Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_29
УДК 612

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_29
UDC 612

# ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ И ЕЕ СВЯЗИ С СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

**Е.Е. Исаева[1], Э.А. Науразбаева[1], Д.А. Галиева[2], О.С. Киселева[1], В.Г. Шамратова[1]**

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

[2]Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Уфа, Россия

**Аннотация.** Сердечно-сосудистая система является одной из систем, лимитирующих физическую работоспособность человека. Актуальной является проблема физической выносливости студентов медицинских вузов, поскольку значительная часть работы медицинского персонала напрямую связана с опасными и вредными условиями труда. В работе изучены показатели физической выносливости и их связи с состоянием гемодинамики у студентов 3-го и 5-го курсов медицинских вузов. В работе было задействовано 67 физически нетренированных юношей и девушек в возрасте 19-23 лет (37 студентов 3-го курса и 30 студентов 5 курса), у которых определялись показатели гемодинамики, физической выносливости (КРИС по Самко), также проводился факторный анализ для установления их взаимосвязи. Результаты исследования показали, что существуют возрастные особенности связей физической выносливости с параметрами сердечно-сосудистой системы у студентов. У студентов 3 курса на физические возможности существенно влияет минутный объем крови, являющийся главным детерминантом транспорта кислорода.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, физическая выносливость, студенты.

# AGE DYNAMICS OF PHYSICAL ENDURANCE AND ITS CONNECTION WITH CARDIAC ACTIVITY IN MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

**E.E. Isaeva[1], E.A. Naurazbaeva[1], D.A. Galieva[2], O.S. Kiseleva[1], V.G. Shamratova[1]**

[1]Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

[2]Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russia, Ufa, Russia

**Annotation.** The cardiovascular system is one of the limiting systems of the human's working capacity. An issue of physical endurance of students at medical universities is of relevance, singe a significant part of the work of the medical staff is directly related to dangerous conditions. The work included a study on physical endurance and their connection with hemodynamics in 3rd and 5th year medical university students. The study included 67 untrained young men and women in the age of 19-23 years (37 3rd year students and 30 5th year students). We identified indices of hemodynamics, physical endurance (Samko's cardiorespiratory index) and conducted a factor analysis to reveal their connection. The results have shown that there are age-related features in connections of physical endurance to the cardiovascular system's parameters. Cardiac output, which is the main oxygen transport determinant, has a significant effect on physical capabilities of 3rd year students.

**Keywords:** cardiovascular system, physical endurance, students.

**Введение.** Большой объем учебной нагрузки студентов медицинских ВУЗов способствует формированию образа жизни, при котором повышенные умственные нагрузки и систематическое психоэмоциональное напряжение сочетаются с низким уровнем двигательной активности. Ежедневно, как минимум 10 часов, студенты проводят сидя [1]. При адаптации студентов к учебной среде в ВУЗе принято выделять 3 адаптивных процесса: адаптация к учебным нагрузкам, к физическим упражнениям и к

социальной среде. Вследствие загруженности учебной деятельностью спортивной подготовке, как правило, уделяется наименьшее количество времени. В то же время только занятия физкультурой на постоянной основе способствуют формированию к 23-25 годам приемлемого уровня выносливости, необходимого для метаболического и энергетического обеспечения вегетативных функций (особенно кровообращения) при упражнениях на выносливость [3]. Необходимо учитывать, что значительная часть работы медицинского персонала напрямую связана с опасными и вредными условиями труда, поэтому исследование физической выносливости студентов медицинских учреждений является важной и актуальной проблемой [4]. В силу этого, анализ динамики физических возможностей студентов в процессе их обучения в вузе позволяет выявить изменения, произошедшие в степени развития выносливости, формирующей необходимый уровень работоспособности будущих специалистов в области медицины [5].

Учитывая тот факт, что физические возможности организма отражают также возрастную динамику морфофункциональных показателей в организме, в особенности состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), целью работы является исследование возрастной динамики физической выносливости и ее связи с сердечной деятельностью у студентов медицинских вузов.

**Методы и организация исследования.** В исследовании приняло участие 67 физически нетренированных юношей и девушек в возрасте 19-23 лет (37 студентов 3-го курса и 30 студентов 5-го курса). Обследование проходило с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС). Все испытуемые дали письменное согласие на участие в эксперименте. Протокол эксперимента одобрен локальным этическим комитетом ИБГ УНЦ РАН (заключение от 18.10.2021).

У обследованных общепринятыми методами определяли антропометрические показатели, основные гемодинамические параметры в состоянии относительного покоя в положении сидя (частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД)). Для изучения сердечно-сосудистой системы использовали такие общепринятые расчетные показатели, как вегетативный индекс Кердо (ВИК), минутный объем кровообращения (МОК), систолический объем крови методом Стара (СОК) и периферическое сопротивление сосудов (ПСС). С целью изучения физической выносливости и реакции ССС на физические нагрузки проводили велоэргометрическое тестирование. Для оценки физической выносливости рассчитывали кардиореспираторный индекс по Самко (КРИС).

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel и Statistica 10.0. Достоверность различий определялась по Т-критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$. Рассчитывались среднее арифметическое (X) и стандартное отклонение (σ). Нормальность распределения определяли по критерию Колмогорова-Смирнова. Для выявления ведущих показателей, влияющих на физические возможности студентов в зависимости от года обучения в ВУЗе, применяли факторный анализ. С его помощью устанавливали взаимосвязи между физической выносливостью и параметрами гемодинамики и оценивали вклад изученных переменных.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В таблице 1 приведены результаты расчета величины КРИС в состоянии покоя и после выполнения дозированной физической нагрузки) и показатели гемодинамики у студентов 3-го и 5-го курсов. Как показывает сравнение КРИС, возрастные особенности касались КРИС до нагрузки, величина которой у студентов 5-го курса оказалась значимо выше, чем у студентов 3-го, свидетельствуя о более высоких физических возможностях старшекурсников. При этом у студентов 5-го курса отмечалось достоверное отличие КРИС до и после выполнения физического упражнения.

Таблица 1

Значения КРИС и показателей гемодинамики у студентов 3-го и 5-го курсов до и после дозированной физической нагрузки

| Показатели | 3 курс | | 5 курс | |
|---|---|---|---|---|
| | До нагрузки | После нагрузки | До нагрузки | После нагрузки |
| КРИС, усл.ед. | 0,6±0,03 Δ | 0,5±0,02 | 0,7±0,02 * | 0,6±0,02 |
| САД, мм рт. ст. | 116,7±1,76 * | 124,8±2,09 | 112,2±2,5 * | 125±2,53 |
| ДАД, мм рт. ст. | 73,2±1,32 | 70,8±1,30 | 71,3±1,56 | 73,4±1,80 |
| ЧСС, уд/мин | 80,8±2,32 | 84,7±2,08 | 74,7±2,04 * | 88,4±2,10 |

Примечание: индекс * – достоверное отличие между значениями до и после нагрузки; индекс Δ – достоверное отличие по возрасту; КРИС – кардиореспираторный индекс по Самко; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений

Показатели гемодинамики достоверно не различались в 2-х возрастных группах студентов, но при этом отмечались значимые изменения до и после нагрузки. В обеих группах после упражнений увеличилась величина САД, у студентов 5 курса – значение ЧСС.

Для изучения связи КРИС студентов с параметрами системы кровообращения использовали метод факторного анализа, позволяющего на основе изучения факторных структур оценить вклад тех или иных параметров сердечной деятельности в обеспечении физической выносливости. В таблице 2 представлены результаты факторного анализа по матрицам данных студентв 3-го и 5-го курсов.

Таблица 2

Факторная структура показателей гемодинамики и физической выносливости у студентов 3-го и 5-го курсов

| Показатели | 3 курс | | 5 курс | |
|---|---|---|---|---|
| | Фактор 1 | Фактор 2 | Фактор 1 | Фактор 2 |
| КРИС $_{\text{до нагрузки}}$, усл. ед. | 0,76 | - | - | - |
| КРИС $_{\text{после нагрузки}}$, усл. ед. | 0,92 | - | - | - |
| ЧСС $_{\text{до нагрузки}}$, уд/мин | - | - | - | - |
| ЧСС $_{\text{после нагрузки}}$, уд/мин | - | - | - | - |
| ПСС $_{\text{до}}$, дин/с/см$^{-5}$ | - | 0,67 | - | 0,68 |
| ПСС $_{\text{после нагрузки}}$, дин/с/см$^{-5}$ | - | 0,76 | 0,91 | - |
| МОК $_{\text{до}}$, л | - | - | - | - |
| МОК $_{\text{после нагрузки}}$, л | 0,87 | - | 0,73 | - |
| СОК $_{\text{до}}$, л | 0,73 | - | - | - |
| СОК $_{\text{после нагрузки}}$, л | 0,84 | - | - | - |
| Дисперсия, % | 39 | 26 | 32 | 20 |

Примечание: отмечены только достоверные корреляции переменных с фактором; КРИС – кардиореспираторный индекс по Самко; ЧСС – частота сердечных сокращений; ПСС – периферическое сопротивление сосудов; МОК – минутный объем кровообращения; СОК – систолический объем крови

Как видно из таблицы 2, в факторной структуре, сформированной на основе корреляций исходных показателей студентов 3-го курса, определяется два интерпретируемых фактора. Фактор 1 (F1) – доминирующий фактор, описывающий 39% общей дисперсии, включает согласованные вариации значений КРИС до и после

нагрузки с гемодинамическими параметрами (МОК до и после нагрузки, СОК до нагрузки).

Из структуры фактора вытекает, что физическая выносливость у студентов 3-го курса напрямую зависит от функциональной активности аппарата кровообращения: чем выше СОК, характеризующий насосную функцию миокарда, тем выше физические возможности организма. Причем имеют значение параметры сердечной деятельности как до, так и после нагрузки. Кроме того, физическая выносливость зависит от объема циркулирующей крови после нагрузки. Фактор 2 (F2) описывает периферическое сопротивление в микроциркуляторном русле, так как в него с достоверными нагрузками вошли ПСС до и после нагрузки.

Факторные структуры учтенных в исследовании параметров у студентов 5-го курса имеют существенное отличие (табл. 2). Так, у них не обнаруживается фактор, связывающий физическую выносливость с параметрами ССС. F1 объединяет МОК и ПСС после нагрузки, свидетельствуя о связи возрастания МОК после выполнения физической нагрузки с периферическим сопротивлением: чем выше ПСС после нагрузки, тем больше минутный объём крови. F2 включает независимое варьирование ПСС до нагрузки.

На основе проведённого исследования можно заключить, что у студентов 3-го курса физическая выносливость ниже, чем у старшекурсников, при отсутствии возрастных различий показателей гемодинамики. Примечательно, что физические возможности у студентов младшей возрастной группы зависят от состояния сердечно-сосудистой системы, тогда как у пятикурсников связи физической выносливости с показателями сердечной деятельности не выявляются.

**Заключение.** Как известно, физические возможности организма определяются, прежде всего, фундаментальными характеристиками сердечной деятельности. Проведенное нами исследование продемонстрировало существенный вклад аппарата кровообращения в обеспечении физической выносливости у студентов 3-го курса. В частности, установлено, что у третьекурсников на физические возможности существенно влияет МОК, являющийся главным детерминантом транспорта кислорода. В то же время у студентов 5-го курса непосредственно связи физических резервов организма с состоянием сердечно-сосудистой системы не обнаружено. Очевидно, это обусловлено изменением адаптивных и функциональных возможностей организма студентов в процессе обучения (как в покое, так и в условиях тестирующих стандартных физических нагрузок), о чем свидетельствуют результаты некоторых исследований состояния здоровья студентов с 1-го по 5 курс [5]. Учитывая, что студенты 5-го курса отличаются не только по возрасту, но и по уровню социальной и психологической адаптации [6], можно допустить, что выявленные нами особенности связей физической выносливости с параметрами ССС объясняются влиянием комплекса разнообразных факторов. По всей видимости, улучшение физического статуса старшекурсников и уменьшение зависимости физических возможностей от текущего состояния ССС обусловлены постепенным формированием в ходе обучения в вузе адаптивности к систематическим повышенным умственным учебным нагрузкам, социальной среде и психоэмоциональным перегрузкам, а также стабилизацией процессов, связанных с физиологическим созреванием организма.

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

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аллахвердиева, Н. С. Изменение отдельных показателей сердечно-сосудистой системы при стрессе и физической нагрузке / Н. С. Аллахвердиева, Ш. Айтмырза, А. Толеген // Актуальные проблемы биомедицины – 2020: сборник тезисов XXVI Всероссийской конференции молодых учёных с международным участием. – Санкт-Петербург: ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова 2020. – С. 28-29.
2. Исаева, Е. Е. Особенности влияния физических нагрузок разной интенсивности на функциональные возможности системы кровообращения девушек и юношей / Е. Е. Исаева, Г. С. Тупиневич, В. Г. Шамратова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 8(198). – С. 107-111.
3. Куликов, А. М. Развитие выносливости с учетом возрастных особенностей при занятиях лыжными видами спорта: метод. рекомендации для студентов всех специальностей / А. М. Куликов, М. А. Куликов, Д. В. Лаптев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – 21 с.
4. Иванова, Н. Л. Динамика уровня развития выносливости у студенческой молодежи первого курса / Н. Л. Иванова // Ученые записки университета Лесгафта. – 2019. – №7 (173). – С. 77-79.
5. Функциональные и адаптивные изменения сердечно-сосудистой системы студентов в динамике обучения / А. В. Шаханова, Т. В. Челышкова, Н. Н. Хасанова, М. Н. Силантьев // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2008. – № 9.
6. Тимофеев, Д. А. Физическое развитие и физическая подготовленность врачей-интернов к работе в экстремальных условиях / Д. А. Тимофеев, Л. К. Мадзигон // Военно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 331. – № 4. – С. 33-34.

**REFERENCES**

1. Allakhverdieva N.S., Aitmyrza Sh., Tolegen A. Changes in individual indices of the cardiovascular system under stress and exercises. Actual Problems of Biomedicine – 2020: collection of abstracts of the XXVI All-Russian Conference of Young Scientists with International Participation. St. Petersburg: Pavlov University, 2020. pp. 28-29. (in Russ.)
2. Isaeva E.E., Tupinevich G.S., Shamratova V.G. Features of the influence of physical activity of different intensity on the functions of the circulatory system of the youth. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 8(198), pp. 107-111. (in Russ.)
3. Kulikov A.M., Kulikov M.A., Laptev D.V. Development of endurance taking into account age-related features when practicing ski sports: methodological guidelines for students of all specialties. Ekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2012. 21 p. (in Russ.)
4. Ivanova N.L. Dynamics of the level of development of endurance at student's youth of the first course. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 7(173), pp. 77-79. (in Russ.)
5. Shakhanova A.V., Chelyshkova T.V., Khasanova N.N., Silant'ev M.N. Functional and adaptive changes of the cardiovascular system of students in the dynamics of education. *The Bulletin of the Adyghe State University, the series "Natural-Mathematical and Technical Sciences"*, 2008, no. 9. (in Russ.)
6. Timofeev D.A., Madzigon L.K. Physical development and physical fitness of interns to work in extreme conditions. *Military Medical Journal*, 2010, vol. 331, no. 4, pp. 33-34. (in Russ.)

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Екатерина Евгеньевна Исаева** – ассистент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, e-mail: agent373@mail.ru.

**Эмилия Азаматовна Науразбаева** – студентка лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, e-mail: emilianaurazbaeva@mail.ru.

**Дина Аслямовна Галиева** – кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных и русского языков, Уфимский юридический институт министерства внутренних дел Российской Федерации, ФГКОУ ВО УЮИ МВД России, Уфа, e-mail: galiva_dina@mail.ru.

**Ольга Сергеевна Киселева** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, e-mail: okolp@yandex.ru.

**Валентина Гусмановна Шамратова** – доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», Уфа, e-mail: distantshamratova@mail.ru.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**
**Ekaterina Evgen'evna Isaeva** – Assistant of the Department of Normal Physiology, Bashkir State Medical University, Ufa, e-mail: agent373@mail.ru.
**Emilia Azamatovna Naurazbaeva** – Student of the Faculty of Medicine, Bashkir State Medical University, Ufa, e-mail: emilianaurazbaeva@mail.ru.
**Dina Aslyamovna Galieva** – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign and Russian Languages, Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Ufa, e-mail: galiva_dina@mail.ru.
**Olga Sergeevna Kiseleva** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Bashkir State Medical University, Ufa, e-mail: okolp@yandex.ru.
**Valentina Gusmanovna Shamratova** – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Normal Physiology, Bashkir State Medical University, Ufa, e-mail: distantshamratova@mail.ru.

**Для цитирования:** Возрастная динамика физической выносливости и ее связи с сердечной деятельностью у студентов медицинских вузов / Исаева Е. Е., Науразбаева Э. А., Галиева Д. А. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_29

**For citation**: Isaeva E.E., Naurazbaeva E.A., Galieva D.A., Kiseleva O.S., Shamratova V.G. Age dynamics of physical endurance and its connection with cardiac activity in medical university students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_29