. 296–297.

15. *Cheng, B.A New Approach for the Determination of Ventilatory and Lactate Thresholds* / B. Cheng, H. Kuipers, A.C. Snyder // *International Journal of Sports Medicine*. – 1992. – Vol. 13, No. 7. – P. 518–522.

16. *Family aspects, physical fitness, and physical activity associated with mental-health indicators in adolescents* / L. Lema-Gómez, C.M. Arango-Paternina, C. Eusse-López, J. Petro // *BMC Public Health*. – 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 2324.

17. *Sotero, R.C. Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running* / R.C. Sotero, E. Pardon, R. Landwehr // *International Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 30, No. 9. – P. 643–646.

18. *The impact of physical fitness on resilience to modern life stress and the mediating role of general self-efficacy* / R.J. Neumann, K.F. Ahrens, B. Kollmann, N. Goldbach // *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. – 2022. – Vol. 272, No. 4. – P. 679–692.

References

1. Bondareva E.A., Bleer A.N., Godina E.Z. [Search for Associations of G/A Polymorphism of the EPAS1 Gene with the Level of Maximum Oxygen Consumption in Russian Athletes]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2016, vol. 42, no. 3, pp. 120–124. (in Russ.) DOI: 10.1134/S0362119716010047

2. Volkov N.I. *Biokhimicheskiye faktory sportivnoy rabotosposobnosti. Biokhimiya* [Biochemical Factors of Athletic Performance. Biochemistry]. Moscow, Physical Education and Sport Publ., 1986. pp. 320–330.

3. Golovin M.S. [Psychophysiological and Morphofunctional Indicators of Health of Military Personnel]. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Sotsiologiya. Pedagogika. Psikhologiya* [Scientific Notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadskiy Sociology. Pedagogy. Psychology], 2023, vol. 9 (75), no. 3, pp. 169–176. (in Russ.)

4. Prikhodko A.Yu., Klimov V.M., Aizman R.I., Krivoshchekov S.G. [The Importance of Morphofunctional and Personality Traits of Healthy Young Men in Ensuring Physical Performance When Performing a Step Test on a Treadmill]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues in Biomedicine], 2021, vol. 5, no. 1 (14), p. 12. (in Russ.) DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_12

5. Derevtsova S.N., Romanenko A.A., Efremova V.P. et al. [Caliperometry and Ultrasound in the Study of the Subcutaneous Layer in Young Men]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Bulletin of New Medical Technologies], 2020, no. 3, pp. 69–73. (in Russ.)

6. Laptev A.S., Sidorov V.Yu. [Methods for Improving Stress Resistance in Athletes]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2021, no. 3, pp. 56–67. (in Russ.)

7. Aizman R.I., Lebedev A.V., Rubanovich V.B., Aizman N.I. *Monitoring zdorov'ya sportsmenov i effektivnosti raboty DYuSSH* [Monitoring the Health of Athletes and the Efficiency of Children and Youth Sports Schools]. Novosibirsk, NGPU Publ., 2009. 1 Electronic Optical Disc (CD-R).

8. Chikov A.E., Medvedev D.S., Chikova S.N., Kolmogorov S.V. Features of Energy Supply of Muscular Work Depending on the Duration of Stepwise Increasing Loads in Athletes Engaged in Cyclic Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 62–67. (in Russ.)

9. Prikhodko A.Yu., Golovin M.S., Trifanov E.Yu., Aizman R.I. Cardiovascular System Indicators and Biochemical Profile of Young Men of Different Somatotypes at Different Stages of Stress Testing. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 25–32. (in Russ.)

10. Polyanskaya A.V., Poloz V.M. [Evaluation of Stress Resistance of 5th-year Students of the Medical University]. *Meditsinskiy zhurnal* [Medical Journal], 2019, no. 1 (67), pp. 89–92. (in Russ.)

11. Rybina I.L. [Physiological Values of Creatine Phosphokinase Activity in Highly Qualified Athletes of Cyclic Sports]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2015, no. 6, pp. 36–41. (in Russ.)
12. Melnikov A.A., Sonkin V.D., Fomina E.V., Kozlov A.V. *Skeletnyye myshtsy i fizicheskaya rabotosposobnost' cheloveka* [Skeletal Muscles and Human Physical Performance]. Moscow, Sam Poligrafist Publ., 2023. 260 p.
13. Bale P., Mayhew J.L., Piper F.C. et al. Biological and Performance Variables in Relation to Age in Male and Female Adolescent Athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1992, vol. 32, no. 2, pp. 142–148.
14. Bertuccioli A., Zeppa S.D., Amatori S.A. A New Strategy for Somatotype Assessment Using Bioimpedance Analysis in Adults. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2022, vol. 62, no. 2, pp. 296–297. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.12284-4
15. Cheng B., Kuipers H., Snyder A.C. A New Approach for the Determination of Ventilatory and Lactate Thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 1992, vol. 13, no. 7, pp. 518–522. DOI: 10.1055/s-2007-1021309
16. Lema-Gómez L., Arango-Paternina C.M., Eusse-López C., Petro J. Family Aspects, Physical Fitness, and Physical Activity Associated with Mental-health Indicators in Adolescents. *BMC Public Health*, 2021, vol. 21, no. 1, p. 2324. DOI: 10.1186/s12889-021-12403-2
17. Sotero R.C., Pardon E., Landwehr R. Blood Glucose Minimum Predicts Maximal Lactate Steady State on Running. *International Journal of Sports Medicine*, 2009, vol. 30, no. 9, pp. 643–646. DOI: 10.1055/s-0029-1220729
18. Neumann R.J., Ahrens K.F., Kollmann B., Goldbach N. The Impact of Physical Fitness on Resilience to Modern Life Stress and the Mediating Role of General Self-efficacy. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 2022, vol. 272, no. 4, pp. 679–692. DOI: 10.1007/s00406-021-01338-9

Информация об авторах

Приходько Антон Юрьевич, младший научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, Новосибирск, Россия.

Головин Михаил Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия.

Герасимов Сергей Николаевич, заслуженный работник физической культуры РФ, старший тренер сборной команды по плаванию, старший тренер-преподаватель кафедры физического воспитания и спорта, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия.

Новикова Ирина Игоревна, доктор медицинских наук, профессор, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, Новосибирск, Россия.

Айзман Роман Иделевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, Новосибирск, Россия; профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия.

Information about the authors

Anton Yu. Prikhodko, Junior Researcher, Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.

Mikhail S. Golovin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia.

Sergey N. Gerasimov, Honored Worker of Physical Culture of the Russian Federation, Senior coach of the national swimming team, Senior coach and Lecturer at the Department of Physical Education and Sports, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia.

Irina I. Novikova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director, Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.

Roman I. Aizman, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher, Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia; Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, 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 interests.

Статья поступила в редакцию 09.12.2024

The article was submitted 09.12.2024