

**УДК 612.1:612.656**

**DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-1-41-52**

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНТОВ**

***Кретова И. Г., Ведясова О. А., Беляева О. В., Павленко С. И.***

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева,  
Самара, Россия  
E-mail: igkretova@gmail.com*

Изучены половозрастные особенности частоты пульса (ЧП), артериального давления (АД), систолического (СОК) и минутного объемов крови (МОК), реакции системы кровообращения (РССС) на физическую нагрузку, времени задержки дыхания на вдохе (ВЗД) и адаптационного потенциала (АП) у студентов в возрасте от 16 до 20 лет. Показано, что ЧП у юношей и девушек существенно не различалась, тогда как уровень АД во всех возрастных группах был выше у юношей. СОК и МОК имели более высокие значения у девушек, у каждой пятой студентки отмечалось низкое ВЗД. У большинства студентов выявлены неудовлетворительные показатели РССС на физическую нагрузку, у студентов старшего возраста отмечены повышенные значения АП. Полученные результаты свидетельствуют о неблагоприятной тенденции напряжения функционального состояния сердечно-сосудистой системы обследованных студентов, что указывает на необходимость динамического контроля параметров кровообращения у молодых людей в период обучения в вузе.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, функциональное состояние, адаптационный потенциал системы кровообращения, студенты.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из наиболее актуальных проблем современной физиологии человека и медицины во всем мире остаются болезни сердечно-сосудистой системы, заболеваемость и смертность от которых, в первую очередь от ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии, особенно среди лиц трудоспособного возраста, занимают лидирующие позиции [1, 2]. К сожалению, кардиоваскулярные болезни помолодели [3–5]. Согласно некоторым исследованиям, первые морфологические признаки атеросклероза (мышечно-эластические утолщения интимы артерий) обнаруживаются уже у новорожденных, признаки 1 стадии атеросклеротического процесса – у детей с 3 до 5 лет независимо от пола и условий жизни [6]. К 10 годам липидные пятна занимают около 10 % поверхности аорты, к 25 годам – 30–50 %, что может привести к раннему развитию таких осложнений атеросклеротического поражения сосудов, как инсульты и инфаркт миокарда [6, 7].

В научной литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков. Студенческая молодежь как особая социально-демографическая группа, находящаяся в периоде завершения морфофункционального созревания

организма, вовлеченная в интенсивную умственную работу и имеющая при этом большое количество факторов риска здоровья и низкую информированность о них, в значительной степени исключена из систематического глубокого медико-биологического обследования [8]. Однако известно, что процесс адаптации молодых людей в период обучения в вузе сопровождается напряжением всех систем организма и требует особого внимания [2, 8]. У студентов выявляются доклиническое, но достаточно выраженное, поражение атеросклеротическим процессом стенки аорты [2], нарушения липидного обмена [8], у 30 % обучающихся медицинских вузов отмечается артериальная гипертензия [9]. Согласно российским национальным рекомендациям, с учетом очень высокого риска развития патологий сердца и сосудов у молодых лиц, кардиоваскулярную профилактику следует начинать уже по достижении ими 18-летнего возраста [10], который совпадает с началом обучения в вузе и резким увеличением частоты возникновения стрессовых ситуаций. Для сохранения оптимального функционального состояния организма студентов несомненное значение имеют профилактические мероприятия, основанные на результатах мониторинга параметров деятельности сердечно-сосудистой системы [2, 9, 11].

Цель исследования – изучение параметров гемодинамики и адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у юношей и девушек, обучающихся в Самарском университете.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Проведена оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы 164 юношей и 844 девушек в возрасте от 16 до 20 лет, обучающихся в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева. Все испытуемые были разделены на 5 возрастных групп (16, 17, 18, 19 и 20 лет), в каждой из которых сопоставляли регистрируемые физиологические показатели у юношей и девушек. Они не занимались профессиональным спортом, не имели хронических заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем, не страдали сахарным диабетом и другими нарушениями обменных процессов, что выявлялось на основе устного опроса. Работа выполнена в соответствии с принципами биомедицинской этики, изложенными в Хельсинкской декларации, и одобрена комиссией по биоэтике Самарского университета (протокол № 3 от 25. 12. 2023).

Состояние сердечно-сосудистой системы определяли по частоте пульса (ЧП, уд/мин), уровню артериального давления (АД, мм рт. ст.), в том числе систолического (САД), диастолического (ДАД) и пульсового (ПАД) в покое с помощью автоматического тонометра SE-4400 (Корея). Для характеристики гемодинамики рассчитывали систолический объем крови (СОК, мл) по формуле Старра и минутный объем крови (МОК, мл/мин). Степень адаптации системы кровообращения оценивали по адаптационному потенциалу (АП, усл. ед.), предложенному Р. М. Баевским и А. П. Берсеновой [12]. Кроме того, определяли время задержки дыхания на вдохе (ВЗД, с) в пробе Штанге [13] и реакцию сердечно-сосудистой системы на наклоны туловища (РССС, усл. ед.) в бельгийском

тесте [14]. Измерения показателей у испытуемых проводились в первой половине дня через 2 часа после завтрака.

Для статистической обработки полученных результатов использовали пакеты программ Statistica 6.1. Оценку выборок на нормальность распределения проводили по Колмогорову-Смирнову. Все данные в статье представлены как среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка среднего. Для определения значимости различий анализируемых параметров между юношами и девушками разных возрастных групп использовали t-тест Стьюдента. Корреляционный анализ проводили путем расчета коэффициента корреляции  $r$  по Спирмену. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что практически во всех возрастных группах средние значения ЧП у девушек и юношей существенно не различались, за исключением группы 18-летних студентов, где средняя ЧП у девушек была выше (на 10,3 %,  $p < 0,05$ ), чем у молодых людей (табл. 1). Анализ ЧП у студентов разного пола без учета возраста показал, что склонность к брадикардии встречалась одинаково часто как у юношей (6,6 %), так и у девушек (6,3 %), в то время как тахикардия у юношей обнаруживалась несколько реже, чем у девушек (25,8 % и 30,3 % соответственно).

В работе выявлены более высокие значения АД у юношей по сравнению с женским контингентом во всех возрастных группах, что может быть связано с более высокой распространенностью социальных факторов риска гипертонии у молодых мужчин. Показатели САД в пределах возрастной нормы обнаружены у 85,1 % юношей и 83,3 % девушек, а соответствующий возрасту уровень ДАД наблюдался только у 61,1 % студентов и 76,6 % студенток ( $p < 0,001$ ). Склонность к понижению САД отмечена у 2,4 % юношей и 13,5 % девушек ( $p < 0,001$ ), повышенные значения САД, наоборот, чаще встречались у юношей, чем у девушек (12,6 % и 3,4 %,  $p < 0,001$ ). У значительного числа студентов каждой гендерной группы выявлено увеличение ДАД (38,9 % юношей и 23,6 % девушек,  $p < 0,001$ ).

Как известно, прогностическим показателем риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы является ПАД, нормальными значениями которого считается уровень от 35 до 55 мм рт. ст. [15, 16]. В нашем исследовании такие значения наблюдались у большинства студентов. В единичных случаях в группе 16-летних девушек и 18-летних юношей уровень ПАД достигал 60 мм рт. ст. В целом же анализ пульсового давления показал, что в 16, 17, 18 и 19 лет у обследованных юношей и девушек значения ПАД практически одинаковы, тогда как в 20-летнем возрасте средний уровень ПАД у юношей был выше, чем у девушек (табл. 1).

Важнейшими гемодинамическими показателями, отражающими сократительную функцию миокарда, служат значения СОК и МОК. Исследование систолической функции желудочков сердца выявило более высокие значения СОК у девушек практически во всех возрастных группах, однако только у 19-летних студентов гендерные различия данного показателя были достоверными (табл. 1). Более высокие показатели МОК также отмечены у девушек, что отчасти может быть

связано с наличием у многих из них склонности к тахикардии. Разница в уровне МОК у девушек и юношей варьировала от 2,3 % в 16-летнем возрасте до 11,4% в 19 лет. Средние величины СОК и МОК у обследованных студентов сопоставимы с данными, полученными в других регионах России [17, 18].

**Таблица 1**  
**Показатели состояния сердечно-сосудистой системы у студентов в зависимости от возраста и пола**

Пара метр	Возраст в годах									
	16		17		18		19		20	
	Ю (12)	Д (69)	Ю (94)	Д (519)	Ю (17)	Д (110)	Ю (11)	Д (23)	Ю (30)	Д (123)
ЧП, уд/мин	73,3 ±3,5	72,7 ±1,4	73,4 ±1,0	74,0 ±0,4	66,1 ±2,4	72,9 ±1,0 **	77,1 ±3,3	77,3 ±2,1	73,6 ±1,7	74,5 ±0,9
САД, мм рт.ст.	117,0 ±2,3	111,3 ±1,2 **	114,3 ±1,2	108,5 ±0,4 ***	116,5 ±2,4	106,5 ±1,0 ***	115,4 ±3,9	107,8 ±1,9 *	118,0 ±2,2	108,4 ±0,9 ***
ДАД, мм рт.ст.	75,5 ±1,3	70,3 ±1,2 *	72,5 ±0,9	68,6 ±0,4 ***	73,5 ±2,8	68,6 ±0,8 *	77,2 ±2,3	67,8 ±1,6 **	73,5 ±1,5	68,4 ±0,7 **
ПАД, мм рт.ст.	41,2 ±2,9	40,9 ±1,3	41,7 ±1,2	39,9 ±0,4	43,0 ±3,1	37,7 ±1,0	38,1 ±3,5	40,0 ±1,5	44,5 ±1,8	40,0 ±0,8 *
СОК, мл	65,7 ±2,0	68,6 ±1,2	67,3 ±1,0	68,6 ±0,4	67,9 ±3,1	66,8 ±0,8	61,3 ±2,4	67,8 ±1,4 *	66,1 ±1,3	67,1 ±0,7
МОК, мл/мин	4858 ±341	4971 ±127	4942 ±100	5070 ±43	4563 ±247	4867 ±90	4679 ±161	5276 ±205 *	4867 ±151	4998 ±77

Примечание: Ю – юноши; Д – девушки (в скобках указано количество студентов); \*( $p < 0,05$ ), \*\*( $p < 0,01$ ), \*\*\*( $p < 0,001$ ) – статистически значимые различия между юношами и девушками одного возраста.

При измерении ВЗД на вдохе (проба Штанге) выявлено, что у девушек во всех обследованных возрастных группах этот показатель достоверно ниже, чем у юношей (табл. 2), что, по-видимому, связано с анатомо-физиологическими особенностями мужчин и большей их физической тренированностью. Неудовлетворительные результаты по ВЗД (менее 39 с) были отмечены у 4,8 % юношей и 21,9 % девушек. Особенно низкие показатели выявлены у 16–18-летних девушек: каждая десятая в этих группах задерживала дыхание на вдохе менее 30 с. Удовлетворительные показатели ВЗД (40–49 с) наблюдались у 10,8 % юношей и 30,2 % девушек ( $p < 0,001$ ) указанного возраста. Хороший результат (ВЗД более 50 с)

независимо от возраста продемонстрировали подавляющее большинство юношей (84,4 %) и только половина (52,1 %) девушек, причем преимущественно в возрасте 20 лет. В целом, максимальное ВЗД при проведении пробы Штанге в разные возрастные периоды у представителей мужского пола отмечалось в 1,2–1,6 раза чаще, чем у девушек.

Исследование РССС на наклоны туловища (бельгийский тест) выявило, что у большинства студентов этот показатель составляет 0,9–1,2 усл. ед., что соответствует представлениям о неудовлетворительном состоянии сердечной мышцы [14]. Только у 10 % 16- и 18-летних юношей и девушек РССС имеет значения менее 0,3 усл. ед., что соответствует оценке «отличное состояние сердца». Средние значения РССС у обследованных групп студентов представлены в табл. 2.

Что касается адаптационного потенциала, то его средние значения у большинства студентов обоего пола в разные возрастные периоды укладывались в границы «удовлетворительной адаптации», отражая в целом достаточные функциональные возможности системы кровообращения (табл. 2). Однако следует отметить, что по мере взросления наблюдалась неблагоприятная динамика АП. Так, у юношей в 16 лет значения АП находились в пределах 1,6–2,1 усл. ед., а в 20 лет варьировали в интервале 1,8–2,6 усл. ед. Такие значения АП могут свидетельствовать о напряженном состоянии механизмов адаптации системы кровообращения у молодых мужчин на старших курсах обучения. У девушек средние значения АП в основном были ниже, возрастная динамика АП была не столь выражена. Так, разброс данного показателя в 16 лет составлял 1,5–2,2 усл. ед. и практически столько же в 20 лет (1,5–2,3 усл. ед.).

Таблица 2

**Показатели адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы у студентов в зависимости от возраста и пола**

Пара метр	Возраст в годах									
	16		17		18		19		20	
	Ю (12)	Д (69)	Ю (94)	Д (519)	Ю (17)	Д (110)	Ю (11)	Д (23)	Ю (30)	Д (123)
ВЗД, с	61,4 ±3,3	46,8 ±1,8 ***	63,4 ±1,9	49,4 ±0,6 ***	62,0 ±3,5	48,7 ±1,4 **	71,1 ±7,0	49,5 ±3,8 *	66,5 ±4,2	52,1 ±1,3 ***
РССС, усл. ед.	1,1 ±0,2	1,0 ±0,1	0,8 ±0,1	0,9 ±0,1	0,7 ±0,1	0,9 ±0,1	1,2 ±0,2	0,8 ±0,1	1,0 ±0,1	1,0 ±0,1
АП, усл. ед.	2,0 ±0,1	1,8 ±0,1 *	2,1 ±0,1	1,7 ±0,1 ***	2,1 ±0,1	1,8 ±0,0 *	2,2 ±0,1	1,9 ±0,2	2,4 ±0,1	2,0 ±0,1 *

Примечание: Ю – юноши; Д – девушки (в скобках указано количество студентов); \*(p<0,05), \*\*\*(p<0,001) – статистически значимые различия между юношами и девушками одного возраста.

Зависимость изученных параметров кровообращения и коэффициентов, отражающих адаптационные возможности организма студентов, от их возраста подтверждается результатами корреляционного анализа. Так, у юношей выявлена положительная корреляционная связь возраста с ВЗД на вдохе ( $r=0,17$ ;  $p<0,002$ ), с РССС на нагрузку ( $r=0,11$ ;  $p<0,05$ ), с САД ( $r=0,12$ ;  $p<0,05$ ), ДАД ( $r=0,15$ ;  $p<0,001$ ) и АД ( $r=0,18$ ;  $p<0,001$ ); отрицательная корреляция установлена между возрастом и СОК ( $r=-0,11$ ;  $p<0,001$ ). У девушек отмечены положительные корреляционные связи возраста с ВЗД в пробе Штанге ( $r=0,088$ ;  $p<0,01$ ) и АД ( $r=0,087$ ;  $p<0,01$ ), отрицательная корреляция выявлена между возрастом и СОК ( $r=-0,195$ ;  $p<0,001$ ) и МОК ( $r=-0,065$ ;  $p<0,05$ ).

Из полученных результатов следует, что параметры кровообращения у студентов зависят от их функционального состояния, возраста и пола. Так, показано, что средние значения ЧП находились в пределах возрастной нормы, при этом существенных различий между юношами и девушками обнаружено не было, хотя склонность к учащенному сердцебиению чаще выявлялась в группе девушек. В частности, тахикардия встречалась практически у каждой третьей девушки и каждого четвертого юноши. Эти различия, скорее всего, связаны с гендерными особенностями вегетативной регуляции сердца, доминированием адренергических влияний на кардиоритм у женщин [12, 19]. Анализ гемодинамики позволяет говорить о тенденции роста у лиц юношеского возраста уровней кровяного давления, при этом повышенные цифры САД и ДАД мы регистрировали в 3,7 и в 1,6 раза соответственно чаще у юношей, чем у девушек. Полученные данные могут свидетельствовать об увеличении периферического сопротивления сосудов току крови, что опасно в плане ухудшения кровоснабжения различных тканей и, в первую очередь, миокарда [20]. Известно, что повышение артериального давления, даже в пределах нормальных значений, является одним из факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний [21]. Поскольку артериальную гипертензию следует корректировать уже на ранних стадиях, то требуется систематический контроль уровня САД и ДАД у молодых людей, что будет способствовать снижению вероятности прогрессирования заболевания.

Наши результаты соответствуют данным, полученным другими авторами. Так, в сравнительном исследовании, проведенном в ряде российских городов, выявлены повышенные средние значения САД у студентов из Архангельска, Саранска, Самары [22]. Среди первокурсников Ставропольского государственного медицинского университета артериальная гипертензия (прегипертензия) регистрировалась у каждого шестого-седьмого студента, причем повышенные значения АД в четыре раза чаще наблюдались среди юношей [23]. Повышение уровня АД в анамнезе отмечается у 30 % студентов медицинских вузов [9], при этом рост заболеваемости студентов гипертонической болезнью увеличивается по мере обучения в вузе с первого по шестой курс [2]. Однако в литературе имеется и противоположное мнение. Например, в работе В. А. Анзорова и С. В. Морякиной [24] выявлена тенденция к снижению величин САД и ДАД у студенток Чеченского государственного университета по мере их взросления (с 1 по 4 курс).

Что касается оценки резервных возможностей организма, то одной из наиболее показательных функциональных проб, используемых с этой целью, является проба Штанге. Данная проба позволяет по ВЗД определять устойчивость организма к смешанной гипоксии и гиперкапнии, а также общий уровень тренированности человека. Чем продолжительнее ВЗД, тем выше устойчивость кардио-респираторной системы организма к гипоксическому состоянию. Результаты изучения ВЗД при вдохе показали, что у большинства студентов Самарского университета данный показатель превышает 40 с и укладывается в границы физиологической нормы для взрослых людей (40–50 с). Вместе с тем, обращает внимание, что у определенной части испытуемых ВЗД находится на неудовлетворительном уровне, что в первую очередь относится к девушкам (21,93 % студенток) и позволяет констатировать низкий уровень резервного потенциала организма представительниц женского контингента, обучающихся в вузе. Одной из причин сниженного уровня адаптационных возможностей девушек является то, что они гораздо реже, чем юноши, посещают фитнес-клубы, спортивные секции, занимаются спортивной ходьбой или бегом [25], что может вызывать детренированность и снижение устойчивости организма к гипоксии.

О низком уровне тренированности сердечно-сосудистой системы у испытуемых свидетельствуют и результаты бельгийского теста, согласно которым небольшая физическая нагрузка (20 наклонов туловища) у большинства студентов сопровождалась выраженной тахикардией. Такая реакция характерна для лиц с недостаточной физической активностью. В отличие от этого, у тренированных людей интенсивность и длительность изменений пульса в данном тесте меньше, поскольку систематические тренировки способствуют улучшению коронарного и периферического кровообращения, повышают физическую работоспособность и резервные возможности организма. Чем более тренированы сердце и сосуды, тем меньше интенсивность и продолжительность изменений пульса, что позволяет рекомендовать бельгийский тест к использованию для ранней диагностики сердечной недостаточности [26].

Интегральными показателями, характеризующими состояние системы кровообращения, являются СОК и МОК [17]. В нашем исследовании средние показатели СОК не превышали референсных значений, как у юношей, так и у девушек. Однако практически во всех обследованных возрастных группах, за исключением 18-летних студентов, показатель СОК был выше у девушек. Что касается МОК, то выявлены гендерные различия во всех возрастных группах, то есть его величина всегда была выше у представительниц женского пола.

У большинства обследованных нами студентов функциональные резервы организма, обеспечивающие его адаптацию в условиях учебного процесса, находятся на удовлетворительном уровне. Об этом свидетельствуют показатели АП, которые практически во всех возрастных группах у юношей и девушек не превышали или были чуть больше двух условных единиц. Полученные данные несколько отличаются от результатов обследования студентов других вузов, где у значительного количества обучающихся (45,3 %) выявляется неудовлетворительный уровень адаптационных возможностей [27].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты проведенного исследования свидетельствуют об определенных сдвигах функционального состояния кардиоваскулярной системы у студентов в процессе обучения. Значительный риск в отношении здоровья представляют выявленные у юношей и девушек нарушения сердечного ритма (тахикардия), увеличение артериального давления крови (прегипертензия/гипертензия), тенденция снижения резервных возможностей системы кровообращения. В то же время, очевидно, что для поддержания оптимальных параметров функционального состояния организма, способности противостоять воздействиям различных факторов, в том числе интенсивным информационным и психоэмоциональным нагрузкам, сопровождающим вузовское обучение, требуется наличие значительного объема физиологических резервов. С целью восстановления и сохранения резервных возможностей, ограничения и устранения неблагоприятных изменений в уровне соматического здоровья студентов, необходимы динамическое наблюдение за показателями сердечно-сосудистой системы и коррекция выявляемых нарушений, проведение профилактических мероприятий, воспитание у молодежи здорового образа жизни.

## **Список литературы**

1. Шляхто Е. В. Система управления сердечно-сосудистыми рисками: предпосылки к созданию, принципы организации, целевые группы / Е. В. Шляхто, Н. Э. Звартау, С. В. Виллевалде [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2019. – № 11. – С. 69–82. DOI:10.15829/1560-4071-2019-11-69-82.
2. Евсевьева М. Е. Проспективный анализ основных факторов риска и сосудистого статуса у студентов за время обучения в медицинском ВУЗе / М. Е. Евсевьева, М. В. Ерёмин, О. В. Сергеева [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 2. – С. 20–26. DOI:10.15829/1560-4071-2023-5143.
3. Nilsson P. Early vascular ageing – a concept in development / P. Nilsson // Eur. Endocrinology. – 2015. – V. 11, No 1. – P. 26–31. DOI:10.17925/EE.2015.11.01.26.
4. Pälve K. S. Association of physical activity in childhood and early adulthood with carotid artery elasticity 21 years later: the cardiovascular risk in Young Finns Study / K. S. Pälve, K. Pahlkala, C. G. Magnusson [et al.] // J. Am. Heart Assoc. – 2014. – V. 3, No 2. – P. 000594. doi:10.1161/JAHA.113.000594.
5. Андреев Е. Ю. Ишемическая болезнь сердца у лиц молодого возраста: распространенность и сердечно-сосудистые факторы риска / Е. Ю. Андреев, И. С. Явелов, М. М. Лукьянов [и др.] // Кардиология. – 2018. – Т. 58, № 10. – С. 53–58. DOI: 10.18087/cardio.2018.10.10184.
6. Копылова О. В. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний на протяжении жизни. Часть II: детский и подростковый периоды / О. В. Копылова, А. И. Ершова, А. Н. Мешков [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 107–116. DOI:10.15829/1728-8800-2021-2896.
7. Стражеско И. Д. Взаимосвязь между различными структурно-функциональными характеристиками состояния артериальной стенки и традиционными факторами кардиоваскулярного риска у здоровых людей разного возраста. Часть 2 / И. Д. Стражеско, О. Н. Ткачева, Д. У. Акашева [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 244–252. DOI:10.20996/1819-6446-2016-12-3-244-252.
8. Фоменко С. Е. Метаболические изменения в организме студентов под действием учебной нагрузки, профилактика нарушений / С. Е. Фоменко, Н. Ф. Кушнерова, В. Г. Спрыгин // Физиология человека. – 2021. – Т. 47, № 6. – С. 56–64. DOI: 10.31857/S0131164621040032
9. Кочергина А. М. Факторы сердечно-сосудистого риска у студентов медицинских вузов России. Многоцентровое исследование / А. М. Кочергина, Д. Ю. Седых, О. А. Рубаненко [и др.] //

- Профилактическая медицина. – 2022. – Т. 25, № 9. – С. 70–76. <https://doi.org/10.17116/profmed20222509170>
10. Бойцов С. А. Кардиоваскулярная профилактика 2022. Российские национальные рекомендации / С. А. Бойцов, Н. В. Погосова, А. А. Аншелес [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 5. – С. 119–249. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5452>
  11. Сетко Н. П. Гигиеническая оценка функциональных резервов и адаптационных возможностей студентов / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, Е. Б. Бейлина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 2. – С. 166–170. <https://www.rjhas.ru/jour/article/view/763>
  12. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева – М.: Медицина, 1997 – 236 с.
  13. Лешко В. Н. Методы контроля за функциональным состоянием организма студента: методические рекомендации / В. Н. Лешко, Н. В. Карпеева – Рязань: РГУ, 2006. – 18 с.
  14. Соколова В. С. Биоритмы и их влияние на эффективность тренировочного процесса и результаты соревнований спортсменов-биатлонистов / В. С. Соколова, П. А. Дворников // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21251>
  15. Davies J. I. Pulse wave analysis and pulse wave velocity: a critical review of their strengths and weaknesses / J. I. Davies, A. D. Struthers // J. Hypertens. – 2003. – V. 21, No 3. – P. 463–472.
  16. Вахмистрова Т. К. Пульсовое давление у здоровых подростков / Т. К. Вахмистрова, О. А. Харченко, Т.Н. Балицкая [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Т. 27, S6. – С. 6–7.
  17. Прокопьев Н. Я. Систолический (ударный) и минутный объем крови у студентов юношеского возраста г. Тюмени на начальном этапе обучения / Н. Я. Прокопьев, Е. А. Семизоров, Е. С. Гуртовой // Мир инноваций. – 2023. – Т. 3, № 26. – С. 50–55.
  18. Частоедова И. А. Особенности показателей гемодинамики у студентов с разным порогом вкусовой чувствительности к поваренной соли и типом вегетативного тонуса: когортное наблюдательное исследование / И. А. Частоедова // Кубанский научный медицинский вестник. – 2023. – Т. 30, № 3. – С. 76–84. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-3-76-84>.
  19. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н. И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
  20. Антонова А. А. Анализ состояния сердечно-сосудистой системы студентов / А. А. Антонова, Г. А. Яманова, Н. С. Сайпулаева [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – Т. 117, № 3. – С. 98–101. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.016>.
  21. Чулков В. С. Первичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: акцент на коррекцию поведенческих факторов риска / В. С. Чулков, Е. С. Гаврилова, Вл. С. Чулков [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, S3. – С. 67–72. DOI: 10.15829/1560-4071-2021- 4278.
  22. Синева И. М. Сравнительный анализ уровня физического развития студентов разных городов России / И. М. Синева, М. А. Негашева, Ю. М. Попов // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. – 2017. – № 4. – С. 17–27. DOI: 10.32521/2074-8132.2017.4.017-027.
  23. Евсеева М. Е. Факторы риска и сосудистое ремоделирование, как показатели кардиоваскулярного благополучия студентов. Результаты вузовской диспансеризации на базе центра студенческого здоровья СтГМУ / М. Е. Евсеева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – Т. 39, № 8, Часть 3. – С. 101–116.
  24. Анзоров В. А. Кардиореспираторная система студенток при адаптации к учебе в вузе / В. А. Анзоров, С. В. Морякина // Кардиометрия. – 2021. – № 18. – С. 74–78. DOI: 10.18137/cardiometry.2021.18.8286.
  25. Копейкина Е. Н. Двигательная активность студентов в современных условиях / Е. Н. Копейкина, В. Л. Кондаков, Л. Н. Волошина [и др.] // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 106–112. DOI: 10.47475/2500-0365-2023-8-3-106-112. <http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=vch/sport/008/03/017>
  26. Сережина Е. К. Эффективность пробы с наклоном корпуса вперед (bendingtest) и спектральной следящей эхокардиографии в диагностике сердечной недостаточности с сохранной фракцией выброса / Е. К.Сережина, А. Г. Обрезан // Кардиология: новости, мнения, обучение. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.33029/2309-1908-2022-10-1-22-28>

27. Павлова О. Н. Анализ адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы студентов, обучающихся на медицинских специальностях / О. Н. Павлова, Д. С. Громова, Е. В. Макарова-Горбачёва [и др.] // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врачи, Здоровье. – 2023. – Т. 13, № 6. – С. 34–37. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.PHYS.3>.

## **ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF MODERN STUDENTS**

*Kretova I. G., Vedyasova O. A., Belyaeva O. V., Pavlenko S. I.*

*Samara National Research University, Samara, Russia  
E-mail: igkretova@gmail.com*

Modern students are at high risk of developing cardiovascular diseases, which is largely due to psycho-emotional overload during their studies at university and low awareness in terms of maintaining health. In this regard, monitoring of blood circulation parameters is relevant, which is necessary to assess the level of adaptive capabilities of students' organisms.

The aim of the study is to examine the parameters of hemodynamics and the adaptive potential of the cardiovascular system in young men and women studying at Samara University.

Students of Samara University (164 boys and 844 girls, aged 16–20 years) were examined. The heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and pulse pressure were studied at rest. The breath-holding time (BHT) was determined in the Stange test, and the cardiovascular response to trunk bends (CRB) was determined in the Belgian test. The systolic blood volume (SBV), minute blood volume (MBV), and adaptation potential (AP) were calculated.

It was found that the average values of the HR in girls and boys in all age groups did not differ significantly, with the exception of the group of 18-year-old students, where the HR in girls was higher. Higher values of SBP and DBP were found in young men compared to young women, who often had a tendency to decrease SBP. Higher values of SBV and MBV were noted in girls. The BHT during inspiration in most students was within the physiological norm, however, in 22 % of female students the BHT was unsatisfactory, which reflects their low level of resistance to hypoxia. The CRB indicator varied in the range of 0,9–1,2 conventional units, which is an unsatisfactory result and, in combination with increased AP values, indicates a tendency to activate the adaptive mechanisms of the circulatory system in students, especially in senior students.

The obtained data indicate certain shifts in the functional state of the cardiovascular system in students during the learning process. Significant health risks are posed by the heart rhythm disturbances (tachycardia) detected in young men and women, increased blood pressure (prehypertension/hypertension), and a tendency to reduce the reserve capacity of the circulatory system. At the same time, it is obvious that in order to maintain optimal parameters of the functional state of the organism, the ability to withstand the effects of various factors, including intense information and psycho-emotional stress that

accompany university education, a significant amount of physiological reserves is required. In aims to restore and maintain reserve capacity, limit and eliminate unfavorable changes in the level of somatic health of students, dynamic monitoring of cardiovascular system indicators and correction of detected disorders, implementation of preventive measures, and education of young people in a healthy lifestyle are necessary.

**Keywords:** cardiovascular system, functional state, adaptive potential of the circulatory system, students.

### References

1. Shlyakhto E. V., Zvartau N. E., Villevalde S. V., Yakovlev A. N., Soloveva A. E., Alieva A. S., Avdonina N. G., Medvedeva E. A., Fedorenko A. A., Kulakov V. V., Karlina V. A., Endubaeva G. V., Zaitsev V. V., Soloviev A. E. Cardiovascular risk management system: prerequisites for developing, organization principles, target groups. *Russian Journal of Cardiology*, **24**, **11**, 69 (2019). DOI:10.15829/1560-4071-2019-11-69-82
2. Evsevieva M. E., Eremin M. V., Sergeeva O. V., Simkhes E. V., Barabash I. V., Kudryavtseva V. D., Kruchkov M. C. Prospective analysis of the major risk factors and vascular status in students during the period of education at a medical university. *Russian Journal of Cardiology*, **28**, **2**, 20 (2023). doi:10.15829/1560-4071-2023-5143.
3. Nilsson P. Early vascular ageing – a concept in development. *Eur. Endocrinology*, **11**, **1**, 26 (2015). DOI:10.17925/EE.2015.11.01.26.
4. Pälve K. S., Pahkala K., Magnussen C. G., Koivisto T., Juonala M., Kähönen M., Lehtimäki T., Rönnemaa T., Viikari J. S. A., Raitakari O. T. Association of physical activity in childhood and early adulthood with carotid artery elasticity 21 years later: the cardiovascular risk in Young Finns Study. *J. Am. Heart Assoc.*, **3**, **2**, 000594 (2014). DOI:10.1161/JAHA.113.000594.
5. Andreenko E. Yu., Yavelov I. S., Loukianov M. M., Vernohaeva A. N., Drapkina O. M., Boytsov S. A. Ischemic Heart Disease in Subjects of Young Age: Current State of the Problem: Prevalence and Cardiovascular Risk Factors. *Kardiologiya*, **58**, **10**, 53 (2018). DOI: 10.18087/cardio.2018.10.10184
6. Kopylova O. V., Ershova A. I., Meshkov A. N., Kontsevaya A. V., Drapkina O. M. Life-long prevention of cardiovascular disease. Part II: childhood and adolescence. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, **20**, **6**, 107 (2021). DOI:10.15829/1728-88002021-2896
7. Strazhesko I. D., Tkacheva O. N., Akasheva D. U., Dudinskaya E. V., Agaltsov M. V., Kruglikova A. S., Brailova N. V., Pykhtina V. S., Plokhova E. V., Sharashkina N. V., Isaykina O. Yu., Vygodin V. A., Boytsov S. A. Correlations of different structural and functional characteristics of arterial wall with traditional cardiovascular risk factors in healthy people of different age. Part 2. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*, **12**, **3**, 244 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.20996/1819-6446-2016-12-3-244-252>
8. Fomenko S. E., Kushnerova N. F., Sprygin V. G. Metabolic Changes in the Organism of Students under the Impact of the Study Load, Prevention of Disturbances. *Human Physiology*, **47**, **6**, 56 (2021). DOI: 10.31857/S0131164621040032)
9. Kochergina A. M., Sedykh D. Yu., Rubanenko O. A., Batluk T. I., Vishniak D. A., Efremova E. V., Tolmacheva A. A., Benimetskaya K. S. Cardiovascular risk factors in Russian medical students. A multicenter study. *The Russian Journal of Preventive medicine*, **25**, **9**, 70 (2022). <https://doi.org/10.17116/profmed20222509170>
10. Boytsov S. A., Pogosova N. V., Ansheles A. A., Badtieva V. A., Balakhonova T. V., Barbarash O. L., Vasyuk Yu. A., Gambaryan N. G., Gendlin G. E., Golitsyn S. P., Drapkina O. M., Drozdova L. Yu., Yezhov M. V., Ershova A. I., Zhironov I. V., Karpov Yu. A., Kobalava Zh. D., Kontsevaya A. V., Litvin A. Yu., Lukyanov M. M., Martsevich S. Yu., Matskeplishvili S. T., Metelskaya V. A., Meshkov A. N., Mishina I. E., Panchenko E. P., Popova A. B., Sergienko I. V., Smirnova M. D., Smirnova M. I., Sokolova O. Yu., Starodubova A. V., Sukhareva O. Yu., Ternovoy S. K., Tkacheva O. N., Shalnova S. A., Shestakova M. V. Cardiovascular prevention 2022. Russian national

- guidelines. *Russian Journal of Cardiology*, **28**, **5**, 119 (2023). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5452>
11. Setko N. P., Bulycheva E. V., Beilina E. B. Hygienic estimation of functional reserves and adaptive capabilities of students. *Hygiene and Sanitation*, **96**, **2**, 166 (2017). DOI: <https://www.rjhas.ru/jour/article/view/763>
  12. Baevsky R. M., Berseneva A. P. *Assessment of the adaptive capabilities of the organism and the risk of developing diseases*, 236 p. (M.: Medicine; 1997).
  13. Leshko V. N., Karpeeva N. V. *Methods of monitoring the functional state of a student's body: methodological recommendations*, 18 p. (Ryazan: RGU, 2006).
  14. Sokolova V. S., Dvornikov P. A. Biorhythms and their influence on the effectiveness of the training process and the results of competitions of biathletes. *Modern problems of science and education*, **4** (2015) <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21251>
  15. Davies J. I., Struthers A. D. Pulse wave analysis and pulse wave velocity: a critical review of their strengths and weaknesses. *J. Hypertens*, **21**, **3**, 463 (2003).
  16. Vakhmistrova T. K., Kharchenko O. A., Balitskaya T. N., Bondarenko E. A., Vakhmistrova A. V. Pulse pressure in healthy adolescents. *Russian Journal of Cardiology*, **27**, **S6**, 6 (2022).
  17. Prokopiev N. Ya., Semizorov E. A., Gurtovoy E. S. Systolic (shock) and minute blood volume in youth students in the city of Tyumen at the initial stage of learning. *World of innovation*, **3**, **26**, 50 (2023).
  18. Chastoyedova I. A. Hemodynamic Parameters in Students with Different Thresholds of Salt Sensitivity and Type of Autonomic Tone: An Observational Cohort Study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*, **30**, **3**, 76 (2023). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-3-76-84>
  19. Shlyk N. I. *Heart rhythm and type of regulation in children, adolescents and athletes*, 259 p. (Izhevsk: Publishinghouse "Udmurt University", 2009).
  20. Antonova A. A., Yamanova G. A., Saipulaeva N. S., Saipulaeva L. S. Analysis of the state of the cardiovascular system of students. *International Research Journal*, **117**, **3**, 98 (2022). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.016>
  21. Chulkov V. S., Gavrilova E. S., Chulkov V. S., Pankova E. D., Lenets E. A., Tkachenko P. E. Primary prevention of cardiovascular disease: focus on improving behavioral risk factors. *Russian Journal of Cardiology*, **26**, **S3**, 67 (2021). DOI:10.15829/1560-4071-2021-4278
  22. Sineva I. M., Negasheva M. A., Popov Yu. M. Comparative analysis of the level of physical development of students in different cities of Russia. *Bulletin of Moscow University. Series XXIII. Anthropology*, **4**, 17 (2017). DOI: 10.32521/2074-8132.2017.4.017-027
  23. Evseviev M. E. Risk factors and vascular remodeling as indicators of cardiovascular well-being of students. Results of university medical examination at the Student Health Center of StSMU. *International Research Journal*, **39**, **8**, 101 (2015).
  24. Anzorov V., Moryakina S. Cardiorespiratory system in female students when adapting to university studies. *Cardiometry*, **18**, 74 (2021). DOI: 10.18137/cardiometry.2021.18.8286
  25. Kopeikina E. N., Kondakov V. L., Voloshina L. N., Bocharova V. I. Assessment of the volume of students' motor activity in modern conditions. *Physical Education. Sport. Tourism. Motor Recreation*, **8**, **3**, 106 (2023). DOI: 10.47475/2500-0365-2023-8-3-106-112
  26. Serezhina E. K., Obrezan A. G. Efficiency of bending test and spectral tracking echocardiography in diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *Cardiology: News, Opinions, Training*, **10**, **1**, 22 (2022). DOI: <https://doi.org/10.33029/2309-1908-2022-10-1-22-28>
  27. Pavlova O. N., Gromova D. S., Makarova-Gorbacheva E. V., Budaev A. I., Khalitova Yu. A. Analysis of the adaptation potential of the cardiovascular system of students studying in medical specialties. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*, **13**, **6**, 34 (2023). <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.PHYS.3>