Дата публикации: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_14
УДК 612.01

Publication date: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_14
UDC 612.01

УРОВЕНЬ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЮНОШЕЙ С РАЗНЫМИ ТИПОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОСЛЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ТРЕДБАНОМЕТРИИ

А.Ю. Приходько[1], Р.И. Айзман[1,2], И.И. Новикова[1]
[1]Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск, Россия

Аннотация. Для прогнозирования успешности спортивных достижений особую значимость приобретает комплексное изучение морфофизиологических, биохимических и индивидуально-типологических параметров, определяющих физическую работоспособность спортсмена. Достаточно информативными характеристиками для такого прогноза являются показатели соматотипа и типа функционального реагирования нервно-мышечного аппарата. Цель исследования: оценить уровень физической работоспособности в зависимости от соматотипа и типа функционального реагирования. В исследовании приняли участие здоровые юноши-студенты ВУЗа. Были определены морфофункциональные показатели, характеризующие соматотип по Хит-Картеру и тип функционального реагирования организма – «спринтер», «микст», «стайер» по методике В.П. Казначеева. Для оценки физической работоспособности студенты выполняли ступенчатый тест с повышающейся мощностью до отказа на тредбане. Среди юношей мезоморфного соматотипа выявлено большее количество «спринтеров», а среди представителей эктоморфного соматотипа – «стайеров». Соматотип и тип функционального реагирования во взаимосвязи являются важными прогностическими показателями резервных возможностей и физической работоспособности организма.
Ключевые слова: юноши-студенты, морфофункциональные показатели, спринтеры, миксты, стайеры, соматотип по Хит-Картеру, ступенчатый степ-тест, физическая работоспособность.

PHYSICAL PERFORMANCE LEVEL OF YOUNG MEN WITH DIFFERENT TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS AFTER MAXIMAL TREADMILL STRESS TEST

A.Yu. Prikhod'ko[1], R.I. Ajzman[1,2], I.I. Novikova[1]
[1]Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia
[2]Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. To predict the success of sports achievements, a comprehensive study of morphophysiological, biochemical and individual typological parameters that determine the physical performance of an athlete is of particular importance. Sufficiently informative characteristics for such prognosis are indicators of the body type and type of the functional neuromuscular response. Objective of the study: to assess the level of physical performance depending on the somatotype and type of functional response. Healthy male university students took part in the study. The authors identified morphofunctional indicators that characterize the somatotype according to the Heath-Carter method and the type of functional response ("sprinter", "mixed", "stayer") according to the V.P. Kaznacheev's method. To assess physical performance, students performed a treadmill stress test. The researchers have identified a greater number of "sprinters" among the mesomorphs and "stayers" among the ectomorphs. The somatotype and type of functional response in conjunction are important prognostic indicators of the reserve capabilities and physical performance of the body.
Keywords: male students, morphofunctional indicators, sprinters, mixed, stayers, somatotype according to Heath-Carter, treadmill stress test, physical performance.

Введение. В циклических видах спорта от атлета требуется проявление максимальной физической работоспособности [1-3]. Сегодня известно, что одинаковая физическая нагрузка может приводить к разным функционально-биохимическим сдвигам у лиц с разными индивидуально-типологическими характеристиками, что, в свою очередь, оказывает огромное влияние на уровень физической работоспособности и результативность спортивной деятельности [4-6]. При этом, такие первостепенно важные процедуры как определение типа функционального реагирования организма и оценка соматотипа в спортивном отборе до сих пор широко не применяются, хотя комплексная их оценка во взаимосвязи может помочь в прогнозировании успешности занимающихся в той или иной спортивной специализации.

Цель – оценить уровень физической работоспособности юношей в зависимости от их соматотипа и типа функционального реагирования организма при выполнении максимальной нагрузки на тредбане.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 110 юношей-студентов очного отделения ВУЗа в возрасте от 18 до 23 лет, систематично занимающиеся физической культурой без ограничений по состоянию здоровья. Каждый участник исследования подписал добровольное согласие на участие в эксперименте. Все исследования соответствовали этическим стандартам локального биоэтического комитета Новосибирского государственного педагогического университета, разработанного в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2000 г.).

На первом этапе исследования у юношей были определены соматотип по Хит-Картеру [7, 8] и тип функционального реагирования организма – «спринтер», «микст», «стайер» – по методике В.П. Казначеева [9]. На втором этапе студенты выполняли ступенчатый тест с повышающейся нагрузкой на тредбане Spirit Fitness XT 685 AC (Hasttings, США). До начала тестирования каждому испытуемому давали установку на достижение максимальной скорости бега, а критериями отказа от продолжения нагрузки являлись высокая частота сердечных сокращений (ЧСС выше 220 – возраст) и отказ в связи с субъективным утомлением испытуемого и невозможностью или нежеланием продолжать бег. Испытуемые перед началом тестирования выполняли низкоинтенсивную беговую разминку на тредбане длительностью 5 минут при скорости полотна 6 км/ч, затем упражнения на растяжку мышц, после чего начинали тестирование. Длительность выполнения нагрузки на каждой ступени была 3 минуты. Начальная скорость первой ступени составила 7 км/ч, скорость движения каждой последующей ступени увеличивали на 1 км/ч, время отдыха при переходе на следующую ступень составляло 10 с. Суммарная мышечная работа при беге на тредбане складывалась из работ на отдельных ступенях (1):

$$\mathbf{A_i = MT*(V_i*t_i),} \quad (1)$$

где: МТ – масса тела испытуемого;

V_i – скорость движения полотна дорожки на каждой ступени;

t_i – время бега на i-ой ступени.

Для выявления максимальной мышечной силы (ММС) использовали метод кистевой динамометрии [(сила правой кисти+сила левой кисти)/2] с помощью динамометра ДМЭР-120 Деканьютон (Тулиновский Приборостроительный Завод, Россия). Максимальную мышечную выносливость (ММВ) определяли по В.В. Розенблату с модификацией по В.П. Казначееву следующим образом. В положении стоя обследуемому предлагали плотно, всей поверхностью пальцев обхватить баллон-датчик, связанный шлангом с гидроманометром, и опустить работающую руку вниз, не прижимая к бедру. В этом положении испытуемый должен был по команде плавно сжать баллон-датчик максимальным усилием так, чтобы 1-2 с удержать достигнутый результат. После выявления максимальной величины силы кисти и последующего 2-минутного отдыха, обследуемому той же рукой необходимо было сжимать максимально длительное

время баллон-датчик так, чтобы стрелка манометра показала величину усилия, равную 75% от максимальной, после чего включали секундомер и фиксировали время удержания стрелки манометра в этом положении [9]. Дифференциацию на типы функционального реагирования осуществляли по отношению максимальной мышечной силы (ММС) к максимальной мышечной выносливости (ММВ). Значения показателя ММС/ММВ менее 1,0 свидетельствует о преобладании выносливости (тип «стайер»), 2 и более – о преобладании силовых качеств (тип «спринтер»), от 1,0 до 2,0 – промежуточный тип («миксты») [9]. Рассчитывали индекс Кетле (ИК) по формуле: (МТ/ДТ^2, кг/м^2); индекс Пинье (ИП), характеризующий тип телосложения (ДТ, см – МТ, кг – ОГК, см), где ДТ – длина тела, МТ – масса тела, ОГК – окружность грудной клетки. ИП менее 20 характеризует брахиморфное телосложение, ИП = от 21 до 25 – мезоморфное телосложение, ИП более 26 – долихоморфное телосложение; и мышечный индекс (МИ): [(ОПН-ОПП)/ОПП]*100%, где: ОПН – окружность плеча в напряжении; ОПП – окружность плеча в покое, см. Толщину кожно-жировых складок оценивали с помощью механического калиперметра (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 ребра, над коленом и на икроножной мышце [10]. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) на всех ступенях теста фиксировали по показаниям кардиопередатчика Polar H10 (POLAR Electro, Финляндия). Величину артериального давления (АД) определяли автоматическим тонометром (Omron m3 Expert, Япония). На основании этих показателей рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ИК), характеризующий соотношение активности симпатической и парасимпатической нервной системы: ИК = [(1 – ДАД/ЧСС) * 100%], где ДАД – диастолическое артериальное давление при значениях: от −10 до +10 – нормотонический тип, +10 и более – преобладание ваготонии, −10 и менее – преобладание симпатикотонии [11]. Для оценки порога анаэробного обмена (АнП) при беге на тредбане на кривой пульсограммы у юношей индивидуально выявляли момент перехода показаний пульса на уровень 170 уд/мин [12, 13].

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 – нижней и верхней квартилей, а параметрических – как среднее значение и его стандартное отклонение (M±q). При одновременном сравнении несвязанных выборок применили дисперсионный анализ ANOVA в случае нормального распределения, а при его отсутствии использовали критерий Краскела-Уоллиса. Результаты оценивались как достоверные при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате соматотипирования всех обследуемых по Хит-Картеру в первую группу попали 36 юношей эктоморфного соматотипа, во вторую – 45 представителей мезоморфного и в третью группу – 29 юношей эндоморфного соматотипа. В каждой соматотипической группе выделяли юношей с разными типами функционального реагирования. Оказалось, что среди юношей эндоморфного соматотипа было практи-чески равное количество лиц с разными типами реагирования. В то же время, среди юношей мезоморфного соматотипа отмечали большую встречаемость спринтеров, а среди представителей эктоморфного типа – существенное преобладание стайеров. Таким образом, морфотип в определенной степени определял тип функционального реагирования организма, что свидетельствует об определенной взаимосвязи морфологических и функциональных показателей. В свою очередь, при распределении юношей по соматотипам в группах функционального реагирования оказалось, что в группе стайеров преобладали юноши эктоморфного соматотипа,

в группе спринтеров – мезоморфного, а среди миксов отмечалось примерно одинаковое соотношение типов. Следовательно, тип функционального реагирования также имел определенную взаимосвязь с морфотипом, хотя эта связь была выражена меньше, чем обратная – соматотип и тип реагирования.

На следующем этапе представляло интерес сопоставить показатели морфофункционального развития и физической работоспособности юношей разных типов функционального реагирования в рамках каждого из соматотипов, а также сравнить эти параметры юношей каждого типа реагирования, но разных соматотипов (табл. 1).

Таблица 1

Показатели морфологического статуса юношей разных типов функционального реагирования в рамках каждого соматотипа после ступенчатого теста

Показатели	Тип реагирования	Эндоморфный соматотип	Мезоморфный соматотип	Эктоморфный соматотип
Индекс Кетле, кг/м^2	Спринтер Микст Стайер	26,2±4,7■ *24,9±3,6 *23,6±1,5	23,7±2,0▲ 23,1±2,5 22,5±1,8	20,9±1,2▲■ 20,5±1,3▲■ 19,7±1,1▲■
Индекс Пинье, усл.ед.	Спринтер Микст Стайер	1,8 (−16,7/22,7)■ *16,3 (1,3/21,1) *14,4 (9,4/22,1)	15,5 (5/23)▲ 20,8 (9,6/24,4) 19 (12/26)	26 (22/32)▲■ 32,7 (24/35)▲■ 32 (29/40)▲■
Сумма складок, мм	Спринтер Микст Стайер	173,1±55,3 176,0±49,2 ♦*132,4±29,0	104,6±25,3▲ 107,7±41,5▲ 88,8±25,4▲	101,2±28,2▲ 88,1±21,2▲ 80,5±12,4▲
Мышечный индекс	Спринтер Микст Стайер	13,7±4,2■ 13,3±4,9■ 15,9±2,8	17,1±3,3 17,9±4,2 18,9±4,3▲	15,2±2,3 16,1±3,7 ♦*19,3±3,9▲
Кистевая сила, кг	Спринтер Микст Стайер	52,0±3,8 *43,8±6,6 47,9±5,1	52,4±5,9 48,0±5,8 *45,9±7,5	50,2±3,9 49,6±5,1▲ ♦*43,9±5,7▲
Выносливость мышц кистей рук, с	Спринтер Микст Стайер	♦31 (29/35) *37,5 (32,5/43) ♦*57 (49/61)	♦32 (26/36) *40 (37/43) ♦*53 (48/61)	♦27,3 (24,8/30) *39,5 (31/44) ♦*51 (48/56)
Индекс Кердо, усл.ед.	Спринтер Микст Стайер	7,7 (3,5/12,7) 1,5 (0/15,2) 10,4 (−3,2/16,8)	8,1 (−6,5/17,8) 3,2 (0/11,5) 8,3 (−9,4/14,7)	−12,4 (−17,9/7,3) −6,3 (−15/10) 0 (−6,7/16,2)

Примечание: достоверные ($p \leq 0,05$) отличия относительно: ■ – мезоморфного соматотипа; ▲ – эндоморфного соматотипа; ♦ – миксов; * – спринтеров.

Как видно из таблицы 1, показатели, существенно и достоверно отличались между эктоморфным, с одной стороны, и мезо-эндоморфным соматотипами во всех группах функционального реагирования; с другой стороны, значимых отличий между представителями разных типов функционального реагирования в мезо- и эктоморфной соматотипических группах не выявлено и только в группе юношей эндоморфного соматотипа спринтеры имели более плотное телосложение относительно миксов и стайеров (ИК был достоверно выше, а ИП – ниже).

Суммарное количество кожно-жировых складок на теле имело четкую тенденцию к уменьшению от эндо- к мезо- и далее к эктоморфному соматотипу для представителей всех типов функционального реагирования. Однако в каждой соматотипической группе у стайеров этот показатель был достоверно меньше, чем у миксов и спринтеров.

Таблица 2

Показатели физической работоспособности юношей разных типов функционального реагирования в рамках каждого соматотипа после ступенчатого теста

Показатели	Тип реагирования	Эндоморфный соматотип	Мезоморфный соматотип	Эктоморфный соматотип
ЧСС, фон, уд/мин	Спринтер	71,4±3,8	71,3±9,6	69,1±10,5
	Микст	70,8±5,9	67,3±7,6	67,9±7,1
	Стайер	69,0±5,4	65,5±8,2	70,4±7,9
Скорость полотна тредбана при ЧСС=170 уд/мин, км/ч	Спринтер	8,9±1,0	9,5±1,2	9,6±0,7
	Микст	8,4±1,4	8,8±1,0	9,8±1,2▲
	Стайер	9,3±1,3	♦10,3±2,0	10,5±1,5
Время достижения ЧСС=170, с	Спринтер	445±148	511±196	550±149
	Микст	311±244	410±176	567±191▲
	Стайер	465±212	♦661±374	704±217▲
Ступень при ЧСС=170	Спринтер	3,3 (3/4)	3,5 (3/4)	4 (3,5/4,8)
	Микст	2 (1/4,5)	3 (2/3,5)	4 (3/5)▲
	Стайер	3,5 (2/5)	♦4 (3/7)	5 (4/5)
Ступень, отказ	Спринтер	5,5 (4,5/7)	6,5 (6/7)	6,5 (6/8)
	Микст	4 (3/8)	5 (5/7)	6 (6/7)
	Стайер	6 (5/8)	♦7 (6/9)	7 (6/8)
Скорость полотна тредбана при отказе, км/ч	Спринтер	11,5±1,4	12,2±1,2	12,5±1,0
	Микст	10,8±2,3	11,6±1,4	12,1±1,2
	Стайер	11,9±1,6	♦13,1±1,5	13,1±1,3
ЧСС, отказ, уд/мин	Спринтер	195,2±9,1	193,3±7,0	190±7,0
	Микст	195,7±5,3	195,0±5,5	191,1±7,6
	Стайер	198,7±5,9	193,5±9,1	191,1±5,9▲
САД, фон, мм рт. ст.	Спринтер	127,0±11,9	127,3±9,6	130,0±7,1
	Микст	128,4±9,3	130,5±8,4	128,1±7,8
	Стайер	123,3±9,2	131,1±8,3	126,1±9,7
САД, отказ, мм рт. ст.	Спринтер	184,4±12,5	179,8±15,3	170,8±13,5
	Микст	180,1±16,7	185,5±13,1	176,9±15,2
	Стайер	173,2±28,5■	188,9±20,4	182,5±22,4
ДАД, фон, мм рт. ст.	Спринтер	67,9±8,1	65,2±7,6	71,8±13,1
	Микст	66,0±4,0	66,9±9,5	69,4±10,5
	Стайер	64,1±7,1	63,1±9,7	67,4±6,7
ДАД, отказ, мм рт. ст.	Спринтер	62,0±15,8	64,4±12,3	57,0±14,5
	Микст	57,7±15,7	67,1±13,7	56,7±20,2
	Стайер	62,0±17,7	64,5±12,2	66,0±12,4
Работа суммарная, кг*м	Спринтер	238908±84137	239321±90097	241071±72968
	Микст	179412±97239	194822±78030	219581±87120
	Стайер	235235±95559	253045±63892	227583±71761
Преодоленное расстояние, м	Спринтер	2675±927	3187±1001	3337±787
	Микст	2375±1440	2728±1006	3096±947
	Стайер	3037±1215	♦3645±1113	3529±986
Потеря массы тела в кг	Спринтер	0,6 (0,5/0,7)	0,7 (0,5/0,8)	0,6 (0,3/0,8)
	Микст	0,5 (0,4/0,7)	0,5 (0,4/0,6)	0,5 (0,3/0,7)
	Стайер	0,4 (4/7)	0,7 (0,4/0,8)	0,4 (0,3/0,6)
Потеря массы тела в %	Спринтер	0,58 (0,51/0,74)	1,02 (0,66/1,12)▲	0,96 (0,69/1,04)
	Микст	0,64 (0,44/0,97)	0,72 (0,51/0,91)	0,85 (0,58/1,01)
	Стайер	0,66 (0,49/1,08)	0,91 (0,61/1,01)	0,60 (0,56/0,98)

Примечание: достоверные ($p \leq 0,05$) отличия относительно: ■ – мезоморфного соматотипа; ▲ – эндоморфного соматотипа; ♦ – микстов; * – спринтеров; ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

МИ юношей эндоморфного соматотипа уступал по величине соответствующим показателям представителей других морфотипов, а по сравнению с мезоморфами даже достоверно, что может свидетельствовать о некоторых различиях в развитии их мышечной системы. При этом у стайеров он был значимо выше, чем у спринтеров и микстов в каждой соматотипической группе.

Анализ силы кисти показал, что при отсутствии выраженных различий между юношами разных соматотипов, самый высокий уровень кистевой силы был у спринтеров, между микстами и стайерами статистически значимо отличался только среди юношей эктоморфного типа. В то же время уровень кистевой мышечной выносливости стайеров всех соматотипов существенно и достоверно превышал аналогичные показатели юношей микстов и спринтеров при отсутствии различий между соматотипами. Важно подчеркнуть, что описанные параметры – мышечная сила и выносливость кистей – зависели в большей степени от типа функционального реагирования, чем от соматотипа.

Анализ вегетативной регуляции (Индекс Кердо) показал тенденцию к преобладанию симпатикотонии у юношей эктоморфного соматотипа во всех группах функционального реагирования, тогда как у эндо- и мезоморфов всех функциональных типов наблюдалась тенденция к ваготонии.

Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое не выявило статистически значимых различий ЧСС между юношами разных индивидуально-типологических групп. Однако после нагрузки пульс был достоверно выше у стайеров эндоморфного соматотипа по сравнению с эктоморфным, что, вероятно, отражает их меньшие функциональные резервы.

Представляло интерес оценить, сколько времени тратили юноши разных типов для достижения ЧСС равной 170 и какой скорости тредбана при этом достигали, что соответствует значениям пульса при переходе в анаэробную зону энергообеспечения мышечной работы. Известно, что анаэробный порог (АнП), который определяется при концентрации лактата в крови 4 ммоль/л, и максимальная ЧСС являются важными маркерами физической работоспособности [12, 14, 15], поэтому удобно оценивать энергетические процессы в мышцах во время выполнения физической нагрузки неинвазивным, но в то же время достаточно информативным физиологическим показателем ЧСС равным 170 уд/мин.

Среди микстов юноши эндоморфного типа уступали эктоморфам по достигнутой скорости тредбана в момент перехода в анаэробную зону, при этом в группе с преобладанием мезоморфии стайеры значимо превосходили микстов. Время, затраченное юношами в аэробном режиме на достижение ЧСС равной 170 уд/мин, у спринтеров всех соматотипических групп было меньше, чем у стайеров и микстов. У юношей всех типов реагирования это время увеличивалось от эндоморфного соматотипа к мезоморфному и далее к эктоморфному типу, что может свидетельствовать о более высокой аэробной производительности эктоморфов. При этом стайеры всех соматотипов достигали более высокой ступени тредбана до отказа, чем спринтеры и миксты, тогда как скорость движения полотна существенно не различалась между группами. Следовательно, как соматотип, так и тип функционального реагирования влияли на соотношение аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения физической активности.

Правильная трактовка показателей сердечно-сосудистой системы, в частности АД, может оказаться существенным фактором оценки высокой работоспособности и резервных возможностей человека в экстремальных состояниях тестирования до отказа [3, 12]. Измерение артериального давления у юношей разных типов в покое не выявило отличий между исследуемыми группами, однако после физической нагрузки до отказа стайеры мезоморфного типа, вероятно, из-за большего объема выполненной работы на тредбане имели достоверно более высокие показания систолического артериального давления (САД), чем эндоморфы этого же типа функционального реагирования.

Несмотря на некоторые морфофункциональные отличия между юношами разных соматотипов и типов реагирования, суммарная работа на тредбане статистически не отличалась между группами обследуемых с разными индивидуально-типологическими характеристиками, и только юноши-миксты всех соматотипических групп на уровне тенденции имели более низкие результаты по сравнению со сверстниками из крайних типов реагирования.

По величине пройденного пути студенты экто- и мезоморфного соматотипов имели тенденцию к преодолению большего расстояния (или к более высоким результатам), а стайеры этих соматотипов достоверно превышали по данному показателю юношей эндоморфного типа. При этом, среди всех юношей наблюдались значимые отличия между соматотипическими группами по пройденному расстоянию – увеличение от эндоморфов до эктоморфов, а стайеры превосходили микстов и спринтеров во всех соматотипических группах.

Выполнение теста приводило к некоторой потере массы тела: в абсолютных значениях достоверных отличий между группами не отмечалось, а в относительных (% от исходной массы тела) юноши эндоморфного соматотипа имели несколько меньшую потерю, чем эктоморфы и, особенно, мезоморфы.

Заключение. Юноши мезоморфного типа имели большее количество спринтеров, а среди студентов эктоморфного соматотипа наблюдали преобладание стайеров. Юноши эндоморфного соматотипа при выполнении физической нагрузки на тредбане уступали по объему выполненной работы и количеству пройденных ступенек до отказа обследуемым мезоморфного и, особенно, эктоморфного соматотипов. Юноши спринтерского и стайерского типов функционального реагирования всех соматотипов показали более высокие результаты физической работоспособности по сравнению с микстами. Стайеры мезо- и эктоморфного соматотипов на энергетическом уровне выделялись относительно юношей эндоморфного соматотипа и остальных групп реагирования более высоким функциональным резервом и вкладом аэробных механизмов при выполнении физической работы. Результаты исследования показали значимость оценки соматотипа и типа функционального реагирования для характеристики разных показателей физической работоспособности, что может служить предикторами успешности юношей при занятиях циклическими видами спорта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитюк, Б.А. Интеграция знаний в науке о человеке / Б.А. Никитюк. – М.: Спортакадемпресс, 2000. – 400 с.
2. Burnley, M. Power-duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance / M. Burnley, A.M. Jones // European Journal of Sport Science. – 2018. – Vol. 18. – № 1. – P. 1–12.
3. Приходько, А.Ю. Комплексная оценка критериев успешного прогноза спортивных результатов в циклических видах спорта / А.Ю. Приходько, В.М. Климов, Р.И. Айзман // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 137–146.
4. Body physique and dominant somatotype in elite and low-profile athletes with different specializations / B. Gutnik, A. Zuoza, I. Zuoziene [et al] // Medicina. – 2015. – Vol. 51. – P. 247.
5. Головин, М.С. Влияние физических нагрузок на изменения глюкозы и лактата крови спортсменов с разным типом реагирования нервно-мышечного аппарата / М.С. Головин // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2022. – Т. 7. –№3.–С.77–81.
6. Приходько, А.Ю. Анализ физической работоспособности мужчин разных соматотипов при выполнении ступенчатого теста до отказа на тредбане / А.Ю. Приходько, С.Н. Герасимов, Р.И. Айзман // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_16
7. Carter, J.E.L. Somatotyping Development and Applications / J.E.L. Carter, B.H. Heath. – Camb-

ridge: Cambridge University Press: 1990. – 503 p.
8. New strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults / A. Bertuccioli, S.D. Zeppa, S.A. Amatori [et al] // The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2022. – Vol. 62. – № 2. – P. 296–297.
9. Казначеев, В.П. Адаптация и конституция человека / В.П. Казначеев, С.В. Казначеев. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение,1986. – 122 с.
10.Деревцова, С.Н. Калиперометрия и ультразвуковое исследование в изучении подкожной основы у юношей / С.Н. Деревцова, А.А. Романенко, В.П. Ефремова // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – № 3. – С. 69–73.
11.Кальбердин, И.С. Сезонная динамика вегетативных характеристик студентов, занимающихся спортом / И.С. Кальбердин, А.Н. Инюшкин // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11
12.Метод определения анаэробного порога по динамике ЧСС в процессе работы и восстановления при выполнении теста нарастающей мощности до отказа / А.В. Козлов, А.В. Якушкин, Р.С. Андреев [и др.] // Физиология человека. – 2019. – Т. 45. – № 2. – С. 78–86.
13.Баянкина, Д.Е. Некоторые методические и практические аспекты определения анаэробного порога / Д.Е. Баянкина, Ю.А. Князева, И.М. Смокотнина // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2021. – № 2. – С. 56–61.
14.Скелетные мышцы и физическая работоспособность человека / А.А. Мельников, В.Д. Сонькин, Е.В. Фомина, А.В. Козлов. – Москва: РУС «ГЦОЛИФК», 2023. – 260 с.
15.Приходько, А.Ю. Морфофункциональные и биохимические особенности юношей с разным типом реагирования нервно-мышечного аппарата / А.Ю. Приходько, М.С. Головин, Р.И. Айзман // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24. – № 3. – С. 53–62.

REFERENCE

1. Nikityuk B.A. Integration of knowledge in human science. Moscow: Sportakadempress, 2000. 400 p. (in Russ.)
2. Burnley M., Jones A.M. Power-duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance. *European Journal of Sport Science*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 1–12.
3. Prikhod'ko A.Yu., Klimov V.M., Aizman R.I. Comprehensive assessment of prognostic criteria in cyclic sports. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 137–146. (in Russ.)
4. Gutnik B., Zuoza A., Zuoziene I. Body physique and dominant somatotype in elite and low-profile athletes with different specializations. *Medicina*, 2015, vol. 51, pp. 247.
5. Golovin, M.S. Influence of physical training on the glucose and blood lactate of athletes with different types of the neuro-muscular functioning. *Physical Culture. Sport. Tourism. Motor recreation*, 2022, vol. 7, no. 3. pp. 77–81. (in Russ.)
6. Prikhod'ko A.Yu., Gerasimov S.N. Aizman R.I. Analysis of physical performance of men with different somatotypes when performing a step test to failure on a treadmill. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_16 (in Russ.)
7. Carter J.E.L., Heath B.H. Somatotyping Development and Applications. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990. 503 p.
8. Bertuccioli A., Zeppa S.D., Amatori S.A., Moricoli S., Fortunato R., DI Pierro F, Perroni F, Rocchi MB, Ferri Marini C, Lucertini F, Stocchi V, Sisti D. A new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2022, vol. 62, no. 2, pp. 296–297.
9. Kaznacheev V.P., Kaznacheev S.V. Adaptation and the human constitution. Novosibirsk: Nauka, 1986, 122 p (in Russ.)
10.Derevtsova S.N., Romanenko A.A., Efremova V.P., Evdokimova E.Yu., Sindeeva L.V., Nikel V.V., Gorbunov N.S., Medvedeva N.N. Subcutaneous adipose tissue variability in young men with different morphotypes. *Journal of New Medical Technologies*, 2020, no. 3, pp. 69–73. (in Russ.)
11.Kal'berdin I.S., Inyushkin A.N. Seasonal dynamics of the autonomic characteristics of students who play sports. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_11 (in Russ.)
12.Kozlov A.V., Yakushkin A.V., Andreev R.S., Vavaev A.V., Yurikov R.V., Sonkin V.D. A Method for the evaluation of anaerobic threshold based on heart rate dynamics during incremental exercise test and recovery. *Human Physiology*, 2019, vol. 45, no. 2, pp. 180–187. (in Russ.)
13.Bayankina D.E., Knyazeva Yu.A., Smokotnina I.M. Some methodological and practical aspects of determining the anaerobic threshold. *Izvestiya Tula State University. Physical culture. Sport*, 2021, no. 2, pp. 56–61. (in Russ.)
14.Melnikov A.A., Sonkin V.D., Fomina E.V., Kozlov A.V. Skeletal muscles and human physical performance. Moscow: RUS "GTSOLIFK", 2023. 260 p. (in Russ.)
15.Prikhod'ko A.Yu., Golovin M.S., Aizman R.I.

Morphofunctional and biochemical features of young males with different neuromuscular responses. *Human. Sport. Medicine,* 2024, vol. 24, no. 3, pp. 53–62. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Антон Юрьевич Приходько – младший научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. Новосибирск, e-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8301-4533.
Роман Иделевич Айзман – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, НГПУ, Новосибирск, e-mail: aizman.roman@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7776-4768.
Ирина Игоревна Новикова – доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, e-mail: novikova_ii@niig.su.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Anton Yu. Prikhod'ko – Junior Researcher, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, e-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8301-4533.
Roman I. Ajzman – Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher, Novosibirsk Research Institute of Hygiene; Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: aizman.roman@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7776-4768.
Irina I. Novikova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, e-mail: novikova_ii@niig.su.

Для цитирования: Приходько, А.Ю. Уровень физической работоспособности юношей с разными типологическими характеристиками после максимальной ступенчатой тредбанометрии / А.Ю. Приходько, Р.И. Айзман, И.Н. Новикова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_14

For citation: Prikhod'ko A.Yu., Ajzman R.I., Novikova I.I. Physical performance level of young men with different typological characteristics after maximal treadmill stress test. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_14