



УДК 612.1

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2024.47.45>

Статическая работоспособность и особенности функционального реагирования на мышечную нагрузку юношей разных соматотипов

А. Ю. Приходько^{1,2,3}, С. Н. Герасимов², С. Г. Кривощёков^{3,1},
Р. И. Айзман^{1,4*}

¹Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

³Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, г. Новосибирск, Россия

⁴Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия

E-mail: toni.prihodko.10@mail.ru

Аннотация. Исследованы силовые характеристики и тип функционального реагирования на мышечную нагрузку юношей-студентов разных соматотипов в зависимости от их физической подготовленности (занимающиеся физической культурой в рамках программы вуза и квалифицированные спортсмены-пловцы). Выявлены функциональные связи между компонентами мезо- и эктоморфии, максимальной статической мышечной выносливостью и типами функционального реагирования, указывающие на фенотипические особенности индивидуального развития, свойственные каждой соматотипической группе. Обсуждаются перспективы использования подобных данных при выборе специфики физкультурно-спортивных занятий.

Ключевые слова: соматотип по Хит – Картеру, кистевая сила, выносливость мышц, тип реагирования нервно-мышечного аппарата.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках программы фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ (тема № АААА-А21-121011990040-8).

Для цитирования: Статическая работоспособность и особенности функционального реагирования на мышечную нагрузку юношей разных соматотипов / А. Ю. Приходько, С. Н. Герасимов, С. Г. Кривощёков, Р. И. Айзман // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2024. Т. 47. С. 45–54. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2024.47.45>

Research article

Static Performance and Peculiarities of Functional Response to Muscle Load of Young Men of Different Somatotypes

A. Yu. Prihodko^{1,2,3}, S. N. Gerasimov², S. G. Krivoshchekov^{3,1},
R. I. Aizman^{1,4*}

¹Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

²Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

³Research Institute of Neuroscience and Medicine, Novosibirsk, Russian Federation

⁴Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract. The aim of the research is to study the strength characteristics and type of functional response to muscle load of young men of different somatotypes, depending on physical fitness. The study involved 128 practically healthy young men aged 18 to 23 years. The group of subjects included qualified athletes, swimmers, as well as healthy young men engaged in physical culture within the framework of the university program. Somatotype was assessed in all subjects using Hit-Carter method, arm strength and static endurance – according to Rosenblat method, and the type of functional response with Kaznacheev method. It was found that young men of the endomorphic somatotype were characterized by a strong physique, a larger amount of skin-fat folds, low values of the muscle index, less endurance of the hands and did not demonstrate a distinct preference for the type of functional response. The young men of the ectomorphic somatotype had a less robust physique, a smaller thickness of the skin-fat folds, greater endurance of the hands and gravitated to the stayer type of functional response of the neuromuscular apparatus. The young men of the mesomorphic type significantly differed from representatives of other somatotypes by greater arm strength, sprinting type of functional response and, according to other morphofunctional indicators, occupied an intermediate position between endo- and ectomorphs. The analysis revealed functional connections between the components of meso- and ectomorphy, maximum static muscular endurance and types of functional response. The revealed significant differences and interrelations between the morphofunctional parameters under consideration and the types of functional response indicated the phenotypic features of individual development characteristic for each somatotype group. The obtained data should be taken into account when choosing the specifics of physical culture and sports activities.

Keywords: Heath-Carter somatotype, hand strength, muscle endurance, type of heavy neuromuscular apparatus.

For citation: Prikhodko A.Yu., Gerasimov S.N., Krivoshechekov S.G., Aizman R.I. Static Performance and Peculiarities of Functional Response to Muscle Load of Young Men of Different Somatotypes. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2024, vol. 47, pp. 45-54. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2024.47.45> (in Russian)

Введение

Проблема конституционального подхода к оценке возможностей человеческого организма по-прежнему представляет особую значимость для спортивного отбора и в профессиях, связанных с интенсивными физическими нагрузками [Никитюк, 2000; Концепция типологической вариабельности ... , 2009; Приходько, Климов, Айзман, 2021]. Конституция человека, являясь интегральной характеристикой, отражает специфику морфологических, биохимических, функциональных и психических процессов, в основе которых заложены гено-фенотипические свойства [Связь энергетики ... , 1997; Никитюк, 2000]. Вместе с тем важность учёта конституциональных признаков при дозировании нагрузки во время физкультурно-спортивных занятий остаётся на низком уровне. Это может приводить к чрезмерным нагрузкам для определённых категорий юношей во время физкультурных занятий и невысоким спортивным результатам, несмотря на интенсивные тренировки [Связь энергетики ... , 1997; Конституциональный подход ... , 2009; Сонькин, Маслова, 2008].

Цель настоящей работы – оценить уровень статической работоспособности и характер функционального реагирования на мышечную нагрузку у юношей разных соматотипов.

Материалы и методы

В эксперименте приняли участие 128 студентов очного отделения одного из вузов г. Новосибирска в возрасте от 18 до 23 лет, не имеющих ограничений физических нагрузок по показателям здоровья. Исследование включа-

ло: 1) измерение основных антропометрических показателей (длина, масса тела, окружность грудной клетки, антропометрические индексы) общепринятыми методами [Калиперометрия и ультразвуковое ... , 2020]; 2) определение соматотипа по Хит – Картеру [Carter, 1990]; 3) оценку статической силы и выносливости кистей рук по методике В. В. Розенבלата [1975]; 4) выявление типа функционального реагирования нервно-мышечного аппарата («спринтер», «микст», «стайер») по методике В. П. Казначеева [1986].

В положении стоя обследуемому предлагали плотно всей поверхностью пальцев обхватить баллон-датчик, связанный шлангом с гидроманометром, и опустить работающую руку вниз, не прижимая её к бедру. В этом положении испытуемый должен был по команде плавно сжать баллон-датчик с максимальным усилием. После выявления максимальной величины силы кисти и последующего двухминутного отдыха обследуемому той же рукой необходимо было сжимать максимально возможное время баллон-датчик так, чтобы стрелка манометра показала величину усилия, равного 75 % от максимального, после чего включали секундомер и фиксировали время удержания стрелки манометра в этом положении [Розенблат, 1975; Казначеев, 1986]. Рассчитывали среднее значение кистевого жима обеих рук и среднее время удержания, которое показывало силу мышц кисти рук и их выносливость. Силу кистевого жима определяли также с использованием динамометра ДМЭР-120 (Тулиновский приборостроительный завод, Россия). Толщину кожно-жировых складок определяли в 10 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 [Калиперометрия и ультразвуковое ... , 2020] с помощью механического калипера (Accu-Measure, США).

Полученный материал обработан общепринятыми методами математической статистики с использованием программы STATISTICA v. 10 для Windows и процессора Excel из пакета MS Office 2010. Нормальность распределения была проверена по критерию Шапиро – Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представлены в виде медианы Me и нижнего и верхнего квартилей $Q1$ и $Q3$, а параметрических – как среднее значение и его стандартное отклонение $M \pm q$. При одновременном сравнении несвязанных выборок (трёх соматотипических групп обследуемых) применили дисперсионный анализ ANOVA в случае нормального распределения, а при его отсутствии – критерий Краскела – Уоллиса.

Результаты и обсуждение

По результатам соматотипирования из группы испытуемых были выделены 36 представителей эндоморфного соматотипа, 47 – мезоморфного и 45 – эктоморфного, у которых определяли все вышеуказанные морфофункциональные показатели. Для выявления взаимосвязи между соматотипическими признаками и силовыми параметрами в зависимости от уровня физической подготовленности на следующем этапе анализа выборку разделили: в первую часть вошли 93 студента, занимающихся физической культурой по

программе вуза, во вторую – 35 квалифицированных спортсменов циклических дисциплин (пловцы). Спортсмены и юноши, занимающиеся только физкультурой, были примерно поровну представлены в разных группах соматотипов.

Результаты обследования испытуемых разных соматотипов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфофункциональные характеристики юношей разных соматотипов ($M \pm q$; $Me(Q1-Q3)$)

Показатели	Эндоморфный соматотип (n = 36)	Мезоморфный соматотип (n = 47)	Эктоморфный соматотип (n = 45)
Эндоморфия, балл	6,78±1,57 ■	3,90±1,31 ▲	3,07±0,83 ▲■
Мезоморфия, балл	5,25±1,08	5,14±0,95	3,18±0,64 ▲■
Эктоморфия, балл	2,18±0,93	2,41±0,98	4,40±0,60 ▲■
Масса тела, кг	85,3±14,8 ■	71,5 (66,4–79,4)▲	66,7±7,7 ▲■
Длина тела, см	180,4±6,7	176 (173–180)	182,8±7,0■
Индекс Кетле	24,9 (23,1–29,5)■	23,2 (21,3–24,6)▲	20,0 (19,1–20,5)▲■
Индекс Пинье	6,2 (–14,8–17,0)■	16,5 (8,5–24,4)▲	32,4 (27,1–35,6)▲■
Мышечный индекс	14,4±4,2	17,7±3,5 ▲	18,0±4,2 ▲
Сумма кожно-жировых складок, мм	180,0 (127,5–235,5)■	105,4±36,1 ▲	83,8±19,0▲■
Сила прав. кисти, кг	49,6±7,4	51,6±7,0	48,0±6,1■
Сила лев. кисти, кг	47,0±7,1	49,2±8,4	44,9±7,■
ММС прав. кисти, кг/см ²	1,4±0,2	1,6±0,2	1,4±0,2■
ММС лев. кисти, кг/см ²	1,4±0,2	1,5±0,2	1,3±0,2■
Выносливость прав. кисти, с	39,0 (33–46,7)	35,0 (30–46,5)	43,5 (40–53,5) ■
Выносливость лев. кисти, с	34,0 (28–43)	35,0 (30–46)	46,5 (38–54) ▲■
Тип реагирования нервно-мышечного аппарата	1,35 (1,06–1,58)	1,42 (1,11–1,79)	1,02 (0,79–1,29) ▲■

Примечание: ▲ – достоверно относительно эндоморфного соматотипа; ■ – достоверно относительно мезоморфного соматотипа; M – средняя арифметическая выборочной совокупности и q – стандартное отклонение при параметрическом распределении; Me – медиана; $Q1$ – нижний квартиль; $Q3$ – верхний квартиль в случае отсутствия нормальности распределения.

Такие показатели, как компонент эндоморфии, масса тела, индексы Кетле и Пинье, а также сумма кожно-жировых складок, достоверно отличались у испытуемых разных соматотипов. Вместе с тем у юношей эктоморфного соматотипа компоненты мезоморфии оказались значимо ниже, а эктоморфии – выше по сравнению с юношами других групп. Представители мезоморфного типа были достоверно ниже ростом, чем юноши эктоморфного соматотипа. У испытуемых эндоморфного соматотипа значения мышечного индекса были достоверно ниже, чем у представителей экто- и мезоморфного соматотипов. Полученные морфофункциональные показатели во многом характеризуют данные соматотипы и совпадают с литературными данными [Казначеев, 1986; Carter, 1990; Связь энергетики ... , 1997; Никитюк, 2000; A new strategy ... , 2022].

Данные табл. 1 демонстрируют также, что юноши эктоморфного типа показали низкие результаты кистевого жима относительно представителей мезоморфного, однако выносливость рук в группе эктоморфов была существенно выше по сравнению с представителями других соматотипов, что согласуется с результатами генетического исследования лиц разных соматотипов [Genetics of somatotype, 2020]. При этом группы юношей мезо- и эндоморфного типов по силовым характеристикам и значениям мезоморфии между собой достоверно не отличались. Установлено, что только юноши эктоморфного соматотипа достоверно тяготели к стайерскому типу функционального реагирования нервно-мышечного аппарата и существенно отличались от юношей остальных групп, у которых показатели указывали на промежуточный и спринтерский варианты.

Таблица 2

Корреляционные взаимосвязи между морфофункциональными показателями обследованных юношей и их соматотипом

Показатель	Соматотип	Сумма складок	Мышечный индекс	Кистевая сила	Выносливость	Тип реагирования
Сумма складок	Эндо-	–	–0,126/0,47	–0,017/0,92	–0,262/0,12	–0,003/0,98
	Мезо-	–	–0,026/0,86	0,148/0,33	–0,143/0,34	0,069/0,65
	Экто-	–	–0,554*/0,00	–0,058/0,74	–0,115/0,50	0,126/0,46
Мышечный индекс	Эндо-	–0,126/0,47	–	0,482*/0,01	0,209/0,23	0,137/0,43
	Мезо-	–0,026/0,86	–	0,176/0,24	0,079/0,60	0,035/0,82
	Экто-	–0,554*/0,00	–	–0,172/0,32	0,042/0,81	–0,238/0,16
Кистевая сила (п+л/2)	Эндо-	–0,017/0,92	0,482*/0,01	–	–0,172/0,32	0,517*/0,00
	Мезо-	0,148/0,33	0,176/0,24	–	–0,266/0,07	0,562*/0,00
	Экто-	–0,058/0,74	–0,172/0,32	–	–0,470*/0,01	0,693*/0,00
Выносливость кистей (п+л/2)	Эндо-	–0,262/0,13	0,209/0,23	–0,172/0,32	–	–0,772*/0,00
	Мезо-	–0,143/0,34	0,079/0,60	–0,266/0,07	–	–0,860*/0,00
	Экто-	–0,115/0,50	0,042/0,81	–0,470*/0,01	–	–0,823*/0,00
Тип реагирования нервно-мышечного аппарата	Эндо-	–0,003/0,98	0,137/0,43	0,517*/0,00	–0,772*/0,00	–
	Мезо-	0,069/0,65	0,035/0,82	0,562*/0,00	–0,860*/0,00	–
	Экто-	0,126/0,46	–0,238/0,16	0,693*/0,00	–0,823*/0,00	–

Примечание для табл. 2 и 3. Указаны значения коэффициента корреляции / погрешность; * и полужирный шрифт – достоверные коэффициенты корреляции.

При анализе корреляционных связей между морфофункциональными показателями и соматотипами юношей выявлена достоверная положительная связь между мышечным индексом (МИ) и силой кистей рук у юношей эндоморфного соматотипа, в то время как в остальных группах значимых связей между этими показателями не зафиксировано. Во всех группах не выявлено также связи между МИ и типом реагирования. Только у юношей эктоморфного соматотипа была обнаружена достоверная по силе и отрицательная по направленности взаимосвязь между силой и выносливостью кистей рук. Только они имели также значимую отрицательную связь между толщиной складок и МИ. При этом представители мезоморфного типа телосложения имели достоверные связи только с показателями, характеризующими тип функционального реагирования.

Следующим этапом стал поиск взаимосвязей между соматотипическими признаками и морфофункциональными показателями в группе квалифицированных спортсменов и юношей, не занимающихся спортом. Данные табл. 3 демонстрируют, что практически все соматотипические признаки в каждой из групп, как и ожидалось, имели сильную отрицательную взаимосвязь с другими типами конституции, и только у юношей мезоморфного соматотипа, особенно неспортсменов, чётко проявлялись компоненты эндоморфии.

Показатель суммы кожно-жировых складок на теле имел отчётливую отрицательную взаимосвязь с эктоморфией независимо от уровня двигательной активности, и положительную – с эндоморфией и мезоморфией, особенно у не занимающихся спортом юношей.

Таблица 3

Корреляционные взаимосвязи между морфофункциональными показателями и соматотипическими признаками у юношей с разным уровнем физической активности

Показатели	Уровень физической активности	Эндоморфия, балл	Мезоморфия, балл	Эктоморфия, балл
Эндоморфия	Спортсмены	–	0,312/0,11	–0,471* /0,01
	Занимающиеся физкультурой	–	0,669* /0,00	–0,614* /0,00
Мезоморфия	Спортсмены	0,312/0,11	–	–0,866* /0,00
	Занимающиеся физкультурой	0,669* /0,00	–	–0,860* /0,00
Эктоморфия	Спортсмены	–0,471* /0,01	–0,866* /0,00	–
	Занимающиеся физкультурой	–0,614* /0,00	–0,860* /0,00	–
Сумма жировых складок	Спортсмены	0,939* /0,00	0,359/0,09	–0,533* /0,00
	Занимающиеся физкультурой	0,979* /0,00	0,692* /0,00	–0,598* /0,00
Мышечный индекс	Спортсмены	–0,560* /0,00	–0,155/0,43	0,238/0,22
	Занимающиеся физкультурой	–0,369* /0,00	–0,092/0,39	0,182/0,09
Сила мышц	Спортсмены	0,126/0,52	–0,121/0,54	0,058/0,77
	Занимающиеся физкультурой	0,068/0,52	0,291* /0,00	–0,229* /0,03
Выносливость	Спортсмены	–0,657* /0,00	–0,079/0,69	0,155/0,43
	Занимающиеся физкультурой	–0,173/0,10	–0,341* /0,00	0,289* /0,00
Тип реагирования нервно-мышечного аппарата	Спортсмены	0,473* /0,01	0,023/0,90	–0,054/0,79
	Занимающиеся физкультурой	0,072/0,50	0,351* /0,00	–0,289* /0,01

Показатель МИ не имел значимых связей с мезо- и эктоморфией и не зависел от уровня физической активности студентов, но достоверно и отрицательно коррелировал с компонентом эндоморфии в обеих группах, при этом у пловцов – с большей силой.

Между величиной эндоморфии и значением кистевой силы не выявлено значимой взаимосвязи в группах юношей разной физической подготовленности. Вместе с тем показатель мезоморфии положительно, а эктоморфии – отрицательно влиял на результаты кистевого жима не занимающихся спортом юношей, хотя среди спортсменов этой закономерности обнаружено не

было. В группе здоровых юношей-спортсменов компоненты мезо- и эктоморфии оказывали достоверно значимое влияние на параметры выносливости: эктоморфия её повышала, а мезоморфия понижала, у пловцов же такой связи не обнаружено. В то же время только у пловцов выявлена значимая отрицательная связь между величиной эндоморфии и выносливостью рук.

Тип функционального реагирования нервно-мышечного аппарата также был взаимосвязан с соматотипическими признаками – с эндо- и мезоморфией – положительно, а с эктоморфией – отрицательно.

Таким образом, здоровые юноши, занимающиеся физкультурой, с повышением степени мезоморфии и эктоморфии тяготели к «спринтерскому» и «стайерскому» вариантам реагирования, в то время как спортсмены тяготели к «спринтерскому» типу только при повышении эндоморфии.

Следует подчеркнуть, что количество достоверных взаимосвязей между морфофункциональными и соматотипическими признаками больше у здоровых юношей, не занимающихся спортом, чем у пловцов, что, вероятно, обусловлено большей «сохранностью» соматотипических черт в онтогенезе, в то время как интенсивные спортивные тренировки изменяли степень выраженности фенотипических черт, сглаживая особенности проявления признаков «классического» типа конституции.

Заключение

Результаты проведённого исследования позволяют заключить, что юноши мезоморфного типа телосложения достоверно отличались большей силой рук и тяготели к «спринтерскому» типу реагирования, хотя занимали промежуточное положение по остальным морфофункциональным показателям. Юноши эктоморфного соматотипа по значениям индексов Кетле и Пинье характеризовались менее крепким телосложением, меньшей толщиной кожно-жировых складок на теле, по результатам динамометрии демонстрировали наименьшие значения силы рук, но наибольшую их выносливость, и тяготели к «стайерскому» типу реагирования нервно-мышечного аппарата. Юноши эндоморфного соматотипа отличались крепким телосложением, большей суммой кожно-жировых складок, низкими значениями мышечного индекса и выносливости рук и не имели отчётливо выраженного типа функционального реагирования. Однако с увеличением степени эндоморфии росла склонность к «спринтерскому» типу.

Портрет взаимосвязей между морфофункциональными показателями, характеристиками статической работоспособности, соматотипическими компонентами и уровнем физической подготовленности указывал на необходимость учёта этих данных при определении величины и типа физических нагрузок, ориентации юношей для определения типа спортивной специализации («спринтер», «стайер») и выбора наиболее информативных показателей при оценке функциональных возможностей организма.

Таким образом, у представителей изучаемых соматотипических групп прослеживаются специфические качества и взаимосвязи между рассматриваемыми морфофункциональными признаками, характеристиками статической

работоспособности и типами мышечного реагирования, что указывает на гено-фенотипические особенности, свойственные каждой соматотипической группе юношей с учётом уровня их физической активности.

Список литературы

Конституциональный подход в детском возрасте: анализ ситуации и методы исследования / Н. С. Букавнева, Д. Б. Никитюк, Э. В. Леонтьева, Н. М. Кондакова // Морфологические ведомости. 2009. № 1–2. С. 85–87.

Калиперометрия и ультразвуковое исследование в изучении подкожной основы у юношей / С. Н. Деревцова, А. А. Романенко, В. П. Ефремова, Е. Ю. Евдокимова, Л. В. Синдеева, В. В. Никель, Н. С. Горбунов, Н. Н. Медведева // Вестник новых медицинских технологий. 2020. № 3. С. 69–73.

Казначеев В. П., Казначеев С. В. Адаптация и конституция человека. Новосибирск : Наука, 1986. 118 с.

Концепция типологической варибельности физиологической индивидуальности. Сообщение II. Популяционная разнокачественность соматотипов в группах лиц с различным уровнем привычной двигательной активности / В. В. Колпаков, А. В. Брагин, Т. В. Беспалова, К. А. Лебедева, Т. А. Веснина, Е. А. Томилова // Физиология человека. 2009. Т. 35. №1. С. 75–83.

Связь энергетики скелетных мышц у мальчиков 6–11 лет с развитием соматотипологических характеристик / И. А. Корниенко, В. Д. Сонькин, Р. В. Тамбовцева, Т. В. Панасюк // Физиология человека. 1997. Т. 22, № 6. С. 10.

Никитюк Б. А. Интеграция знаний в науке о человеке. М. : Спортакадемпесс, 2000. 400 с.

Приходько А. Ю., Климов В. М., Айзман Р. И. Комплексная оценка критериев успешного прогноза спортивных результатов в циклических видах спорта // Человек. Спорт. Медицина. 2021. Т. 21, № 3. С. 137–146.

Розенблат В. В. Проблема утомления. М. : Медицина, 1975. 240 с.

Сонькин В. Д., Маслова Г. М. Проблема оценки физической работоспособности детей и подростков // Новые исследования. 2008. № 3. С. 43–51.

A new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults / A. Bertucchioli, S. D. Zeppa, S. A. Amatori, S. Moricoli, R. Fortunato, F. Di Pierro, F. Perroni, C. Ferri Marini, F. Lucertini, V. Stocchi, D. Sisti // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2022. Vol. 62, N 2. P. 296–297. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12284-4>

Carter J. E. L., Heath B. H. Somatotyping Development and Applications. Cambridge : Cambridge University Press. 1990. 503 p.

Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents / K. Silventoinen, J. Maia, A. Jelenkovic, S. Pereira, É. Gouveia, A. Antunes, M. Thomis, J. Lefevre, J. Kaprio, D. Freitas // Am. J. Hum. Biol. 2020. Vol. 33, N 3. e23470. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23470>

References

Bukavneva N.S., Nikityuk D.B., Leontyeva E.V., Kondakova N.M. Konstitutsional'nyy podkhod v detskom vozraste: analiz situatsii i metody issledovaniya [Constitutional approach in childhood: situation analysis and research methods]. *Morfologicheskiye vedomosti* [Morphological records], 2009, no. 1-2, pp. 85-87. (in Russian)

Derevtsova S.N., Romanenko A.A., Efremova V.P., Evdokimova E.Yu., Sindeeva L.V., Nikel V.V., Gorbunov N.S., Medvedeva N.N. Kaliperometriya i ultrazvukovoye issledovaniye v izuchenii podkozhnoy osnovy u yunoshey [Caliperometry and ultrasound in the study of the subcutaneous tissue in young men]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. [Bull. of New Medical Technologies], 2020, no.3, pp. 69-73. (in Russian)

Kaznacheev V.P., Kaznacheev S.V. *Adaptatsiya i konstitutsiya cheloveka* [Adaptation and human constitution]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986, 118 p. (in Russian)

Kolpakov V.V., Bragin A.V., Bespalova T.V., Lebedeva K.A., Vesnina T.A., Tomilova Ye.A. Kontseptsiya tipologicheskoy variabelnosti fiziologicheskoy individualnosti. Soobshcheniye II. Populyatsionnaya raznokachestvennost somatotipov v gruppakh lits s razlichnym urovnem privychnoy

dvigatelnoy aktivnosti [The concept of typological variability of physiological individuality Message 2. Population heterogeneity of somatotypes in groups of individuals with different levels of habitual motor activity]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2009, vol. 35, no. 1, p. 75. (in Russian).

Kornienko I.A., Sonkin V.D., Tambovtseva R.V., Panasyuk T.V. Svyaz energetiki skeletnykh myshts u mal'chikov 6-11 let s razvitiyem somatotipologicheskikh kharakteristik [Relationship between skeletal muscle energy in boys aged 6-11 years and the development of somatotypological characteristics]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 1997, vol. 22, no. 6, p. 10. (in Russian)

Nikityuk B. A. *Integratsiya znaniy v nauke o cheloveke* [Integration of knowledge in human science]. Moscow, Sportadempres Publ., 2000, 400 p. (in Russian)

Prikladko A. Yu., Klimov V.M., Aizman R.I. Kompleksnaya otsenka kriteriyev uspeshnogo prognoza sportivnykh rezultatov v tsiklicheskiykh vidakh sporta [Comprehensive assessment of the criteria for a successful prediction of sports results in cyclic sports]. *Chelovek. Sport. Meditsina*. [Human. Sport. Medicine], 2021, vol. 21, no. 3, pp. 137-146. (in Russian)

Rosenblat V.V. *Problema utomleniya* [The problem of fatigue]. Moscow, Medicine Publ., 1975, 240 p. (in Russian)

Sonkin V.D., Maslova G.M. Problema otsenki fizicheskoy rabotosposobnosti detey i podrostkov [The problem of assessing the physical performance of children and adolescents]. *Novyye issledovaniya*. [New research], 2008, no. 3, pp. 43-51. (in Russian)

Bertuccioli A., Zeppa S.D., Amatori S.A., Moricoli S., Fortunato R., Di Pierro F., Perroni F., Ferri Marini C., Lucertini F., Stocchi V., Sisti D. A new strategy for somatotype assessment using bioimpedance analysis in adults. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2022, vol. 62, no. 2, pp. 296-297. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12284-4>

Carter J.E.L., Heath B.H. *Somatotyping Development and Applications*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990. 503 p.

Silventoinen K., Maia J., Jelenkovic A., Pereira S., Gouveia É., Antunes A., Thomis M., Lefevre J., Kaprio J., Freitas D. Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, vol. 33, no. 3. e23470. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23470>

Сведения об авторах

Приходько Антон Юрьевич

аспирант

Новосибирский государственный педагогический университет

Россия, 630126, г. Новосибирск,

ул. Вилюйская, 28

преподаватель

Новосибирский государственный технический университет

Россия, 630073, г. Новосибирск,

просп. К. Маркса, 20

лаборант-исследователь

Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины

Россия, 630117, г. Новосибирск,

ул. Тимакова, 4

e-mail: toni.prikladko.10@mail.ru

Герасимов Сергей Николаевич

старший тренер-преподаватель

Новосибирский государственный технический университет

Россия, 630073, г. Новосибирск,

просп. К. Маркса, 20

e-mail: sergei2015.sg@gmail.com

Information about the authors

Prikladko Anton Yurievich

Postgraduate

Novosibirsk State Pedagogical University

28, Vilyuyskaya st., Novosibirsk, 630126,

Russian Federation

Lecturer

Novosibirsk State Technical University

20, K. Marx av., Novosibirsk, Russian

Federation

Research Assistant

Research Institute of Neuroscience and Medicine

4, Tymakov st., Novosibirsk, 630117,

Russian Federation

e-mail: toni.prikladko.10@mail.ru

Gerasimov Sergey Nikolaevich

Senior Lecturer

Novosibirsk State Technical University

20, K. Marx av., Novosibirsk,

Russian Federation

e-mail: sergei2015.sg@gmail.com

Кривощёков Сергей Георгиевич

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий лабораторией
Научно-исследовательский институт
нейронаук и медицины
Россия, 630117, г. Новосибирск,
ул. Тимакова, 4
профессор
Новосибирский государственный
педагогический университет
Россия, 630126, г. Новосибирск,
ул. Вилюйская, 28
e-mail: krivoschokovsg@neuronm.ru

Айзман Роман Иделевич

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой
Новосибирский государственный
педагогический университет
Россия, 630126, г. Новосибирск,
ул. Вилюйская, 28
ведущий научный сотрудник
Новосибирский НИИ гигиены
Роспотребнадзора
Россия, 630108, г. Новосибирск,
ул. Пархоменко, 7
e-mail: aizman.roman@yandex.ru

Krivoschekov Sergey Georgievich

Doctor of Sciences (Medicine), Professor,
Head of Laboratory
Research Institute of Neuroscience and Medicine
4, Tymakov st., Novosibirsk, 630117,
Russian Federation
Professor
Novosibirsk State Pedagogical University
28, Vilyuyskaya st., Novosibirsk, 630126,
Russian Federation
e-mail: krivoschokovsg@neuronm.ru

Aizman Roman Idelevich

Doctor of Sciences (Biology), Professor,
Head of Department
Novosibirsk State Pedagogical University
28, Vilyuyskaya st., Novosibirsk, 630126,
Russian Federation
Leading Research Scientist
Novosibirsk Research Institute of Hygiene
of Rospotrebnadzor
7, Parkhomenko st., Novosibirsk, 630108,
Russian Federation
e-mail: aizman.roman@yandex.ru