

Синева И.М.¹⁾, Зими́на С.Н.¹⁾, Пермякова Е.Ю.²⁾, Хафизова А.А.¹⁾,
Юдина А.М.¹⁾, Негашева М.А.¹⁾

¹⁾ МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии,
119234, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва, Россия;

²⁾ МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, 125009, ул. Моховая, д. 11, Москва, Россия

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Введение. Изучение морфологических признаков и компонентного состава тела позволяет определить особенности функционального состояния, степень тренированности и, как следствие, уровень физического здоровья и благополучия молодежи. Целью данного исследования являлось изучение структуры антропометрических параметров, связанных с уровнем тренированности, у различных групп современной студенческой молодежи.

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужили результаты комплексных антропологических экспедиций сотрудников кафедры антропологии биологического факультета и НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова (2010–2019 гг.), посвященных оценке морфологического статуса студенческой молодежи в шести городах России и ближайшего зарубежья. Были проанализированы некоторые антропометрические показатели, параметры компонентного состава тела и сила сжатия кистей рук 541 юноши и 697 девушек в возрасте от 17 до 22 лет.

Результаты. Внутри- и межгрупповые корреляции между различными показателями физического здоровья и тренированности позволили выделить два основных направления изменчивости. Первое – связано с повышением средних значений массы тела и ИМТ за счет увеличения доли жировой составляющей при одновременном уменьшении доли безжирового компонента. Второе – с увеличением скелетно-мышечной и активной клеточной массы в сочетании с повышением уровня основного обмена и силы сжатия кистей рук, что в совокупности можно рассматривать как комплекс тренированности. Структура описанных факторов отличается у юношей и девушек, статистически значимые различия средних значений этих факторов обнаружены у студентов разных городов.

Заключение. Дальнейшее изучение влияния различной по типу, интенсивности и продолжительности физической активности на морфологические и физиологические характеристики позволит точнее установить факторы образа жизни, определяющие здоровье современной молодежи.

Ключевые слова: морфология человека; физическая активность; компонентный состав тела; индекс массы тела

Введение

Регулярные и адекватные занятия спортом или другой физически активной деятельностью приводят к улучшению мышечной и сердечной тренированности, функционального здоровья, снижению риска заболеваемости сердечно-сосудистой системы (в том числе инсульта), диабета и многих видов рака, а также имеют основополагающее значение для энергетического баланса организма и контроля веса [WHO, 2018]. Систематический обзор исследований, посвященных связи различных вариантов физической активности и показателей

здоровья детей школьного возраста и молодежи, выявил, что улучшение самочувствия наблюдается в любом случае, независимо от вида, продолжительности или регулярности занятий спортом [Poitras et al., 2016]. Поэтому представляется необходимым регулярно посвящать время физической активности средней или высокой интенсивности, достаточно много находиться на свежем воздухе и гулять пешком [US Department of Health and Human Services, 2008; WHO, 2010; Tremblay et al., 2011; Okely et al., 2012]. К сожалению, современные исследования показывают, что более половины подростков и молодых людей в возрасте от 12 до 20 лет не

Таблица 1. Численности обследованных групп юношей и девушек в различных городах
Table 1. Numbers of the participants in different cities by sex

Город	Год обследования	Юноши		Девушки	
		N	Средний возраст, лет	N	Средний возраст, лет
Архангельск	2010	65	19,3	119	19,7
Саранск	2016	94	19,0	120	18,8
Самара	2015	96	18,8	124	19,2
Москва	2016	84	18,0	85	18,0
Баку	2019	24	18,8	63	19,0
Тирасполь	2018	178	19,0	186	19,0
Всего		541		697	

выполняют рекомендованных норм [McCormack, Meendering, 2016; Baran et al., 2018].

В силу того, что организация исследований по объективной оценке физической нагрузки с помощью таких приборов, как акселерометры и шагомеры, является затратной, представляет научный интерес поиск и определение морфологических индикаторов, которые бы отражали внутри- и межгрупповые вариации в группах с разным уровнем физической активности.

Результаты современных исследований показателей состава тела указывают на то, что различные виды нагрузок действительно оказывают влияние на степень развития компонентов телосложения. Так, продолжительность занятий со средней и высокой интенсивностью положительно связана с увеличением мышечной силы, безжировой массы и отрицательно – с величиной жирового компонента [Collings et al., 2015; Riso et al., 2016]. Для юношей и девушек, не выполняющих рекомендованные нормы, наблюдаются процессы противоположной направленности [Baran et al., 2018]. Более того, такие показатели, как процент жировой массы и тощая масса тела, напрямую зависят от времени, проведенного в сидячем или малоподвижном положении [Collings et al., 2015; Riso et al., 2018].

Несмотря на большое число исследований, посвященных данной тематике [Пермякова, Година, Гилярова, 2012; Mark, Janssen, 2011; Verloigne et al., 2012; Siwik et al., 2013; Hohensee, Nies, 2014; Itoi et al., 2015; Raistenskis et al., 2016; da Costaa et al., 2017; Jackson, Cunningham, 2017], в современной литературе практически отсутствуют работы, в которых применяется комплексный подход к изучению вариаций структуры морфологических признаков в связи с интенсивностью физи-

ческой нагрузки. Поэтому целью настоящего исследования стал поиск комплексов различных морфологических параметров, связанных с интенсивностью и продолжительностью занятий спортом, которые могут быть рассмотрены в качестве индикаторов физического здоровья молодежи.

Материалы и методы

В данной работе использованы материалы комплексных антропологических обследований (руководители М.А. Негашева и И.М. Синева), в рамках которых в 2010–2019 годах были обследованы студенты высших учебных заведений различных городов России и ближайшего зарубежья (Москва, Самара, Саранск, Архангельск – Российская Федерация, Баку – Азербайджанская республика, Тирасполь – Приднестровская Молдавская республика). Всего было обследовано более 2500 юношей и девушек, студентов 1–4 курсов. В итоговую выборку было включено 1238 человек (541 юноша и 697 девушек) в возрасте от 17 до 22 лет (табл. 1).

Программа обследования включала в себя измерение основных параметров телосложения (длина и масса тела, обхват талии и бедер) по стандартной методике [Бунак, 1941]. Оценка компонентного состава тела (количество жировой массы – ЖМ, скелетно-мышечной массы – СММ, активной клеточной массы – АКМ, безжировой (тощей) массы – ТМ) проводилась с использованием биоимпедансного анализатора ABC-01 «Меддас» [Николаев с соавт., 2009], также с помощью динамометра была измерена сила сжатия кистей обеих рук.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между показателями состава тела и другими морфологическими признаками в объединенных группах юношей (N=424) и девушек (N=554)
Table 2. Correlation ratio between indicators of body composition and other morphological characteristics in the combined groups of boys (N = 424) and girls (N = 554)

Признак		ЖМ (кг)	АКМ (кг)	СММ (кг)	ТМ (кг)	Основной обмен (ккал/сут.)	Удельный обмен (ккал/кв.м/сут.)	Доля ЖМ (% от МТ)	Доля АКМ (% от ТМ)	Доля СММ (% от ТМ)
Масса тела (кг)	♂	0,842 **	0,361 ***	0,665 **	0,326 ***	0,739 **	-0,177 ***	0,679**	-0,237 ***	-0,422 **
	♀	0,886 **	0,297 ***	0,422 **	0,281 ***	0,556 **	-0,232 ***	0,719**	-0,075	-0,203 ***
Индекс массы тела (кг/м ²)	♂	0,590 **	0,154 **	0,181 ***	0,022	0,260 ***	0,468 **	0,611**	-0,075	-0,550 **
	♀	0,881 ***	0,283 ***	0,352 ***	0,213 ***	0,507 **	-0,059	0,754**	-0,003	-0,188 ***
Сила сжатия правой кисти (кг)	♂	0,136 **	0,391 ***	0,486 **	0,048	0,525 **	0,260 ***	0,048	0,254 ***	0,008
	♀	0,151 ***	0,178 ***	0,231***	0,110*	0,337 ***	0,130 **	0,065	0,139 **	0,033
Сила сжатия левой кисти (кг)	♂	0,090	0,425 **	0,487 **	0,001	0,495 **	0,250 ***	0,014	0,300 **	0,080
	♀	0,179 ***	0,210 ***	0,224 ***	0,068	0,311 ***	0,072	0,099*	0,163 ***	0,036

Примечания. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; полужирным шрифтом выделены значения $r > 0,5$. МТ – масса тела; ЖМ – жировая масса; АКМ – активная клеточная масса; СММ – скелетно-мышечная масса; ТМ – тощая масса.

Notes. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; black typed values are $r > 0.5$. МТ – weight; ЖМ – fat mass; АКМ – active cell mass; СММ – skeletal muscle mass; ТМ – lean mass.

Индекс массы тела (ИМТ), рассчитанный по формуле Кетле [Quetlet, 1871], и соотношение обхватов талии и бедер использовались в качестве дополнительных критериев оценки параметров телосложения. Для определения соотношения различных компонентов состава тела использовались доля ЖМ и ТМ (в процентах от массы тела), доля СММ и АКМ (в процентах от безжировой массы).

В 2019 году программа обследования была расширена за счет внедрения с целью определения некоторых аспектов образа жизни и частоты физических нагрузок дополнительного анкетирования (в частности, учитывалось время пеших прогулок в течение дня, продолжительность и тип физической активности).

Все материалы обследования были собраны с соблюдением правил биоэтики (подписание протоколов информированного согласия на обследование и использование деперсонифицированных индивидуальных данных).

Статистическая обработка результатов осуществлялась в программах STATISTICA 10.0 и Microsoft Excel из стандартного пакета Microsoft Office 2013 с применением методов одномерной и многомерной статистики.

Результаты

На первом этапе работы был проведен анализ корреляционных связей показателей состава тела с некоторыми другими индикаторами физической активности (масса тела, ИМТ, сила сжатия кисти) в объединенных группах 17–22-летних юношей и девушек, результаты которого представлены в таблице 2.

Для оценки факторной структуры признаков, отражающих уровень физической активности, была проведена серия факторных анализов методом главных компонент без ротации (рис. 1). В силу близости величин показателей динамометрии правой и левой кисти из анализа был исключен второй признак. В результате было выделено два фактора, отражающих различные варианты морфологических трансформаций тела. Первый фактор, принимающий на себя 39,6% и 38,7% суммарной изменчивости признаков у юношей и девушек соответственно, описывает вариант телосложения с повышенными значениями массы тела и ИМТ, определяемого, в свою очередь, большой долей ЖМ и изменением структуры тощей массы тела. Второй фактор описывает 25,6% и 28,0% суммарной изменчивости признаков у юношей и девушек соответственно. Данный фактор определяется повышением величин СММ,

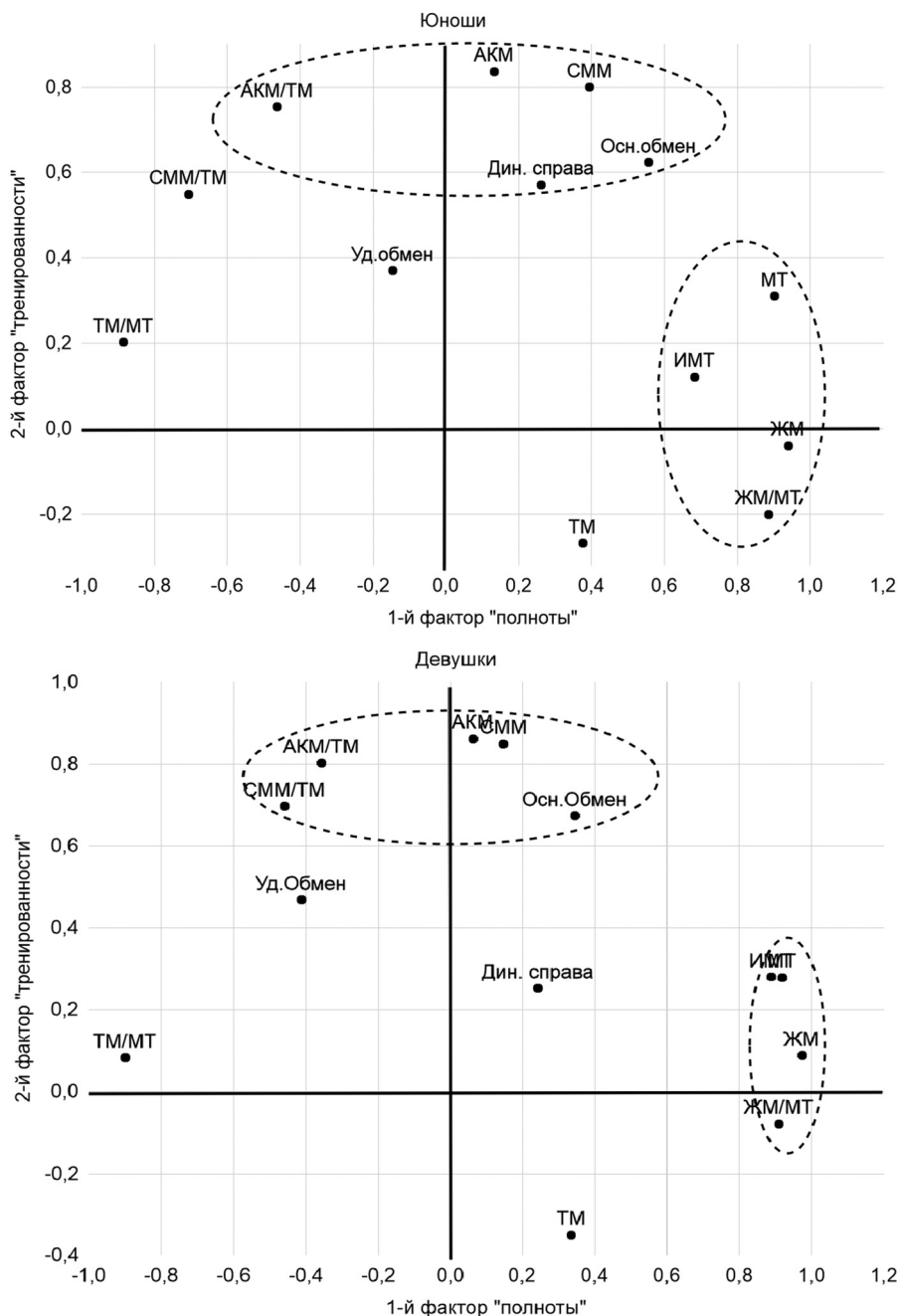


Рисунок 1. Нагрузки изученных показателей на два первых фактора в группах юношей и девушек
Figure 1. Factor loadings for the 1st and 2nd factors in boys and girls

АКМ, уровня основного обмена и силы сжатия кистей рук. Большие значения второго фактора также связаны с изменением структуры тощей массы тела – повышается доля в ней СММ и АКМ, при этом абсолютная величина ТМ уменьшается (см. табл. 3).

Кроме того, по результатам анализа были рассчитаны индивидуальные оценки значений двух первых факторов для юношей и девушек. Для сравнения молодежи из различных городов

по степени выраженности этих факторов был проведен однофакторный дисперсионный анализ (табл. 4, 5).

Дополнительно в группе юношей и девушек, обследованных в г. Баку, были проанализированы анкетные данные, позволяющие оценить некоторые аспекты уровня физической нагрузки. В частности, были рассмотрены связи морфологических индикаторов физической активности с такими анкетными данными, как наличие и продолжительность

дополнительных занятий спортом (кроме обязательных для студентов занятий общей физической подготовкой в рамках учебного плана) и время хождения пешком. Проведенный дисперсионный анализ для групп с дополнительной нагрузкой и без нее выявил достоверные различия по величине показателя соотношения обхвата талии к обхвату бедер (t -тест = 2,35; $p = 0,0279$) и по удельному обмену веществ (t -тест = 2,26; $p = 0,0341$) в группе юношей. Однако анализ корреляционных связей между морфологическими параметрами и анкетными данными выявил невысокие достоверные корреляции уровня удельного обмена с продолжительностью дополнительных занятий спортом ($r = 0,435$; $p = 0,038$), а также незначительную связь долей ЖМ и СММ с суммарным временем (в неделю), отведенным на спортивные занятия и ходьбу пешком ($r = -0,4612$; $p = 0,031$ и $r = 0,499$; $p = 0,018$ соответственно) (табл. 6).

Связь морфологических показателей с величиной физической активности в группе девушек практически не выявляется: дисперсионный анализ не показал достоверных различий между двумя подгруппами – студенток с дополнительной физической нагрузкой и без нее. Корреляционный анализ анкетных данных и морфологических показателей выявил только одно значение, достоверно отличающееся от нуля, – зафиксирована положительная связь между продолжительностью занятий спортом и силой сжатия кисти правой руки ($r = 0,255$; $p = 0,049$) (табл. 7)

Обсуждение

Объем выборок, анализируемых в данном исследовании, не позволил провести сравнения по форме связей физической активности с различными морфологическими признаками между этническими группами, проживающими в различных городах.

Оценка факторной структуры показателей была осуществлена в рамках предположения о том, что принципиального различия в структуре таких связей между этническими когортами в пределах одной большой расы быть не должно. Согласно литературным источникам, представители разных больших рас могут отвечать на спортивную нагрузку отличающимися по своей интенсивности изменениями морфологического статуса [White, Jago, 2012; Guerrero et al., 2017]. Что касается этнических различий, то здесь информация оказывается неполной: некоторые исследователи указывают на отсутствие влияния этнического

Таблица 3. Нагрузки морфологических признаков на 1-й и 2-й факторы
Table 3. Factor loadings of morphological features on the 1st and 2nd factors

	Юноши		Девушки	
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 1	Фактор 2
Масса тела	0,901	0,311	0,917	0,280
ИМТ	0,683	0,122	0,887	0,281
Сила правой кисти	0,260	0,572	0,242	0,253
ЖМ	0,939	-0,039	0,972	0,089
АКМ	0,132	0,837	0,062	0,864
СММ	0,394	0,800	0,146	0,851
ТМ	0,374	-0,267	0,334	-0,350
Основной обмен	0,556	0,625	0,343	0,674
Удельный обмен	-0,146	0,371	-0,412	0,470
Доля ЖМ	0,885	-0,199	0,909	-0,077
Доля АКМ	-0,464	0,754	-0,357	0,803
Доля СММ	-0,707	0,550	-0,460	0,697
Доля ТМ	-0,886	0,203	-0,899	0,084
Доля изменчивости, %	39,6	25,6	38,7	28,0

Примечания. Полужирным шрифтом выделены значения больше 0,7.

Notes. Black typed are values greater than 0,7.

фактора на параметры обезжиренной массы тела [Lee et al., 2014] и степень развития висцерального жира [Cameron et al., 2017]. Основные различия в ассоциативных связях касаются количества жировой ткани и ИМТ, для которых, однако, связь с уровнем физической активности в современных исследованиях подвергается сомнению [Wilks, Besson, Lindroos, 2011]. Опираясь на вышеизложенное, для выявления закономерностей взаимной изменчивости изучаемых признаков мы посчитали возможным объединить выборки из различных городов в группах юношей и девушек. Подробное изучение влияния этнической принадлежности на ассоциативные связи между физической активностью и морфологическими признаками, в том числе показателями компонентного состава тела, может быть перспективным направлением дальнейших исследований.

Корреляции между морфологическими параметрами

Корреляционный анализ между различными морфологическими показателями подтверждает,

Таблица 4. Результаты ANOVA для сравнения групп юношей по значениям факторов
Table 4. ANOVA results for factor values in boys

Город	M±m	СКО	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
Первый фактор «полноты»								
Архангельск {1}	0,35±0,125	0,98		–	–	–	–	p<0,01
Саранск {2}	0,17±0,098	0,95	–		–	–	–	–
Самара {3}	0,09±0,1	0,98	–	–		–	–	–
Москва {4}	0,03±0,097	0,83	–	–	–		–	–
Баку {5}	-0,28±0,2	0,96	–	–	–	–		–
Тирасполь {6}	-0,24±0,08	1,06	p<0,01	–	–	–	–	
Второй фактор «тренированности»								
Архангельск {1}	-0,66±0,087	0,68		p<0,001	–	–	–	p<0,001
Саранск {2}	0,27±0,076	0,73	p<0,001		p<0,001	p<0,001	–	p<0,001
Самара {3}	-0,71±0,074	0,72	–	p<0,001		–	–	p<0,001
Москва {4}	-0,74±0,08	0,68	–	p<0,001	–		–	p<0,001
Баку {5}	-0,26±0,116	0,56	–	–	–	–		p<0,001
Тирасполь {6}	0,83±0,06	0,79	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	

Таблица 5. Результаты ANOVA для сравнения групп девушек по значениям факторов
Table 5. ANOVA results for factor values in girls

Город	M±m	СКО	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
Первый фактор «тренированности»								
Архангельск {1}	0,18±0,082	0,88		p<0,05	–	–	–	p<0,05
Саранск {2}	-0,3±0,081	0,88	p<0,05		p<0,001	–	p<0,05	–
Самара {3}	0,32±0,096	1,07	–	p<0,001		–	–	p<0,001
Москва {4}	0,07±0,096	0,83	–	–	–		–	–
Баку {5}	0,23±0,154	1,19	–	p<0,05	–	–		–
Тирасполь {6}	-0,24±0,073	0,99	p<0,05	–	p<0,001	–	–	
Второй фактор «тренированности»								
Архангельск {1}	-0,31±0,129	1,39		–	p<0,001	–	–	p<0,001
Саранск {2}	-0,06±0,045	0,49	–		p<0,001	p<0,001	–	p<0,001
Самара {3}	-0,76±0,041	0,45	p<0,001	p<0,001		–	p<0,001	p<0,001
Москва {4}	-0,55±0,056	0,49	–	p<0,001	–		p<0,05	p<0,001
Баку {5}	-0,07±0,08	0,62	–	–	p<0,001	p<0,05		p<0,001
Тирасполь {6}	1±0,045	0,61	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	

Примечания к таблицам 4 и 5. В столбцах {1}–{6} указаны уровни достоверности попарных различий между городами по каждому из факторов по методу Шеффе. M±m – значения средней величины ± квадратическая ошибка средней. СКО – среднееквадратическое отклонение.

Notes to Table 4, 5. Columns {1}–{6} indicate the level of confidence of pairwise differences between cities for each of the factors according to the Scheffe method. M ± m – mean values ± square mean error. СКО – standard deviation.

Таблица 6. Результаты корреляционного анализа между морфологическими признаками и уровнем физической нагрузки у юношей Баку (N=22)**Table 6. The results of the correlation analysis between morphological characteristics and the level of physical activity in Baku boys (N = 22)**

Признак	Наличие дополнительной физической нагрузки	Время пеших прогулок в день	Продолжительность дополнительной физической нагрузки в неделю
Масса тела	0,097	-0,313	-0,132
Длина тела	-0,332	-0,145	-0,174
ИМТ	0,275	-0,286	-0,064
Обхват талии	0,219	-0,292	-0,139
Обхват бедер	0,035	-0,325	-0,127
Т/Б	0,425	-0,119	-0,121
Сила правой кисти	-0,191	-0,025	-0,294
Сила левой кисти	-0,130	0,041	-0,181
ЖМ	-0,018	-0,234	-0,303
АКМ	0,322	-0,341	0,201
СММ	0,285	-0,200	0,242
ТМ	0,213	-0,317	0,126
Основной обмен	0,323	-0,341	0,202
Удельный обмен	0,430	0,019	0,434
Доля ЖМ	-0,081	-0,240	-0,378
Доля АКМ	0,323	-0,140	0,205
Доля СММ	0,166	0,411	0,279
Доля ТМ	0,081	0,242	0,379

Примечания. Полужирным шрифтом выделены значения, для которых $p < 0,05$.

Notes. Black typed are values with $p < 0,05$.

что наиболее существенные и достоверные связи демонстрируют масса тела и жировой компонент. Коэффициенты корреляции между массой тела и ИМТ с одной стороны и ЖМ, долей ЖМ и уровнем основного обмена с другой достигают значений более 0,8 и для юношей, и для девушек (табл. 2). Для других сочетаний признаков настолько высокие показатели связи обнаруживаются только для силы сжатия правой кисти и уровня основного обмена в группе юношей. Важно отметить, что показатели мышечной силы рук вообще слабо связаны с другими признаками, особенно низкие значения коэффициентов показаны для девушек. Это сочетается с результатами анализа анкетных данных, которые будут описаны ниже.

Среди компонентов телосложения, описывающих развитие активной и мышечной массы, выделяется величина последней: именно этот показатель связан наибольшими корреляциями с параметрами кистевой динамометрии, массой тела и ИМТ. Причем наиболее высокие коэффициенты корреляции

зафиксированы в группе юношей, что отражает большой вклад мышечной массы в формирование телосложения у данного пола. Исследования компонентного состава тела у спортсменов подтверждают, что абсолютные значения скелетно-мышечной массы, наряду с долей активно-клеточной массы можно использовать в качестве характеристики физического развития и тренированности [Николаев с соавт., 2009]. Важно отметить также небольшие, но достоверные отрицательные связи между ИМТ и массой тела с одной стороны и долей АКМ и СММ (в % от тощей массы) с другой, наблюдаемые у обоих полов. Это свидетельствует о том, что при увеличении ИМТ происходит комплексное изменение параметров состава тела: кроме значительного повышения жировой массы меняется состав и безжирового компонента (тощей массы). Доля мышц и клеток, вовлеченных в активную работу, падает, а доля внеклеточной воды и малоактивных клеток, напротив, повышается.

Таблица 7. Результаты корреляционного анализа между морфологическими признаками и уровнем физической нагрузки у девушек Баку (N=60)

Table 7. The results of the correlation analysis between morphological characteristics and the level of physical activity in Baku girls (N = 60)

Признак	Наличие дополнительной физической нагрузки	Время пеших прогулок в день	Продолжительность дополнительной физической нагрузки в неделю
Масса тела	0,188	0,018	0,061
Длина тела	0,133	-0,072	0,119
ИМТ	0,174	0,048	0,041
Обхват талии	0,060	0,026	-0,009
Обхват бедер	0,156	0,133	0,081
Т/Б	-0,099	-0,140	-0,135
Сила правой кисти	0,100	-0,022	0,131
Сила левой кисти	0,099	-0,064	0,255
ЖМ	0,189	0,045	0,037
АКМ	0,106	-0,052	0,091
СММ	0,210	-0,053	0,136
ТМ	0,169	-0,025	0,093
Основной обмен	0,106	-0,053	0,090
Удельный обмен	-0,221	-0,075	-0,039
Доля ЖМ	0,200	0,066	0,055
Доля АКМ	-0,086	-0,107	0,067
Доля СММ	0,092	-0,099	0,110
Доля ТМ	-0,203	-0,068	-0,058

Примечания. Полужирным шрифтом выделены значения, для которых $p < 0,05$.
Notes. Black typed are values with $p < 0,05$.

Факторная структура морфологических индикаторов физической активности

Анализ нагрузочных коэффициентов признаков позволяет определить морфологические комплексы, соответствующие большим значениям первого и второго факторов. Так, первый фактор условно можно обозначить как «фактор полноты», поскольку большие его значения будут встречаться у людей с повышенными значениями ИМТ, обусловленными значительным развитием жировой ткани. Второй фактор можно определить как «фактор тренированности» – большие значения его будут характерны для людей с большой долей СММ и АКМ, быстрым обменом веществ и силой сжатия кистей рук выше среднего (рис. 1).

Распределение нагрузок признаков на факторы у юношей и девушек достаточно близко (табл. 3). Тем не менее, наблюдаются некоторые различия в нагрузках на первый фактор, которые выражаются

в изменении величины коэффициентов. Так, у юношей большие значения первого «фактора полноты» определяются не только минимальной величиной доли тощей массы по отношению к массе тела, но и уменьшением доли СММ и АКМ. Такие же результаты были получены и при анализе корреляционных связей: показано, что при смещении варианта телосложения в сторону увеличения жирового компонента у мужчин также заметно уменьшается доля мышц по отношению к другим составляющим безжировой массы. При этом подобное изменение структуры у девушек выражено в меньшей степени.

Дисперсионный анализ значений факторов позволяет сравнить группы юношей и девушек из различных городов по выделенным комплексным морфологическим индикаторам тренированности (табл. 4, 5): не по всем факторам наблюдаются статистически значимые различия. Так, юноши по величине первого фактора – «полноты» оказываются

ся очень близки между собой. Наименьшие значения этого показателя зафиксированы у студентов города Тirasполь. Для девушек по первому фактору обнаруживается большее число статистически значимых различий – достоверно более низкими значения компоненты «полноты» оказываются у представительниц городов Тirasполь и Саранск, а повышенными – у жительниц Самары.

По второму фактору получено большее число различий с высоким уровнем значимости. Заметно выделяются на общем фоне юноши и девушки из г. Тirasполь: они демонстрируют достоверное увеличение значений фактора «тренированности» по сравнению со всеми остальными группами. Аналогичная тенденция зафиксирована для групп из Баку и Саранска. Минимальными величинами показателей по этому фактору обладают юноши и девушки из Самары и Москвы, а также студентки г. Архангельска.

Анализ уровня физической активности

Половые различия по связи показателей состава тела с интенсивностью физической нагрузки, обнаруженные на примере юношей и девушек Баку, согласуются с результатами других исследований. Так, Е.З. Година с соавторами по результатам обследования школьников также указывала на то, что умеренные физические нагрузки приводят к заметным изменениям жировой и активной клеточной массы у юношей, но практически не влияют на морфологические показатели в группе девушек. Для достижения заметных результатов девушкам необходимы более интенсивные тренировки: у профессиональных спортсменок уменьшение жировой массы и накопление скелетно-мышечной происходит более заметно [Godina et al., 2007].

В нашем исследовании также обнаружена достоверная связь некоторых компонентов телосложения с суммарным временем, посвященным дополнительной физической активности и ходьбе пешком в группе юношей, что указывает на важность соблюдения баланса между интенсивными занятиями спортом и умеренной аэробной нагрузкой. Некоторые данные указывают, что более сильными являются ассоциации различных компонентов состава тела с уровнем физической подготовленности – возможностью выполнять физические упражнения, но не со временем, проведенным за тренировками или в сидячем положении [Joensuu et al., 2018].

Отсутствие достоверных связей регистрируемой силы кистей рук с занятиями спортом может

быть обусловлено тем, что при анализе не учитывался конкретный тип физической нагрузки. Очевидно, что аэробные упражнения или интенсивные кардио нагрузки могут не приводить к увеличению силы мышц рук, особенно в женской группе. Продолжение исследований в этой области с учетом вида активности может уточнить связи показателей силы кистей рук с различной по типу и продолжительности физической активностью.

Заключение

Изученные закономерности внутри- и межгрупповых корреляций между различными показателями физического здоровья и тренированности позволили выделить два основных направления изменчивости. Первое направление связано с повышением массы тела и ИМТ за счет увеличения доли жирового и уменьшения доли безжирового компонента, второе – с увеличением скелетно-мышечной и активной клеточной массы в сочетании с повышением уровня основного обмена и силы сжатия кистей рук – его можно определить как комплекс тренированности. Половые различия зафиксированы как в структуре факторов, так и в причинах, влияющих на их выраженность (согласно данным по образу жизни). Среди рассмотренных в данной работе групп студентов наибольшими показателями тренированности обладают юноши и девушки из Тirasполя, Баку и Саранска. Наименее тренированными и более склонными к повышению жировой компоненты оказались студентки из Самары и Архангельска.

Дальнейшее изучение влияния различной по типу, интенсивности и продолжительности физической активности на морфологические и физиологические характеристики позволит более точно выделить факторы образа жизни, определяющие здоровье современной молодежи.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-78-10013.

Библиография

- Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941.
Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с.

Пермякова Е.Ю., Година Е.З., Гилярова О.А. Влияние физической активности и суточного потребления калорий на особенности жировоголожения у современных детей и подростков Архангельского региона и г. Москвы // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2012. № 4. С. 112-120.

Сведения об авторах

Синева Ирина Михайловна, к.б.н.,
ORCID ID: 0000-0003-3336-898X; i-sineva@yandex.ru;
Зимина Софья Николаевна, к.б.н.,
ORCID ID: 0000-0002-3777-1007; sonishat@yandex.ru;

Пермякова Екатерина Юрьевна, к.б.н.,
ORCID ID: 0000-0002-6490-4004; katerinapermyakova@gmail.com;
Хафизова Айнур Асхадовна, ORCID ID: 0000-0003-4764-6792;
aya.khafizova@gmail.com;
Юдина Анастасия Михайловна, ORCID ID: 0000-0002-2456-0948;
nastasia2455@yandex.ru;
Негашева Марина Анатольевна, д.б.н., профессор,
ORCID ID: 0000-0002-7572-4316; negasheva@mail.ru.

Поступила в редакцию 21.12.2019,
принята к публикации 09.01.2020.

Sineva I.M.¹⁾, Zimina S.N.¹⁾, Permyakova E.Yu.²⁾, Khafizova A.A.¹⁾,
Iudina A.M.¹⁾, Negasheva M.A.¹⁾

¹⁾ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Anthropology, Leninskie Mount Street, 1,
p. 12, Moscow, 119234, Russia;

²⁾ Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology, Mochovaya st., 11,
Moscow, 125009, Russia

MORPHOLOGICAL INDICATORS OF PHYSICAL ACTIVITY IN MODERN STUDENT YOUTH

Introduction. The study of morphological features and body composition allows us to determine the features of the functional state, training status and, as a result, the level of physical health and well-being of young people. The aim of this study was to research the structure of anthropometric parameters associated with training status in various groups of modern student.

Materials and methods. The material for this work was the results of complex anthropological expeditions of the Department of Anthropology of Faculty of Biology and Anuchin Institute and the Museum of Anthropology of Lomonosov Moscow State University (2010-2019), dedicated to assessing the morphological status of students from six cities of Russia and neighboring countries. Some anthropometric indicators, parameters of the body composition and the dynamometry of both hands for 541 boys and 697 girls aged 17 to 22 years were analyzed.

Results and discussion. Intra- and intergroup correlations between different indicators of physical health and training level have allowed us to identify two main areas of variability. The first is associated with an increase in the average values of body mass and BMI due to an increase in the percent body fat while reducing the percent of the non-fat component. The second – with an increase in skeletal muscle and active cell mass in combination with an increase in the level of basic metabolism and dynamometry of the hands, which together can be considered as a training complex. The structure of the described factors is differentiated by gender, statistically significant differences in their size are found in students of different cities.

Conclusion. Further study of the influence of different types, intensities and durations of physical activity on morphological and physiological characteristics will help to better identify lifestyle factors that determine the health of the modern population.

Keywords: human morphology; physical activity; body composition; BMI

References

Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. *Bioimpedansnyi analiz sostava tela cheloveka* [Bioelectric impedance analysis of human body composition]. Moskva, Nauka Izd [Moscow, Nauka Publ.], 2009, 392 p. (In Russ.).

Permyakova E.Yu., Godina E.Z., Gilyarova O.A. Vliyaniye fizicheskoy aktivnosti i sutochnogo potrebleniya kalorij na osobennosti zhirootlozheniya u sovremennykh detej i podrostkov Arhangel'skogo regiona i g. Moskvy [Correlations between the level of physical activity and daily calorie intake with body fat parameters in modern children and adolescents living in Arkhangelsk region and the city of Moscow]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2012, 4, pp. 112-120. (In Russ.).

- Baran J., Weres A., Czenczek-Lewandowska E., Wyszynska J., Luszczycki E., Deren K., Sobek G., Wiech P. Blood lipid profile and body composition in a pediatric population with different levels of physical activity. *Lipids Health Dis.*, 2018, 17 (1), p. 171. DOI: 10.1186/s12944-018-0817-2.
- Cameron N., Godino J., Nichols J.F., Wing D., Hill L., Patrick K. Associations between physical activity and BMI, body fatness, and visceral adiposity in overweight or obese Latino and non-Latino adults. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2017, 41 (6), pp. 873-877. DOI: 10.1038/ijo.2017.49.
- Collings P.J., Wijndaele K., Corder K., Westgate K., Ridgway C.L., Sharp S.J., Dunn V., Goodyer I., Ekelund U., Brage S. Magnitude and determinants of change in objectively-measured physical activity, sedentary time and sleep duration from ages 15 to 17.5y in UK adolescents: the ROOTS study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2015, 12, p. 61. DOI: 10.1186/s12966-015-0222-4.
- da Costaa B. G.G., da Silva K. S., Georgec A. M., de Assisa M. A. Sedentary behavior during school-time: Sociodemographic, weight status, physical education class, and school performance correlates in Brazilian schoolchildren. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2017, 20 (1), pp. 70-74.
- Godina E.Z., Khomyakova I.A., Purundzhan A.L. et al. Effect of physical training on body composition in moscow adolescents. *J. Physiol. Anthropol.*, 2007, 26 (2), pp. 229-234. DOI: 0.2114/jpa2.26.229.
- Guerrero A.D., Flores M., Vangala S., Chung P.J. Differences in the fssociation between physical activity and children's overweight and obesity status among the major racial and ethnic groups of U.S. children. *Health Educ Behav.*, 2017, 44 (3), pp. 411-420. DOI: 10.1177/1090198116667719.
- Hohensee C.W., Nies M.A. Physical activity in American schools and body mass index percentile. *J. Child. Health Care*, 2014, 18 (2), pp.192-201.
- Itoi A., Yamada Y., Nakae S., Kimura M. Decline in objective physical activity over a 10-year period in a Japanese elementary school. *J. Physiol. Anthropol.*, 2015, 34, p. 38.
- Jackson S.L., Cunningham S.A. The stability of children's weight status over time, and the role of television, physical activity, and diet. *Prev. Med.*, 2017, 100, pp. 229-234.
- Joensuu L., Сyудожа H., Kallio J., Kulmala J., Kujala U.M., Tammelin T.H. Objectively measured physical activity, body composition and physical fitness: Cross-sectional associations in 9- to 15-year-old children. *Eur. J. Sport Sci.*, 2018, 18 (6), pp. 882-892. DOI: 10.1080/17461391.2018.1457081.
- Lee S., Bountziouka V., Lum S., Stocks J., Bonner R., Naik M., Fothergill H., Wells J.C. Ethnic variability in body size, proportions and composition in children aged 5 to 11 years: is ethnic-specific calibration of bioelectrical impedance required? *PLoS One*, 2014, 9 (12), e113883. DOI: 10.1371/journal.pone.0113883.
- Mark A.E., Janssen I. Influence of movement intensity and physical activity on adiposity in youth. *J. Phys. Act. Health*, 2011, 8 (2), pp. 164-173.
- McCormack L.A., Meendering J. Diet and physical activity in rural vs urban children and adolescents in the United States: a narrative review. *J. Acad. Nutr. Diet*, 2016, 116 (3), pp. 467-480.
- Okely, A., Salmon, J., Vella, S., Cliff, D., Timperio, A., Tremblay, M., Trost S., Shilton T., Hinkley T., Ridgers N., Phillipson L., Hesketh K., Parrish A.-M., Janssen X., Brown M., Emmel J., Marino N. A systematic review to update the Australian Physical Activity Guidelines for Children and Young People. Report prepared for the Australian Government Department of Health, 2012. Available at: <https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/3768EA4DC0BF11D0CA257BF0001ED77E/%24File/SR-APAGCYP.pdf> (Accessed: 18.12.2019).
- Poitras V.J., Gray C.E., Borghese M.M., Carson V., Chaput J.P., Janssen I., Katzmarzyk P.T., Pate R.R., Connor Gorber S., Kho M.E., Sampson M., Tremblay M.S. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 41 (6), pp. 197-239. DOI: 10.1139/apnm-2015-0663.
- Quetlet A. Antropometrie. Bruxelles, 1871. 251 p.
- Raistenskis J., Sidlauskiene A., Strukcinskiene B., Upur Baysal S., Buckus R. Physical activity and physical fitness in obese, overweight, and normal-weight children. *Turk. J. Med. Sci.*, 2016, 46 (2), pp. 443-450. DOI: 10.3906/sag-1411-119.
- Riso E.M., Kull M., Mooses K., Hannus A., Jurimae J. Objectively measured physical activity levels and sedentary time in 7-9-year-old Estonian schoolchildren: independent associations with body composition parameters. *BMC Public Health*, 2016, 16, p. 346. DOI: 10.1186/s12889-016-3000-6.
- Riso E.M., Kull M., Mooses K., Jurimae J. Physical activity, sedentary time and sleep duration: associations with body composition in 10-12-year-old Estonian schoolchildren. *BMC Public Health*, 2018, 18 (1), p. 496. DOI: 10.1186/s12889-018-5406-9.
- Siwik V., Kutob R., Ritenbaugh Ch., Cruz L., Senf J., Aickin M., Going S., Shatte A. Intervention in Overweight Children Improves Body Mass Index (BMI) and Physical Activity. *J. Am. Board Fam. Med.*, 2013, 26 (2), pp. 126-137.
- Tremblay M.S., Warburton D.E.R., Janssen I., Paterson D.H., Latimer A.E., Rhodes R.E., Kho M.E., Hicks A., Leblanc A.G., Zehr L., Murumets K., Duggan M. New Canadian physical activity guidelines. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 2011, 36 (1), pp. 36-46.
- US Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans, 2008. Available at: <http://health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>. (Accessed: 04.11.2019).
- Verloigne M., Van Lippevelde W., Maes L., Yildirim M., Chinapaw M., Manios Y., Androustos O., Kovacs E., Bringolf-Isler B., Brug J., De Bourdeaudhuij I. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *Int. Jour. of Behav. Nutr. and Phy. Act.*, 2012, 9, p. 34.
- White J., Jago R. Prospective associations between physical activity and obesity among adolescent girls: racial differences and implications for prevention. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.*, 2012, 166 (6), pp. 522-527. DOI: 10.1001/archpediatrics.2012.99.
- WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health, 2010. Available at: http://who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf. (Accessed by 04.11.2019).
- WHO. Physical activity, 2018. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> (Accessed: 12.10.2019).
- Wilks D.C., Besson H., Lindroos A.K., Ekelund U. Objectively measured physical activity and obesity prevention in children, adolescents and adults: a systematic review of prospective studies. *Obesity Reviews*, 2011, 12 (5), pp. 119-129.

Information about Authors

Sineva Irina M., PhD, ORCID ID: 0000-0003-3336-898X; i-sineva@yandex.ru;
Zimina Sofya N. Researcher, PhD, ORCID ID: 0000-0002-3777-1007; sonishat@yandex.ru;
Permiakova Ekaterina Yu., PhD, ORCID ID: 0000-0002-6490-4004; ekaterinapermyakova@gmail.com;
Khafizova Ainur A., ORCID ID: 0000-0003-4764-6792; aya.khafizova@gmail.com;
Yudina Anastasia M., ORCID ID: 0000-0002-2456-0948; nastasia2455@yandex.ru;
Negasheva Marina A., DSc., Professor, ORCID ID: 0000-0002-7572-4316; negasheva@mail.ru.