

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 611.068

doi:10.18499/2225-7357-2024-13-1-28-35

3.3.1 – анатомия человека



## Динамика показателей компонентного состава тела лиц мужского пола в период обучения в военном медицинском вузе

И. В. Гайворонский<sup>1, 2, 3</sup>✉, А. А. Семенов<sup>1, 2</sup>, В. В. Криштоп<sup>1</sup>, Д. В. Овчинников<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 центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Исследование антропометрических показателей и компонентного состава тела различных категорий населения позволяет осуществлять мониторинг физического развития, проводить оценку здоровья и своевременную разработку профилактических мероприятий. **Цель** исследования – оценить динамику показателей компонентного состава тела курсантов военного вуза в период обучения с 1-го по 6-й курс. **Материал и методы.** Обследовано 387 курсантов мужского пола за период их обучения с 1-го по 6-й курс. Компонентный состав тела определяли методом биоимпедансометрии. **Результаты.** Показано, что на протяжении первых двух лет обучения (лица 17–18 лет) отмечалось увеличение мышечной массы туловища на 13,8%, массы мышц верхних конечностей – на 11,4% и нижних конечностей – на 6,1%, что объясняется наличием интенсивных физических нагрузок. При этом в течение первого года обучения определялось незначительное увеличение жирового компонента туловища (5,4%). На третьем-четвертом годах обучения отмечалась стабилизация сформировавшихся мышечной и жировой масс туловища и конечностей, характерных для переходного периода от юношеского к зрелому возрасту. Указанные тенденции продолжали нарастать на протяжении 5-го года обучения, однако уровень основного обмена веществ на протяжении всего обучения достоверно не изменялся. На 6-м году обучения, по отношению к моменту поступления в военный вуз, установлено общее увеличение мышечного компонента туловища на 17,2%, мышечной массы верхних конечностей – на 15,8%, нижних конечностей – на 9,6%. За 6 лет обучения содержание жира в туловище увеличилось на 8,2%, жировая масса верхних и нижних конечностей – на 7,5% и 8,0% соответственно, уровень висцерального жира возрос на 9,3 %, жизненная емкость легких – на 12,2%. **Заключение.** Вышеперечисленные преобразования, очевидно, обусловлены продолжающимся ростом здорового организма. Сниженные адаптационные сдвиги в период обучения на 3–4-м годах обучения могут быть скорректированы за счет увеличения физических нагрузок, режима и калорийности питания.

**Ключевые слова:** компонентный состав тела; мышечная масса; висцеральный жир; основной обмен; индекс массы тела; динамометрия; военный вуз

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Гайворонский И.В., Семенов А.А., Криштоп В.В., Овчинников Д.В. Динамика показателей компонентного состава тела лиц мужского пола в период обучения в военном медицинском вузе // Журнал анатомии и гистопатологии. 2024. Т. 13, №1. С. 28–35. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-1-28-35>

## ORIGINAL ARTICLES

Original article

## Dynamics of Body Component Composition Indicators in Males During Studying at the Military Medical University

I. V. Gaivoronskii<sup>1, 2, 3</sup>✉, A. A. Semenov<sup>1, 2</sup>, V. V. Krishtop<sup>1</sup>, D. V. Ovchinnikov<sup>1</sup>✉<sup>1</sup>S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia<sup>2</sup>Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia<sup>3</sup>Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

**Abstract.** The study of anthropometric indicators and body composition of various categories of the population makes it possible to monitor physical development, conduct health assessments and timely development of preventive measures. **The purpose** of the study is to evaluate the dynamics of indicators of the component composition of the body of military university cadets during the training period from 1st to 6<sup>th</sup> year. **Material and methods.** 387 male cadets (the same persons) were examined during the period of their studies in 1-6 courses. The component composition of the body was studied using bioimpedance measurements. **Results.** It has been shown that during the first two courses of study (persons 17-18 years old) there is an increase in muscle

mass of the trunk by 13.8%, muscle mass of the upper extremities - by 11.4% and lower extremities - by 6.1%, which is explained by the presence intense physical activity. Moreover, during the first year of study, a slight increase in the fat component of the body is determined (5.4%). In the third and fourth years of study, there is a stabilization and slowdown in the growth of the formed muscle and fat masses of the trunk and limbs, characteristic of the transition period from adolescence to adulthood. These trends continued to increase throughout the 5th year of study, but the level of basal metabolism did not change significantly throughout the study. In the 6th year, in relation to the time of admission to university, a general increase in the muscle component of the torso was established by 17.2%, muscle mass of the upper extremities - by 15.8%, and lower extremities - by 9.6%. Over 6 years of study, the fat content in the torso increased by 8.2%, the fat mass of the upper and lower extremities - by 7.5% and 8.0%, respectively, and the level of visceral fat increased by 9.3%. The vital volume of the lungs increased by 12.2% compared to the beginning of the 1st course. **Conclusion.** The above transformations are obviously due to the continued growth of a healthy organism. Reduced adaptive changes during the training period can be corrected by increasing physical activity, diet and caloric intake.

**Keywords:** body composition; dynamics; muscle mass; visceral fat; basal metabolic rate; body mass index; dynamometry; military university

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interests.

**For citation:** Gaivoronskii I.V., Semenov A.A., Krishtop V.V., Ovchinnikov D.V. Dynamics of body component composition indicators in males during studying at the military medical university. *Journal of Anatomy and Histopathology. 2024. V. 13, №1. P. 28–35. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-1-28-35>*

## Введение

Анализ специальной литературы демонстрирует, что исследования антропометрических показателей и компонентного состава тела у студентов медицинских и спортивных вузов проводились довольно часто [2, 3, 7, 8]. Вместе с тем, результаты этих исследований существенно различаются. Это обусловлено с тем, что данные о физическом развитии лиц оценивались в общей выборке, без учета их состояния здоровья, хотя исследовалась строго определенная возрастная категория. Как указывают Л.В. Синдеева с соавт., до 90% абитуриентов высших учебных заведений имеют отклонения в состоянии здоровья или хронические заболевания [10]. Эти данные свидетельствуют о том, что исследования такого рода позволяют лишь судить о состоянии физического развития и здоровья определенной категории населения в конкретном регионе, а разработать нормативную базу на основании полученных показателей не представляется возможным. Ее можно сформировать только оценивая практически здоровых лиц [8].

Известно, что для поступления в военный вуз призывными комиссиями военных комиссариатов проводится тщательный отбор практически здоровых лиц, что продиктовано будущими повышенными физическими и умственными нагрузками как в процессе обучения, так и в период прохождения военной службы [5]. К таким повышенным нагрузкам следует отнести строго регламентированный распорядок дня, ежедневные интенсивные физические упражнения, большой объем умственной учебной нагрузки и психологическое напряжение, связанное с адаптацией к новым условиям [8].

В связи с вышеизложенным, для составления нормативной базы физического развития лиц определенной возрастной категории необходимо проводить исследование

компонентного состава тела только у практически здоровых лиц.

Важным аспектом актуальности исследований такого рода является проведение динамических наблюдений за изменениями компонентного состава тела у одних и тех же лиц. Динамические наблюдения могут продемонстрировать возможные дезадаптационные изменения физического развития и позволят разработать профилактические мероприятия. Следует отметить, что научные работы такого плана отсутствуют [10].

В многочисленных научных работах доказано, что комплексные антропометрические, функциональные исследования и биоимпедансометрия зарекомендовали себя как высокоинформативные для врачей разных специальностей, малозатратные и быстро выполняемые [1, 2, 5, 6]. Автоматизированная оценка многочисленных показателей компонентного состава тела позволит сформировать многогранную характеристику физического развития индивидуума [3, 4, 12].

Таким образом, несмотря на серьезный отборочный этап, ориентированный на выявление физически развитых абитуриентов, актуальным до настоящего времени остается необходимость оценки показателей компонентного состава тела курсантов военного медицинского вуза в динамике обучения, на основании которых можно осуществлять оптимизацию образовательных технологий, режима питания, физических, умственных нагрузок и отдыха.

Цель исследования – оценить динамику изменения показателей компонентного состава тела практически здоровых лиц в возрасте от 17 до 23 лет в период обучения в военном медицинском вузе.

## Материал и методы исследования

Объектом исследования служили курсанты мужского пола военного медицинского

вуза в возрасте от 17 до 23 лет (1–6-й курсы). Проведено динамическое наблюдение одних и тех же лиц – 387 курсантов мужского пола, проходивших обучение в период с 2017 по 2023 гг., т.е. на каждом курсе было равное количество исследований. Курсантов обследовали в конце каждого года обучения (в июне–июле), по мере освоения ими образовательной программы. Всего проведено 2322 комплексных обследования одних и тех же лиц в период с 1-го по 6-й курсы, включающих в себя оценку компонентного состава тела (15 показателей, табл. 1), функционального состояния сердечно-сосудистой системы, динамометрии кистей рук и жизненной емкости легких – спирометрии (5 функциональных показателей, табл. 2).

Исследование осуществлялось с соблюдением принципов добровольности, прав и свобод личности, гарантированных ст. 21 и 22 Конституции РФ. Проведение исследования одобрено независимым этическим комитетом при Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (протокол № 263 от 31 мая 2022 г.). Измерение компонентного состава тела проводили с помощью анализатора компонентного состава тела Tanita MC-780 MA (Япония). 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 [11].

Метаболический (биологический) возраст – это условно определенный возраст организма, рассчитанный путем сравнения основного обмена исследуемого 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) [16].

Основной уровень обмена веществ – минимальное количество энергии, необходимое организму в покое для эффективного функционирования. На основании измерений мышечной и жировой масс определялся рейтинг физического развития.

Саркопенический индекс – это отношение скелетной мышечной массы конечностей к квадрату роста, кг/м<sup>2</sup> [15, 17]. 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 отложения жировой ткани в забрюшинном про-

странстве, 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 [18].

Индекс массы тела (ИМТ) или индекс Кетле отображался автоматически на дисплее электронных весов (с ростомером) Soehnle 7831 (Германия). В соответствии с данными литературы, индекс Кетле является информативным показателем и рассчитывается по формуле: ИМТ = масса тела (кг) / квадрат роста (м<sup>2</sup>).

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.

Для статистической обработки полученных результатов исследования использовалось программное обеспечение Microsoft Excel 2013 и программа Statistica 12. Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро–Уилка. В случае нормального распределения параметров оценка достоверности различий определялась с помощью парного t-критерия Стьюдента, в случае распределения, отличающегося от нормального, использовали тест Вилкоксона для связанных выборок. Различия между группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и их обсуждение

Адаптационные изменения при обучении в военном медицинском вузе затрагивают все 6 лет (17–23 года), но первые четыре года обучения соответствуют юношескому периоду, а последние два года – I периоду зрелого возраста.

Комплекс изменений, охватывающих период от поступления в военный вуз до начала третьего курса обучения, включает в себя увеличение мышечной массы туловища на 11,8% ( $p=0,00$ ), по отношению к показателям абитуриентов, мышечной массы верхних конечностей – на 10,7% ( $p=0,00$ ), мышечной массы нижних конечностей – на 5,0% ( $p=0,00$ ). Общая жировая масса организма статистически достоверно не изменялась, жировая масса туловища возросла – на 5,4% ( $p=0,01$ ) содержание жира в верхних конечностях – на 4,3% ( $p=0,04$ ), содержание жира в нижних конечностях – на 4,6% ( $p=0,06$ ) (табл. 1).

В период обучения на третьем курсе определяется увеличение сформировавшейся мышечной массы туловища на 1,8% и незначительное снижение общей жировой массы на

Таблица 1 / Table 1

**Динамика показателей компонентного состава тела у лиц мужского пола в период обучения в военном вузе (M±σ)**  
**Dynamics of body composition indicators in males during their studies at a military university (M±σ)**

Показатели компонентного состава тела	Абит.	Год обучения					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Мышечная масса туловища, кг	28,63± 0,60	29,52± 0,68*	32,01± 0,79**	32,57± 0,81**	32,85± 0,57**	33,11± 0,63**	33,56± 0,61**
Мышечная масса верхних конечностей, кг	5,90± 0,12	6,04± 0,11*	6,53± 0,14**	6,57± 0,12**	6,62± 0,09**	6,73± 0,11**	6,83± 0,12**
Мышечная масса нижних конечностей, кг	20,39± 0,23	20,78± 0,17*	21,41± 0,22**	21,63± 0,26**	22,06± 0,19**	22,28± 0,24**	22,35± 0,21**
Вес тела без жира, кг	60,69± 2,5	62,71± 1,22*	64,13± 1,21**	64,58± 1,14**	64,54± 1,20*	64,91± 1,23**	65,74± 1,23**
Общая жировая масса, кг	7,41± 0,06	7,53± 0,12*	7,76± 0,09**	7,71± 0,12**	7,75± 0,10**	7,88± 0,08**	7,91± 0,07**
Жировая масса туловища, кг	3,92± 0,21	4,02± 0,27*	4,13± 0,24**	4,08± 0,23**	4,15± 0,38**	4,21± 0,33**	4,24± 0,40**
Жировая масса верхних конечностей, кг	1,73± 0,02	1,76± 0,03*	1,80± 0,01**	1,77± 0,02**	1,78± 0,03**	1,85± 0,02**	1,86± 0,02**
Жировая масса нижних конечностей, кг	2,37± 0,04	2,40± 0,06	2,48± 0,04**	2,45± 0,07**	2,49± 0,06**	2,54± 0,07**	2,56± 0,08**
Висцеральный жир, у.е.	1,40± 0,22	1,42± 0,20	1,47± 0,19**	1,49± 0,31*	1,49± 0,30*	1,50± 0,47*	1,53± 0,92*
Общий объем воды тела, кг	45,41± 1,28	46,63± 1,24*	47,34± 1,14**	48,12± 1,19**	46,42± 1,22**	45,78± 1,23**	47,16± 1,23**
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	21,8± 1,7	22,5± 1,9*	22,5± 2,1*	23,0± 2,9*	24,4± 1,1**	25,1± 1,5**	25,5± 1,3**
Саркопенический индекс, кг/м <sup>2</sup>	8,1± 0,2	8,4± 0,2*	8,5± 0,2**	8,7± 0,3**	8,8± 0,2**	8,9± 0,2**	9,1± 0,3**
Рейтинг физического развития, у.е.	41,5± 1,1	42,5± 1,1*	47,5± 1,9**	47,3± 1,1**	47,8± 1,1**	47,9± 1,9*	48,8± 1,7**
Основной уровень обмена веществ, Кдж	7789,3± 70,9	7887,7± 71,3*	7971,2± 73,2**	7828,2± 71,3**	7814,2± 75,1**	7798,1± 80,0**	7820,3± 60,2**
Метаболический (биологический) возраст, лет	13,5± 0,8	12,8± 1,1*	13,2± 1,3**	15,5± 1,6**	16,7± 1,5**	17,9± 1,1**	20,2± 1,4**

Примечание: \* – статистически значимые различия относительно показателей абитуриентов; \*\* – статистически значимые различия относительно показателей предыдущего года обучения; уровень критической значимости  $p < 0,05$ .

0,6% (рис. 1), относительно показателей второго курса ( $p=0,00$ ). Это указывает на эффективность, правильного питания, распорядка дня, и физических нагрузок, направленных на совершенствование физического развития курсантов и адаптацию их к выбранной профессии.

Обучение на третьем-четвертом курсах в военном медицинском вузе отличается от первых двух курсов: в меньшей степени регламентирован распорядок дня и режим питания, уменьшается интенсивность физических нагрузок, что отражается на показателях физического развития – снижается интенсивность роста мышечной массы туловища и конечностей. Прирост мышечного компонента туловища на втором году обучения составил 11,8% относительно показателей абитуриентов, т.е. 3,1% – за первый год обучения, относительно показателей абитуриентов и 8,7% – за второй год, относительно показателей первого года обучения ( $p=0,00$ ), в то время как на третьем и четвертом курсах этот показатель снизился до 4,6% в год и 3,7% в год (13,8% и

14,7% относительно показателей абитуриентов,  $p=0,00$ ) соответственно. При этом по сравнению со 2-м годом обучения формируется комплекс изменений, характерных для переходного периода от юношеского к зрелому возрасту. На третьем курсе и до конца обучения достоверно возрастает по отношению к показателям 1-го курса метаболический возраст – его прирост составляет 14,5%, относительно показателей абитуриентов ( $p=0,00$ ), в дальнейшем его показатели продолжают возрастать и на 6-м курсе превышают показатели абитуриентов на 49,4% ( $p=0,00$ ).

На 6-м курсе по отношению к моменту поступления установлено увеличение мышечного компонента туловища на 17,2% ( $p=0,00$ ). Показатель мышечной массы верхних конечностей вырос на 15,8% ( $p=0,00$ ), что подтверждается показателями динамометрии кистей рук, которая к 6-му курсу увеличилась на 24,6% ( $p=0,00$ ), мышечная масса нижних конечностей возросла на 9,6% ( $p=0,00$ ) (табл. 2) относительно показателей абитуриентов. За 6 лет обучения содержание жира в туловище

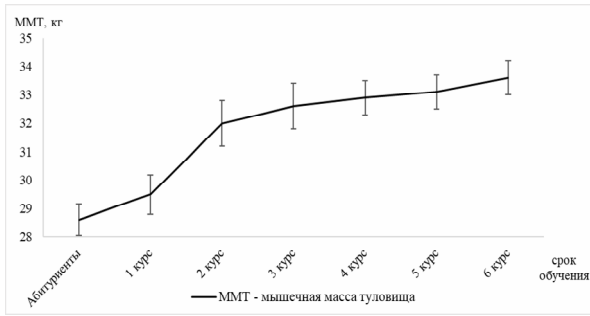


Рис. 1. Динамика изменения показателей мышечной массы туловища курсантов в период обучения в военном вузе.

Fig. 1. Dynamics of changes in cadets' torso muscle mass indicators while studying at a military university.

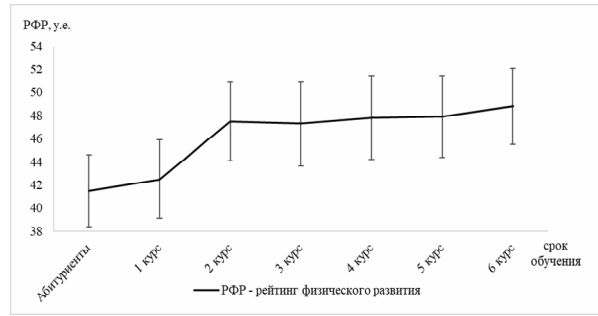


Рис. 2. Динамика изменения рейтинга физического развития курсантов в период обучения в военном вузе.

Fig. 2. Dynamics of changes in the rating of physical development of cadets while studying at a military university.

Таблица 2 / Table 2

**Динамика изменения функциональных показателей у лиц мужского пола в период обучения в военном вузе**  
**Dynamics of changes in functional indicators in males during training at a military university**

Функциональные показатели	Абит.	Год обучения					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Пuls, уд/мин (M±σ)	70,4±1,2	70,9±1,6*	73,6±1,6*#	70,2±1,5**	71,3±1,5**	74,4±1,3**	76,5±1,3**
Систолическое артериальное давление, мм. рт. ст. (Me, Q1, Q3)	118,9 (117,8; 122,4)	116,3 (114,2; 118,7)*	114,1 (112,6; 116,6)*#	113,1 (110,3; 115,15)*#	124,0 (121,55; 126,65)*#	116,5 (114,0; 119,0)*#	116,3 (114,0; 118,45)*
Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст. (Me, Q1, Q3)	68,5 (69,0; 70,9)	60,1 (58,6; 60,55)*	70,0 (68,7; 70,95)#	70,4 (69,4; 71,6)**	70,3 (69,1; 71,2)#	71,9 (70,7; 72,8)**	74,5 (73,5; 75,6)**
Динамометрия (ведущая рука), даН (M±σ)	39,8±1,2	42,8±1,4*	43,1±1,4*#	43,8±1,5**	46,2±1,4**	48,9±1,5**	49,6±1,3**
Спирометрия (жизненная емкость легких), л (M±σ)	4,1±0,1	4,3±0,1*	4,4±0,1*#	4,3±0,1**	4,4±0,1**	4,5±0,1**	4,6±0,1**

Примечание: \* – статистически значимые различия относительно показателей абитуриентов; # – статистически значимые различия относительно показателей предыдущего года обучения; уровень критической значимости  $p < 0,05$ .

увеличилось на 8,1%, по сравнению с показателями абитуриентов ( $p=0,00$ ) жировая масса верхних и нижних конечностей – на 7,0% ( $p=0,00$ ) и 8,3% ( $p=0,00$ ) соответственно, а также уровень висцерального жира возрос на 9,4 % ( $p=0,00$ ).

У курсантов среднее значение ИМТ было увеличено на 4-, 5- и 6-м курсах по сравнению с абитуриентами. Рост ИМТ у юношей на старших курсах военного медицинского вуза обусловлен достоверным увеличением средних значений массы тела на 4-, 5- и 6-м курсах до 76,9±3,1кг ( $p=0,00$ ), 77,5±2,2 кг ( $p=0,00$ ), и 78,2±2,5 кг ( $p=0,00$ ), соответственно, по сравнению с показателями абитуриентов.

Рост показателей рейтинга физического развития (РФР) в период обучения на 1-м курсе отражает изменения компонентного состава тела у курсантов. На 2–4-м курсах показатель РФР оставался стабильным и незначительно возрастал на 5–6-м курсах обучения (рис. 2). Причиной вышеперечисленных преобразований, очевидно, является продолжающийся с 17 до 23 лет рост организма.

Сниженные адаптационные сдвиги в середине обучения могут быть скорректированы за счет увеличения физических нагрузок, режима и калорийности питания.

Общий объем воды организма возрастает на протяжении первых двух лет обучения на 6,0% относительно показателей абитуриентов на 3-м курсе ( $p=0,00$ ), затем отмечается снижение показателей до 0,8% относительно показателей абитуриентов ( $p=0,00$ ) на 5-м курсе. Рост общего объема воды тела сопряжен с ростом массы внутриклеточной жидкости, в то время как динамика изменения внеклеточной жидкости десинхронизирована, незначительный подъем наблюдается только на шестом курсе (табл. 1).

Изменения функциональных показателей, отраженных в таблице 2, имеют другую динамику. В первый год обучения происходит снижение значений артериального давления. Показатели частоты пульса на протяжении всего периода обучения возрастают, однако на 3 курсе наблюдается уменьшение показателей на 0,3% относительно показателей абитуриен-

тов ( $p=0,014$ ). Среднее значение частоты сердечных сокращений составило  $70,4 \pm 1,2$  уд./мин. к моменту поступления, к концу обучения на 1 курсе оно увеличилось на  $0,8\%$  ( $p=0,00$ ) и к концу обучения в военном вузе – на  $8,6\%$  по сравнению с показателями абитуриентов ( $p=0,00$ ). Значения диастолического артериального давления на первом курсе снизились на  $14,7\%$ , а к шестому курсу возросли на  $6,6\%$  по сравнению с показателями абитуриентов ( $p=0,00$ ). Жизненный объем легких на 6 курсе увеличился по сравнению с началом 1 курса на  $12,5\%$  ( $p=0,00$ ) (табл. 2).

Вышеописанные изменения охватывают период после 21 года, что соответствует началу I периода зрелого возраста, когда изменения в большей степени обусловлены адаптационными перестройками к воздействиям внешних факторов, и, по-видимому, стабилизацией андрогенного гормонального фона. Систолическое артериальное давление изменяется транзитивно – снижается в первый год обучения на  $2,4\%$  относительно показателей абитуриентов ( $p=0,00$ ) и повышается только на 4-м курсе на  $3,7\%$  по отношению к показателям абитуриентов ( $p=0,00$ ) (табл. 2).

Как указывают И.В. Бочарин с соавт., адаптация к обучению в вузе начинается уже с 1-го курса обучения в медицинском вузе [4]. Такая же динамика наблюдалась в нашем исследовании. Комплекс позитивных преобразований в организме обусловлен организацией образовательного процесса в военном медицинском вузе и направлен на адаптацию курсанта к функциональным нагрузкам.

Транзитивные изменения в организме описаны и в работах других авторов, в частности, у курсантов Военной академии Республики Беларусь. Так, у них с 1-го по 4-й курсы отмечалось снижение доли лиц с оптимальными значениями ИМТ, и к концу обучения определялась тенденция к увеличению количества военнослужащих, имеющих повышенную и избыточную массу тела [5]. В наших исследованиях также отмечен рост массы тела и ИМТ на 4-, 5- и 6-м курсах, однако, не превышающий показатели нормы, что на фоне роста мышечной массы может рассматриваться как благоприятный фактор, и может быть обусловлен наступлением зрелости организма и формированием нового гормонального баланса: стабилизацией показателей костной, мышечной массы, перераспределением жировой ткани.

Исследования физического развития курсантов Военно-медицинского факультета Белорусского государственного медицинского университета демонстрируют, что динамика морфометрических и функциональных показателей в процессе обучения имеет разнонаправленный характер. На 1-м курсе преобладают курсанты со средними показателями физического развития и до 5-го курса включительно их количество снижается за счет

роста доли курсантов с физическим развитием «выше среднего», доля курсантов с физическим развитием «ниже среднего» уменьшается. На 6-м курсе эта тенденция нарушается – количество курсантов с физическим развитием ниже среднего значительно возрастает, приближаясь к показателям 1-го курса, а количество курсантов с физическим развитием «выше среднего» пропорционально снижается [12]. В нашем исследовании также была выявлена периодизация адаптационных перестроек, включавшая в себя транзитивные перестройки в первые 2 года пребывания в военном вузе и на средних курсах обучения.

Очевидно, что вышеперечисленные изменения вызваны комплексным влиянием факторов, среди которых помимо образовательной программы значительный вклад вносит продолжительность сна, гормональный статус, нервное напряжение в период обучения, характер и регулярность приема пищи, вредные привычки [10]. Однако, количество этих факторов также имеет соответствующую динамику – нарастает до 3-го курса, а потом снижается.

В наших исследованиях физическое развитие на 6-м году обучения характеризовалось полным завершением перестроек, сформировавшихся в период юношеского возраста и устойчивым развитием морфологических и функциональных показателей характерных для первого периода зрелого возраста, то есть окончательным становлением в развитии всех органов и систем организма. Вероятно, это связано со спецификой обучения в военном вузе, которое протекает без срыва адаптации и способствует формированию гармоничного развития индивида.

## Заключение

Первые два года обучения характеризуются существенным напряжением адаптационных механизмов, нервным напряжением, повышением учебных и физических нагрузок, изменением характера питания, режима труда и отдыха, а для большинства курсантов и климатических условий, что сопровождается существенным увеличением мышечной массы, незначительным увеличением жирового компонента и ростом функциональных показателей активности сердечно-сосудистой системы. При этом ИМТ достоверно не изменяется, рейтинг физического развития возрастает.

На 3–4-м курсах (курсанты в возрасте 21 года) отмечается стабилизация таких показателей, как уровень мышечной массы туловища и конечностей, висцерального жира, жировой ткани туловища, вес тела без жира, которые сформировались к концу второго курса.

Выявленные незначительные снижения показателей рейтинга физического развития, общей жировой массы, систолического

артериального давления в середине обучения могут быть скорректированы за счет регламентированного распорядка дня, питания и физической нагрузки.

На 5–6-м курсах (курсанты 22–23 лет) возрастает мышечный компонент туловища и конечностей, увеличиваются показатели динамометрии верхних конечностей и спирометрии. Этот период соответствует стабилизации антропометрических показателей, а выявленные изменения можно трактовать как дальнейшее полноценное развитие здорового организма в условиях сбалансированного питания, а также физической и учебной нагрузки.

### Список источников / References

1. Бахтина Т.Н., Бачериков И.В. Характеристика индекса массы тела студентов Санкт-Петербургского лесотехнического университета. *Физическая культура студентов: матер. Всероссийской научно-практической конференции*. 2019;97–101. Bakhtina TN, Bacherikov IV. Kharakteristika indeksa massy tela studentov Sankt-Peterburgskogo lesotekhnicheskogo universiteta. *Fizicheskaya kul'tura studentov: mater. Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 2019;97–101 (In Russ.).
2. Богданова Н.А. Центильная оценка показателей компонентного состава тела девушек, поступающих в военный вуз. *Фундаментальная наука и клиническая медицина – человек и его здоровье*. 2023;XXVI:323–4. Bogdanova NA. Tsentil'naya otsenka pokazatelei komponentnogo sostava tela devushek, postupyayushchikh v voennyi vuz. *Fundamental'naya nauka i klinicheskaya meditsina – chelovek i ego zdorov'e*. 2023;XXVI:323–4 (In Russ.).
3. Бородкина Д.А., Груздева О.В., Квиткова Л.В. Можно ли назвать висцеральное ожирение ключевым фактором парадокса ожирения? *Проблемы эндокринологии*. 2016;62(6):33–9. doi: 10.14341/probl201662633-39 Borodkina DA, Gruzdeva OV, Kvitkova LV, Barbarash OL. Is visceral obesity the cause of obesity paradox? *Problems of Endocrinology*. 2017 Jan 12;62(6):33–9 (In Russ.). doi: 10.14341/probl201662633-39
4. Бочарин И.В., Гурьянов М.С. Биоимпедансометрия как способ анализа компонентного состава тела студентов медицинского университета в динамике обучения. *Карельский научный журнал*. 2021;10(35):8–11. doi: 10.26140/knz4-2021-1002-0002 Bocharin IV, Guryanov MS. Bioimpedance Measurement as a Method of Analyzing the Component Composition of the Body of Medical University Students in the Dynamics of Training. *Karelian Scientific Journal*. 2021 May 30;10(35):8–11 (In Russ.). doi: 10.26140/knz4-2021-1002-0002
5. Быстрик И.С. Комплексная оценка физического развития курсантов. 2019;307–9. Bystrik IS. Kompleksnaya otsenka fizicheskogo razvitiya kursantov. 2019;307–9 (In Russ.). URL: [http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/28111/page\\_266.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/28111/page_266.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. Гайворонский И.В., Семенов А.А. Показатели физического развития девушек-абитуриенток военной образовательной организации по данным антропометрического исследования и компонентного состава тела. *Человек и его здоровье*. 2022;25(4):54–62. doi: 10.21626/vestnik/2022-4/07 Gaivoronsky IV, Semenov AA. Physical development indicators of female applicants to a military educational organization based on anthropometric studies and body composition components. *Chelovek i ego zdorov'e*. 2022 Jan 1;25(4):54–62 (In Russ.). doi: 10.21626/vestnik/2022-4/07
7. Гайворонский И.В., Семенов А.А., Криштоп В.В. Сравнительная характеристика индекса массы тела лиц молодого возраста в различных регионах России. *Морфология*. 2022;160(2):101–10. doi: 10.17816/morph.112394 Gaivoronsky IV, Semenov AA, Krishtop VV. Comparative characteristics of the body mass index of young persons in different regions of Russia. *Morphology*. 2023 May 22;160(2):101–10 (In Russ.). doi: 10.17816/morph.112394
8. Маскаева Т.Ю., Золотова М.Ю. Оценка состава тела и физической подготовленности студентов I курса. *Физическая культура, здравоохранение и образование: матер. XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В.С. Пирусского*. 2021;133–136. Maskaeva TYu, Zolotova MYu. Otsenka sostava tela i fizicheskoi podgotovlennosti studentok I kursa. *Fizicheskaya kul'tura, zdravookhranenie i obrazovanie: mater. XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoy pamyati V.S. Pirusskogo*. 2021;133–136 (In Russ.).
9. Семенов А.А., Гайворонский И.В., Криштоп В.В. Кластерный анализ как интегратор разных методик оценки физического развития практически здоровых лиц юношеского возраста. *Астраханский медицинский журнал*. 2023;18(1):72–80. doi: 10.29039/1992-6499-2023-1-72-80 Semenov A, Gayvoronskiy I, Vladimir Krishtop. Cluster Analysis as an Integrator of Different Techniques for Assessing the Physical Development of Healthy Adolescents. *Astrakhan Medical Journal*. 2023 Apr 28;18(1):72–80 (In Russ.). doi: 10.29039/1992-6499-2023-1-72-80
10. Синдеева Л.В., Николаев В.Г., Казакова Г.Н., Штейнердт С.В. Компонентный состав тела как показатель физического здоровья молодежи (на примере студентов медицинского вуза). *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. 2012;1:398–401. Sindeeva LV, Nikolaev VG, Kazakova GN, Shtejnerdt SV. Body Composition as Indicator of Physical Health of Youth (On the Example of Students-Girls of Medical High School). *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev*. 2012;1:398–401 (In Russ.).
11. Фазылов В.Ф., Марцинкевич Е.Д. Физиологические особенности курсантов I курса. *Сб. статей Итоговой научной конференции военно-научного общества института за 2021 г. Военный институт физической культуры*; 2022:39–41 (In Russ.). Fazylov VF, Martsinkevich ED. Fiziologicheskie osobennosti kursantov I kursa. *Sb. statei Itogovoi naučnoy konferentsii voenno-nauchnogo obshchestva instituta za 2021 g. Voennyi institut fizicheskoy kul'tury*; 2022:39–41 (In Russ.).

- nauchnoi konferentsii voenno-nauchnogo obshchestva instituta za 2021 g. Voennyi institut fizicheskoi kul'tury; 2022;39–41 (In Russ.).
12. Ширко Д.И., Лозовик Д.А., Евсеев Г.В., Конон Н.И., Семенов Е.К., Юрченко О.М. Оценка показателей физического развития и физической подготовленности курсантов военно-медицинского факультета. *Военная медицина.* 2020;3:74–77. Shirko DI, Lozovik DA, Evseev GV, Konon NI, Semenov EK, Yurchenko OM. Evaluation of Indicators of Physical Development and Physical Preparedness of Cadets Military Medical Faculty. *Military Medicine.* 2020;3:74–77 (In Russ.).
  13. Ab Hadi NHA, Harith S. Association of Lifestyle Habits and Visceral Fat Accumulation among UniSZA Staff. *Asian Journal of Medicine and Biomedicine.* 2022 Nov 12;6(S1):133–5. doi: 10.37231/ajmb.2022.6.S1.561
  14. Chrishtop VV, Mironov V, Prilepskii AY, Nikonorova VG, Vinogradov V. Organ-specific toxicity of magnetic iron oxide-based nanoparticles. *Nanotoxicology.* 2020 Nov 20;15(2):167–204. doi: 10.1080/17435390.2020.1842934
  15. Merriwether EN, Host HH, Sinacore DR. Sarcopenic Indices in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy.* 2012;35(3):118–25. doi: 10.1519/JPT.ob013e31823c4bef
  16. Tanita Corporation. Technology. Understanding your measurements : официальный сайт. 2020. Available from: <https://www.tanita.com/en/understanding-your-measurements/>
  17. Xu Z, Liu Y, Yan C, Yang R, Xu L, Guo Z, et al. Measurement of visceral fat and abdominal obesity by single-frequency bioelectrical impedance and CT: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2021 Oct;11(10):e048221. doi: 10.1136/bmjopen-2020-048221
  18. Yeh KY, Ling H, Ng SH, Wang CH, Chang PH, Chou WC, et al. Role of the Appendicular Skeletal Muscle Index for Predicting the Recurrence-Free Survival of Head and Neck Cancer. *Diagnostics.* 2021 Feb 14;11(2):309. doi: 10.3390/diagnostics11020309

#### Информация об авторах

Гайворонский Иван Васильевич – д-р. мед. наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; ул. Академика Лебедева, 6, лит. Ж, Санкт-Петербург, 194044, Россия; i.v.gaivoronsky@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7232-6419>

SPIN 1898-3355

✉ Семенов Алексей Анатольевич – канд. мед. наук, докторант при кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; semfeodosia82@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1977-7536>

SPIN 1147-3072

Овчинников Дмитрий Валерьевич – канд. мед. наук, доцент, начальник отдела организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; dv.ovchinnikov-vma@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8408-5301>

SPIN 5437-3457

Криштоп Владимир Владимирович – канд. мед. наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова; chrishtop@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9267-5800>

SPIN 3734-5479

#### Information about the authors

Ivan V. Gaivoronskii – Doct. Sci. (Med.), professor, head of the Department of Normal Human Anatomy of S.M. Kirov Military Medical Academy; ul. Akademika Lebedeva, 6, lit. Zh, St. Petersburg, 194044, Russia;

i.v.gaivoronsky@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7232-6419>

SPIN 1898-3355

✉ Aleksei A. Semenov – Cand. Sci. (Med.), doctoral student of the Department of Normal Human Anatomy of S.M. Kirov Military Medical Academy; semfeodosia82@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1977-7536>

SPIN 1147-3072

Dmitrii V. Ovchinnikov – Cand. Sci. (Med.), associate professor, head of the Department for Organization of Scientific Work and Training of Scientific and Pedagogical Personnel of S.M. Kirov Military Medical Academy; dv.ovchinnikov-vma@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8408-5301>

SPIN 5437-3457

Vladimir V. Krishtop – Cand. Sci. (Med.), senior researcher of the Research Institute of S.M. Kirov Military Medical Academy; chrishtop@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9267-5800>

SPIN 3734-5479