

## АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 316.334.2:572.08

DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).165-178

ГРНТИ 78.15+34.37.15

Специальность ВАК 3.3.1

*Научная статья*

### ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПЕРИОД ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Гайворонский И. В.<sup>1, 2, 3</sup>, Семенов А. А.<sup>1, 2</sup>, Криштоп В. В.<sup>1</sup>, Горячева И. А.<sup>1, 2</sup>,  
Семенова А. А.<sup>1, 2</sup>, Селиванова Е. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия)

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский имени В. А. Алмазова  
(Санкт-Петербург, Россия)

**Аннотация** Исследования закономерностей динамики компонентного состава тела практически здоровых лиц, на примере адаптации курсантов к обучению в военном вузе, должны проводиться на основе мультикритериальной оценки с применением комплекса статистических методик. Цель исследования – выявить связанные с полом корреляционные плеяды показателей и оценить их вклад в адаптацию компонентного состава тела юношей и девушек к обучению в военной образовательной организации. Обследована связанная выборка из 387 курсантов мужского пола и 27 курсантов женского пола за период их обучения на 1-6 курсах. Измерение компонентного состава тела проводили с помощью анализатора компонентного состава тела Tanita MC-780 MA. На основе полученных данных формировались корреляционные плеяды. Достоверность влияния обучения в военном вузе, пола и их совместный эффект оценивали с использованием двухфакторного дисперсионного анализа. В результате выяснено, что половые особенности адаптации к обучению в военном вузе связаны с формированием двух альтернативных комплексов взаимосвязанных параметров. У мужчин изменения компонентного состава тела при адаптации связаны с ИМТ, а у женщин с общим объемом воды тела. Кроме того, у мужчин-курсантов военного вуза важную негативную роль играет жировая ткань верхних конечностей, на что указывает корреляционная связь с пульсом. Обучение в военном вузе не зависимо от пола постепенно развивает такие показатели как мышечная масса туловища и рейтинг физического развития, а также останавливает обусловленный возрастными изменениями рост объема висцерального жира и ИМТ. Полученные данные демонстрируют, что в качестве независимого от пола маркера успешной адаптации компонентного состава тела к обучению в военном вузе можно использовать мышечную массу туловища и рейтинг физического развития. Адаптацию мужчин лучше всего характеризует динамика ИМТ, женщин общий объем воды тела.

**Ключевые слова:** компонентный состав тела, половые особенности, корреляционные плеяды, дисперсионный анализ, военный вуз

**Для цитирования:** Гайворонский И. В., Семенов А. А., Криштоп В. В., Горячева И. А., Семенова А. А., Селиванова Е. С. Половые особенности показателей физического развития в период обучения курсантов в военном вузе // Вестник НовГУ. 2024. 2 (136). 165-178. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).165-178

Research Article

## SEXUAL CHARACTERISTICS OF PHYSICAL DEVELOPMENT INDICATORS DURING THE TRAINING OF CADETS AT A MILITARY UNIVERSITY

Gaivoronsky I. V.<sup>1, 2, 3</sup>, Semenov A. A.<sup>1, 2</sup>, Krishtop V. V.<sup>1</sup>, Goryacheva I. A.<sup>1, 2</sup>,  
Semenova A. A.<sup>1, 2</sup>, Selivanova E. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> S. M. Kirov Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia)

<sup>2</sup> St Petersburg State University (Saint Petersburg, Russia)

<sup>3</sup> Almazov National Medical Research Center (Saint Petersburg, Russia)

**Abstract** Studying the patterns of dynamics of the body component composition of practically healthy individuals, using the example of the cadets' adaptation to study at a military university, should be conducted on the basis of a multicriteria assessment using a set of statistical techniques. The purpose of the study is to identify gender-related correlational pleiades of indicators and assess their contribution to the adaptation of the body component composition of boys and girls to training in a military educational organization. A related sample of 387 male and 27 female cadets was examined during the period of their studies at 1-6 years. The body component composition was measured using the Tanita MC-780 MA body component analyzer. Correlational pleiades were formed based on the data obtained. The reliability of the impact of training at a military university, gender and their combined effect were evaluated using two-factor analysis of variance. The sexual characteristics of adaptation to training at a military university are associated with the formation of two alternative complexes of interrelated parameters. In men, changes in the body component composition during adaptation are associated with BMI, and in women with the total body water volume. In addition, in male cadets of a military university, the adipose tissue of the upper extremities plays an important negative role, as indicated by the correlation with the pulse. Studying at a military university, regardless of gender, gradually develops such indicators as trunk muscle mass and physical development rating, as well as stops the growth of visceral fat and BMI due to age-related changes. The obtained data demonstrate that, as a gender-independent marker of successful adaptation of the body component composition to training at a military university, it is possible to use the trunk muscle mass and the rating of physical development. Men's adaptation is best characterized by the dynamics of BMI, women's one is characterized by total body water volume.

**Keywords:** *body component composition, sexual characteristics, correlation pleiades, analysis of variance, military university*

**For citation:** Gaivoronsky I. V., Semenov A. A., Krishtop V. V., Goryacheva I. A., Semenova A. A., Selivanova E. A. Development of the theoretical annealing model for two-component systems // Vestnik NovSU. 2024. 2 (136). 165-178. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).165-178

### Введение

Многочисленные научные работы последних десятилетий посвящены концепции альтернативных морфофункциональных стратегий мужского и женского пола, расширяющих адаптационный потенциал человека как вида [1, 2]. Продемонстрированы ассоциированные с полом гормональные реакции на стресс [1], и преобразования компонентного состава тела [2]. Однако, работы по динамике половых особенностей компонентного состава тела как показателя адаптации к обучению в военном вузе в связанной выборке (у одних и тех же лиц) отсутствуют. В антропологических исследованиях комбинация корреляционного и дисперсионного анализа зарекомендовала себя в качестве многокритериального подхода, позволяющего выявить основные блоки параметров, формирующих альтернативные стратегии адаптации [3]. Отмеченные выше аспекты определили цель исследования.

*Цель исследования* – выявить связанные с полом корреляционные плеяды показателей и оценить их вклад в адаптацию компонентного состава тела юношей и девушек к обучению в военной образовательной организации.

### **Материалы и методы**

Объектом исследования служили курсанты мужского и женского пола военного вуза в возрасте от 17 до 23 лет (1-6 курсы). Изучена связанная выборка (динамическое наблюдение одних и тех же лиц) – 387 курсантов мужского пола и 27 военных девушек, проходивших обучение в период с 2017 г. по 2023 г. Все они были обследованы до начала обучения на 1 курсе (абитуриенты) в июле 2017 года. Всего проведено 2484 комплексных обследования одних и тех же лиц, включающих в себя оценку компонентного состава тела (15 показателей, табл.1), и функционального состояния сердечно-сосудистой системы, систолического и диастолического артериального давления, пульса, динамометрии кистей рук и жизненной емкости легких – спирометрии (5 функциональных показателей).

Исследование осуществлялось с соблюдением принципов добровольности, прав и свобод личности, гарантированных ст. 21 и 22 Конституции РФ. Измерение компонентного состава тела проводили с помощью анализатора компонентного состава тела Tanita MC-780 MA. Лицензионное программное обеспечение анализатора позволяет автоматически оценить компонентный состав тела, содержание жировой, мышечной, костной масс, воды, метаболический возраст, основной обмен, саркопенический индекс, рейтинг физического развития и экспортировать данные на персональный компьютер. Диапазон нормы также определяли с помощью приложения, входящего в комплект поставки оборудования [4].

Метаболический (биологический) возраст (MetaAge) – это условно определенный возраст организма, рассчитанный путем сравнения исследуемого основного обмена со средним значением основного обмена его возрастной группы. Формулы для расчета метаболического возраста, а также средние значения показателей основного обмена у лиц разных возрастных групп, применяемые анализатором Tanita MC-780 MA, являются результатом разработок исследовательской группы корпорации Tanita (Tanita HQ, Japan). Уровень основного обмена веществ – минимальное количество энергии, необходимое организму в покое для эффективного функционирования. На основании измерений мышечной и жировой масс определялся рейтинг физического развития (Physique Rating, РФР).

Саркопенический индекс – это отношение скелетной мышечной массы конечностей к квадрату роста,  $\text{kg}/\text{m}^2$  [5]. По версии официального сайта [tanita.com](http://tanita.com), в норме данный индекс составляет 7,23 и более у мужчин, и 5,67 и более у женщин.

Уровень висцерального жира – это объем жировой ткани в забрюшинном пространстве, брыжейках тонкой и толстой кишок, подбрюшинном пространстве,

клетчатке органов малого таза, большом и малом сальниках. Показатели уровня висцерального жира принимают значения от 1 до 59 усл. ед., диапазон 1-12 определен как норма, диапазон 13-59 указывает на избыток висцерального жира [6].

Индекс массы тела или индекс Кетле (ИМТ) отображался автоматически на дисплее электронных весов (с ростомером) Soehnle 7831. В соответствии с данными литературы, индекс Кетле является информативным показателем и рассчитывается по формуле:  $ИМТ = \text{масса тела (кг)} / \text{рост (м}^2\text{)}$ .

Следует отметить, что аппаратные показатели вышеуказанных компонентов тела являются относительными, в сумме не соответствующими общей массе организма. С учетом строгого соблюдения правил измерения они являются информативными в оценке динамики изменений состава тела.

Полученные данные были обработаны методами вариационной статистики (Statistica 12). Достоверность межгрупповых различий определялась при помощи t-критерия Стьюдента. Различия с показателями первого курса считали достоверными при  $p < 0,05$ . Взаимосвязанность изменений полученных первичных данных оценивали при помощи коэффициента корреляции Кендала ( $\tau$ ) [3], последний считали достоверным при  $p < 0,05$ .  $\tau$  рассчитывался при помощи программы Statistica 12. Сильной корреляционной связью считался  $\tau$  по модулю равный и больший 0,7, средней – по модулю равный и больший 0,3, слабой – по модулю меньший 0,3. Достоверность влияния обучения в военном вузе, пола и их совместный эффект оценивали с использованием двухфакторного дисперсионного анализа, при помощи программы Statistica 12. Достоверным считалось влияние фактора или их комбинации при  $p < 0,05$ .

### **Обсуждение результатов**

Ниже приведен список специальностей ВАК, одна из которых должна быть указана для Вашей статьи. Изменения компонентного состава тела и функциональных показателей физического развития при обучении в военном вузе охватывают весь период обучения – 6 лет, что соответствует возрасту с 17 до 23 лет. Соответственно у курсантов мужского пола первые четыре года обучения соответствуют юношескому периоду, а последние 2 года – I зрелому периоду развития организма. У девушек первые три года обучения относятся к юношескому периоду жизни, а последние 3 года – I зрелому периоду развития организма женщины.

Первым этапом нашей работы стала количественная оценка основных закономерностей динамики и половых особенностей исследуемых показателей (таблица 1). Большинство показателей компонентного состава тела характеризуется небольшим диапазоном различий, сохраняющимся на протяжении всего времени обучения.

Таблица 1. Диапазон прироста достоверно различающихся показателей компонентного состава тела у лиц мужского пола по отношению к лицам женского пола в период обучения в военном вузе

Показатели компонентного состава тела	Диапазон различий достоверных показателей
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	2,9***
Мышечная масса туловища, кг	(3,1 – 3,9)
Мышечная масса верхних конечностей, кг	(2,2 – 2,7)
Мышечная масса нижних конечностей, кг	(6,7 – 7,3)
Вес тела без жира, кг	(17,0 – 17,7)
Общая жировая масса, кг	(-3,3 – -2,2)
Жировая масса туловища, кг	(-2,2 – -0,7)
Жировая масса верхних конечностей, кг	(0 – 0,4)*
Жировая масса нижних конечностей, кг	(-5,6 – -3,6)
Висцеральный жир, у.е.	-**
Общий объем воды тела, кг	(11,7 – 14,5)
Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	(1,8 – 2,2)
Рейтинг физического развития, у.е.	-**
Уровень основного обмена веществ, Кдж	(1642,8 – 1996,6)
Метаболический возраст, лет	-**

\* показатели достоверно различаются только с 1 по 5 курс обучения ( $p < 0,05$ ).

\*\* различия между курсами не достоверны.

\*\*\* различия между курсами, выявляемые t-критерием Стьюдента достоверны только для шестого курса.

Динамика абсолютных показателей курсантов мужского пола и курсантов женского пола продемонстрирована нами в предшествующих исследованиях [3]. Мышечная масса туловища верхних и нижних конечностей, вес тела без жира, а также уровень основного обмена веществ у мужчин курсантов характеризуются более высокими значениями по сравнению с представительницами женского пола. Общая жировая масса, жировая масса туловища и нижних конечностей, наоборот больше у курсанток женского пола. Половых различий со стороны висцерального жира, рейтинга физического развития и метаболического возраста при попарном сравнении с использованием Т-критерия Стьюдента выявить не удалось.

Поскольку сравнение абсолютных показателей курсантов мужского и женского пола позволило выявить только фундаментальные закономерности, связанные с большим развитием мышечной массы у мужчин и жировой массы у женщин, в дальнейшем оценивалась динамика изменения показателей при помощи корреляционного анализа. При сравнении квадратных матриц корреляции исследуемых показателей у мужчин и женщин, нами были выбраны корреллопары показателей имеющие достоверный коэффициент корреляций у мужчин и недостоверный у женщин (таблица 2). В таблице 3, наоборот, представлены корреллопары достоверно коррелирующие у женщин и недостоверно у мужчин.

Таблица 2. Характерные для курсантов мужского пола корреляционные плеяды основных показателей физического развития

Показатель 1	Показатель 2	$\tau$ (муж) ( $p < 0,05$ )	$\tau$ (жен) ( $p > 0,05$ )
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	Мышечная масса туловища, кг	0,98	0,5
	Мышечная масса верхних конечностей, кг	0,98	0,5
	Мышечная масса нижних конечностей, кг	0,98	0,49
	Вес тела без жира, кг	0,88	0,49
	Общая жировая масса, кг	0,78	0,29
	Жировая масса туловища, кг	0,88	0,2
	Жировая масса верхних конечностей, кг	0,78	0,00
	Жировая масса нижних конечностей, кг	0,88	0,49
	Висцеральный жир, у.е.	0,95	0,49
	Рейтинг физического развития, у.е.	0,88	0,49
	Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	1,00	0,46
	Метаболический возраст, лет	0,78	0,49
	Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	0,65	0,39
	Динамометрия (ведущая рука), даН	0,98	0,49
Спирометрия (жизненная емкость легких), л	0,82	0,06	
Жировая масса верхних конечностей, кг	Мышечная масса туловища, кг	0,81	0,49
	Мышечная масса верхних конечностей, кг	0,81	0,49
	Мышечная масса нижних конечностей, кг	0,81	0,52
	Вес тела без жира, кг	0,71	0,52
	Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	0,78	0,45
	Рейтинг физического развития, у.е.	0,90	0,52
	Метаболический возраст, лет	0,62	0,52
	Пульс, уд/мин	0,81	0,52
	Динамометрия (ведущая рука), даН	0,81	0,52
Общий объем воды тела, кг	Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	-0,81	-0,24
	Уровень основного обмена веществ, Кдж	0,71	0,05
Спирометрия (жизненная емкость легких), л	Мышечная масса туловища, кг	0,85	0,17
	Мышечная масса верхних конечностей, кг	0,85	0,17
	Мышечная масса нижних конечностей, кг	0,85	0,17
	Вес тела без жира, кг	0,75	0,17
	Общая жировая масса, кг	0,95	-0,06
	Жировая масса туловища, кг	0,95	-0,17
	Жировая масса верхних конечностей, кг	0,95	-0,39
	Жировая масса нижних конечностей, кг	0,95	0,17
	Висцеральный жир, у.е.	0,82	0,17
	Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	0,85	0,24
	Рейтинг физического развития, у.е.	0,95	0,17
	Метаболический возраст, лет	0,65	0,17
	Пульс, уд/мин	0,85	0,17
	Динамометрия (ведущая рука), даН	0,85	0,17

Таблица 3. Характерные для курсантов женского пола корреляционные плеяды основных показателей физического развития

Показатель 1	Показатель 2	$\tau$ (муж) ( $p < 0,05$ )	$\tau$ (жен) ( $p < 0,05$ )
Общий объем воды тела, кг	Мышечная масса туловища, кг	0,14	0,98
	Мышечная масса верхних конечностей, кг	0,14	0,98
	Мышечная масса нижних конечностей, кг	0,14	1,00
	Вес тела без жира, кг	0,24	1,00
	Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	0,14	0,95
	Рейтинг физического развития, у.е.	0,05	1,00
	Общая жировая масса, кг	0,14	0,81
	Жировая масса туловища, кг	0,05	0,71
	Жировая масса нижних конечностей, кг	0,05	1,00
	Висцеральный жир, у.е.	0,20	1,0
	Метаболический возраст, лет	-0,05	0,81
	Динамометрия (ведущая рука), даН	0,14	1,00
	Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	0,00	0,71
	Пульс, уд/мин	-0,05	1,00
Пульс, уд/мин	Висцеральный жир, у.е.	0,59	1,00
	Метаболический возраст, лет	0,43	0,81
Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	Общая жировая масса, кг	0,49	0,71
	Жировая масса туловища, кг	0,59	0,81
	Жировая масса верхних конечностей, кг	0,49	0,62
	Жировая масса нижних конечностей, кг	0,59	0,71
	Рейтинг физического развития, у.е.	0,59	0,71
	Пульс, уд/мин	0,29	0,71

В результате нами были отсечены корреляции, связанные с фундаментальными механизмами, связывающими показатели физического развития не зависимо от пола, и выявлены связанные с мужским или женским полом взаимосвязи показателей. Отобранные корреллопары были разделены на группы по критерию наиболее часто участвующего в их формировании показателя. Благодаря этому были выявлены полоспецифические признаки, формирующие плеяды коррелируемых показателей при адаптации к обучению в военном вузе.

У курсантов мужского пола было выявлено 4 корреляционных плеяды. Плеяда индекса массы тела, в которой ИМТ был связан достоверными положительными корреляциями с показателями мышечной массы туловища, верхних и нижних конечностей, веса тела без жира, общей жировой массы, жировой массы туловища, верхних и нижних конечностей, висцерального жира, рейтингом физического развития, саркопеническим индексом, метаболическим возрастом, силой ведущей руки, диастолическим артериальным давлением и спирометрией, всего

с 16 показателями, что сформировало самую большую корреляционную плеяду, связывающую показатели компонентного состава тела с ИМТ.

Жировая масса верхних конечностей является показателем, образующим вторую характерную для лиц мужского пола плеяду показателей, она включает в себя мышечную массу туловища, мышечную массу верхних и нижних конечностей. Кроме того, в эту плеяду входят саркопенический индекс, рейтинг физического развития, метаболический возраст, силовые характеристики ведущей руки и пульс, последнее свидетельствует о негативном характере указанных зависимостей, при которых рост мышечной массы и силовых характеристик, сопровождается ростом частоты сердечных сокращений в покое, что свидетельствует о снижении тренированности сердечно-сосудистой системы.

Третью плеяду формирует общий объем воды тела, который у мужчин коррелирует только с двумя показателями: систолическое артериальное давление и уровень основного обмена веществ.

Четвертую плеяду корреляций у мужчин формирует жизненная емкость легких, которая коррелирует с теми же показателями компонентного состава тела, что и ИМТ, что так же указывает на большую роль оксигенации и аэробных физических нагрузок в адаптациях компонентного состава тела курсантов мужского пола при обучении в вузе.

У курсантов женского пола выявлены только 3 корреляционные плеяды, в формировании которых системообразующую роль играют общий объем воды тела, пульс и диастолическое артериальное давление (таблица 3). Все три показателя тесно связаны с распределением жидкости в организме, что вероятно обуславливается системообразующими эффектами женских половых гормонов [7].

Плеяда корреляций общего объема воды тела у женщин-курсанток вуза включает в себя: мышечную массу туловища, верхних и нижних конечностей, вес тела без жира, саркопенический индекс, рейтинг физического развития, общую жировую массу, жировую массу туловища и нижних конечностей, висцеральный жир, метаболический возраст, и показатели динамометрии ведущей руки. Тем самым корреляционная плеяда общего объема воды у женщин тождественна плеяде ИМТ у мужчин, за тем исключением, что не включает в себя рейтинг физического развития, саркопенический индекс, показатели спирометрии и жировой массы верхних конечностей.

Для того чтобы выявить показатели, изменяющиеся одинаково у мужчин и женщин, мы рассчитали парные коэффициенты корреляции между всеми исследуемыми показателями мужчин и женщин курсанток вуза (таблица 4).



Таблица 4. Корреляции между исследуемыми показателями курсантов мужского и женского пола

Показатель	$\tau$
<i>ИМТ, кг/м<sup>2</sup></i>	0,45
Мышечная масса туловища, кг	0,98*
Мышечная масса верхних конечностей, кг	0,98*
Мышечная масса нижних конечностей, кг	1,00*
Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	0,95*
Рейтинг физического развития, у.е.	0,90*
Вес тела без жира, кг	0,90*
Общая жировая масса, кг	0,62*
Жировая масса туловища, кг	0,62*
<i>Жировая масса верхних конечностей, кг</i>	0,33
Жировая масса нижних конечностей, кг	0,90*
Висцеральный жир, у.е.	0,98*
<i>Общий объем воды тела, кг</i>	0,14
Уровень основного обмена веществ, Кдж	0,43
Метаболический возраст, лет	0,81*
Пульс, уд/мин	0,62*
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	-0,05
Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	0,98*
Динамометрия (ведущая рука), даН	1,00*
Спирометрия (жизненная емкость легких), л	0,36

\* коэффициент корреляции достоверен ( $p < 0,05$ ).

Одинаковую динамику изменений, не зависящую от пола (сильную корреляцию), продемонстрировали: мышечная масса туловища, мышечная масса верхних конечностей, мышечная масса нижних конечностей, саркопенический индекс, рейтинг физического развития, вес тела без жира, жировая масса нижних конечностей, висцеральный жир, метаболический возраст, диастолическое артериальное давление, и показатели динамометрии.

Полученные результаты подтверждают, что выявленные ранее основные системообразующие показатели у мужчин: ИМТ и жировая масса верхних конечностей, у женщин-курсанток вуза общий объем воды тела имеют индивидуальную динамику у мужчин и женщин, что подтверждается низкими коэффициентами корреляции  $\tau_{\text{ИМТ}}=0,45$ ,  $\tau_{\text{жировая масса верхних конечностей}} = 0,33$ ,  $\tau_{\text{общий объем воды тела}} = 0,14$  (таблица 3).

Для оценки роли исследуемых факторов: пола и обучения в вузе в изменениях основных исследуемых показателей нами был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, результаты которого были дополнены квадратом множественного коэффициента корреляции; который показывает, какую долю изменчивости показателя объясняют два выделенных фактора (таблица 5).

Таблица 5. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Показатель	SS <sub>(пол)</sub>	SS <sub>(курс)</sub>	SS <sub>(пол×курс)</sub>	R <sup>2</sup>
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	360429,2	338,6	710,5	0,59
Мышечная масса туловища, кг	2024,8	2113,9	8,2	0,94
Мышечная масса верхних конечностей, кг	1066	46,9	3,9	0,98
Мышечная масса нижних конечностей, кг	8461,6	266,9	6,8	0,99
Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	40668,7	660,7	45,8	0,93
Рейтинг физического развития, РФР, у.е.	1200,3	5027,4	35,6	0,88
Вес тела без жира, кг	51747,9	1785,6	14,6	0,95
Общая жировая масса, кг	1352,3	44,8	15,4	0,99
Жировая масса туловища, кг	331	81,3	47,2	0,78
Жировая масса верхних конечностей, кг	1896,9	13,2	3	0,83
Жировая масса нижних конечностей, кг	14837,5	3223,9	107,4	0,99
Висцеральный жир, у.е.	1262,1	10,4	6,1	0,19
Общий объем воды тела, кг	1108642,1	30931,3	441,6	0,94
Основной уровень обмена веществ, Кдж	615763170	2949946	2240267	0,99
Метаболический (биологический) возраст, лет	52,8	4064,1	117,3	0,89
Пульс, уд/мин	5,8*	6244,7	1339,1	0,85
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	4410,5	2649,8	3711,2	0,72
Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	592,2	15023,5	647,7	0,95
Динамометрия (ведущая рука), даН	20061,1	4342	493,7	0,95
Спирометрия (жизненная емкость легких), л	10,4	2,8	30,3	0,84

\* SS-сумма квадратов отклонений, дисперсия признака, обусловленная рассматриваемым фактором.

\*\* R<sup>2</sup> - квадрат множественного коэффициента корреляции.

Результаты также демонстрируют, что основное влияние на ИМТ, жировую массу верхних конечностей и общий объем воды тела оказывает пол, а не время обучения в вузе, что подтверждается большей долей дисперсии обусловленной делением выборки по фактору полу (SS<sub>(пол)</sub>) к сумме всех других исследуемых дисперсий (SS<sub>(пол)</sub>+SS<sub>(курс)</sub>+SS<sub>(пол×курс)</sub>). Этот показатель составил для ИМТ – 99,7%, для жировой массы верхних конечностей – 99,2%, для общего объема воды в теле – 97,2%. Среди показателей компонентного состава тела, наиболее тесно связанных с временем обучения в вузе следует отметить: метаболический возраст (доля дисперсии, обусловленной временем обучения, составила 96%), мышечная масса туловища (доля дисперсии, обусловленной временем обучения, составила 80,3%), рейтинг физического развития (80,3%). Жизненная емкость легких в наибольшей степени связана с взаимным потенцирующим влиянием обучения в вузе и половых особенностей (доля дисперсии, обусловленной совместным влиянием обоих факторов, составила 69,7%).

Оценка множественного коэффициента корреляции демонстрирует, что наименьшее влияние пол и время обучения в вузе оказывают на висцеральный жир

( $R^2 = 0,19$ ) и ИМТ ( $R^2 = 0,59$ ), т.е. эти показатели фактически не меняются в процессе обучения. Последнее следует интерпретировать как высокое качество отбора абитуриентов, при котором происходит «выравнивание» выборок юношей и девушек по ИМТ и объему висцерального жира и последующее «стабилизирующее» влияние, которое оказывает комплекс образовательных, воспитательных и оздоровительных технологий вуза на последующие возрастные изменения этих показателей.

Половые особенности адаптации к обучению в вузе связаны с формированием двух альтернативных комплексов взаимосвязанных параметров. Во-первых, у мужчин изменения компонентного состава тела при адаптации связаны с ИМТ, в то время как у женщин с общим объемом воды тела. Аналогичные результаты получила в своем исследовании Т. А. Зерщикова, которая на примере первокурсников мужского пола, с ИМТ в пределах нормы (19–24) показала положительную корреляционную с ИМТ и временем адаптации к образовательному процессу на педагогическом факультете [8]. Также в клинических исследованиях показано, что женщины более лабильны в отношении уровня общего объема воды по сравнению с мужчинами, поскольку их уровень общей воды связан с женской гормональной активностью, например, может изменяться в зависимости от фазы менструального цикла [9]. Следовательно, системообразующая роль общего объема воды по отношению к другим показателям компонентного состава тела у курсантов женского пола в юношеский и I зрелый период может быть связана со становлением полноценного гормонального фона женщины. Во-вторых, у мужчин-курсантов вуза важную негативную роль играет жировая ткань верхних конечностей, на что указывают продемонстрированная выше корреляционная связь с пульсом. Так же о более низких показателях выносливости конечностей с высоким количеством жировой ткани говорят многочисленные литературные данные. Это продемонстрировано в исследованиях А. П. Исаева (2013 г) у ориентировщиков высокой спортивной квалификации [10], М. В. Седоченко у фехтовальщиков [11] и др. О специфичности этого показателя для мужчин свидетельствует исследование А. П. Исаева (2016 г.), в качестве причины указывающее на эффективности воздействия эстрогенов и тестостерона [12]. Обучение в вузе не зависимо от пола постепенно развивает такие показатели как мышечная масса туловища и рейтинг физического развития, а также останавливает обусловленный возрастными изменениями рост объема висцерального жира и ИМТ.

### **Заключение**

Таким образом, корреляционный анализ в комплексе с дисперсионным позволил выделить не зависящие от пола показатели – маркеры успешной адаптации компонентного состава тела к обучению в военном вузе: мышечная масса туловища и рейтинг физического развития. Адаптацию мужчин лучше всего характеризует динамика ИМТ, а женщин - общий объем воды тела.

### Список литературы

1. Young Kuchenbecker S., Pressman S. D., Celniker J., Grewen M. K., Sumida K. D., Jonathan N., Everett B., Slavich G. M. Oxytocin, cortisol, and cognitive control during acute and naturalistic stress // *Stress*. 2021. 24(4). 370-383. DOI: 10.1080/10253890.2021.1876658
2. Kirchengast S., Marosi A. Gender differences in body composition, physical activity, eating behavior and body image among normal weight adolescents--an evolutionary approach // *Collegium Antropologicum*. 2008. 32(4). 1079-1086.
3. Гайворонский И. В., Семенов А. А., Криштоп В. В. Сравнительная гендерная характеристика физического развития абитуриентов военной образовательной организации по данным корреляционного анализа // *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2022. 11(3). 16-22. DOI: 10.18499/2225-7357-2022-11-3-16-22
4. Фазылов В. Ф., Марцинкевич Е. Д. Физиологические особенности курсантов 1 курса // Сборник статей Итоговой научной конференции военно-научного общества института за 2021 г.: материалы Итоговой научной конференции, Санкт-Петербург, 16–17 марта 2022 года. Ч. 2. Санкт-Петербург: Военный институт физической культуры, 2022. С. 39-41.
5. Xu Z., Liu Y., Yan C., Yang R., Xu L., Guo Z., Yu A., Cheng X., Ma L., Hu C., Guglielmi G., Hind K. Measurement of visceral fat and abdominal obesity by single-frequency bioelectrical impedance and CT: a cross-sectional study // *BMJ open*. 2021. 11(10). e048221. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048221
6. Yeh K.-Y., Ling H. H., Ng S.-H., Wang C.-H., Chang P.-H., Chou W.-C., Chen F.-P., Lin Y.-C. Role of the Appendicular Skeletal Muscle Index for Predicting the Recurrence-Free Survival of Head and Neck Cancer // *Diagnostics*. 2021. 11(2). 309. DOI: 10.3390/diagnostics11020309
7. Bracht J. R., Vieira-Potter V. J., De Souza Santos R., Öz O. K., Palmer B. F., Clegg D. J. The role of estrogens in the adipose tissue milieu // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2020. 1461(1). 127-143. DOI: 10.1111/nyas.14281
8. Зерщикова Т. А. Особенности адаптации первокурсников педагогического факультета // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013. 10(2). 254-257.
9. Перевощикова Н. К., Селиверстов И. А., Дракина С. А., Черных Н. С. Биоимпедансный анализ в клинической практике // *Мать и Дитя в Кузбассе*. 2021. 3(86). 11-20. DOI: 10.24412/2686-7338-2021-3-11-20
10. Исаев А. П., Маматов Э. Э., Ненашева А. В., Савиных Е. Ю., Потапова Т. В. Ключевые значения морфометрии состава тела ориентировщиков высокой спортивной квалификации // *Человек. Спорт. Медицина*. 2013. 13(2). 33-35.
11. Седоченко С. В., Черных А. В. Анализ биоимпедансометрических параметров функциональной асимметрии фехтовальщиков // *Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сборник научных статей IV Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 29 апреля 2015 г. / под редакцией Г. В. Бугаева, И. Е. Поповой. Воронеж, 2015. С. 119-124.*
12. Исаев А. П., Кораблева Ю. Б., Абзалилов Р. Я. Критерии энергетических резервов, обусловленные морфофункциональными индикаторами спортивных ориентировщиков 13-16 лет // *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2016. 11(3). 150-159.

## References

1. Young Kuchenbecker S., Pressman S. D., Celniker J., Grewen M. K., Sumida K. D., Jonathan N., Everett B., Slavich G. M. Oxytocin, cortisol, and cognitive control during acute and naturalistic stress // *Stress*. 2021. 24(4). 370-383. DOI: 10.1080/10253890.2021.1876658
2. Kirchengast S., Marosi A. Gender differences in body composition, physical activity, eating behavior and body image among normal weight adolescents--an evolutionary approach // *Collegium Antropologicum*. 2008. 32(4). 1079-1086.
3. Gaivoronsky I.V., Semenov A.A., Krishtop V.V. Sravnitel'naya gendernaya kharakteristika fizicheskogo razvitiya abiturientov voyennoy obrazovatel'noy organizatsii po dannym korrelyatsionnogo analiza [Correlation-based comparative gender characteristics of physical development in applicants of a military university]. // *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2022. V. 11. No. 3. pp. 16-22. DOI: 10.18499/2225-7357-2022-11-3-16-22.
4. Fazylov V.F., Marcinkevich E.D. Fiziologicheskiye osobennosti kursantov 1 kursa [Physiological features of the cadets of the 1st course] // *Sbornik statey Itogovoy nauchnoy konferentsii voyenno-nauchnogo obshchestva instituta za 2021 g.: materialy Itogovoy nauchnoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 16–17 marta 2022 goda. CH. 2. March 16-17, 2022 St. Petersburg: Military Institute of Physical Culture; 2022. P. 39-41.*
5. Xu Z., Liu Y., Yan C., Yang R., Xu L., Guo Z., Yu A., Cheng X., Ma L., Hu C., Guglielmi G., Hind K. Measurement of visceral fat and abdominal obesity by single-frequency bioelectrical impedance and CT: a cross-sectional study // *BMJ open*. 2021. 11(10). e048221. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048221
6. Yeh K.-Y., Ling H. H., Ng S.-H., Wang C.-H., Chang P.-H., Chou W.-C., Chen F.-P., Lin Y.-C. Role of the Appendicular Skeletal Muscle Index for Predicting the Recurrence-Free Survival of Head and Neck Cancer // *Diagnostics*. 2021. 11(2). 309. DOI: 10.3390/diagnostics11020309
7. Bracht J. R., Vieira-Potter V. J., De Souza Santos R., Öz O. K., Palmer B. F., Clegg D. J. The role of estrogens in the adipose tissue milieu // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2020. 1461(1). 127-143. DOI: 10.1111/nyas.14281
8. Zershchikova T.A. Osobennosti adaptatsii pervokursnikov pedagogicheskogo fakul'teta [Features of adaptation of freshmen of the pedagogical faculty] // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2013. 10(2). 254-257.
9. Pervoshchikova N. K., Seliverstov I. A., Drakina S. A., Chernykh N. S. Bioimpedansnyy analiz v klinicheskoy praktike [Bioelectrical impedance analysis in clinical practice] // *Mother and Baby in Kuzbass*. 2021. 3 (86). 11-20. DOI: 10.24412/2686-7338-2021-3-11-20
10. Isaev, A. P., Mamatov, E. E., Nenasheva, A. V., Savinykh E. Yu., Potapova T.V. Klyuchevyye znacheniya morfometrii sostava tela oriyentirovshchikov vysokoy sportivnoy kvalifikatsii [Key values morphometrics body composition orienteering high sport qualification]. *Human. Sport. Medicine*. 2013. 13(2). 33-35.
11. Sedochenko S. V., Chernykh A. V. Analiz bioimpedansometricheskikh parametrov funktsional'noy asimmetrii fekhtoval'shchikov [Analysis of bioimpedanceometric parameters of functional asymmetry of fencers] // *Mediko-biologicheskie i pedagogicheskie osnovy adaptatsii, sportivnoy dejatel'nosti i zdorovogo obraza zhizni: sbornik nauchnykh statey IV Vserossiyskoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem [Medico-biological and pedagogical bases of adaptation, sports activity and healthy*

lifestyle: collection of scientific articles IV All-Russian extramural scientific-practical conference with international participants]. Voronezh, April 29, 2015. Voronezh, 2015. P. 119-124.

12. Isaev A. P., Korableva Y. B., Abzalilov R. Ya. Kriterii energeticheskikh rezervov, obuslovlennyye morfofunktsional'nymi indikatorami sportivnykh oriyentirovshchikov 13-16 let [The criteria of energy reserves conditioned by morphofunctional indicators of 13-16-year-old sports orienteers] // The Russian Journal of Physical Education and Sport. 2016. 11(3). 150-159.

#### **Информация об авторах**

*Гайворонский Иван Васильевич* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; заведующий кафедрой, Санкт-Петербургский государственный университет; заведующий кафедрой, Национальный медицинский исследовательский имени В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-6836-5650, [i.v.gaivoronsky@mail.ru](mailto:i.v.gaivoronsky@mail.ru)

*Семенов Алексей Анатольевич* – кандидат медицинских наук, докторант, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; доцент, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-1977-7536, [semfeodosia82@mail.ru](mailto:semfeodosia82@mail.ru)

*Криштоп Владимир Владимирович* – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-9267-5800, [chrishtop@mail.ru](mailto:chrishtop@mail.ru)

*Горячева Инга Александровна* – кандидат медицинских наук, доцент, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; доцент, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-8734-4781, [gorychevaia@mail.ru](mailto:gorychevaia@mail.ru)

*Семенова Анастасия Алексеевна* – кандидат медицинских наук, доцент, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; доцент, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-8334-6509, [nastioxa@mail.ru](mailto:nastioxa@mail.ru)

*Селиванова Екатерина Сергеевна* – кандидат медицинских наук, преподаватель, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-7647-5879, e-mail: [kateseliv92@yandex.ru](mailto:kateseliv92@yandex.ru)