

УДК [611.1+612.176+616-053.7]:616-021.2

DOI: 10.37482/2687-1491-Z118

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА  
ПЕРВОКУРСНИКОВ СЕВЕРНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ**

*А.А. Новоселова\** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-1873>

*А.А. Говорухина\** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>

\*Сургутский государственный педагогический университет  
(Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут)

Успешность адаптации к стандартизированной минимальной нагрузке (на примере ортостатической пробы) определяется в первую очередь способностью регуляторных систем организма перестроить деятельность сердечно-сосудистой системы без вовлечения центрального контура регуляции. Оценка функциональных резервов организма может быть основой для характеристики его адаптационных возможностей в целом. **Цель** исследования – определение функциональных резервов организма студентов I курса педагогического вуза, расположенного на севере России, по результатам ортостатической пробы. **Материалы и методы.** Всего обследовано 135 первокурсников Сургутского государственного педагогического университета, средний возраст которых составил  $18,30 \pm 0,33$  лет. Методом кардиоинтервалографии (прибор «ВНС-Спектр» компании «Нейрософт») оценивалась вариабельность сердечного ритма в состоянии покоя и при проведении активной ортостатической пробы. **Результаты.** Общая мощность спектра, а также абсолютная мощность низкочастотного и сверхнизкочастотного компонентов при проведении активной ортостатической пробы уменьшились как у юношей, так и у девушек. У 23 % юношей и 16 % девушек отмечалась сниженная реакция на ортостатическую пробу. Высоким уровнем адаптационных резервов характеризовались 30 % первокурсников. Также были определены группы студентов с низким уровнем адаптационных резервов (8,8 % юношей и 2,0 % девушек). Исследование позволило установить, что уровень функциональных резервов организма студенток выше, чем у студентов мужского пола, также у девушек выявлен более высокий вклад центрального контура в регуляцию сердечного ритма. У юношей зарегистрированы высокая парасимпатическая реактивность, а также более значимый вклад подкорковых центров в регуляцию сердечного ритма по сравнению с девушками.

**Ключевые слова:** студенты первого курса, вариабельность ритма сердца, адаптационные резервы организма, активная ортостатическая проба, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

---

**Ответственный за переписку:** Новоселова Анна Андреевна, адрес: 628400, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 10/2; e-mail: novoselova16@mail.ru

**Для цитирования:** Новоселова А.А., Говорухина А.А. Оценка функциональных резервов организма первокурсников северного педагогического вуза по результатам ортостатической пробы // Журн. мед.-биол. исследований. 2022. Т. 10, № 4. С. 317–328. DOI: 10.37482/2687-1491-Z118

Процесс обучения в вузе часто сопровождается ухудшением состояния здоровья студентов, выражающимся в развитии функциональных и психологических нарушений организма [1–5]. Комплекс физиологических, психофизиологических, психологических и социальных факторов во взаимодействии с факторами природной среды может стать причиной нарушения функциональной системы адаптации в период обучения в вузе [6, 7]. В связи с этим исследователи уделяют повышенное внимание вопросам, связанным с оценкой состояния здоровья студенческой молодежи, а также изучению функциональных резервов и возможностей организма студентов [8, 9], в первую очередь состояния сердечно-сосудистой системы, поскольку она одной из первых реагирует на изменения в окружающей среде [10, 11].

Студенты-первокурсники, обучающиеся в северных регионах и относящиеся к пришлому населению, вынуждены адаптироваться не только к особенностям новой образовательной среды, высоким эмоциональным и интеллектуальным нагрузкам, но и к воздействию неблагоприятных климатоэкологических факторов. Многочисленными исследованиями [12–16] показано, что в результате адаптации к средовым воздействиям северных регионов у студентов возникают нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, работы регуляторных механизмов, а также психологического состояния. Высокая встречаемость нарушений психофункционального состояния организма студентов в условиях таких регионов обусловлена «незавершенной адаптацией» [17], поскольку у них отсутствуют наследственно закрепленные механизмы приспособления к северным условиям, а сами они являются представителями пришлого населения.

Цель исследования – определение функциональных резервов организма первокурсников педагогического вуза, расположенного на севере России, по результатам ортостатической пробы.

**Материалы и методы.** Исследование было выполнено на базе научно-исследовательской лаборатории «Биологические основы безопасности образовательного пространства» Сургутского государственного педагогического университета. В нем приняли участие 135 студентов I курса (63 юноши и 72 девушки), обучающихся по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование». Все студенты, принимающие участие в исследовании, были мигрантами 1-го и 2-го поколения, не являлись представителями коренных народностей Югры, их средний возраст составил  $18,30 \pm 0,33$  лет. На момент проведения исследования все студенты были здоровы, не имели жалоб, хронических заболеваний и не принимали медикаментозных препаратов. Обязательным условием включения в исследование являлось добровольное письменное информированное согласие.

Артериальное давление регистрировали в покое (в положении сидя), по стандартной методике при помощи автоматического измерителя артериального давления фирмы Omron (Япония). Определяли следующие показатели гемодинамики: САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин; СДД – среднее динамическое давление, мм рт. ст.; УИ, СИ – ударный и сердечный индексы, у. е.

Оценку вариабельности ритма сердца (ВРС) проводили с использованием комплекса «ВНС-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново). Продолжительность записи составляла 10 мин: 5 мин – фоновая запись в горизонтальном положении, 5 мин – активная ортостатическая проба (АОП) в вертикальном положении. Условные обозначения показателей ВРС представлены в соответствии с международными стандартами оценки и используемыми ориентировочными нормативами [3, 18]: RRNN – средняя длительность интервалов R–R, мс; SDNN – среднее квадратическое отклонение величин интер-

валов R–R за весь рассматриваемый период, мс; ВР – вариационный размах, мс; ИВР – индекс вегетативного равновесия, у. е.; ВПР – вегетативный показатель ритма, у. е.; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции, у. е.; Ме – медиана, мс; ТР – общая мощность спектра ВРС, мс<sup>2</sup>; VLF, LF и HF – мощность спектра колебаний очень низкой, низкой и высокой частот ВРС соответственно, мс<sup>2</sup>, %; СИ – сердечный индекс, у. е.; ИН – индекс напряжения, у. е.; ИЦ – индекс централизации, у. е.; ИАПЦ – индекс активации подкорковых центров, у. е. Для анализа переходного процесса записи ВРС оценивали реакцию на ортостатическую пробу по значению коэффициента 30:15:  $K_{30:15} = 1,20 - 1,80$  – норма;  $K_{30:15} = 1,0 - 1,20$  – сниженная реакция;  $K_{30:15} > 1,80$  – повышенная реакция. Показатель «адаптационные резервы» (АР) вычисляли по формуле [19]:  $AP = \Delta ЧСС_{орто} + \Delta LF/HF_{орто} + 1,5 \cdot K_{30:15}$ , где  $\Delta ЧСС_{орто}$ ,  $\Delta LF/HF_{орто}$  – процент прироста ЧСС и LF/HF при АОП соответственно, баллы.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica (версия 10.0). Для оценки статистической значимости межгрупповых отличий

использовали *t*-критерий Стьюдента, для проверки достоверности отличий между покоем и АОП –  $\chi^2$  Пирсона ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты.** Анализ полученных данных позволил установить, что все показатели системной гемодинамики (табл. 1) обследованных студентов (как у юношей, так и у девушек) находились в пределах возрастной и физиологической нормы.

Одним из ключевых показателей адаптированности организма является адекватное функционирование регуляторных систем [20–22]. Результаты оценки ВРС обследованных первокурсников в покое и при проведении АОП представлены в табл. 2, см. с. 320.

Общая мощность спектра ВРС при проведении АОП уменьшилась на 51 % у обследованных юношей и на 48 % в группе девушек. При регистрации ВРС в вертикальном положении у студентов наблюдалось снижение абсолютной мощности LF- и VLF-компонентов. Также при проведении АОП у юношей было установлено увеличение ИАПЦ на 30 %. При переходе в вертикальное положение у студентов отмечался рост значений низкочастотного компонента регуляции: на 19 % у юношей и на 18 % у девушек.

Таблица 1

**СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ ПЕРВОКУРСНИКОВ  
СУРГУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА,  $M \pm m$   
STATE OF HAEMODYNAMICS IN FIRST-YEAR STUDENTS  
OF SURGUT STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY,  $M \pm m$**

| Показатель      | Юноши ( $n = 63$ ) | Девушки ( $n = 72$ ) | <i>p</i>     |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------|
| САД, мм рт. ст. | 123,92±1,59        | 114,43±1,22          | <b>0,000</b> |
| ДАД, мм рт. ст. | 72,55±1,17         | 70,72±1,09           | 0,256        |
| ПД, мм рт. ст.  | 51,36±1,82         | 43,70±1,25           | <b>0,000</b> |
| ЧСС, уд/мин     | 69,49±1,59         | 72,45±1,27           | 0,144        |
| СДД, мм рт. ст. | 94,49±1,03         | 89,38±0,96           | <b>0,000</b> |
| УИ, у. е.       | 24,88±0,53         | 28,75±0,41           | <b>0,000</b> |
| СИ, у. е.       | 1,71±0,44          | 2,07±0,43            | <b>0,000</b> |

*Примечание.* Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия между юношами и девушками.

Таблица 2

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА ПЕРВОКУРСНИКОВ  
СУРГУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
В ПОКОЕ И ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АКТИВНОЙ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ,  $M \pm m$**   
**HEART RATE VARIABILITY IN FIRST-YEAR STUDENTS  
OF SURGUT STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY  
AT REST AND DURING AN ACTIVE ORTHOSTATIC TEST,  $M \pm m$**

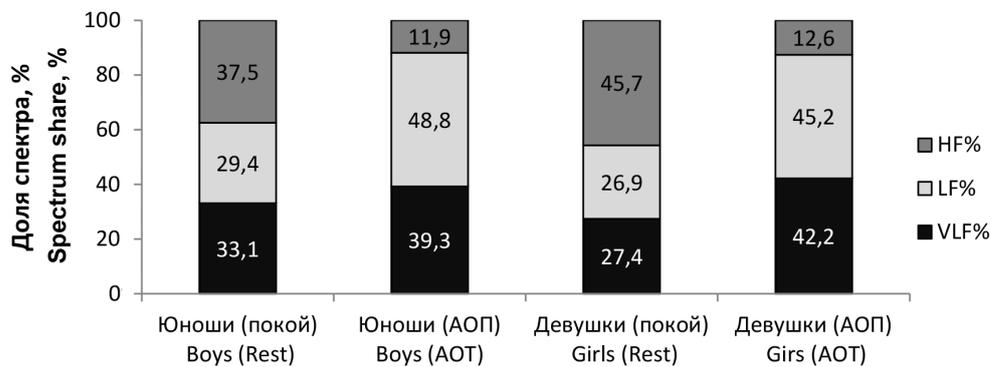
| Показатель              | Покой           | АОП            | <i>p</i>     | $\Delta$ , % |
|-------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
| <i>Юноши (n = 63)</i>   |                 |                |              |              |
| RRNN, мс                | 937,33±16,94    | 686,87±14,17   | <b>0,000</b> | -26,8        |
| SDNN, мс                | 78,74±4,17      | 50,56±2,66     | <b>0,000</b> | -35,8        |
| BP, мс                  | 0,46±0,02       | 0,31±0,02      | <b>0,000</b> | -32,6        |
| ПАПР, у. е.             | 35,45±1,94      | 66,41±3,49     | <b>0,000</b> | +21,7        |
| ИБР, у. е.              | 98,20±17,90     | 185,65±16,29   | <b>0,000</b> | +47,0        |
| ВПР, у. е.              | 2,97±0,26       | 6,24±0,44      | <b>0,000</b> | +52,0        |
| Me, мс                  | 0,94±0,02       | 0,68±0,02      | <b>0,000</b> | -27,6        |
| TP, мс <sup>2</sup>     | 6227,60±595,37  | 3048,40±321,96 | <b>0,000</b> | -51,1        |
| VLF, мс <sup>2</sup>    | 1898,53±201,60  | 1165,81±163,52 | <b>0,003</b> | -38,6        |
| LF, мс <sup>2</sup>     | 1652,73±144,22  | 1481,73±155,51 | 0,276        | -10,3        |
| HF, мс <sup>2</sup>     | 2676,35±377,52  | 400,71±58,22   | <b>0,000</b> | -85,0        |
| LF/HF                   | 1,02±0,10       | 5,89±0,55      | <b>0,000</b> | +82,7        |
| SI, у. е.               | 62,09±12,44     | 185,50±21,62   | <b>0,000</b> | +66,5        |
| ИН, у. е.               | 56,03±10,44     | 144,40±14,75   | <b>0,000</b> | +61,2        |
| ИЦ, у. е.               | 2,33±0,24       | 11,08±1,01     | <b>0,000</b> | +78,9        |
| ИАПЦ, у. е.             | 1,20±0,14       | 1,72±0,20      | <b>0,002</b> | +30,2        |
| <i>Девушки (n = 72)</i> |                 |                |              |              |
| RRNN, мс                | 890,44±14,65*   | 665,47±9,26    | <b>0,000</b> | -25,3        |
| SDNN, мс                | 72,50±3,15      | 48,44±1,99     | <b>0,000</b> | -33,2        |
| BP, мс                  | 0,43±0,02       | 0,28±0,01      | <b>0,000</b> | -34,8        |
| ПАПР, у. е.             | 38,94±2,09      | 67,93±2,66     | <b>0,000</b> | +42,7        |
| ИБР, у. е.              | 94,56±7,94      | 183,43±14,08   | <b>0,000</b> | +48,4        |
| ВПР, у. е.              | 3,11±0,18       | 6,28±0,33      | <b>0,000</b> | +50,5        |
| Me, мс                  | 0,88±0,01*      | 0,66±0,01      | <b>0,000</b> | -25,0        |
| TP, мс <sup>2</sup>     | 5241,18±428,42  | 2731,55±259,50 | <b>0,000</b> | -47,8        |
| VLF, мс <sup>2</sup>    | 1295,06±95,96** | 1154,38±120,80 | 0,337        | -10,7        |
| LF, мс <sup>2</sup>     | 1418,38±133,64  | 1196,95±103,90 | 0,148        | -15,6        |
| HF, мс <sup>2</sup>     | 2471,77±248,70  | 374,50±57,03   | <b>0,000</b> | -84,6        |
| LF/HF                   | 0,70±0,06**     | 4,84±0,32      | <b>0,000</b> | +85,5        |
| SI, у. е.               | 69,26±6,93      | 177,34±17,12   | <b>0,000</b> | +60,9        |
| ИН, у. е.               | 57,68±5,64      | 145,66±12,70   | <b>0,000</b> | +60,4        |
| ИЦ, у. е.               | 1,68±0,16*      | 9,66±0,78      | <b>0,000</b> | +82,6        |
| ИАПЦ, у. е.             | 1,28±0,12       | 1,27±0,01#     | 0,913        | -0,8         |

*Примечание.* Здесь и далее: покой – запись в положении лежа; АОП – запись в вертикальном положении. Обозначения:  $\Delta$  – прирост/убыль показателя; \* – различия статистически значимы между юношами и девушками в покое (\* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,005$ ); # – различия статистически значимы между юношами и девушками при проведении АОП ( $p \leq 0,05$ ).

Вклад компонентов различной частоты в структуру спектра ВРС у обследованных студентов представлен на *рис. 1*. Исследование позволило установить, что у первокурсников наблюдалось усиление активности симпатического контура регуляции.

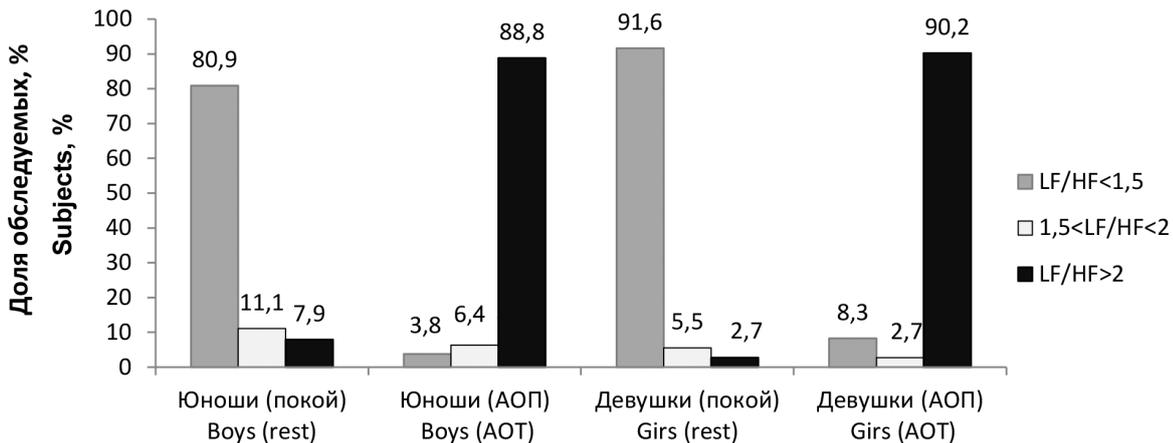
Распределение студентов по типу вегетативного тонуса дало возможность проанализировать общую реакцию системы регуляции обследованных на ортостатическую пробу (*рис. 2*).

Большинство студентов (81 % юношей и 91 % девушек) в период фоновой записи характеризовались выраженной парасимпатикотонией ( $LF/HF < 1,5$ ). При проведении АОП у 88 % юношей и 90 % девушек наблюдалось смещение симпато-парасимпатического баланса в сторону усиления симпатических влияний.



**Рис. 1.** Структура спектра ВРС у первокурсников Сургутского государственного педагогического университета в покое и при проведении активной ортостатической пробы

**Fig. 1.** Structure of the HRV spectrum in first-year students of Surgut State Pedagogical University at rest and during an active orthostatic test



**Рис. 2.** Соотношение типов вегетативного тонуса у первокурсников Сургутского государственного педагогического университета в покое и при проведении активной ортостатической пробы

**Fig. 2.** Ratio of types of autonomic tone in first-year students of Surgut State Pedagogical University at rest and during an active orthostatic test

При анализе переходного периода записи ВРС особое значение уделяется показателю К30:15, который характеризует реактивность парасимпатического отдела ВНС (рис. 3).

В целом можно свидетельствовать, что 65 % юношей и 81 % девушек отличались адекватной реакцией на ортостатическую пробу. Сниженная реакция наблюдалась у 23 % юношей и 16 % девушек.

Распределение студентов по уровню АР представлено на рис. 4.

уровень АР встречался примерно у 30 % обследуемых лиц. Вместе с тем были определены и группы студентов, характеризующихся низким уровнем АР (8,8 % юношей и 2,0 % девушек). Напряжение адаптационных механизмов наблюдалось у 60 % юношей, у девушек такое состояние диагностировалось в 23 % случаев.

**Обсуждение.** Установлены статистически значимые отличия по большинству оцениваемых показателей гемодинамики у юношей и девушек, учащихся на I курсе. Так, систоли-

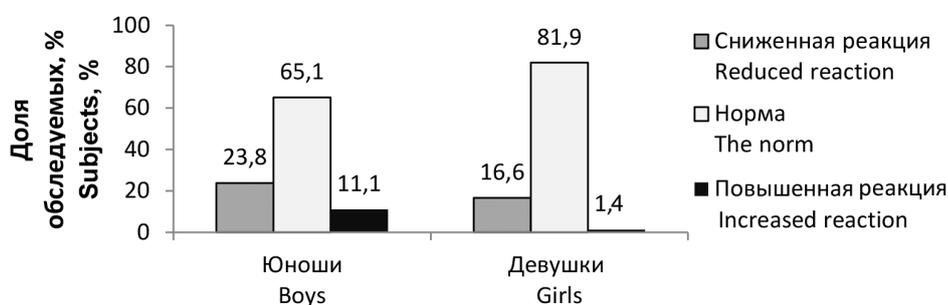


Рис. 3. Распределение первокурсников Сургутского государственного педагогического университета по типу реакции на активную ортостатическую пробу

Fig. 3. Distribution of first-year students of Surgut State Pedagogical University by the type of reaction to an active orthostatic test

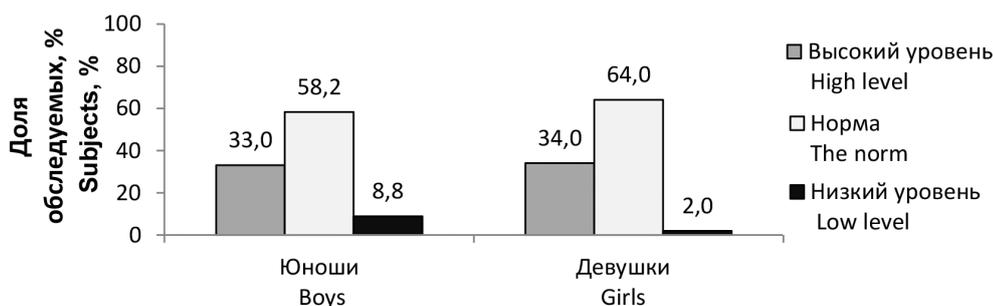


Рис. 4. Распределение первокурсников Сургутского государственного педагогического университета по уровню адаптационных резервов организма

Fig. 4. Distribution of first-year students of Surgut State Pedagogical University by the level of body' adaptation reserves

Анализ АР организма студентов показал, что 58 % юношей и 64 % девушек характеризовались нормальными значениями. Высокий

пульсовое и среднединамическое давление у юношей было статистически значимо выше, чем у девушек. Кроме того, СИ у деву-

шек превышал аналогичный показатель у юношей. М.И. Бочаров и др. отмечают более высокую производительность сердца у девушек. По их мнению, обеспечение адаптации системой гемодинамики у девушек Севера, в отличие от юношей, достигается «несколько» повышенной частотой ритма сердца, гипотензивным эффектом и пониженным тонусом периферических сосудов, а также меньшей внутригрупповой вариабельностью гемодинамических параметров [23].

Анализ временных показателей ВРС в период фоновой записи позволил установить, что они соответствовали возрастным и физиологическим нормам, при этом значения Me и RRNN были статистически значимо выше у юношей. Показатели спектрального анализа (VLF, LF/HF) у юношей статистически значимо превышали аналогичные у девушек, значения HF были выше у девушек.

Обследование первокурсников педагогического вуза позволило выявить лиц с напряжением регуляторных систем организма. Общая мощность спектра ВРС при проведении АОП уменьшилась в обеих обследованных группах, что может свидетельствовать о недостаточном обеспечении адаптации организма к меняющимся условиям внешней среды. Известно, что в результате проведения АОП общая мощность имеет тенденцию к снижению, однако может существенно не меняться [19].

При проведении АОП у юношей было установлено увеличение ИАПЦ, что свидетельствует об угнетении высших центров регуляции. Девушки во время АОП характеризовались ростом ИЦ, что указывает на повышение степени централизации управления сердечным ритмом и мобилизации функциональных резервов организма. В работе С.К. Сарыг и А.Ф. Харрасова выявлены умеренное повышение функционального состояния симпатического отдела ВНС и высокий вклад корковых центров в регуляцию сердечного ритма у девушек [24].

По мнению В.М. Михайлова, у здоровых лиц молодого возраста относительная мощ-

ность низкочастотного компонента ВРС должна увеличиваться в 3–6 раз при изменении положения тела [19]. В нашем исследовании при переходе в вертикальное положение отмечалось повышение данного показателя как у юношей, так и у девушек. Такое изменение активности симпатического отдела ВНС можно оценить как незначительное. Согласно данным других исследователей, при регистрации ВРС у студентов-бадминтонистов в период АОП наблюдалась сильная активность симпатического отдела ВНС при уменьшении действия структур центральной регуляции [25]. Выявленная нами слабая активация симпатического контура регуляции у студентов может свидетельствовать о снижении функциональных резервов организма.

Смещение симпато-парасимпатического баланса в сторону усиления симпатических влияний при проведении АОП, отмеченное у первокурсников северного вуза, рассматривается как нормальная физиологическая реакция организма на минимальную нагрузку.

В целом можно свидетельствовать, что большинство первокурсников характеризовались адекватной реакцией на ортостатическую пробу, при которой система регуляции способна обеспечить быструю, но относительно кратковременную коррекцию состояния. Сниженная реакция на ортостатическую пробу обычно указывает на ухудшение функционального состояния организма. Парасимпатическая реактивность, как правило, снижается с возрастом, при стрессе и тревожно-депрессивных расстройствах, а также при хронических заболеваниях [19]. Кроме того, установлено, что повышенная реакция на ортостатическую пробу чаще отмечалась у юношей, чем у девушек. Такой тип реакции может рассматриваться либо как высокая реактивность парасимпатического отдела, свидетельствующая о хороших адаптационно-приспособительных механизмах, либо как избыточная реактивность, указывающая на риск развития патологических состояний.

Большинство обследованных первокурсников продемонстрировали нормальный уровень АР, несмотря на это, были определены и группы студентов, характеризующихся низким уровнем АР, что свидетельствует о нарушении работы регуляторных механизмов и может стать предпосылкой возникновения хронических заболеваний.

Полученные нами результаты в целом свидетельствуют о высокой распространенности напряжения адаптационных механизмов у первокурсников педагогического вуза. Наши данные существенно отличаются от результатов исследования О.А. Борисовой и др., выполненного в Московской области, в котором напряжение механизмов адаптации было выявлено у 28 % обследованных студентов [26]. Аналогичное исследование было проведено

в Республике Башкортостан: нарушения механизмов адаптации были выявлены у 47 % обследованных юношей и 23 % девушек-студенток [27].

Полученные данные в целом характеризуют функциональные резервы первокурсников Сургутского государственного педагогического университета как сниженные. Установлено, что уровень функциональных резервов организма у девушек выше, чем у юношей, также у девушек выявлен более высокий вклад центрального контура в регуляцию сердечного ритма. У юношей зарегистрированы высокая парасимпатическая реактивность и более значимый вклад подкорковых центров в регуляцию сердечного ритма.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Список литературы

1. Куулар Ш.В., Будук-оол Л.К., Сарыг С.К. Функциональный статус студентов Тувинского государственного университета с разной стратегией поведения в конфликтных ситуациях // Экология человека. 2020. № 2. С. 33–39. DOI: [10.33396/1728-0869-2020-2-33-39](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-2-33-39)
2. Кириллова Т.Г., Ефимова Т.Н. Адаптационные механизмы к обучению в вузе студентов Академии физической культуры и спорта // Тавр. науч. обозреватель. 2016. № 11-3(16). С. 43–45.
3. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K., Redón J., Zanchetti A., Böhm M., Christiaens T., Cifkova R., De Backer G., Dominiczak A., et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // J. Hypertens. 2013. Vol. 31, № 7. P. 1281–1357. DOI: [10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc](https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc)
4. Меерманова И.Б., Седач Н.Н., Большакова И.А., Калбеков Ж.А. Современное состояние и проблемы здоровья студенческой молодежи // Медицина и экология. 2019. № 2. С. 5–11.
5. Марчук С.А. Особенности психофизического состояния студентов с разным уровнем здоровья // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 2(180). С. 244–248. DOI: [10.34835/issn.2308-1961.2020.2.p244-248](https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.2.p244-248)
6. Fuatai L., Soon-Schuster F. Anxiety, Stress and Coping Strategies Among University of South Pacific Students // Pac. Health Dialog. 2001. Vol. 8, № 1. P. 83–93.
7. Aurel I.C. Adaptation and Stress for the First Year University Students // Proc. Soc. Behav. Sci. 2013. № 78. P. 718–722. DOI: [10.1016/j.sbspro.2013.04.382](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.382)
8. Сбитнева О.А. Воздействие учебного процесса на организм студентов // Universum: Психология и образование. 2018. № 1(43). С. 4–7. URL: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/5432> (дата обращения: 20.10.2022).
9. Belousova N.A., Maltsev V.P., Kurchemkina Yu.V. Psychophysiological Predictors of Preservation of Student's Health Under Examination Stress // J. Pharm. Sci. Res. 2018. Vol. 10, № 10. P. 2616–2620.

10. Гребняк Н.П., Якимова К.А., Микрюкова Н.Г. Роль спектральных показателей сердечного ритма в оценке адаптационного потенциала студентов // Журн. фундам. медицины и биологии. 2016. № 4. С. 46–50.
11. Бунькова Е.А., Баюрин Ю.С. Адаптация сердечно-сосудистой системы студентов к условиям экзаменационного стресса // Вопр. науки и образования. 2018. № 13(25). С. 10–13.
12. Будук-оол Л.К. Особенности адаптации к обучению студентов Республики Тува // Экология человека. 2013. № 5. С. 54–60.
13. Литовченко О.Г., Максимова А.С., Барсегян С.Т. Характеристика функционального состояния центральной нервной системы студентов медицинской специальности, проживающих в условиях Среднего Приобья // Психология. Психофизиология. 2020. Т. 13, № 1. С. 88–94. DOI: [10.14529/jpps200110](https://doi.org/10.14529/jpps200110)
14. Говорухина А.А., Мальков О.А., Нифонтова О.Л., Новоселова А.А., Ибрагимова Э.Э. Состояние регуляторных механизмов и сосудистого русла организма студентов факультета физической культуры и спорта, проживающих в ХМАО-Югре // Теория и практика физ. культуры. 2017. № 8. С. 25–27.
15. Говорухина А.А., Новоселова А.А., Ибрагимова Э.Э., Осин М.В. Предикторы развития нарушений состояния сердечно-сосудистой системы студентов на начальном этапе адаптации к социально-экологическим условиям // Улян. мед.-биол. журн. 2020. № 4. С. 87–97. DOI: [10.34014/2227-1848-2020-4-87-97](https://doi.org/10.34014/2227-1848-2020-4-87-97)
16. Lopez-Gonzalez A.A., Aguilo A., Frontera M., Bennasar-Veny M., Campos I., Vicente-Herrero T., Tomas-Salva M., De Pedro-Gomez J., Tauler P. Effectiveness of the Heart Age Tool for Improving Modifiable Cardiovascular Risk Factors in a Southern European Population: A Randomized Trial // Eur. J. Prev. Cardiol. 2015. Vol. 22, № 3. P. 389–396. DOI: [10.1177/2047487313518479](https://doi.org/10.1177/2047487313518479)
17. Кривошеков С.Г., Леутин В.П., Диверт В.Э., Диверт Г.М., Платонов Я.Г., Ковтун Л.Т., Комлягина Т.Г., Мозолевская Н.В. Системные механизмы адаптации и компенсации // Бюл. Сиб. отд-ния РАМН. 2004. № 2(112). С. 148–153.
18. Esler M. Sympathetic Activity in Experimental and Human Hypertension // Handbook of Hypertension / ed. by A. Zanchetti, G. Mancia. Amsterdam: Elsevier, 1997. Vol. 17. P. 628–732.
19. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму). Иваново: ООО «Нейрософт», 2017. 516 с.
20. Pichon A., Nuissier F., Chapelot D. Heart Rate Variability and Depressed Mood in Physical Education Students: A Longitudinal Study // Auton. Neurosci. 2010. Vol. 156, № 1-2. P. 117–123. DOI: [10.1016/j.autneu.2010.03.019](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2010.03.019)
21. Лопатина Л.А., Семенов С.Н., Серженко Н.П. Вариабельность сердечного ритма у юношей разных соматотипов при проведении ортостатической пробы // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. XIX, № 2. С. 170–172.
22. Davila M.I., Lewis G.F., Porges S.W. The PhysioCam: A Novel Non-Contact Sensor to Measure Heart Rate Variability in Clinical and Field Applications // Front. Public Health. 2017. Vol. 5. Art. № 300. DOI: [10.3389/fpubh.2017.00300](https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00300)
23. Бочаров М.И., Кривошеков С.Г., Ануфриев Г.Н. Гендерные особенности нейротизма и вегетативной регуляции у молодых людей Севера России // Экология человека. 2015. № 4. С. 3–13.
24. Сарыг С.К., Харрасов А.Ф. Гендерные особенности гемодинамических показателей и вариационной пульсометрии у студентов // Вестн. Тувин. гос. ун-та. № 2. Естеств. и с.-х. науки. 2017. № 2(33). С. 36–43.
25. Чан Д.Н., Александянц Г.Д. Особенности вариабельности сердечного ритма у бадминтонистов в ответ на ортостатическую пробу // Физ. культура, спорт – наука и практика. 2013. № 4. С. 65–70.
26. Борисова О.А., Бойко А.И., Колдашов А.И. Физическое развитие и адаптационные возможности студентов-первокурсников Московского государственного областного университета // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 10(188). С. 47–51. DOI: [10.34835/issn.2308-1961.2020.10.p47-51](https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.10.p47-51)
27. Ахмадуллина Х.М., Ахмадуллин У.З., Мочалкин П.А., Бойко О.В., Бадретдинова Д.И. К вопросу о мониторинге состояния здоровья студентов вузов // Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft. 2021. № 6. С. 28–31. DOI: [10.24412/2701-8369-2021-6-2-28-31](https://doi.org/10.24412/2701-8369-2021-6-2-28-31)

## References

1. Kuular Sh.V., Buduk-ool L.K., Saryg S.K. Functional Status of Students of Tuvan State University with Different Structure of Behavior in Conflict Situations. *Hum. Ecol.*, 2020, no. 2, pp. 33–39 (in Russ.). DOI: [10.33396/1728-0869-2020-2-33-39](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-2-33-39)
2. Kirillova T.G., Efimova T.N. Adaptatsionnye mekhanizmy k obucheniyu v vuze studentov Akademii fizicheskoy kul'tury i sporta [Mechanisms of Adaptation to Studying of University Students of the Academy of Physical Education and Sports]. *Tavrisheskiy nauchnyy obozrevatel'*, 2016, no. 11-3, pp. 43–45.
3. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K., Redón J., Zanchetti A., Böhm M., Christiaens T., Cifkova R., De Backer G., Dominiczak A., et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J. Hypertens.*, 2013, vol. 31, no. 7, pp. 1281–1357. DOI: [10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc](https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc)
4. Meermanova I.B., Sedach N.N., Bol'shakova I.A., Kalbekov Zh.A. Sovremennoe sostoyanie i problemy zdorov'ya studencheskoy molodezhi [Modern Condition and Problems of Students' Health]. *Meditsina i ekologiya*, 2019, no. 2, pp. 5–11.
5. Marchuk S.A. Osobennosti psikhofizicheskogo sostoyaniya studentov s raznym urovnem zdorov'ya [Peculiarities of Psychophysical State of Students with Different Level of Health]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2020, no. 2, pp. 244–248. DOI: [10.34835/issn.2308-1961.2020.2.p244-248](https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.2.p244-248)
6. Fuatai L., Soon-Schuster F. Anxiety, Stress and Coping Strategies Among University of South Pacific Students. *Pac. Health Dialog*, 2001, vol. 8, no. 1, pp. 83–93.
7. Cliniciu A.I. Adaptation and Stress for the First Year University Students. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 2013, no. 78, pp. 718–722. DOI: [10.1016/j.sbspro.2013.04.382](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.382)
8. Sbitneva O.A. Vozdeystvie uchebnogo protsessa na organizm studentov [The Impact of Training Process on the Body of Students]. *Universum: Psikhologiya i obrazovanie*, 2018, no. 1, pp. 4–7. Available at: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/5432> (accessed: 20 October 2022).
9. Belousova N.A., Maltsev V.P., Kurchemkina Yu.V. Psychophysiological Predictors of Preservation of Student's Health Under Examination Stress. *J. Pharm. Sci. Res.*, 2018, vol. 10, no. 10, pp. 2616–2620.
10. Grebnyak N.P., Yakimova K.A., Mikryukova N.G. Rol' spektral'nykh pokazateley serdechnogo ritma v otsenke adaptatsionnogo potentsiala studentov [Role of Spectral Indices of Cardiac Rhythm in Evaluation of Adaptation Potential of Students]. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii*, 2016, no. 4, pp. 46–50.
11. Bun'kova E.A., Bayurin Yu.S. Adaptatsiya serdechno-sosudistoy sistemy studentov k usloviyam ekzamenatsionnogo stressa [Adaptation of Students' Cardiovascular System to Exam Stress]. *Voprosy nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 13, pp. 10–13.
12. Buduk-ool L.K. Osobennosti adaptatsii k obucheniyu studentov Respubliki Tuva [Features of Adaptation to Training of Students of the Republic of Tuva]. *Ekologiya cheloveka*, 2013, no. 5, pp. 54–60.
13. Litovchenko O.G., Maksimova A.S., Barsegyan S.T. The Functional Status of the Central Nervous System in Medical Students in the Middle Ob Region. *Psychol. Psychophysiol.*, vol. 13, no. 1, pp. 88–94 (in Russ.). DOI: [10.14529/jpps200110](https://doi.org/10.14529/jpps200110)
14. Govorukhina A.A., Malkov O.A., Nifontova O.L., Novoselova A.A., Ibragimova E.E. Physical Education and Sports Department Students Residing in Khanty-Mansi Autonomous Region (Yugra): Regulatory Mechanisms and Vascular System Condition Analysis. *Theory Pract. Phys. Cult.*, 2017, no. 8.
15. Govorukhina A.A., Novoselova A.A., Ibragimova E.E., Osin M.V. Prediktory razvitiya narusheniy serdechno-sosudistoy sistemy studentov na nachal'nom etape adaptatsii k sotsial'no-ekologicheskim usloviyam [Predictors of Cardiovascular Disorders in Students at the Early Stage of Adjustment to Social and Ecological Environments]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 87–97. DOI: [10.34014/2227-1848-2020-4-87-97](https://doi.org/10.34014/2227-1848-2020-4-87-97)
16. Lopez-Gonzalez A.A., Aguilo A., Frontera M., Bennisar-Veny M., Campos I., Vicente-Herrero T., Tomas-Salva M., De Pedro-Gomez J., Tauler P. Effectiveness of the Heart Age Tool for Improving Modifiable Cardiovascular Risk Factors in a Southern European Population: A Randomized Trial. *Eur. J. Prev. Cardiol.*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 389–396. DOI: [10.1177/2047487313518479](https://doi.org/10.1177/2047487313518479)

17. Krivoshchekov S.G., Leutin V.P., Divert V.E., Divert G.M., Platonov Ya.G., Kovtun L.T., Komlyagina T.G., Mozolevskaya N.V. Sistemnye mekhanizmy adaptatsii i kompensatsii [System Mechanisms of Adaptation and Compensation]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN*, 2004, no. 2, pp. 148–153.
18. Esler M. Sympathetic Activity in Experimental and Human Hypertension. Zanchetti A., Mancia G. (eds.). *Handbook of Hypertension*. Amsterdam, 1997. Vol. 17, pp. 628–732.
19. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa (novyy vzglyad na staruyu paradigmu)* [Heart Rate Variability (New Look at the Old Paradigm)]. Ivanovo, 2017. 516 p.
20. Pichon A., Nuissier F., Chapelot D. Heart Rate Variability and Depressed Mood in Physical Education Students: A Longitudinal Study. *Auton. Neurosci.*, 2010, vol. 156, no. 1-2, pp. 117–123. DOI: [10.1016/j.autneu.2010.03.019](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2010.03.019)
21. Lopatina L.A., Semenov S.N., Serezhenko N.P. Variabel'nost' serdechnogo ritma u yunoshey raznykh somatotipov pri provedenii ortostaticheskoy proby [Heart Rate Variability in Male Student According to Somatotypes with Active Orthostatic Test]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*, 2012, vol. 19, no. 2, pp. 170–172.
22. Davila M.I., Lewis G.F., Porges S.W. The PhysioCam: A Novel Non-Contact Sensor to Measure Heart Rate Variability in Clinical and Field Applications. *Front. Public Health*, 2017, vol. 5. Art. no. 300. DOI: [10.3389/fpubh.2017.00300](https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00300)
23. Bocharov M.I., Krivoschekov S.G., Anufriev G.N. Gender Features of Neurotism and Vegetative Regulation in Young People of Russian North. *Hum. Ecol.*, 2015, no. 4, pp. 3–13 (in Russ.).
24. Saryg S.K., Kharrasov A.F. Gendernye osobennosti gemodinamicheskikh pokazateley i variatsionnoy pul'sometrii u studentov [Gender Features of Hemodynamic Parameters and Variation Pulsometry in Students]. *Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i sel'skokhozyaystvennye nauki*, 2017, no. 2, pp. 36–43.
25. Chan D.N., Aleksanyants G.D. Osobennosti variabel'nosti serdechnogo ritma u badmintonistov v otvet na ortostaticheskuyu probu [The Peculiarities of Variability of Badminton Players' Heart Rhythm in Response to Orthostatic Test]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika*, 2013, no. 4, pp. 65–70.
26. Borisova O.A., Boyko A.I., Koldashov A.I. Fizicheskoe razvitie i adaptatsionnye vozmozhnosti studentov-pervokursnikov Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta [Physical Development and Adaptive Capabilities of the First-Year Students of Moscow Region State University]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2020, no. 10, pp. 47–51. DOI: [10.34835/issn.2308-1961.2020.10.p47-51](https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.10.p47-51)
27. Akhmadullina Kh.M., Akhmadullin U.Z., Mochalkin P.A., Boyko O.V., Badretdinova D.I. On the Issue of Monitoring the Health Status of University Students. *DIZZW*, 2021, no. 6, pp. 28–31 (in Russ.). DOI: [10.24412/2701-8369-2021-6-2-28-31](https://doi.org/10.24412/2701-8369-2021-6-2-28-31)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z118

*Anna A. Novoselova\** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-1873>  
*Alena A. Govorukhina\** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>

\*Surgut State Pedagogical University  
(Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation)

## ASSESSMENT OF THE BODY'S FUNCTIONAL RESERVES IN FIRST-YEAR STUDENTS OF A NORTHERN PEDAGOGICAL UNIVERSITY BASED ON THE RESULTS OF AN ORTHOSTATIC TEST

The success of adaptation to the standard minimum load (using orthostatic test as an example) is primarily determined by the ability of the regulatory systems to restructure the activity of the cardiovascular system without involving the central regulatory circuit. Evaluation of the body's functional reserves can provide the basis for characterization of its adaptive capabilities as a whole. The **aim** of this study was to assess the body's functional reserves in first-year students of a pedagogical university in northern Russia according to the results of an orthostatic test.

**Materials and methods.** A total of 135 first-year students of Surgut State Pedagogical University were examined, their mean age being  $18.3 \pm 0.33$  years. Cardiointervalography (VNS-spektr device, Neurosoft, Russia) was used to assess heart rate variability at rest and during an active orthostatic test. **Results.** Total power, as well as absolute low frequency and very low frequency power decreased during the orthostatic test in both groups. It was found that 23 % of male and 16 % of female students had a reduced reaction to the orthostatic test. High level of adaptation reserves was observed in 30 % of first-year students. At the same time, we identified groups with a low level of adaptation reserves (8.8 % of male and 2 % of female students). The research established that the level of the body's functional reserves in young women was higher than that in young men. In addition, female students showed a bigger contribution of the central circuit to heart rate regulation. Young men demonstrated high parasympathetic reactivity and a greater contribution of subcortical centres to heart rate regulation, compared to young women.

**Keywords:** *first-year students, heart rate variability, body's adaptation reserves, active orthostatic test, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra.*

Received 4 April 2022

Accepted 15 July 2022

Published 15 November 2022

Поступила 04.04.2022

Принята 15.07.2022

Опубликована 15.11.2022

---

**Corresponding author:** Anna Novoselova, address: ul. 50 let VLKSM 10/2, Surgut, 628400, Khanty-Mansiyskiy avtonomnyy okrug – Yugra, Russian Federation; e-mail: novoselova16@mail.ru

**For citation:** Novoselova A.A., Govorukhina A.A. Assessment of the Body's Functional Reserves in First-Year Students of a Northern Pedagogical University Based on the Results of an Orthostatic Test. *Journal of Medical and Biological Research*, 2022, vol. 10, no. 4, pp. 317–328. DOI: 10.37482/2687-1491-Z118