

УДК 572.087

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛЬЧИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОМАТОТИПА

Козлова А. П., Суботялов М. А.

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск,
Россия*

E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru

Целью данной работы явился анализ морфофункциональных показателей у лиц подросткового возраста мужского пола Новосибирска в зависимости от соматотипа. Приводятся данные исследования морфофункциональных показателей у мальчиков 13–14 лет (152 подростка, распределенные по соматотипам: микросоматический, мезосоматический и макросоматический). Изучали следующие морфофункциональные показатели: длина и масса тела, обхват грудной клетки. Осуществлялся расчёт индексов: индекс Кердо, индекс Кетле, индекс Пинье, индекс Эрисмана, двойное произведение. Для оценки реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку проводили пробу Руфье, для оценки функциональных резервов дыхательной системы – пробу Штанге. По результатам исследования сформирован морфофункциональный индивидуально-типологический «портрет» каждого типа.

Ключевые слова: подростки, соматотип, морфофункциональный индивидуально-типологический «портрет».

ВВЕДЕНИЕ

Снижение показателей физического здоровья молодежи в нашей стране диктует необходимость проведения научно-аналитических работ по вопросам медицинской антропологии. В связи с этим для интегративной оценки морфофункциональных свойств организма в различные периоды онтогенеза возникает потребность применения конституционального (индивидуально-типологического) подхода, который позволяет объективно объяснить биохронологическое разнообразие, возникающее в процессе роста и созревания организма [1–4].

Актуальность конституционального подхода в комплексном исследовании организма человека является сегодня научно обоснованной и востребованной [5–7]. Данный подход находит свое применение в спорте и физической культуре [8, 9], а также в медицине [10]. Известно, что при патологических процессах тип конституции в существенной мере определяет границы клинической вариабельности и полиморфизма проявлений болезней человека [11, 12].

Работы, посвященные выяснению роли конституциональных морфофункциональных особенностей, могут расширить такого рода представления. Это необходимо не только для выявления индивидуально-типологических особенностей роста и созревания, темпа и гармоничности развития, факторов благополучия и уровня здоровья, но и может явиться диагностическим ключом к своевременному решению вопроса о показаниях к углубленному специализированному

обследованию, выбору профилактических мер, а также использоваться в психолого-педагогической деятельности, спортивной ориентации и отборе.

Целью работы явился анализ морфофункциональных показателей у лиц подросткового возраста мужского пола Новосибирска в зависимости от соматотипа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 152 здоровых мальчика 13–14 лет, которые являлись учащимися СОШ № 82 г. Новосибирска (6–7 класс). Все обследуемые имели сходный уровень физической подготовки; подростков, серьезно занимающихся спортом, в обследование не включали. На проведение исследования получено разрешение этического комитета Новосибирского государственного педагогического университета (№ 34 от 24.04.2019 г.). Для проведения обследования было получено информированное добровольное согласие.

Антропометрические показатели измеряли по унифицированным методикам [13]. Для определения физического развития использовали следующие показатели: длина тела (ДТ), масса тела (МТ), обхват грудной клетки (ОГК) с дальнейшей их оценкой по центильным таблицам и определением соматотипа по схеме Р. К. Дорохова и И. И. Бахраха с выделением микро-, мезо- и макросоматического типов [14]. Осуществляли расчет индексов: индекс Кетле [$ИК = МТ (кг) / ДТ (м^2)$]; индекс Пинье [$ИП = ДТ (см) - (МТ (кг) + ОГК (см))$]; индекс Эрисмана [$ИЭ = ОГК (см) - ДТ (см) / 2$]; индекс Кердо [$ЧСС (уд. / мин.) / ДД (мм рт. ст.) \times 100$]; двойное произведение [$ДП = (ЧСС (уд. / мин.) \times САД (мм рт. ст.)) / 100$]. Для оценки реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку проводили пробу Руфье, для оценки функциональных резервов дыхательной системы – пробу Штанге.

Отбор обследуемых проводили сплошной выборкой среди здоровых подростков мужского пола после получения согласия на участие в исследовании. Статистическая обработка данных включала вычисление среднеарифметического значения, его ошибки. О значимости различий судили по величине t-критерия Стьюдента и считали их значимыми при $p \leq 0,05$. Нормальное распределение подтверждали правилом трёх сигм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ морфофункциональных параметров мальчиков-подростков в зависимости от соматотипа выявил значимые различия по исследуемым показателям (табл. 1). ДТ, как показатель, характеризующий состояние пластических процессов в организме, статистически значимо увеличивается в ряду от микросоматического к макросоматическому типу.

МТ, как показатель, характеризующий конституциональные особенности развития костной и мышечной систем организма, является более лабильным параметром. В нашем исследовании МТ, ОГК также значимо увеличивались от микросоматического к макросоматическому типу, что свидетельствует об увеличении плотности телосложения в данном ряду. Данный факт подтверждает анализ индексов

Эрисмана, Пинье и Кетле. Индексы Кетле и Эрисмана увеличивались в ряду «Ми-Ме-Ма», индекс Пинье изменялся инверсионно в ряду «Ми-Ме-Ма».

Наряду с различием морфологических показателей, у мальчиков в данный период онтогенеза существуют различия и в функциональных показателях между представителями разных соматотипов.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы мальчиков микро- и мезосоматического типа характеризовалось меньшим уровнем ДАД по сравнению с аналогичным показателем мальчиков макросоматического типа. Анализ САД и ЧСС не выявил статистически значимых отличий между разными соматотипами.

Основными гемодинамическими факторами, определяющими уровень АД, являются сердечный выброс, общее периферическое сопротивление сосудов, упругое напряжение аорты и ее крупных ветвей, а результирующей взаимодействия ударного объема сердца и факторов артериальной системы является пульсовое АД (ПД) [15, 16]. Максимальный показатель ПД выявлен у мальчиков микросоматического типа, у подростков макросоматического типа ПД имело минимальное значение.

Показатель двойного произведения (индекс Робинсона) отражает работу левого желудочка и косвенно коронарный кровоток. По данному показателю можно судить об экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы. Меньшая величина двойного произведения свидетельствует о более экономичном использовании ресурсов сердечной мышцы. Меньший показатель двойного произведения выявлен у мальчиков микросоматического типа, что свидетельствует о большем уровне экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы по сравнению с другими типами. Полученные данные отражают закономерность, выявленную ранее на юношеском этапе онтогенеза [17].

Сердечно-сосудистая система, участвуя в процессах адаптации, подвергается существенному влиянию автономной нервной системы. Оценка соотношения вегетативных влияний на функциональное состояние миокарда осуществлялась по индексу Кердо. Анализ позволил выявить, что у микросоматиков данный показатель был статистически выше по сравнению с другими типами, что свидетельствует о большем преобладании симпатических влияний в деятельности вегетативной нервной системы.

Для оценки функциональных способностей дыхательной системы проводилась проба с произвольной задержкой дыхания. Результаты пробы Штанге статистически значимо меньше у мальчиков с мезосоматическим типом по сравнению с аналогичным показателем у мальчиков микро- и макросоматического типа. Выявленная особенность свидетельствует о меньшей степени адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии и меньших функциональных резервах респираторной системы.

Функциональные возможности организма раскрываются наиболее полно при физических нагрузках и в условиях повышенных требований к нему. Функциональные пробы позволяют оценить общее состояние организма, его резервные возможности, особенности адаптации различных систем к физической нагрузке. В связи с этим была проведена проба Руфье. Было показано, что у

мальчиков макросоматического типа данный показатель был выше, чем в других группах, что свидетельствует о худшей реакции на физическую нагрузку по сравнению с другими соматотипами.

Таблица 1
Морфофункциональные особенности мальчиков 13–14 лет в зависимости от соматотипа (n = 152) (M±m)

<i>Показатель</i>	<i>Микросоматический тип (n = 52; 34 %)</i>	<i>Мезосоматический тип (n = 70; 46 %)</i>	<i>Макросоматический тип (n = 30; 20 %)</i>	<i>Достоверность</i>
Длина тела, см	153,7±1,3	159,3±0,8	161,8±1,1	Ми-Ме**, Ми-Ма***
Масса тела, кг	40,2±0,9	49,5±1,0	57,1±1,3	Ми-Ме***, Ми-Ма***, Ме-Ма***
ОГК, см	70,4±0,5	75,9±0,5	82,3±1,0	Ми-Ме***, Ми-Ма***, Ме-Ма***
Индекс Кетле, баллы	13,0±0,2	15,5±0,3	17,7±0,4	Ми-Ме***, Ми-Ма***, Ме-Ма***
Индекс Пинье, баллы	43,1±0,2	33,9±0,7	22,4±1,2	Ми-Ме***, Ми-Ма***, Ме-Ма***
Индекс Эрисмана, баллы	-6,4±0,1	-3,7±0,1	1,4±0,4	Ми-Ме***, Ми-Ма***, Ме-Ма***
ЧСС, уд в мин.	86,8±1,6	89,9±1,4	89,1±2,3	
САД, мм рт. ст.	108,0±1,2	111,5±1,1	108,6±1,8	
ДАД, мм рт. ст.	61,7±1,1	68,7±1,1	71,4±1,7	Ми-Ма***
ПД (пульсовое давление), мм рт. ст.	46,3±1,5	42,8±1,2	37,1±1,4	Ми-Ме**, Ме-Ма**, Ми-Ма***
ДП (двойное произведение) (индекс Робинсона), у.е.	93,8±1,1	99,2±2,1	96,7±3,2	Ми-Ме*
Штанге, сек	50,9±2,3	43,8±2,1	50,9±2,9	Ми-Ме*, Ме-Ма*
Индекс Кердо, у.е.	22,7±1,7	10,8±1,3	10,3±2,2	Ми-Ме***, Ми-Ма***
Руфье, баллы	6,3±0,8	7,8±0,4	9,8±0,5	Ми-Ма**, Ме-Ма**

Примечание: ** – различия значимы при $p \leq 0,01$; *** при $p \leq 0,001$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования выявлены значимые морфофункциональные различия у мальчиков 13–14 лет в зависимости от соматотипа, что позволило сформировать морфофункциональный индивидуально-типологический «портрет» (табл. 2), позволяющий охарактеризовать особенности физического здоровья представителей каждого соматотипа. Полученные данные могут быть использованы в прикладных профессиональных сферах: профориентация, спортивный отбор, психолого-педагогическая и лечебно-профилактическая деятельность.

Таблица 2

Морфофункциональный индивидуально-типологический «портрет» мальчиков 13-14 лет а в зависимости от соматотипа

Показатель	Соматотип		
	Микросоматический тип	Мезосоматический тип	Макросоматический тип
Морфологический статус	Низкие показатели длины тела, массы тела, обхвата грудной клетки. Минимальная крепость (плотность) телосложения.	Средние показатели массы тела, обхвата грудной клетки. Средняя крепость (плотность) телосложения.	Высокие показатели длины тела, массы тела, обхвата грудной клетки. Максимальная крепость (плотность) телосложения.
Функциональный статус	Тенденция к низкому диастолическому и высокому пульсовому давлению. Средний показатель физической работоспособности. Высокий показатель функциональных резервов дыхательной системы и экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы. Преобладание симпатических влияний в деятельности вегетативной нервной системы.	Средний показатель пульсового давления. Средний показатель физической работоспособности. Низкий уровень функциональных резервов респираторной системы и экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы.	Тенденция к низкому пульсовому давлению. Удовлетворительный показатель физической работоспособности. Высокий показатель функциональных резервов дыхательной системы.

Список литературы

1. Кучиева М. Б. Жировой компонент массы тела у здоровых юношей и девушек 16–20 лет по данным биоимпедансометрии и антропометрии / М. Б. Кучиева, Е. В. Чаплыгина // Валеология. – 2016. – №3. – С. 5–12.
2. Мартиросов Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
3. Никитюк Д. Б. Антропометрический метод и клиническая медицина / Д. Б. Никитюк, В. Н. Николенко, Р. М. Хайруллин, Т. Ш. Миннибаев, С. В. Чава, Н. Т. Алексеева // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2013. – №2. – С. 10–15.
4. Николаев В. Г. Этнические особенности параметров биоимпедансометрии в юношеском возрасте / В. Г. Николаев, Л. В. Андреева, Р. Д. Юсупов, А. И. Кобежилов. // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2010. – №14. – С. 12–15.
5. Жвавый Н. Ф. Медицинская антропология – наука о человеке / Н. Ф. Жвавый, П. Г. Койносов, С. А. Орлов // Морфология. – 2008. – Т. 133, № 3. – С. 42–43.
6. Николаев В. Г. Методы оценки индивидуально-типологических особенностей физического развития человека / В. Г. Николаев, Е. П. Шарайкина, Л. В. Синдеева, В. П. Ефремова, В. А. Сапожников. – Красноярск: Изд-во КрасГМА, 2005. – 111 с.
7. Панасюк Т. В. Конституциональная принадлежность как основа прогноза роста и развития детей от 3 до 17 лет / Т. В. Панасюк // Автореф. дис. соискание ученой степени д-ра биол. наук. – СПб. 2008. – 30 с.
8. Калмыков С. В. Индивидуально-типологические особенности спортсменов Бурятии / С. В. Калмыков, А. С. Сагалеев, А. С. Цыбиков // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 4. – С. 59–61.
9. Almeida A. H. S. Somatotype analysis of physically active individuals / A. H. S. Almeida, S. A. Santos, P. J. P. Castro // J. Sports Med. Phys. Fitn. – 2013. – Vol. 53. – P. 268–273.
10. Чуян Е. Н. Индивидуально-типологический подход к исследованию процессов микроциркуляции крови / Е. Н. Чуян, М. Н. Ананченко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2009. – №3(61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/individualno-tipologicheskij-podhod-k-issledovaniyu-protsessov-mikrotsirkulyatsii-krovi> (дата обращения: 31.01.2021).
11. Николенко В. Н. Отечественная конституциональная анатомия в аспекте персонифицированной медицины / В. Н. Николенко, Д. Б. Никитюк, С. В. Чава // Сеченовский вестник. – 2013. – №4 (14). – С. 9–17.
12. Чаплыгина Е. В. Соматотипологическая характеристика жителей Ростовской области в возрастном аспекте / Е. В. Чаплыгина, Т. М. Сикоренко, Д. П. Осипов, Е. С. Елизарова // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2010. – №4 – С. 55–58.
13. Ставицкая А. Б. Методика исследования физического развития детей и подростков / А. Б. Ставицкая, Д. И. Арон. – М.: Медгиз, 1959. – 250 с.
14. Хрущев С. В. Детская спортивная медицина: руководство для врачей: 2-е изд., перераб. и доп. / С. В. Хрущев, С. Б. Тихнинский. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
15. Kelly R. Effect of reduced aortic compliance on left ventricular contractile function and energetics in vivo / R. Kelly, R. Tunin, D. Kass // Circ. Res. – 1992. – 71. – P. 490–502.
16. Zachariah J. P. Temporal Trends in Pulse Pressure and Mean Arterial Pressure During the Rise of Pediatric Obesity in US Children / J. P. Zachariah, D. A. Graham, S. D. de Ferranti, R. S. Vasan, J. W. Newburger, G.F. Mitchell // J. Am. Heart Assoc. – 2014. – 3. – e000725.
17. Суботялов М. А. Морфофункциональные и психофизиологические особенности юношей г. Новосибирска в зависимости от типа конституции / М. А. Суботялов // Морфология. – 2020. – Т. 158, № 4–5. – С. 87–92.

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF BOYS DEPENDING ON THE SOMATOTYPE

Kozlova A. P., Subotyalov M. A.

*FSBEI of HE "Novosibirsk state pedagogical University", Novosibirsk, Russia
E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru*

The aim of this work was to analyze the morphofunctional parameters in adolescent males of Novosibirsk, depending on the somatotype.

The data of the study of morphofunctional indicators in boys aged 13–14 years, students of secondary school № 82 in Novosibirsk (152 adolescents, distributed by somatotypes: microsomatic, mesosomatic and macrosomatic) are presented. All subjects had a similar level of physical fitness; adolescents who were seriously engaged in sports were not included in the survey.

Anthropometric indicators were measured using standardized methods. To determine physical development, the following indicators were used: body length, body weight, chest circumference, with their further assessment by centile tables and determination of the somatotype according to the scheme of R. K. Dorokhov and I. I. Bahrakh, with the allocation of micro -, meso- and macrosomatic types.

The following indices were calculated: Quetelet index; Pinier index; Erisman index; Kerdo index; double product. To evaluate the responsiveness of the cardiovascular system to the load test was carried out Rufe, to assess the functional reserves of the respiratory system – Stange's test.

The selection of subjects was carried out by a continuous sample among healthy male adolescents after obtaining consent to participate in the study. Statistical data processing included the calculation of the arithmetic mean and its error. The significance of the differences was judged by the Student's t-test and considered significant at $p < 0.05$. The normal distribution was confirmed by the three sigma rule.

The study revealed significant morphological differences in boys 13–14 years old depending on the somatotype, which allowed to form a morphological individual-typological portrait that characterize the physical health of each somatotype.

Thus, for microsomatic boys, the following features are characteristic: low indicators of body length, body weight, chest girth, minimal strength (density) of the physique; a tendency to low diastolic and high pulse pressure; an average indicator of physical performance; a high indicator of the functional reserves of the respiratory system and the efficiency of the cardiovascular system; the predominance of sympathetic influences in the activity of the autonomic nervous system.

Boys belonging to the mesosomatic type are characterized by average indicators of body weight, chest girth, average strength (density) of the body; average indicators of pulse pressure, physical performance; low level of functional reserves of the respiratory system and efficiency of the cardiovascular system.

Macrosomatic boys are characterized by high indicators of body length, body weight, chest girth, maximum strength (density) of the body; a tendency to low pulse pressure; a

satisfactory indicator of physical performance; a high indicator of the functional reserves of the respiratory system.

The obtained data can be used in applied professional areas: career guidance, sports selection, psychological and pedagogical and therapeutic and preventive activities.

Keywords: adolescents, somatotype, morphofunctional individual-typological «portrait».

References

1. Kuchieva M. B., Chaplygina E. V. Fat component of body mass in healthy boys and girls aged 16-20 years according to bioimpedance and anthropometry data, *Valeologiya*, **3**, 5 (2016).
2. Martirosov E. G., Nikolaev D. V., Rudnev S. G. *Technologies and methods for determining the composition of the human body* (Moscow: Nauka, 2006).
3. Nikityuk D. B., Nikolenko V. N., Khairullin R. M., Minnibayev T. Sh., Chava S. V., Alekseeva N. T. Anthropometric method and clinical medicine, *Journal of Anatomy and Histopathology*, **2**, 10 (2013).
4. Nikolaev V. G., Andreeva L. V., Yusupov R. D., Kobezhikov A. I. Ethnic features of bioimpedance parameters in the youth age, *Biomedical and Biosocial Antropology*, **14**, 12 (2010).
5. Zhvavy N. F., Koinosov P. G., Orlov S. A. *Meditsinskaya antropologiya-nauka o cheloveka, Morphologiya*, **133 (3)**, 42 (2008).
6. Nikolaev V. G., Sharaikina E. P., Sineeveva L. V., Efremova V. P., Sapozhnikov V. A. *Methods of evaluation of individual-typological features of physical development of a person* (Krasnoyarsk: Publishing house of KRASMA, 2005).
7. Panasyuk T. V. Constitutional affiliation as the basis for the forecast of growth and development of children from 3 to 17 years, Autoref. dis. application for the degree of Doctor of Biological Sciences (St. Petersburg, 2008), p. 30.
8. Kalmykov S. V., Sagaleev A. S., Tsybikov A. S. Individual-typological features of athletes of Buryatia, *Theory and practice of physical culture*, **4**, 59 (2016).
9. Almeida A. H. S., Santos S. A., Castro P. J. P. Somatotype analysis of physically active individuals, *J. Sports Med. Phys. Fitn.*, **53**, 268 (2013).
10. Chuyan E. N., Ananchenko M. N. Individual-typological approach to the study of blood microcirculation processes, *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University*, **3 (61)**, 249 (2009).
11. Nikolenko V. N., Nikityuk D. B., Chava S. V. Domestic constitutional anatomy in the aspect of personalized medicine, *Sechenovsky vestnik*, **4 (14)**, 9 (2013).
12. Chaplygina E. V., Sidorenko D. P., Osipov E. S., Elizarova T. M. Somatotypological characteristics of residents of the Rostov region in the age aspect, *Medical Bulletin of the North Caucasus*, **4**, 55 (2010).
13. Stavitskaya A. B., Aron D. I. *Methodology of research of physical development of children and adolescents* (Moscow: Medgiz, 1959).
14. Khrushchev S. V., Tehniski S. B. *Children's sports medicine: a guide for doctors: 2nd ed., reprint. and EXT.* (M.: Medicine, 1991).
15. Kelly R., Tunin R., Kass D. Effect of reduced aortic compliance on left ventricular contractile function and energetics in vivo, *Circ. Res.*, **71**, 490 (1992).
16. Zachariah J. P., Graham D. A., De Ferranti S. D., Vasani R. S., Newburger J. W., Mitchell G. F. Temporal Trends in Pulse Pressure and Mean Arterial Pressure During the Rise of Pediatric Obesity in US Children, *J. Am. Heart Assoc.*, **3**:e000725 (2014).
17. Subotyalov M. A. Morphofunctional and psychophysiological characteristics of young people in Novosibirsk, depending on the type of constitution, *Morphology*, **158(4-5)**, 87 (2020).