Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_16
УДК 612

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_16
UDC 612

# АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МУЖЧИН РАЗНЫХ СОМАТОТИПОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА ДО ОТКАЗА НА ТРЕДБАНЕ

**А.Ю. Приходько[1,2,3], С.Н. Герасимов[2], Р.И. Айзман[1,4]**

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, Россия

[3]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины», г. Новосибирск, Россия

[4]Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

**Аннотация.** Цель исследования – изучить показатели физической работоспособности у юношей разных соматотипов после нагрузочного тестирования. В исследовании приняли участие 82 практически здоровых юношей в возрасте от 18 до 23 лет. Во всех соматотипических группах выборка поровну состояла из квалифицированных спортсменов циклических видов спорта и практически здоровых юношей, активно занимающихся физической культурой. Обследуемые выполняли работу на тредбане, продолжительность бега на каждой ступени составляла 3 минуты. Скорость движения каждой последующей ступени увеличивали на 1 км/ч. У всех испытуемых оценивали тип функционального реагирования нервно-мышечного аппарата: «спринтер», «микст», «стайер» (по методике В.П. Казначеева), соматотип по методу Хит-Картера, силу рук – с помощью динамометра, частоту сердечных сокращений (ЧСС) – с помощью сердечного датчика. Для приблизительного определения анаэробного порога (АнП) ориентировались на показания пульса (170 уд/мин). Паузы между ступенями у спортсменов составили 10-15 с, у юношей, не имеющих спортивной квалификации – 15-25 с. Показано, что представители мезоморфного телосложения, по сравнению с юношами других соматотипических групп, продемонстрировали высокие результаты проделанной работы при средних затратах и тяготели к спринтерскому типу реагирования. Мужчины эктоморфного типа проявили стайерские задатки и лидировали по результатам теста при наименьших затратах и большем вкладе процессов окислительного фосфорилирования. Юноши эндоморфного типа имели самые высокие затраты со стороны работы сердца при меньшей проделанной работе и аэробном вкладе. Тип функционального реагирования у данной группы юношей имел тенденцию к промежуточному варианту.

**Ключевые слова:** соматотип по Хит-Картеру, функциональный тип по В.П. Казначееву, энергообеспечение мышечной деятельности, ступенчатый тест на тредбане.

# ANALYSIS OF PHYSICAL PERFORMANCE OF MEN WITH DIFFERENT SOMATOTYPES WHEN PERFORMING A STEP TEST TO FAILURE ON A TREADMILL

**A.Yu. Prikhod'ko[1,2,3], S.N. Gerasimov[2], R.I. Ajzman[1,4]**

[1]Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

[2]Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

[3]Research Institute of Neuroscience and Medicine, Novosibirsk, Russia

[4]Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

**Annotation.** The purpose of the research was to study physical performance indices in young men with different somatotypes after a load test. The study involved 82 healthy young men aged

18 to 23 years. All somatotypic groups consisted equally of qualified athletes of cyclic sports and practically healthy young men who work out actively. The subjects performed work on a treadmill; the duration of running on each step was 3 minutes. The speed of each subsequent step increased by 1 km/h. All subjects were assessed for the type of functional response of the neuromuscular system: “sprinter”, “mixed”, “stayer” (Kaznacheev's technique), somatotype – with the Heath-Carter method, arm strength using a dynamometer, heart rate (HR) – with a heart sensor. To approximately determine the anaerobic threshold, we relied on heart rate readings (170 beats/min). The pauses between steps for athletes were 10-15 seconds, for young men without sports qualifications – 15-25 seconds. It was shown that representatives of mesomorphic somatotype, in comparison with young men of other somatotypic groups, demonstrated high results of work performed at average costs with the trend towards a sprint type of response. Men of the ectomorphic type revealed the inclinations of stayers and were leaders in the test results with the least expenditure and a greater contribution of oxidative phosphorylation processes. Young endomorphic men had the highest heart rates with less work done and less aerobic energy input. The type of functional response in this group of men tended to be intermediate.

**Keywords:** Heath-Carter somatotype, functional type according to Kaznacheev, energy supply to muscle activity, step test on a treadmill.

**Введение.** Проблема конституции человека, сформулированная впервые Гиппократом, и введенное Галеном понятие о Габитусе (совокупности внешних признаков) придало заметный рывок в исследованиях соматотипологических особенностей организма и не теряет своей значимости в настоящее время. В начале двадцатого столетия с появлением работ врача Ернаста Кречмера приоткрылись связи типов телосложения с психическими особенностями. В это же время М.В. Черноруцкий предлагает свою схему соматотипов и впервые описывает их функциональные и биохимические характеристики [1].

К началу третьего тысячелетия отечественные ученые обнаружили, что представители разных видов спорта разнились между собой по соматотипическим параметрам и подтвердили влияние соматотипа на энергообеспечение мышечной деятельности [2-3]. При этом, недавние результаты генетических исследований выявили предрасположенность соматотипа к определенным видам двигательной активности [4]. Вместе с тем, возникает вопрос о роли и значении соматотипа для правильного дозирования нагрузки на физкультурно-спортивных занятиях, который до настоящего времени не получил окончательного решения. Это создает проблему чрезмерных нагрузок для определенных категорий юношей во время двигательной активности в больших и субмаксимальных режимах [5-6]. Кроме того, изучение особенностей энергообеспечения мышечной деятельности при нагрузках у юношей разных соматотипов имеет большой научный и практический интерес для обоснования выбора подходящего (оптимального) объёма дозируемой нагрузки в зависимости от индивидуального соматотипа.

Дальнейшее внедрение соматотипических маркеров физической работоспособности и устойчивости во время физических нагрузок позволит тренерскому составу выявлять перспективных атлетов для разных видов спорта по определенным комбинациям соматотипических компонент.

**Методы и организация исследования.** В эксперименте приняли участие специально отобранные физически подготовленные юноши-студенты очного отделения ВУЗа и квалифицированные спортсмены циклических дисциплин в возрасте от 18 до 23 лет в количестве 82 человека. На первом этапе исследования были определены соматотип по Хит-Картеру [7-8] и тип функционального реагирования нервно-мышечного аппарата: «спринтер», «микст», «стайер» – по методике В.П. Казначеева [9]. В результате соматотипирования в первую группу распределили 17 юношей эндоморфного соматотипа, во вторую – 37

представителей мезоморфного типа, и в третью группу – 28 человек эктоморфного соматотипа. На втором этапе исследования студенты выполняли ступенчатый тест с повышающейся нагрузкой на тредбане. Через 2 часа после легкого завтрака испытуемые перед началом тестирования выполняли низкоинтенсивную беговую разминку на тредбане длительностью 5 минут, при которой скорость была 6 км/ч. Начальная скорость ступенчатого теста составила 7 км/ч. Длительность выполнения нагрузки на каждой ступени – 3 минуты. Повышение скорости каждой последующей ступени составляло 1 км/ч. Суммарная мышечная работа при беге на тредбане складывалась из «работ» на отдельных ступенях: $A_i = F*(V_i*t_i)$, где: F – масса тела испытуемого, $V_i$ – скорость движения полотна дорожки на каждой ступени, $t_i$ – время бега на i-ой ступени. Величину артериального давления определяли автоматическим тонометром (Omron m3 expert, Япония). ЧСС на всех ступенях теста фиксировали по показаниям кардиопередатчика Polar H10 (POLAR Electro, Финляндия). На кривой пульсограммы у юношей индивидуально выявляли момент перехода показаний пульса на уровень 170 уд/мин, что согласуется с прохождением порога анаэробного обмена (АнП) при беге на тредбане [10]. Юноши выполняли бег на беговой дорожке Spirit Fitness XT 685 AC (Hasttings, США). Толщину кожно-жировых складок оценивали с помощью механического калиперометра (Калифорния, США) [11].

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 обработки непараметрических данных представлены в виде медианы (Me), Q1 – нижняя квартиль Q3 – верхняя квартиль, а параметрических – как среднее значение и его стандартное отклонение (M±q). В случае сравнения связанных выборок статистическую значимость различий определяли с помощью Т-критерия Стьюдента для зависимых выборок с нормальным распределением и непараметрического критерия Вилкоксона для выборок, у которых нормальное распределение отсутствовало. При одновременном сравнении несвязанных выборок (3-х соматотипических групп обследуемых) применили дисперсионный анализ ANOVA в случае нормального распределения, при отсутствии нормального распределения использовали Критерий Краскела-Уоллиса [12].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате исследования юношей разных соматотипов были получены следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

Соматотипические предикторы и тип реагирования мужчин разных соматотипов (M±q; (Me [Q1; Q3])

| Показатели | Эндоморфный соматотип (n=17) | Мезоморфный соматотип (n=37) | Эктоморфный соматотип (n=28) |
|---|---|---|---|
| Эндоморфия, балл | 6,47±1,57■ | 3,88±1,28▲ | 2,86±0,72▲■ |
| Мезоморфия, балл | 5,11±1,04 | 5,22±0,83 | 3,31±0,57▲■ |
| Эктоморфия, балл | 2,41±0,94 | 2,31±0,99 | 4,41±0,49▲■ |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| Тип реагирования нервно-мышечного аппарата, балл | 1,19 (0,97-1,61) | 1,34 (1,09-1,62) | 0,96 (0,80-1,26)■ |

Примечание: ▲ – достоверно относительно эндоморфного соматотипа; ■ – достоверно относительно мезоморфного соматотипа; M – средняя арифметическая выборочная совокупность и q – стандартное отклонение при параметрическом распределении; Me – Медиана; Q1 – нижняя квартиль; Q3 – верхняя квартиль в случае отсутствия нормальности распределения

Предиктор эндоморфии был достоверно выше у представителей эндоморфного соматотипа по сравнению с другими соматотипическими группами. Юноши эктоморфного соматотипа по компоненту эктоморфии достоверно превосходили сверстников из других групп, а по уровню мезоморфии значимо уступали им. Мужчины эндоморфного типа при достоверно более значимом компоненте эндоморфии имели промежуточный уровень мезо- и эктоморфии по сравнению с другими соматотипами. При этом, по типу функционального реагирования мезоморфы и в меньшей степени эндоморфы значимо тяготели к спринтерскому, а эктоморфы – к стайерскому типу.

Таблица 2

Показатели ступенчатого теста у мужчин разных соматотипов (M±q; (Me [Q1; Q3])

| Показатели | Эндоморфный соматотип (n=17) | Мезоморфный соматотип (n=37) | Эктоморфный соматотип (n=28) |
|---|---|---|---|
| ЧСС, покой | 71,6±4,9 | 68,4±7,8 | 67,2±6,9 |
| Ступень при ЧСС 170 уд/мин | 2,2±1,0 ■ | 3,2±1,4▲ | 4,1±1,5▲■ |
| ЧСС 170 уд/мин, время в с | 240 (165-455)■ | 460 (300-615)▲ | 618 (452-790)▲■ |
| ЧСС, отказ | *195,9±6,1 | *194,0±5,9 | *191,0±5,7▲ |
| САД покой | 131,2±5,8 | 130,6±8,0 | 134 (127-136) |
| САД отказ | *177,0±20,3 | *181,8±15,4 | *186,4±22,5 |
| ДАД покой | 65,5±4,3 | 62,5±5,6 | 64,6±5,7 |
| ДАД отказ | 69,8±10,6 | *69,2±7,1 | *71,9±6,6 |
| Потеря массы тела, кг | 0,40 (0,30-0,60) | 0,60 (0,40-0,80) | 0,40 (0,35-0,60) |
| Потеря массы тела, % | 0,55 (0,44-0,66)■ | 0,91 (0,58-1,06) | 0,61 (0,56-0,91) |
| Проделанная мышечная работа, кг*м 1 ступень | 28875±5099■ | 25359±2565▲ | 23235±2335▲■ |

Продолжение таблицы 2

| | | | |
|---|---|---|---|
| Проделанная мышечная работа, кг*м 2 ступень | 33000±5828■ | 28982±2932▲ | 26554±2669▲■ |
| Проделанная мышечная работа, кг*м 3 ступень | 37125±6556■ | 32605±3298▲ | 29873±3003▲■ |
| Суммарная проделанная мышечная работа, кг*м | 150592±45361 | 203547±59883▲ | 210866±71565▲ |
| Ступень отказа | 4,2±1,1 | 5,9±1,2▲ | 6,4±1,6▲ |

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; * – достоверно относительно фоновых значений. Остальные обозначения – как в таблице 1

Как видно из таблицы 2, показания ЧСС в покое не отличались между представителями разных соматотипов, однако при отказе у юношей эктоморфного типа значения были достоверно ниже, чем у эндоморфного. Показатели САД и ДАД как в покое, так и после нагрузки между группами статистически не различались. Существенных отличий при оценке потери массы тела в кг не обнаружено, однако представители мезоморфного типа потеряли в % больше, чем их сверстники-эктоморфы и, особенно, эндоморфы. Проделанная мышечная работа представителями эктоморфного и мезоморфного соматотипов по результатам всего тестирования была достаточно высокой и достоверно между этими группами не различалась, тогда как юноши эндоморфного телосложения существенно им уступали. Суммарное время нагрузки на ступенях до наступления АнП и ступень, на которой фиксировали порог анаэробного обмена, статистически различались между группами соматотипов, что может свидетельствовать о существенных различиях в энергообеспечении мышечной деятельности при интенсивных физических нагрузках у лиц с разной конституцией. У юношей эктоморфного соматотипа АнП наступил значительно позднее, чем у представителей мезо- и, тем более, эндоморфного типов. Следовательно, конфигурация соматотипа с преобладанием эктоморфии способствует повышению функциональной устойчивости и работоспособности, а высокий балл эндоморфии у мужчин, наоборот, является предиктором более низких функциональных возможностей организма.

На следующем этапе мы оценили время и степень изменения ЧСС в динамике наблюдения за юношами, выполняющими физическую работу на тредбане. Видно (табл. 3), что на первых секундах тестирования и до начала второй минуты юноши из разных групп между собой не различались. Статистически значимые отличия только между мужчинами эктоморфного и эндоморфного соматотипов обнаружены на 65 с, когда проявилось достаточно сильное превышение ЧСС у эндоморфного типа по сравнению с юношами других соматотипов.

Таблица 3

Динамика частоты сердечных сокращений (ЧСС) поступенчато у мужчин разных соматотипов (M±q; (Me [Q1; Q3])

| Показатели | Ступень | Эндоморфный соматотип (n=17) | Мезоморфный соматотип (n=37) | Эктоморфный соматотип (n=28) |
|---|---|---|---|---|
| ЧСС 0 с | 1 | 110,0±14,6 | 111,3±16,5 | 106,6±15,1 |
| 30 с | | 135,4±13,5 | 133,6±16,9 | 128,1±13,2 |
| 60 с | | 147,1±20,1 | 141,5±18,1 | 135,3±13,1 |
| 90 с | | 155,4±16,8 | 146,2±18,3 | 139,0±13,1▲ |
| 120 с | | 158,8±16,1 | 148,2±19,4 | 142,0±13,5▲ |
| 150 с | | 161,6±17,1 | 150,3±19,6 | 143,5±14,6▲ |
| 180 с | | 164,5±16,3 | 151,8±20,1 | 144,2±14,8▲ |
| ЧСС 0 с | 2 | 138,9±15,8 | 130,2±20,9 | 130,2±15,9 |
| 30 с | | 152,6±14,2 | 141,9±16,1 | 137,2±11,8▲ |
| 60 с | | 164,4±15,1■ | 151,6±17,6 | 145,5±13,2▲ |
| 90 с | | 170,1±14,9■ | 156,2±18,2 | 150,3±14,1▲ |
| 120 с | | 173,1±14,9■ | 159,6±17,9 | 151,3±14,5▲ |
| 150 с | | 175,2±15,2■ | 160,8±18,5 | 154,2±14,6▲ |
| 180 с | | 176,9±15,0■ | 161,7±18,9 | 155,0±14,9▲ |
| ЧСС 0 с | 3 | 154,1±12,4 | 142,1±19,9 | 142,2±16,9 |
| 30 с | | 163,1±14,7■ | 150,9±16,2 | 145,6±12,3▲ |
| 60 с | | 173,2±13,9■ | 160,0±16,7 | 154,8±13,4▲ |
| 90 с | | 179,1±13,7■ | 165,1±17,3 | 159,1±13,8▲ |
| 120 с | | 181,9±12,8■ | 169,1±16,7 | 162,4±13,9▲ |
| 150 с | | 184,4±11,8■ | 170,3±17,1 | 163,7±14,6▲ |
| 180 с | | 186,2±12,7■ | 171,5±16,3 | 165,0±14,9▲ |

При этом, отличия между данными группами сохранялись до конца ступени. По итогам первой ступени юноши мезоморфного соматотипа по приросту ЧСС занимали промежуточное положение и статистически не отличались от представителей из крайних соматотипических групп. В то же время мужчины-эктоморфы имели более низкий пульс по сравнению со сверстниками-эндоморфами, начиная со второй минуты и до конца ступени.

В начале второй ступени у юношей разных соматотипов фиксировали отсутствие достоверных различий, пауза между ступенями способствовала восстановлению работы сердечно-сосудистой системы и различия, выявленные по результатам первой ступени, нивелировались. Однако уже на первой минуте у мужчин эндоморфного типа ЧСС повысился в большей степени, чем у эктоморфов, а со второй минуты – в большей степени, чем у мезоморфов. На второй и третьей минутах такая тенденция сохранялась. Таким образом, работа на второй ступени выявила значимые отличия функциональной устойчивости сердечно-сосудистой системы между мужчинами мезоморфного и эндоморфного типа.

По результатам третьей ступени юноши экто- и мезоморфного соматотипов в начале ступени снова не отличались от эндоморфного, однако уже с первых секунд и до конца ступени наблюдали достоверные отличия между юношами этих соматотипов.

Представители эктоморфного телосложения в среднем не достигли значений АнП по результатам первых трех ступеней, при этом юноши-мезоморфы закончили третью ступень на уровне АнП, а мужчины эндоморфного типа имели самые высокие значения ЧСС в процессе выполнения работы на тредбане и уже на второй ступени перешли АнП.

**Заключение**. Юноши эктоморфного типа обладали наибольшей выносливостью мышц, устойчивостью работы сердца и высоким потенциалом аэробной производительности. Данный соматотип эффективнее и с меньшими затратами способен преодолевать циклические нагрузки.

Представители мезоморфного типа отличались достаточно высокой устойчивостью к нагрузке благодаря продолжительному аэробному вкладу в обеспечение мышц и быстрым восстановлением сердечного ритма, что позволило им продемонстрировать хорошие результаты на физическую нагрузку.

Мужчины эндоморфного соматотипа характеризовались наименьшим аэробным и соответственно большим лактацидным вкладом в энергообеспечение мышечной деятельности при более высокой частоте пульса. На физкультурных занятиях для этой категории юношей следует придерживаться умеренных циклических нагрузок и следить за пульсовыми значениями.

Соматотипические предикторы дают четкие ориентиры для оценки функциональной устойчивости и определения оптимального режима физических нагрузок для лиц разного телосложения, что будет способствовать совершенствованию методов спортивного отбора, повышению эффективности тренировочного процесса, улучшению физической работоспособности спортсменов и сохранению здоровья занимающихся спортом лиц.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Неудахин, Е. В. К дискуссии о конституции человека, конституциональных типах и диатезах / Е. В. Неудахин, В. В. Чемоданов // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2005. – Т. 84. – № 5. – С. 60-67.
2. Лазарева, Э. А. Взаимоотношения между типами телосложения и особенностями энергообеспечения мышечной деятельности легкоатлетов спринтеров и стайеров / Э. А. Лазарева // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 5. – С. 121.
3. Корниенко, И. А. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение Ш. Эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на развитие энергетики скелетных мышц / И. А. Корниенко, В. Д. Сонькин, Р. В. Тамбовцева // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 118-123.
4. Silventoinen, K. Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents / K. Silventoinen, A. Jelenkovic, J. Kaprio // American Journal of Human Biology. – 2020. – № 33(3). – P. e23470
5. Сонькин, В. Д. Проблема оценки физической работоспособности детей и подростков / В. Д. Сонькин, Г. М. Маслова // Новые исследования. – 2008. – № 3 (16). – С. 43-51.
6. Лукавенко, А. В. Технологии управления учебным процессом по физическому воспитанию в вузе на основе дифференциации соматотипов / А. В. Лукавенко, А. А. Титаренко, О. Б. Маметова // Культура физическая и здоровье. – 2021. – № 2 (78). – С. 67-72.
7. Carter, J. E. L. Somatotyping Development and Applications / J. E. L. Carter, B. H. Heath. – Cambridge. UK: Cambridge University Press, 1990. – 520 p.
8. Bertuccioli, A. A new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults / A. Bertuccioli, S. D. Zeppa, S. A. Amatori // F. 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. 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.
11. 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.
12. Ковалев, А. А. Некоторые проблемы обучения методам статистического анализа данных и возможности современных информационных технологий для их решения / А. А. Ковалев, В. А. Игнатенко, А. А. Ядченко // Проблемы здоровья и экологии. – 2019. – № 4 (62). – С. 94-99.

**REFERENCES**

1. Neudakhin E.V., Chemodanov V.V. To the discussion about the human constitution, constitutional types and diathesis. *Journal "Pediatria" named after G.N. Speransky*, 2005, vol. 84, no. 5, pp. 60-67. (in Russ.)
2. Lazareva E.A. Interrelations between the constitution type and features of muscular activity energetics in sprinters and stayers. *Human Physiology*, 2004, vol. 30, no. 5, pp. 121. (in Russ.)
3. Kornienko I.A., Sonkin V.D., Tambovtseva R.V. Age-related development of the energetics of muscular activity: Results of a 30-year study. Report Ⅲ. Endogenous and exogenous factors influencing the development of skeletal muscle energy. *Human Physiology*, 2007, vol. 33, no. 5, pp. 118-123. (in Russ.)
4. Silventoinen K., Jelenkovic A., Kaprio J. Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents. *American Journal of Human Biology*, 2020, no. 33(3), p. e23470
5. Son'kin V.D., Maslova G.M. The problem of assessing the physical performance of children and adolescents. *New research*, 2008, no. 3, pp. 43-51. (in Russ.)
6. Lukavenko A.V., Titarenko A.A., Mametova O.B. Technologies of educational process control in physical education at the university based on differentiation of somatotypes. *Physical culture and health*, 2021, no. 2, pp. 67-72. (in Russ.)
7. Carter J. E. L., Heath B. H. Somatotyping Development and Applications. Cambridge. UK: Cambridge University Press: 1990. 520 p.
8. Bertuccioli A.A., Zeppa S.D., Amatori S.A. new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults. *F. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2022, vol. 62, no. 2, pp. 296-297.
9. Kaznacheev V.P., Kaznacheev S.V. Adaptation and human constitution. Novosibirsk: Nauka. Siberian branch, 1986, 122 p.
10. 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.)
11. Derevtsova S.N., Romanenko A.A., Efremova V.P. Subcutaneous adipose tissue variability in young men with different morphotypes. *Journal of New Medical Technologies*, 2020, no. 3, pp. 69-73. (in Russ.)
12. Kovalev A.A., Ignatenko V.A., Yadchenko A.A. Some problems in teaching the methods of statistical data analysis and opportunities of modern information technologies for their solution. *Health and Ecology Issues*, 2019, vol. 62, no. 4, pp. 94-99. (in Russ.)

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Антон Юрьевич 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), лаборатория функциональных резервов организма, Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, e-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru.

**Сергей Николаевич Герасимов** – старший тренер сборной команды по плаванию, старший тренер-преподаватель кафедры физического воспитания и спорта, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, e-mail: sergei2015.sg@gmail.com.

**Роман Иделевич Айзман** – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет; ведущий научный сотрудник Новосибирского НИИ гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск, e-mail: aizman.roman@yandex.ru.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**
**Anton Yur'evich Prikhod'ko –** post-graduate student of the department of anatomy, physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University; Lecturer of the Department of Physical Education and Sport, Novosibirsk State Technical University; Research Laboratory Assistant, Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, e-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru.
**Sergej Nikolaevich Gerasimov –** Senior Coach of the swimming team, Senior Coach and Lecturer of the Department of Physical Education and Sport, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, e-mail: sergei2015.sg@gmail.com.
**Roman Idelevich Ajzman –** Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University; Leading Researcher, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, e-mail: aizman.roman@yandex.ru.

**Для цитирования:** 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

**For citation**: Prikhod'ko A.Yu., Gerasimov S.N., Ajzman R.I. Analysis of physical performance of men of 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