Журнал медико-биологических исследований. 2025. Т. 13, № 2. С. 155–166.
Journal of Medical and Biological Research, 2025, vol. 13, no. 2, pp. 155–166.

Научная статья
УДК 612.017.2:612.06
DOI: 10.37482/2687-1491-Z236

Адаптационные возможности и компонентный состав тела студентов с различным уровнем двигательной активности

Светлана Владимировна Михайлова* ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3842-0994
Татьяна Викторовна Хрычева** ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0713-5453

*Арзамасский филиал Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского
(Арзамас, Нижегородская обл., Россия)
**Арзамасская городская больница № 1
(Арзамас, Нижегородская обл., Россия)

Аннотация. Одной из главных причин избыточной массы тела, снижения уровня физической подготовленности, адаптационных возможностей и здоровья студенческой молодежи является малоподвижный образ жизни. **Цель** работы – изучить адаптационные возможности и компонентный состав тела студентов, имеющих различный уровень двигательной активности. **Материалы и методы.** Исследование проведено с использованием методов антропометрии, биоимпедансометрии, кардиоинтервалографии на базе Центра здоровья Арзамасской городской больницы № 1 при участии 866 студентов (330 юношей и 536 девушек) в возрасте 18–25 лет. **Результаты.** Средний уровень двигательной активности выявлен у половины обследованных (56,3 %), доли студентов с низким и высоким уровнями двигательной активности были почти равны (19,7 и 24,0 % соответственно). Оценивались показатели адаптации по методу Р.М. Баевского и по данным спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, что позволило установить положительное влияние физической активности на адаптационные возможности студентов. У испытуемых, ведущих малоподвижный образ жизни, определены высокая активность симпатического отдела, преобладание центрального контура регуляции и низкочастотных волн над высокочастотными в клино- и ортоположении, несбалансированный состав тела, характеризующийся снижением активной клеточной массы и содержания воды на фоне избыточной жировой массы тела, что свидетельствует о низких адаптационных возможностях. У физически активных студентов определены минимальная централизация управления сердечным ритмом, преобладающее влияние автономного контура регуляции и высокочастотных волн над низкочастотными, более высокая активность парасимпатического отдела. При ортостатической пробе снижение общей мощности спектра у них происходило на фоне уменьшения активности парасимпатического отдела. Физически активные студенты имели более низкие значения жировой массы тела и более высокие показатели

© Михайлова С.В., Хрычева Т.В., 2025

Ответственный за переписку: Светлана Владимировна Михайлова, *адрес:* 607220, Нижегородская обл., г. Арзамас, ул. К. Маркса, д. 36; *e-mail:* fatinia_m@mail.ru

активной клеточной массы, воды и общего обмена веществ. У них преобладали хорошие и высокие индексы компонентного состава тела, что способствовало поддержанию адаптационного потенциала на высоком уровне.

Ключевые слова: *студенты Нижегородской области, уровень двигательной активности, адаптационные возможности, компонентный состав тела, малоподвижный образ жизни, вариабельность сердечного ритма*

Финансирование. Эксперимент проведен в рамках совместной научно-исследовательской деятельности с Центром здоровья Арзамасской городской больницы № 1 (договор № 2то/2015 от 17.12.2015) при финансовой поддержке Арзамасского филиала Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского.

Для цитирования: Михайлова, С. В. Адаптационные возможности и компонентный состав тела студентов с различным уровнем двигательной активности / С. В. Михайлова, Т. В. Хрычева // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 155-166. – DOI 10.37482/2687-1491-Z236.

Original article

Adaptive Capabilities and Body Composition of Students with Different Levels of Physical Activity

Svetlana V. Mikhaylova* ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3842-0994
Tat'yana V. Khrycheva** ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0713-5453

*Arzamas Branch of National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
(Arzamas, Nizhny Novgorod Region, Russia)
**Arzamas City Hospital No. 1
(Arzamas, Nizhny Novgorod Region, Russia)

Abstract. Sedentary lifestyle is one of the leading causes of overweight, decreased fitness level, low adaptive capabilities and health problems among young students. The **purpose** of this paper was to study the adaptive capabilities and body composition of students with different levels of physical activity. **Materials and methods.** The research was conducted among 866 students (330 men and 536 women) aged 18–25 years at the Health Centre based at Arzamas City Hospital No. 1 using the methods of anthropometry, bioelectrical impedance analysis and cardiointervalography. **Results.** Half of the examined students (56.3 %) had an average level of physical activity, while the shares of students with low and high levels were almost equal (19.7 and 24.0 %, respectively). Adaptation parameters were assessed using R.M. Baevsky method and spectral analysis data, which allowed us to identify a positive effect of physical activity on students' adaptive capabilities. Subjects leading a sedentary lifestyle were found to have high activity of the sympathetic division, predominance of the central regulatory circuit and of low-frequency waves over high-frequency waves in the supine and prone positions, as well as unbalanced body composition characterized by decreased active cell mass and water content and excess body fat, which indicates

Corresponding author: Svetlana Mikhaylova, *address:* ul. K. Marksa 36, Arzamas, 607220, Nizhegorodskaya obl., Russia; *e-mail:* fatinia_m@mail.ru

low adaptive capabilities. Physically active students were found to have minimal centralization of heart rhythm control, predominance of the autonomic regulatory circuit and of high-frequency waves over low-frequency waves, as well as greater activity of the parasympathetic division. In the orthostatic test, their total spectrum power decreased during the reduction in the activity of the parasympathetic division. Physically active students had lower body fat mass as well as higher active cell mass, water content and basal metabolic rate. They mostly had good and high scores of body composition index, which helps maintain their adaptive potential at a high level.

Keywords: *students of the Nizhny Novgorod Region, level of physical activity, adaptive capabilities, body composition, sedentary lifestyle, heart rate variability*

Funding. The experiment was conducted within the framework of joint research activities with Arzamas City Hospital No. 1 (agreement no. 2to/2015 dated 17 December 2015) and funded by the Arzamas Branch of National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod.

For citation: Mikhaylova S.V., Khrycheva T.V. Adaptive Capabilities and Body Composition of Students with Different Levels of Physical Activity. *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 2, pp. 155–166. DOI: 10.37482/2687-1491-Z236

Данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что низкая двигательная активность (ДА) является ведущим фактором нарушения здоровья современных студентов [1, 2]. В рекомендациях Всемирной организации здравоохранения показано, что ДА может играть важную роль в профилактике и лечении различных заболеваний, улучшении мыслительной деятельности и обучаемости[1]. Высокая ДА способствует совершенствованию функциональных и адаптационных возможностей (АВ) организма [3], для оценки которых традиционно используются параметры сердечного ритма. Популярность последних обусловлена быстротой реагирования сердечно-сосудистой системы на воздействие изменений и нагрузок. Особенно информативен анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) при проведении активной ортостатической пробы (АОП) для оценки качества функционирования отделов центральной и вегетативной нервной системы (ВНС) [3, 4].

С показателями адаптации и физической работоспособности коррелируют данные компонентного состава тела (КСТ), что особенно выражено в спортивной деятельности [5]. Под влиянием физических нагрузок в организме изменяется содержание жировой и мышечной тканей, воды, активизируются обменные процессы [6]. Биоимпедансный анализ (БИА) позволяет определять КСТ и служит основой для разработки методов оценки индивидуальной адаптации к физическим нагрузкам [5, 7]. В представленной работе применялся новый метод вычисления индекса КСТ ($И_{КСТ}$), что дает возможность комплексно оценить содержание наиболее значимых компонент тела и их соотношение [8].

Исследователи здоровья студентов отмечают, что почти половина молодежи имеет низкую ДА, низкий уровень физической подготовленности и АВ [2, 6, 9]. Избыточная масса тела по данным индекса массы тела отмечена у 15–20 % студентов, а если опираться на биоимпедансные значения содержания жировой ткани, то этот показатель увеличивается почти в 2 раза [8, 9]. Активно занимающаяся спортом молодежь, наоборот, демонстрирует хорошие физическое здоровье и физическую подготовку [1, 9]. Выявленные Э.Г. Лактионовой и соавт. положительные изменения состава тела студенток с разной ДА

[1]WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour: At a Glance. World Health Organization, 2020. 17 p.

указывают на необходимость ее оптимизации в процессе обучения в высшем учебном заведении [10]. H.H. León-Ariza et al. установили, что ВРС и КСТ являются определяющими показателями адаптации кардиореспираторной системы и степени выносливости [11].

Цель работы – изучить АВ и КСТ студентов, имеющих различный уровень двигательной активности (УДА).

Материалы и методы. В данном эксперименте приняли участие студенты Арзамасского филиала Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Арзамасского политехнического института (филиала) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Арзамасского филиала Российского университета кооперации, медицинского и политехнического колледжей (n = 866, 330 юношей и 536 девушек в возрасте 18–25 лет). Критерии включения в выборку: отсутствие на момент обследования острых или обострения хронических заболеваний, беременности. Все испытуемые дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Измерения (антропометрия, биоимпедансметрия, кардиоинтервалография) проводились во время профилактических осмотров в Центре здоровья Арзамасской городской больницы № 1 на сертифицированном и регулярно поверяемом оборудовании[2].

По данным антропометрии (длина тела, масса тела, систолическое и диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений) были рассчитаны степени адаптации (удовлетворительная, напряжение, неудовлетворительная и срыв) по методу Р.М. Баевского [12].

По результатам биоимпедансметрии с применением биоимпедансного анализатора «Диамант» (Россия) вычислен $И_{КСТ}$ по формуле $И_{КСТ} = (k_{ЖМТ} + k_{АКМ} + k_{ООВ} + k_{ОВ})/4$, где $k_{ЖМТ}$, $k_{АКМ}$, $k_{ООВ}$, $k_{ОВ}$ – коэффициенты жировой массы тела, активной клеточной массы, общего обмена веществ и содержания общей воды соответственно. Полученные индексы оценивались как неудовлетворительные, удовлетворительные, хорошие или отличные [8].

Для оценки АВ студентов анализировались показатели кардиоинтервалографии (мощность высокочастотных, низкочастотных и очень низкочастотных волн (HF, LF и VLF) в клино- и ортоположении), полученные с применением компьютерной программы «Ритм-экспресс» из перечня стандартного оснащения Центра здоровья [4].

Физическая активность характеризовалась по итогам заполнения анкеты «Определение УДА», результаты распределялись на три группы (в зависимости от количества баллов): низкий (0–8 баллов, УДА-1), средний (9–19 баллов, УДА-2) и высокий (20–27 баллов, УДА-3) [13, с. 185]. Уровень физической активности у студентов определялся не только их отношением к занятиям спортом. Анкета включала вопросы о занятиях танцами, закаливании, посещении бани, пеших прогулках, активном отдыхе и др.

Все процедуры соответствовали принципам Хельсинкской декларации (редакция 2013 года) и были одобрены локальным этическим комитетом Арзамасского филиала Нижегородского государственного университета (протокол № 2 от 17.11.2022).

По результатам осмотров создана персонифицированная база данных, статистическая обработка которых проводилась с использованием программ Excel 8.0, Statgraphics Plus 5.0 и Primer of Biostatistics Version 4.03. Характер распределения проверялся с применением критерия Колмогорова–Смирнова ($p < 0,05$). Количественные признаки, имеющие нормальное распределение, представлены в таблицах в виде среднего арифметического (M), среднеквадратического отклонения (σ), 95 %-го доверительного интервала (95% CI); признаки,

[2]Оказание медицинской помощи взрослому населению в центрах здоровья: метод. рек. / М-во здравоохранения и соц. развития РФ. М.: ФГБУ ГНИЦПМ, 2012. 109 с.

не имеющие нормального распределения, – в виде σ, медианы (*Me*), перцентильного ранжирования (Q_{25}–Q_{75} – 25-й и 75-й перцентили). Для сравнения двух групп с нормальным распределением использовался *t*-критерий Стьюдента (для связанных выборок – парный *t*-критерий Стьюдента). Для сравнения двух групп со значениями, не соответствующими закону нормального распределения, применялись критерий Манна–Уитни для несвязанных выборок, критерий Уилкоксона для зависимых выборок. Для определения статистической значимости различий между долями использовался критерий χ^2 Пирсона. Различия исследуемых параметров считались статистически значимыми при 95 %-м пороге вероятности ($p < 0,05$).

Результаты. Почти половина обследованных имела средний УДА – 56,3 % (среди юношей – 55,7 %, среди девушек – 56,7 %). Малоподвижный образ жизни вели (УДА-1) – 19,7 % студентов (среди юношей – 21,8 %, среди девушек – 18,2 %), а у 24,0 % испытуемых был установлен УДА-3 (среди юношей – 22,5 %, среди девушек – 25,1 %). Частота степеней адаптации у студентов в зависимости от УДА представлена в *табл. 1*.

Большинство физически активных испытуемых имело удовлетворительную степень адаптации (22,0 % юношей и 39,1 % девушек) или ее напряжение (52,4 % юношей и 40,0 % девушек). Доля показателей неудовлетворительной адаптации преобладала среди студентов с УДА-1, также среди них чаще фиксировался срыв адаптации (18,5 % юношей и 13,4 % девушек).

В основе воздействия регулярной ДА на организм человека лежит общебиологический процесс адаптации, проходящий на всех уровнях функционирования организма. Регулярная ДА, воздействуя на организм в целом, совершенствует при этом его АВ [3].

Спектральный анализ ВСР позволил оценить влияние различных регуляторных систем на ритм и работу сердца, а также его адаптационный потенциал [14]. У студентов с УДА-1 отмечено (*табл. 2*, см. с. 160) значительное преобладание низкочастотного компонента, характеризующего состояние симпатического отдела ВНС, в частности системы регуляции сосудистого тонуса, над высокочастотным (LF > HF) [14, 15]. У юношей и девушек с УДА-2 и УДА-3, наоборот, определено преобладание высокочастотного компонента над низкочастотным (HF > LF),

Таблица 1

Распределение студентов с различным УДА по степеням адаптации, %

Distribution of students with different levels of motor activity by degrees of adaptation, %

УДА	Степень адаптации			
	удовлетворительная	напряжение	неудовлетворительная	срыв
Юноши (n = 330)				
Низкий	16,7	27,8	37,0	18,5
Средний	16,5	43,3	27,8	12,4
Высокий	22,0	52,4	17,1	8,5
Все	**17,9**	**43,0**	**26,7**	**12,4**
Девушки (n = 536)				
Низкий уровень	17,1	42,7	26,8	13,4
Средний уровень	27,5	38,0	24,6	9,9
Высокий уровень	39,1	40,0	13,6	7,3
Все	**28,3**	**39,2**	**22,6**	**9,9**

Примечание. Статистика по юношам: $\chi^2 = 13,34$; $p = 0,0379$; по девушкам: $\chi^2 = 15,54$; $p = 0,0165$.

Таблица 2

Показатели спектрального анализа ВСР при выполнении АОП у студентов с различным УДА, мс²

Parameters of spectral analysis of HRV during an active orthostatic test in students with different levels of motor activity, ms²

Показатель	*M / Me*	σ	Q_{25}–Q_{75}	95% CI	Показатель	*M / Me*	σ	Q_{25}–Q_{75}	95% CI
Юноши с низким УДА (n = 54)					*Девушки с низким УДА (n = 82)*				
$HF_к$	636,1	409,0	364,9–951,5	–	$HF_к$	687,5	328,4	–	614,9–760,1
$HF_о$	278,0*	267,8	210,1–473,2	–	$HF_о$	404,4*	254,8	–	348,1–460,7
$LF_к$	1124,4	636,3	–	950,2–1298,6	$LF_к$	894,6	465,1	–	791,9–997,3
$LF_о$	1130,7	589,6	–	969,3–1292,1	$LF_о$	1018,6*	499,5	–	908,2–1129,0
$VLF_к$	812,6	242,0	–	746,3–878,9	$VLF_к$	781,5	247,3	–	726,9–836,1
$VLF_о$	517,1*	277,4	–	441,1–593,1	$VLF_о$	437,9*	179,5	–	398,2–477,6
Юноши со средним УДА (n = 194)					*Девушки со средним УДА (n = 334)*				
$HF_к$	998,8	527,8	608,0–1264,9	–	$HF_к$	780,4	580,4	498,5–1246,5	–
$HF_о$	613,6*	469,8	384,1–1019,9	–	$HF_о$	613,3*	439,5	329,8–1012,3	–
$LF_к$	943,8	467,3	–	877,9–1009,7	$LF_к$	845,0	381,8	–	804,1–885,9
$LF_о$	772,4*	601,1	416,6–1154,3	–	$LF_о$	779,2*	307,3	–	746,3–812,1
$VLF_к$	658,7	220,3	–	627,6–689,8	$VLF_к$	651,9	210,2	–	629,4–674,4
$VLF_о$	604,4*	304,2	–	561,5–647,3	$VLF_о$	341,7*	310,1	225,6–748,2	–
Юноши с высоким УДА (n = 82)					*Девушки с высоким УДА (n = 110)*				
$HF_к$	1221,5	579,9	879,6–1654,7	–	$HF_к$	1152,2	455,6	–	1065,4–1239,0
$HF_о$	1192,1	470,3	–	1088,2–1296,0	$HF_о$	1036,8	447,6	–	951,6–1122,0
$LF_к$	624,5	490,1	456,6–1038,0	–	$LF_к$	753,2	366,9	–	683,3–823,1
$LF_о$	512,2	438,9	357,7–852,2	–	$LF_о$	666,6	313,3	–	606,9–726,3
$VLF_к$	468,9	185,4	–	427,9–509,9	$VLF_к$	470,5	149,6	–	442,0–499,0
$VLF_о$	332,8*	140,0	–	441,1–593,1	$VLF_о$	403,1*	191,3	–	366,7–439,5

Примечание: к – клиноположение, о – ортоположение; * – установлены статистически значимые различия между показателями в клино- и ортоположении при $p < 0,05$.

т. е. парасимпатической активности [3, 16]. С повышением среди молодежи интенсивности ДА значения LF-волн снижаются, а HF-волн – возрастают, что также свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний.

Д.А. Катаев с соавт. считают, что HF-волны отражают процесс адаптации к физическим нагрузкам и стрессовым факторам и коррелируют с уровнями тренированности и выносливости [17].

Показатели VLF-волн, характеризующих влияние симпатического отдела ВНС, а также отражающих активность межсистемного уровня управления [5, 16], были выше среди студентов

с УДА-1. Повышенный уровень VLF-волн, по данным Н.И. Шлык, является признаком низкого адаптационного потенциала организма [16].

В норме структура спектра характеризуется соотношением HF > LF > VLF [16], что показали студенты с УДА-3 (в клино- и ортоположении). Аналогичное соотношение имели студенты с УДА-2 в клиноположении, но при переходе в ортоположение отмечалось усиление симпатических влияний – LF > HF > VLF.

Среди молодежи, ведущей малоподвижный образ жизни, фиксировались преобладание низкочастотных волн – LF > VLF > HF (у девушек в ортоположении – LF > HF > VLF) и возрастание значений LF-волн при переходе тела в вертикальное положение, что свидетельствует о гиперадаптивном состоянии [16]. У студентов с УДА-2 и УДА-3 при изменении положения тела на вертикальное отмечено снижение мощности всех компонентов спектра (VLF, LF, HF), что является нормальной ответной реакцией организма на АОП [4].

Среди испытуемых, имеющих различный УДА, был проведен сравнительный анализ показателей БИА, который выявил их достоверные различия, обусловленные физической активностью (*табл. 3*). Под влиянием высокой физической активности формируется оптимальное сочетание компонент тела: более низкие значения ЖМТ на фоне высоких показателей АКМ и ОВ.

Таблица 3

Показатели биоимпедансметрии студентов с различным УДА

Parameters of bioelectrical impedance analysis in students with different levels of motor activity

Показатель	*M*	σ	*Me*	Q_{25}–Q_{75}	95% CI	Min–max	*p*
Юноши с низким УДА (n = 54)							
ЖМТ, %	28,7	6,31	–	–	27,0–30,4	18,4–43,8	$p_{1-2} < 0{,}001$
АКМ, %	48,7	4,67	–	–	47,4–50,0	39,9–56,6	$p_{1-2} < 0{,}001$
ОВ, %	52,8	5,52	53,8	49,8–55,8	–	41,1–55,8	$p_{1-2} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1930,6	236,10	–	–	1866,0–1995,2	1430,0–2389,0	$p_{1-2} < 0{,}01$
Юноши со средним УДА (n = 194)							
ЖМТ, %	24,8	5,01	24,4	21,3–27,5	–	17,2–40,9	$p_{2-3} < 0{,}001$
АКМ, %	51,3	3,21	51,6	49,8–53,1	–	40,8–59,2	$p_{2-3} < 0{,}001$
ОВ, %	55,4	3,99	–	–	54,8–56,0	43,3–64,9	$p_{2-3} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1835,4	180,30	–	–	1810,0–1860,8	1341,0–2329,0	$p_{2-3} < 0{,}05$
Юноши с высоким УДА (n = 82)							
ЖМТ, %	20,9	4,10	20,2	18,3–22,3	–	11,4–35,2	$p_{1-3} < 0{,}001$
АКМ, %	52,8	2,80	52,9	51,2–54,4	–	44,3–60,7	$p_{1-3} < 0{,}001$
ОВ, %	57,9	3,08	58,1	56,9–60,1	–	47,5–64,9	$p_{1-3} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1783,4	159,40	–	–	1748,2–1818,6	1458,0–2200,0	$p_{1-3} < 0{,}001$
Девушки с низким УДА (n = 82)							
ЖМТ, %	33,3	6,77	–	–	31,8–34,8	20,3–48,9	$p_{1-2} < 0{,}001$
АКМ, %	44,9	4,24	–	–	43,9–45,8	35,5–52,7	$p_{1-2} < 0{,}001$
ОВ, %	48,8	5,32	–	–	47,6–50,0	37,3–65,1	$p_{1-2} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1520,2	166,90	1474,5	1405,0–1575,0	–	1258,0–2044,0	$p_{1-2} < 0{,}001$

Окончание табл. 3

Показатель	*M*	σ	*Me*	Q_{25}–Q_{75}	95% CI	Min–max	*p*
Девушки со средним УДА (n = 334)							
ЖМТ, %	29,5	5,03	28,8	26,6–31,8	–	14,0–46,7	$p_{2-3} < 0{,}001$
АКМ, %	47,2	2,82	47,6	46,3–48,9	–	37,1–54,6	$p_{2-3} < 0{,}001$
ОВ, %	51,6	3,70	52,0	49,9–53,7	–	39,1–62,6	$p_{2-3} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1440,3	116,80	1414,5	1361,0–1492,0	–	1244,0–2020,0	$p_{2-3} < 0{,}01$
Девушки с высоким УДА (n = 110)							
ЖМТ, %	27,1	3,73	–	–	26,4–27,8	17,7–36,4	$p_{1-3} < 0{,}001$
АКМ, %	48,7	2,10	–	–	48,3–49,1	42,0–53,3	$p_{1-3} < 0{,}001$
ОВ, %	53,4	2,84	–	–	52,9–53,9	46,6–60,6	$p_{1-3} < 0{,}001$
ООВ, ккал	1406,4	90,50	–	–	1389,2–1423,6	1210,0–1644,0	$p_{1-3} < 0{,}001$

Примечание. Указана статистическая значимость различий между студентами: p_{1-2} – с низким и средним УДА; p_{2-3} – со средним и высоким УДА; p_{1-3} – с низким и высоким УДА.

$И_{КСТ}$ у студентов рассчитывался на основе биоимпедансных показателей (ЖМТ, АКМ, ОВ, ООВ). Расчеты показали, что низкий $И_{КСТ}$ имеют 20,7 % юношей и 23,5 % девушек, средний – 45,1 и 38,8 %, хороший – 28,5 и 32,0 %, отличный – 5,6 и 5,7 % соответственно. Анализ сопряженности значений $И_{КСТ}$ с различными степенями адаптации позволил определить преобладание у студентов с удовлетворительной и напряженной адаптацией хороших и отличных $И_{КСТ}$. Неудовлетворительные и удовлетворительные $И_{КСТ}$ в большинстве соотносятся с состояниями неудовлетворительной адаптации и ее срыва (*табл. 4*).

Таблица 4

Распределение студентов с различным $И_{КСТ}$ по степеням адаптации, %

Distribution of students with different scores of body composition index by degrees of adaptation, %

$И_{КСТ}$	Степень адаптации			
	удовлетворительная	напряжение	неудовлетворительная	срыв
Юноши (n = 330)				
Неудовлетворительный	11,6	27,5	42,0	18,8
Удовлетворительный	20,0	35,8	31,7	12,5
Хороший	19,0	60,3	12,9	7,8
Отличный	20,0	40,0	20,0	20,0
Все	**17,9**	**43,0**	**26,7**	**12,4**
Девушки (n = 526)				
Неудовлетворительный	26,6	21,3	34,0	18,1
Удовлетворительный	23,1	37,4	30,3	9,2
Хороший	31,0	51,9	10,1	7,0
Отличный	52,2	26,1	17,4	4,4
Все	**28,3**	**39,2**	**22,6**	**9,9**

Примечание. Статистика по юношам: $\chi^2 = 36{,}05$; $p < 0{,}001$; по девушкам: $\chi^2 = 51{,}65$; $p < 0{,}001$.

Обсуждение. Каждая компонента состава тела выполняет важную функцию в жизнеобеспечении организма, а их динамика позволяет правильно оценить направленность и качество изменений, происходящих под воздействием различных факторов [7, 8].

Студенты, ведущие малоподвижный образ жизни, имеют самые низкие значения АКМ, что может свидетельствовать о замедлении синтеза белка, ведущего к сокращению энергоресурсов в организме. Высокие значения ЖМТ могут указывать на замедление липолиза, что приводит к снижению обмена веществ, работоспособности и адаптационного потенциала [5, 9].

Для студентов с УДА-3 характерны более высокие значения АКМ, коррелирующие с высокой ДА и физической работоспособностью и свидетельствующие о высоком уровне метаболизма [9]. У них значительно ниже значения ЖМТ, а также больше содержание ОВ, обеспечивающей качественное протекание процессов транспорта питательных веществ, газообмена, выведения продуктов метаболизма и т. п. [8]. Показатель ООВ характеризует скорость обменных реакций, которая по данным БИА выше у студентов с УДА-1 ($p < 0{,}001$), что связано с большим количеством лиц с избыточной массой тела в данной группе. Оптимальные значения ЖМТ, АКМ и ОВ у студентов, ведущих физически активный образ жизни, обеспечивают высокий уровень АВ [5, 7, 9].

Результаты зарубежных исследований также свидетельствуют о влиянии ДА на ВСР и КСТ. T. Teisala et al. выявили положительное действие ДА и КСТ на показатели стресса, рассчитанные по ВСР [18]. M. Sendeski et al. обнаружили отрицательную связь УДА со стресс-индексом и ЖМТ [19]. P. Rissanen et al. определили возрастание парасимпатической активности при изменении КСТ, сопровождающемся снижением ЖМТ [20].

Также следует учитывать, что разные виды ДА оказывают различное воздействие на показатели ВРС и КСТ молодежи. Например, А.А. Говорухина с соавт. установили у студенток, занимавшихся в течение года общей физической подготовкой с элементами легкой атлетики, увеличение значений HF-колебаний, снижение содержания ЖМТ. У студенток-волейболисток установлены увеличение мощности LF- и VLF-волн, снижение индексов централизации и активации подкорковых центров. Занятия атлетической гимнастикой в течение года существенно не влияли на показатели ВСР, но способствовали снижению ЖМТ [6].

K.K. Dennis et al., изучая аспекты ДА, КСТ и ВСР студентов, определили, что интенсивность ДА оказывает большее влияние на ВСР, чем состав тела. Современные студенты должны уделять большее внимание увеличению ДА для поддержания и укрепления своего здоровья [21].

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. Средний УДА выявлен у 56,3 % обследованных студентов, низкий и высокий УДА зафиксированы в почти равных долях (19,7 и 24,0 % соответственно).

2. У студентов с УДА-1 показатели спектрального анализа ВСР свидетельствуют о низких АВ, т. к. определены высокая активность симпатического отдела и преобладание центрального контура регуляции. Выявлено преобладание LF-волн над HF-волнами в клино- и ортоположении. Состав тела отличается сниженными показателями АКМ и ОВ на фоне избыточной ЖМТ.

3. Физически активные студенты обладают высокими АВ и значительными функциональными резервами сердечно-сосудистой системы, у них выявлены максимальное влияние автономного контура регуляции и более высокая активность парасимпатического отдела ВНС, преобладание HF-волн над LF-волнами. При проведении АОП общая мощность спектра уменьшается на фоне снижения активности парасимпатического

отдела. Состав тела отличается более низкими значениями ЖМТ, ООВ и более высокими показателями АКМ, ОВ.

4. При анализе сопряженности показателей адаптации и $И_{КСТ}$ определены более высокие АВ у студентов с хорошим и высоким $И_{КСТ}$, свидетельствующем о наиболее оптимальном количественном сочетании компонент состава тела (ЖМТ, АКМ, ОВ), что способствует поддержанию АВ на высоком уровне.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. *Прошляков В.Д., Пономарева Г.В., Котова Г.В., Левина Е.А.* О здоровье и двигательной активности студентов образовательных организаций высшего образования // Физ. воспитание и студенч. спорт. 2023. Т. 2, № 2. С. 188–193. https://doi.org/10.18500/2782-4594-2023-2-2-188-193

2. *Копейкина Е.Н., Кондаков В.Л., Волошина Л.Н., Бочарова В.И.* Двигательная активность студентов в современных условиях // Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигат. рекреация. 2023. Т. 8, № 3. С. 106–112.

3. *Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Климов И.А.* Оценка адаптационного состояния студентов. Владимир: Аркаим, 2016. 94 с.

4. *Михайлов В.М.* Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. Иваново: Изд-во Иван. гос. мед. акад., 2000. 200 с.

5. *Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г.* Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с.

6. *Говорухина А.А., Муштай К.А., Коломиец С.В., Мальков О.А.* Состояние регуляторных механизмов и компонентный состав тела студенток, занимающихся по программам спортизации // Теория и практика физ. культуры. 2021. № 1. С. 35–37.

7. *Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский И.Н., Ничипорук Н.Г.* Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) // Вестн. СПбГУ. Медицина. 2017. Т. 12, вып. 4. С. 365–384. https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2017.406

8. *Михайлова С.В., Полякова Т.В., Сидорова Т.В., Антонов А.Я., Махонин М.Ю.* Физиологическое обоснование применения индекса компонентного состава тела как показателя уровня фитнес-здоровья // Физ. воспитание и спортив. тренировка. 2020. № 3(33). С. 70–80.

9. *Золотова М.Ю., Маскаева Т.Ю.* Оценка биохимического состава тела девушек 18–20 лет под влиянием различных видов физической активности // Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигат. рекреация. 2023. Т. 8, № 2. С. 59–62.

10. *Лактионова Э.Г., Федякина Л.К., Тумасян Ю.А., Мукминова Г.Р.* Динамика состава тела и двигательная активность студенток в процессе прохождения элективных дисциплин по физической культуре и спорту // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 3(157). С. 191–194.

11. *León-Ariza H.H., Botero-Rosas D.A., Zea-Robles A.C.* Heart Rate Variability and Body Composition as VO_{2max} Determinants // Rev. Bras. Med. Esporte. 2017. Vol. 23, № 4. P. 317–321. https://doi.org/10.1590/1517-869220172304152157

12. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 234 с.

13. *Михайлова С.В., Калюжный Е.А., Сидорова Т.В., Полякова Т.А., Крылов В.Н., Кузмичев Ю.Г., Жулин Н.В., Болтачева Е.А., Красникова Л.И., Хрычева Т.В., Калиновский А.С.* Исследование физического здоровья студенческой молодежи (на примере студентов Нижегородской области): моногр. Арзамас: Арзамас. фил. ННГУ, 2019. 247 с.

14. *Снежицкий В.А., Шишко В.И., Зуховицкая Е.В., Дешко М.С.* Вариабельность ритма сердца: применение в кардиологии. Гродно: Гродн. гос. мед. ун-т, 2010. 212 с.

15. *Лисова Н.А., Шилов С.Н.* Эффективность энергообеспечения адаптационных реакций у студенток в зависимости от типологических свойств темперамента // Журн. мед.-биол. исследований. 2020. Т. 8, № 3. С. 314–318. https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z023

16. *Шлык Н.И.* Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмурт. ун-т, 2009. 254 с.

17. *Катаев Д.А., Циркин В.И., Кишкина В.В., Трухина С.И., Трухин А.Н.* Общая мощность спектра и мощность HF-волн в зависимости от этапов годичного цикла подготовки спортсменов и других факторов (обзор) // Журн. мед.-биол. исследований. 2024. Т. 12, № 2. С. 253–267. https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z189

18. *Teisala T., Mutikainen S., Tolvanen A., Rottensteiner M., Leskinen T., Kaprio J., Kolehmainen M., Rusko H., Kujala U.M.* Associations of Physical Activity, Fitness, and Body Composition with Heart Rate Variability-Based Indicators of Stress and Recovery on Workdays: A Cross-Sectional Study // J. Occup. Med. Toxicol. 2014. Vol. 9, № 16. https://doi.org/10.1186/1745-6673-9-16

19. *Sendeski M., da Luz de Oliveira B.A., Silva B.F., Mota J., Branco B.H.M.* Interrelationship About Body Composition on Sleep Quality, Physical Activity, and Heart Rate Variability in Young Adults: A Cross-Sectional Study // Sport Sci. Health. 2024. Vol. 20. P. 241–248. https://doi.org/10.1007/s11332-023-01100-9

20. *Rissanen P., Franssila-Kallunki A., Rissanen A.* Cardiac Parasympathetic Activity Is Increased by Weight Loss in Healthy Obese Women // Obes. Res. 2001. Vol. 9, № 10. P. 637–643. https://doi.org/10.1038/oby.2001.84

21. *Dennis K.K., Wolfe A.M., Ward S.* Physical Activity or Body Composition for Heart Health & Heart Rate Variability // Med. Sci. Sports Exerc. 2018. Vol. 50, № 5S. P. 21. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000535153.35250.bb

References

1. Proshlyakov V.D., Ponomareva G.V., Kotova G.V., Levina E.A. On the Health and Motor Activity of University Students. *Phys. Educ. Univ. Sport*, 2023, vol. 2, no. 2, pp. 188–193 (in Russ.). https://doi.org/10.18500/2782-4594-2023-2-2-188-193

2. Kopeykina E.N., Kondakov V.L., Voloshina L.N., Bocharova V.I. Dvigatel'naya aktivnost' studentov v sovremennykh usloviyakh [Assessment of the Volume of Students' Motor Activity in Modern Conditions]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya*, 2023, vol. 8, no. 3, pp. 106–112.

3. Trifonova T.A., Mishchenko N.V., Klimov I.A. *Otsenka adaptatsionnogo sostoyaniya studentov* [Assessment of Adaptation in Students]. Vladimir, 2016. 94 p.

4. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya* [Heart Rate Variability: Experience of Practical Use]. Ivanovo, 2000. 200 p.

5. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. *Bioimpedansnyy analiz sostava tela cheloveka* [Bioelectrical Impedance Analysis of Human Body Composition]. Moscow, 2009. 392 p.

6. Govorukhina A.A., Mushtay K.A., Kolomiets S.V., Mal'kov O.A. Sostoyanie regulyatornykh mekhanizmov i komponentnyy sostav tela studentok, zanimayushchikhsya po programmam sportizatsii [State of Regulatory Mechanisms and Body Component Composition of Female Students Trained Under Sportization Programs]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2021, no. 1, pp. 35–37.

7. Gaivoronskiy I.V., Nichiporuk G.I., Gaivoronskiy I.N., Nichiporuk N.G. Bioimpedansometry as a Method of the Component Body Structure Assessment (Review). *Vestn. St. Petersb. Univ. Med.*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 365–384 (in Russ.). https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2017.406

8. Mikhaylova S.V., Polyakova T.V., Sidorova T.V., Antonov A.Ya., Makhonin M.Yu. Fiziologicheskoe obosnovanie primeneniya indeksa komponentnogo sostava tela kak pokazatelya urovnya fitnes-zdorov'ya [Physiological Substantiation of the Application of the Index of Body Composition Analysis as an Indicator of Fitness Health Level]. *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka*, 2020, no. 3, pp. 70–80.

9. Zolotova M.Yu., Maskaeva T.Yu. Otsenka biokhimicheskogo sostava tela devushek 18–20 let pod vliyaniem razlichnykh vidov fizicheskoy aktivnosti [Estimation of the Biochemical Body Composition of 18–20-Year-Old Girls Under the Influence of Different Types of Physical Activity]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya*, 2023, vol. 8, no. 2, pp. 59–62.

10. Laktionova E.G., Fedyakina L.K., Tumasyan Yu.A., Mukminova G.R. Dinamika sostava tela i dvigatel'naya aktivnost' studentok v protsesse prokhozhdeniya elektivnykh distsiplin po fizicheskoy kul'ture i sportu [Body Composition Dynamics and Motor Activity of the Female Students Within the Elective Disciplines in Physical Education]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2018, no. 3, pp. 191–194.

11. León-Ariza H.H., Botero-Rosas D.A., Zea-Robles A.C. Heart Rate Variability and Body Composition as VO_{2max} Determinants. *Rev. Bras. Med. Esporte*, 2017, vol. 23, no. 4, pp. 317–321. https://doi.org/10.1590/1517-869220172304152157

12. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. *Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy* [Assessing the Body's Adaptation Potential and the Risk of Disease]. Moscow, 1997. 234 p.

13. Mikhaylova S.V., Kalyuzhnyy E.A., Sidorova T.V., Polyakova T.A., Krylov V.N., Kuzmichev Yu.G., Zhulin N.V., Boltacheva E.A., Krasnikova L.I., Khrycheva T.V., Kalinovskiy A.S. *Issledovanie fizicheskogo zdorov'ya studencheskoy molodezhi (na primere studentov Nizhegorodskoy oblasti)* [A Study of the Physical Health of Students (Exemplified by the Students of the Nizhny Novgorod Region)]. Arzamas, 2019. 247 p.

14. Snezhitskiy V.A., Shishko V.I., Zukhovitskaya E.V., Deshko M.S. *Variabel'nost' ritma serdtsa: primenenie v kardiologii* [Heart Rate Variability: Application in Cardiology]. Grodno, 2010. 212 p.

15. Lisova N.A., Shilov S.N. Energy Supply Efficiency in Adaptive Responses of Female Students Depending on the Typological Temperament Properties. *J. Med. Biol. Res.*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 314–318. https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z023

16. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, 2009. 254 p.

17. Kataev D.A., Tsirkin V.I., Kishkina V.V., Trukhina S.I., Trukhin A.N. Total Power of the Spectrum and HF Waves in Athletes Depending on the Phase of the Training Year and Other Factors (Review). *J. Med. Biol. Res.*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 253–267. https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z189

18. Teisala T., Mutikainen S., Tolvanen A., Rottensteiner M., Leskinen T., Kaprio J., Kolehmainen M., Rusko H., Kujala U.M. Associations of Physical Activity, Fitness, and Body Composition with Heart Rate Variability-Based Indicators of Stress and Recovery on Workdays: A Cross-Sectional Study. *J. Occup. Med. Toxicol.*, 2014, vol. 9, no. 16. https://doi.org/10.1186/1745-6673-9-16

19. Sendeski M., da Luz de Oliveira B.A., Silva B.F., Mota J., Branco B.H.M. Interrelationship About Body Composition on Sleep Quality, Physical Activity, and Heart Rate Variability in Young Adults: A Cross-Sectional Study. *Sport Sci. Health*, 2024, vol. 20, pp. 241–248. https://doi.org/10.1007/s11332-023-01100-9

20. Rissanen P., Franssila-Kallunki A., Rissanen A. Cardiac Parasympathetic Activity Is Increased by Weight Loss in Healthy Obese Women. *Obes. Res.*, 2001, vol. 9, no. 10, pp. 637–643. https://doi.org/10.1038/oby.2001.84

21. Dennis K.K., Wolfe A.M., Ward S. Physical Activity or Body Composition for Heart Health & Heart Rate Variability. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2018, vol. 50, no. 5S, p. 21. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000535153.35250.bb

Поступила в редакцию 14.09.2024 / Одобрена после рецензирования 10.12.2024 / Принята к публикации 18.12.2024.
Submitted 14 September 2024 / Approved after reviewing 10 December 2024 / Accepted for publication 18 December 2024.