



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.5>

UDC 612.1:378.172

LBC 28.707.32

**ADAPTIVE REACTIONS OF STUDENTS' BLOOD CIRCULATION
IN THE DYNAMICS OF THE ANNUAL CYCLE OF STUDY AT THE UNIVERSITY**

Yulia A. Alexandryuk

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Increasing training loads significantly affects the health of students. The cardiovascular system can react especially sharply to such changes. The purpose of the research is to analyze the indicators of systemic hemodynamics and adaptive reactions in students at Volgograd State University in the dynamics of the academic year. The study of hemodynamics was carried out in 2021–2023, from September to May. The following indicators were used: systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, mean hemodynamic pressure, systolic blood flow volume, minute volume of blood flow and peripheral vascular resistance. When analyzing the parameters of systemic hemodynamics, it was found that seasonal changes in the values of mean hemodynamic pressure, systolic blood volume, minute volume of blood circulation and total peripheral vascular resistance are insignificant among students during the academic year. At the same time, a trend of changes in systemic hemodynamics was revealed during the three years of study. So, in comparison with the first year, the students in the second year showed an increase in the pumping function of the heart; in the third year of study, an increase in the chronotropic function was revealed. The change in hemodynamic indicators is also consistent with fluctuations in the adaptive potential, a decrease in which is noted during the examination and summer periods. At the same time, the level of adaptation in girls is, as a rule, higher than in boys, which indicates more effective adaptive capabilities of the female body.

Key words: adaptive reaction, system hemodynamics, blood circulation, students, study load.

Citation. Alexandryuk Yu.A., Ivantsova E.A. Adaptive Reactions of Students' Blood Circulation in the Dynamics of the Annual Cycle of Study at the University. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 36–41. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.5>

УДК 612.1:378.172

ББК 28.707.32

**АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ СТУДЕНТОВ
В ДИНАМИКЕ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

Юлия Андреевна Александрюк

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Повышение учебных нагрузок существенно влияет на здоровье обучающихся. Особенно резко на такие изменения может реагировать сердечно-сосудистая система. Цель исследования – анализ показателей системной гемодинамики и адаптивных реакций у студентов Волгоградского государственного университета в динамике учебного года. Исследование гемодинамики проводилось в 2021–2023 гг. с сентября по май. Использовались следующие показатели: систолическое и диастолическое артериальное давление, пульсовое давление, среднее гемодинамическое давление, систолический объем кровотока, минутный объем кровотока и периферическое сопротивление сосудов. При анализе параметров системной гемодинамики обнаружено, что сезонные изменения величин среднего гемодинамического давления, систолического объема крови, минутного объема кровообращения и общего периферического сосудистого сопротивления незначительны у студентов в течение учебного года. При этом выявлена тенденция изменений системной гемодинамики в течение трех лет обучения. Так, по сравнению с первым курсом у обучающихся на втором курсе наблюдалось усиление насосной функции сердца, на третьем курсе обучения выявлено усиление хронотропной функции. Изменение показателей гемодинамики согласуется и с колебаниями адаптационного потенциала, снижение которого отмечается в экзаменационный и летний периоды. При этом у девушек уровень адаптации, как правило, выше, чем у юношей, что свидетельствует о более эффективных адаптивных возможностях женского организма.

Ключевые слова: адаптивная реакция, системная гемодинамика, кровообращение, обучающиеся, учебная нагрузка.

Цитирование. Александрюк Ю. А., Иванцова Е. А. Адаптивные реакции кровообращения студентов в динамике годового цикла обучения в вузе // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 36–41. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nr.jvolsu.2023.3.5>

Введение

Известно, что повышение учебных нагрузок как в средних общеобразовательных школах, так и в высших учебных заведениях существенно влияет на здоровье обучающихся [4]. Длительный, многолетний учебный процесс, особенно недостаточно рационально организованный с позиций медицинской науки, включает в себя некоторые негативные факторы, способствующие ухудшению здоровья развивающегося организма [8]. Это является одним из факторов «омоложения» некоторых сердечно-сосудистых заболеваний [12]. Недостаток физической активности, сна, учебные перегрузки, переутомление, изменение погодных условий являются стрессовыми факторами для сердечно-сосудистой системы человека и могут вызывать ряд серьезных адаптационных перестроек, а если сила фактора превышает адаптационные возможности организма, может нарушаться функционирование этой системы [5].

Основными факторами, оказывающими негативное воздействие на обучающихся, являются гипокинезия с гиподинамией и психоэмоциональное напряжение, которое имеет «дискретный», циклический характер. Более того, у некоторых обучающихся данные изменения в их образе жизни приводят к появлению хронического стресса. В дальнейшем

попытки адаптироваться к повышению психоэмоционального напряжения могут приводить к появлению вредных привычек. Совокупность всех этих воздействий в значительной степени оказывает влияние на весь организм [2; 7].

Сердечно-сосудистая система сильно подвержена воздействию многих негативных факторов. Любые стрессовые факторы, независимо от того, являются ли они положительными для организма или отрицательными, изменяют деятельность сердца и сосудов, что возможно проследить за счет изменений гемодинамики [9; 13].

Цель исследований – анализ показателей системной гемодинамики и адаптивных реакций у студентов Волгоградского государственного университета на протяжении учебного года.

Материалы и методы

Исследование системной гемодинамики проводилось у студентов 1–3 курсов, обучающихся по направлениям подготовки «Биология», «Биоинженерия и биоинформатика», с помощью автоматического тонометра с сентября по май на протяжении 2021–2023 годов. К критериям исключения из группы наблюдения относили наличие прогрессирующих нервно-мышечных или неврологических рас-

стройств, а также наличие других хронических или острых заболеваний. Все респонденты информировались об условиях проведения исследования, о гарантиях неразглашения полученной информации.

Проводилась регистрация артериального давления (далее – АД), с определением показателей: систолического АД (АДС мм рт. ст.); диастолического АД (АДД, мм рт. ст.). Проводился расчет следующих показателей: пульсовое артериальное давление (АДП, мм рт. ст.), среднее артериальное давление (СГД, мм рт. ст.), систолический объем кровотока (СОК, мл), минутный объем кровотока (минутный объем сердца или сердечный выброс) (МОК, л/мин) и периферическое сопротивление сосудов (ОПС, дин·с·см⁻⁵).

Статистический анализ данных проводили с помощью программы SPSS-26. Нормальность распределения оценивали с применением критерия Колмогорова – Смирнова с последующим применением параметрического или непараметрического методов статистической обработки данных. Различия считались значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

При анализе параметров системной гемодинамики обнаружено, что сезонные изменения величин среднего гемодинамического давления, систолического объема крови, минутного объема кровообращения и общего периферического сосудистого сопротивления незначительны у студентов в течение учебного года. Это показывает, что общее состояние студентов оставалось стабильным в независимости от периода обучения. При этом

выявлена тенденция изменений системной гемодинамики в течение трех лет обучения (см. таблицу).

Так, у студентов-первокурсников параметры системного кровообращения соответствовали значениям, приводимым рядом исследователей в литературных источниках [10]. Полученный результат показывает, что у данных студентов наблюдаются адаптивные реакции к новой среде, включая и учебную нагрузку.

При этом в динамике на втором курсе у обучающихся отмечено достоверное возрастание систолического объема крови, минутного объема кровотока, снижение общего периферического сопротивления сосудов при сохранении стабильных значений среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений. Это свидетельствует о существенном возрастании инотропного компонента насосной функции сердца без увеличения хронотропного. Данное явление приводит к значительному возрастанию насосной функции миокарда левого желудочка. Эти изменения сопровождаются снижением общего периферического сопротивления сосудистого русла, поэтому конечный результат функциональной системы оптимизации артериального давления крови вне зависимости от сезона (осень или весна). По-видимому, данный характер реорганизации системной гемодинамики благоприятен для обследуемых студентов. Подобные изменения гемодинамики наблюдаются у лиц, ведущих активный образ жизни, регулярно выполняющих физическую работу умеренной интенсивности [11].

К третьему году обучения изменения показателей центральной гемодинамики ме-

Динамика показателей центральной гемодинамики студентов в течение 3 лет обучения ($M \pm m$)

| Показательный этап наблюдения | СГД, мм рт. ст. | СОК, мл | ЧСС, мин ⁻¹ | МОК, мл/мин | ОПС, дин·с·см ⁻⁵ |
|-------------------------------|-----------------|------------|------------------------|---------------|-----------------------------|
| Ноябрь (1 курс) | 92,4±2,3 | 86,2±4,2 | 66,9±5,9 | 5671,3±146,2 | 1322,4±47,1 |
| Май (1 курс) | 96,7±2,6 | 90,9±4,7 | 67,1±4,2 | 5701,3±155,9 | 1281,4±54,1 |
| Ноябрь (2 курс) | 97,7±3,4 | 94,9±3,6* | 69,5±4,5 | 6199,2±159,7 | 980,2±69,2* |
| Май (2 курс) | 96,5±4,3 | 96,8±4,1* | 67,9±4,9* | 6200,2±203,7* | 966,7±57,5* |
| Ноябрь (3 курс) | 95,8±3,9 | 74,2±4,7* | 79,2±4,6 | 4607,4±215,9* | 1703,9±62,2* |
| Май (3 курс) | 96,3±4,8 | 75,1±50,1* | 78,2±2,1 | 4724,1±217,1 | 1609,8±70,2 |

Примечание. В таблице использованы следующие обозначения: * – достоверность различий показателя ($p < 0,05$ и более) по сравнению с исходным значением, определенным в ноябре 1-го года обучения.

нее благоприятны. У респондентов отмечается значительное снижение (по сравнению с первым курсом) систолического объема крови, минутного объема кровотока при достоверном возрастании частоты сердечных сокращений и общего периферического сопротивления. Это показывает усиление нагрузки на сердце за счет увеличения хронотропного компонента, что может происходить за счет усиления влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Данный факт может указывать на истощение организма за счет психоэмоционального напряжения.

Изменение показателей гемодинамики согласуется и с колебаниями адаптационного потенциала, снижение которого отмечается в экзаменационный и летний периоды. При этом у девушек уровень адаптации, как правило, выше, чем у юношей, что подтверждается и другими исследователями [1; 3; 6].

Заключение

В процессе исследований выявлено, что в течение учебного года основные показатели центральной гемодинамики у обучающихся остаются практически неизменными; при этом наблюдается ухудшение в динамике трех лет обучения. Так, на втором курсе у студентов проявляется в большей степени инотропный компонент насосной функции сердца, что приводит к значительному возрастанию насосной функции миокарда левого желудочка, и это свидетельствует о протекании адаптивных реакций у обучающихся в данный период. Однако уже на третьем курсе у студентов выявляется усиление хронотропного компонента за счет увеличения частоты сердечных сокращений, что является прогностически неблагоприятным явлением. По-видимому, данный феномен связан с увеличением гиподинамии совместно с гипокинезией и психоэмоциональным напряжением при обучении на более старших курсах. Отмечается также, что женский организм демонстрирует более эффективные адаптационные возможности в процессе обучения в вузе.

Полученные данные показывают необходимость изучения состояния как физического, так и психоэмоционального здоровья у

студентов в течение года, а также в динамике годового цикла обучения, особенно в периоды повышенной психоэмоциональной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Изд-во РУДН, 2006. – 283 с.
2. Епишкин, И. В. Исследование психоэмоционального напряжения студентов в условиях образовательного процесса / И. В. Епишкин // Актуальные проблемы педагогики и психологии. – 2023. – Т. 4, № 1. – С. 13–23.
3. Измайлова, М. А. Адаптивные перестройки сердечно-сосудистой системы студенток в процессе обучения в вузе / М. А. Измайлова // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. – 2006. – № 12. – С. 79–86.
4. Каркашадзе, Г. А. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста / Г. А. Каркашадзе // Педиатрическая фармакология. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 7–23.
5. Медведев, В. И. Адаптация сердечного выброса / В. И. Медведев. – СПб. : Ин-т мозга человека РАН, 2003. – 584 с.
6. Морозова, Л. В. Адаптационный показатель как показатель адаптационных возможностей организма / Л. В. Морозова, И. М. Газеева, Л. В. Соколова // Экология человека. – 2002. – № 1. – С. 20–22.
7. Рубизова, А. А. Гиподинамия – болезнь цивилизации / А. А. Рубизова, Д. Р. Жданова, М. О. Джейроанова // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2017. – Т. 7, № 6. – С. 1031–1032.
8. Студеникин, С. И. Аналитический обзор факторов, условий и причин, влияющих на здоровье обучающихся в образовательных учреждениях / С. И. Студеникин // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 264–264.
9. Товмасын, Л. А. Вариации адаптивных сдвигов жизнеобеспечивающих систем у российских и иностранных студентов, обучающихся в вузах Волгограда и республики Калмыкии / Л. А. Товмасын, П. Л. Севрюкова, Г. А. Севрюкова, Ю. Н. Картушина // Биосистемы: организация, поведение, управление : тез. докл. 72-й Всерос. с междунар. участием шк.-конф. молодых уч. (Нижний Новгород, 24–26 апр. 2019 г.). – Н. Новгород : Нац. иссл. Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, 2019. – С. 222.
10. Biryukova, E. V. Gender Peculiarities of Heart Rate Variability and Hemodynamic Basis of Students' Educational Activity / E. V. Biryukova, N. A. Vasilyuk,

V. V. Andrianov // IP Pavlov Russian Medical Biological Herald. – 2019. – Vol. 27, № 2. – P. 188–196.

11. Exercise and Cardiovascular Health: A State-of-the-Art Review / A. Isath [et al.] // Progress in Cardiovascular Diseases. – 2023. – № 1. – P. 112–118.

12. Oganov, R. G. Demographic Situation and Cardiovascular Disease in Russia: Problem Scope and Possible Solutions / R. G. Oganov, G. Y. Maslennikova // Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2023. – Vol. 6, № 8. – P. 7–14.

13. Yasmin, H. COVID-19: Stress Management Among Students and Its Impact on Their Effective Learning / H. Yasmin, S. Khalil, R. Mazhar // International Technology and Education Journal. – 2020. – Vol. 4, № 2. – P. 65–74.

REFERENCES

1. Agadzhanian N.A., Baevskij R.M., Berseneva A.P. *Problemy adaptacii i uchenie o zdorovyie* [Problems of Adaptation and Teaching About Health]. Moscow, Izd-vo RUDN, 2006. 283 p.

2. Epishkin I.V. Issledovanie psihoemocionalnogo napryazheniya studentov v usloviyah obrazovatel'nogo processa [Research of Students' Psychoemotional Tension in the Conditions of the Educational Process]. *Aktualnye problemy pedagogiki i psikhologii* [Actual Problems of Pedagogy and Psychology], 2023, vol. 4, no. 1, pp. 13–23.

3. Izmajlova M.A. Adaptivnye perestrojki serdechno-sosudistoj sistemy studentok v processe obucheniya v vuze [Adaptive Restructuring of the Cardiovascular System of Female Students in the Process of Studying at the University]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. Prilozhenie* [University News. North Caucasus Region. Natural Sciences. Application], 2006, no. 12, pp. 79–86.

4. Karkashadze G.A. Sindrom vysokih uchebnyh nagruzok u detej shkol'nogo i podrostkovogo vozrasta [Syndrome of High Learning Loads in School and Adolescent Children]. *Pediatricheskaja farmakologija* [Pediatric Pharmacology], 2017, vol. 14, no. 1, pp. 7–23.

5. Medvedev V.I. *Adaptaciya serdechnogo vybrosa* [Adaptation of Cardiac Output]. Saint Petersburg, In-t mozga cheloveka RAN, 2003, 584 p.

6. Morozova L.V., Gazeeva I.M., Sokolova L.V. Adaptacionnyj pokazatel kak pokazatel adaptacionnyh vozmozhnostej organizma [Adaptive Indicator as an Indicator of the Adaptive Capabilities of the Body].

Ekologiya cheloveka [Human Ecology], 2002, no. 1, pp. 20–22.

7. Rubizova A.A., Zhdanova D.R., Dzhejranova M.O. Gipodinamija – bolezni civilizacii [Inactivity as a Disease of Civilization]. *Bulleten medicinskih Internet-konferencij* [Bulletin of Medical Internet Conferences], 2017, vol. 7, no. 6, pp. 1031–1032.

8. Studenikin S.I. Analiticheskiy obzor faktorov, uslovij i prichin, vlijajushhih na zdorovyie obuchajushhihsja v obrazovatelnyh uchrezhdenijah [Analytical Review of Factors, Conditions and Causes Affecting the Health of Students in Educational Institutions]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern Problems of Science and Education], 2018, no. 6, pp. 264–264.

9. Tovmasjan L.A., Sevrjukova P.L., Sevrjukova G.A., Kartushina Ju.N. Variacii adaptivnyh sdvigoz zhizneobespechivajushhih sistem u rossijskih i inostrannyh studentov, obuchajushhihsja v vuzah Volgograda i respubliki Kalmykii [Variations of Adaptive Shifts of Life-Supporting Systems in Russian and Foreign Students Studying at Universities in Volgograd and the Republic of Kalmykia]. *Biosistemy: organizacija, povedenie, upravlenie: tez. dokl. 72-j Vseros. s mezhdunar. uchastiem shk.-konf. molodyh uch. (Nizhnij Novgorod, 24–26 apr. 2019 g.)* [Biosystems: Organization, Behavior, and Control. Abstracts of the Report of the 72nd All-Russian School Conference of Young Scientists with International Participation (Nizhny Novgorod, April 24–26, 2019)]. Nizhnij Novgorod, Nac. issl. Nizhegorod. gos. un-t im. N.I. Lobachevskogo, 2019, p. 222.

10. Biryukova E.V., Vasilyuk N.A., Andrianov V.V. Gender Peculiarities of Heart Rate Variability and Hemodynamic Basis of Students' Educational Activity. *IP Pavlov Russian Medical Biological Herald*, 2019, vol. 27, no. 2, pp. 188–196.

11. Isath A. et al. Exercise and Cardiovascular Health: A State-of-the-Art Review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2023, no. 1, pp. 112–118.

12. Oganov R.G., Maslennikova G.Y. Demographic Situation and Cardiovascular Disease in Russia: Problem Scope and Possible Solutions. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2023, vol. 6, no. 8, pp. 7–14.

13. Yasmin H., Khalil S., Mazhar R. COVID-19: Stress Management Among Students and Its Impact on Their Effective Learning. *International Technology and Education Journal*, 2020, vol. 4, no. 2, pp. 65–74.

Information About the Authors

Yulia A. Alexandryuk, Master's Student, Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, 08julia83@list.ru

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Director of the Institute of Natural Sciences, Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova.volgu@mail.ru

Информация об авторах

Юлия Андреевна Александрюк, магистрант кафедры биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, 08julia83@list.ru

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, директор института естественных наук, профессор кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova.volgu@mail.ru