

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 616.1-092.12(470+571)

DOI 10.34014/2227-1848-2020-4-87-97

ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ НАРУШЕНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ АДАПТАЦИИ К СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

А.А. Говорухина¹, А.А. Новоселова¹, Э.Э. Ибрагимова², М.В. Осин¹¹ БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет», г. Сургут, Россия;² ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет им. Февзи Якубова», г. Симферополь, Россия

Напряженность функционирования сердечно-сосудистой системы является интегральным показателем адаптированности организма к различным факторам (в т.ч. к условиям проживания и обучения).

Цель работы – выявление предикторов развития нарушений сердечно-сосудистой системы студентов на начальном этапе адаптации к условиям проживания и обучения.

Материалы и методы. Обследовано 99 студентов 1-го курса, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях (в г. Сургуте, ХМАО-Югра (n=48) и г. Симферополе, Республика Крым (n=51)). Исследование в контрастных регионах проводилось параллельно. Методом ангиосканирования оценены показатели, характеризующие состояние сосудистого русла. Анализ регуляции ритма сердца основан на методе кардиоинтервалографии.

Результаты. Установлено, что значения индекса аугментации, приведенного к частоте пульса 75 уд./мин, индекса отражения и частоты пульса были достоверно выше в группе студентов, проживающих в Республике Крым, что свидетельствует о повышенной жесткости артериальной стенки.

Выводы. Исследование позволило определить наличие предикторов развития нарушений сердечно-сосудистой системы студентов. Для девушек-студенток, проживающих в Республике Крым, к ним можно отнести высокую жесткость стенок крупных сосудов, высокий тонус мелких артерий и величину адаптационного потенциала, соответствующую состоянию напряжения механизмов адаптации. В свою очередь для девушек-студенток, проживающих в ХМАО-Югре, таким предиктором является высокая жесткость мелких артерий.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, адаптация, состояние сосудистого русла, вегетативная регуляция ритма сердца, функциональное состояние организма.

Введение. Существует мнение, что оценка состояния сосудов, в частности определение их жесткости, является интегральным фактором, определяющим сердечно-сосудистые риски [1]. Повреждение артериальной стенки преимущественно связано со старением и повышенным артериальным давлением (АД). Эти изменения могут быть выявлены при неинвазивном измерении артериальной жесткости, центрального артериального давления и отраженной пульсовой волны [2]. Значительное количество работ, посвящен-

ных оценке состояния сосудов и эндотелия, выполнено на лицах пожилого возраста либо на тех, у кого уже диагностированы заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) [3–5]. Определение дисфункции эндотелия у лиц молодого возраста может свидетельствовать о возможности развития у них в более старшем возрасте таких серьезных заболеваний, как атеросклероз, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, инсульт, инфаркт и т.д. [3, 6]. В связи с этим особого внимания заслуживает состояние сердечно-

сосудистой системы и регуляторных систем студентов-первокурсников [7], вынужденных адаптироваться к новым условиям проживания и обучения. Выбрав для изучения состояния сосудов и вегетативной регуляции две группы студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях, мы предполагали, что результаты смогут отразить неблагоприятное влияние среды, а именно что значения параметров, характеризующих состояние сосудистого русла и регуляторных механизмов организма студенток, проживающих на той территории, где воздействие будет наиболее экстремальным (ХМАО), будут значительно уступать аналогичным у студенток, проживающих в Крыму.

Цель исследования. Выявление предикторов развития нарушений сердечно-сосудистой системы студентов на начальном этапе адаптации к условиям проживания и обучения.

Материалы и методы. Выполнено исследование состояния сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции организма студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях. В исследовании приняли участие девушки-студентки, обучающиеся по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование», проживающие в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (Сургутский государственный педагогический университет, СурГПУ, n=48) и в Республике Крым (Крымский инженерно-педагогический университет, КИПУ, n=51). Средний возраст студенток составил $18,50 \pm 0,33$ года. Исследование в разных регионах проводилось параллельно. Студентки, обучающиеся и проживающие в ХМАО-Югре, были мигрантами 1–2-го поколений, не являлись представителями коренных народностей Югры. Все студентки на момент проведения исследования были здоровы, от них было получено информированное согласие. В исследование были включены только те девушки, которые находилась в фолликулиновой фазе менструального цикла.

Артериальное давление регистрировали по стандартной методике при помощи автоматического измерителя АД (тонометра) фирмы Omron. Об уровне адаптации судили по вели-

чине адаптационного потенциала (АП). Величина АП менее 2,1 свидетельствовала об удовлетворительной адаптации, от 2,11 до 3,20 – о напряжении механизмов адаптации, от 3,21 до 4,30 – о неудовлетворительной адаптации. Адаптационный потенциал рассчитывали по формуле Р.М. Баевского [8].

Значения показателей, характеризующих состояние сосудистого русла, определяли при помощи диагностического аппарата «АнгиоСкан – 01П». Сравнение состояния сосудов девушек, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях, проводили с использованием индекса $Alp75$, чтобы нивелировать влияние частоты пульса на показатели пульсового давления. Расчет возраста сосудистой системы «АнгиоСкан» производит на основе корреляционного поля зависимости возрастного индекса от возраста испытуемого [9]. По величине индекса стресса, регистрируемого аппаратом «АнгиоСкан», оценивали состояние центров, регулирующих сердечную деятельность (табл. 1).

Оценку вариабельности сердечного ритма производили с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-Спект-8» компании «Нейрософт». Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы Statistica 10.0, для оценки достоверности отличий использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Установлено, что 49,1 % обследованных студенток КИПУ и 35 % обследованных студенток СурГПУ находились в состоянии напряжения механизмов адаптации. Полученные результаты свидетельствуют, что у значительной части обследованных студенток выявлено напряжение компенсаторно-приспособительных систем организма [10–13], обнаружено преобладание гипокинетического типа кровообращения в обеих группах. Наиболее часто такой тип кровообращения встречался у студенток, проживающих в ХМАО-Югре (рис. 1). Он характеризуется большим динамическим диапазоном сердечно-сосудистой системы и наиболее экономичной деятельностью сердца, что может рассматриваться как результат адаптации к условиям Севера [14].

Таблица 1

Table 1

Значения индекса стресса и их соответствие функциональному состоянию организма [9]

Values of stress index and their correlation with the functional state of the body [9]

Значение, у.е. Value, standard unit	Характеристика состояния Characteristics
<50	Возможна аритмия или артефакты, вызванные движением пациента Possible arrhythmia or artefacts caused by patient's movement
50–150	Нормальные значения Normal values
150–500	Повышенный уровень стресса. Эмоциональный стресс, усталость Increased stress levels. Emotional stress, fatigue
500–900	Высокий уровень стресса, который может быть связан с выраженным психоэмоциональным напряжением, длительными стрессовыми ситуациями, заболеваниями ССС High level of stress, which may be associated with severe psycho-emotional stress, prolonged stress, or cardio-vascular disorders
>900	Очень высокий уровень стресса, который отражает выраженное снижение variability пульсовых волн (служит одним из факторов развития хронических заболеваний) Very high level of stress, which reflects a pronounced decrease in the variability of pulse waves (it is one of the factors in the development of chronic diseases)

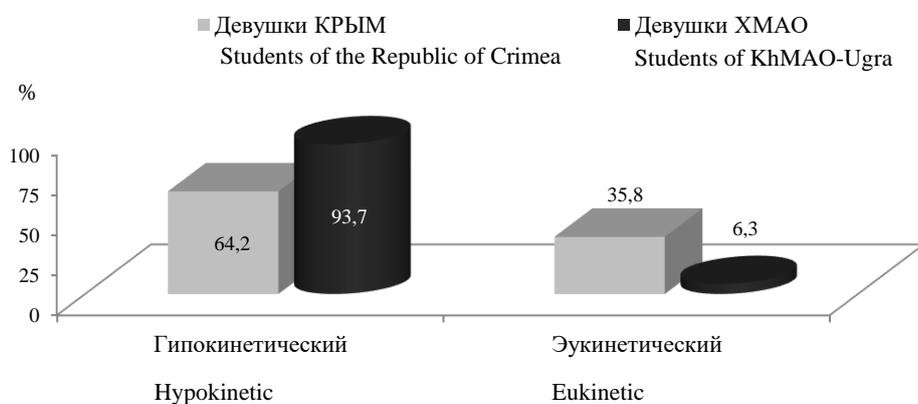


Рис. 1. Распределение студенток по типу кровообращения, %

Fig. 1. Distribution of female students according to circulation type, %

Распределение студенток по частоте пульса представлено на рис. 2. Установлены статистически значимые отличия по этому параметру между студентками двух обследованных групп ($p \leq 0,001$). Так, более 70 % студенток КИПУ, принимавших участие в исследовании, характеризовались частотой пульса

80 и более ударов в минуту, в свою очередь у большинства обследованных студенток СурГПУ (57 %) частота пульса была в диапазоне 60–80 уд./мин.

Показатели, характеризующие состояние сосудистого русла обследованных студенток, представлены в табл. 2.

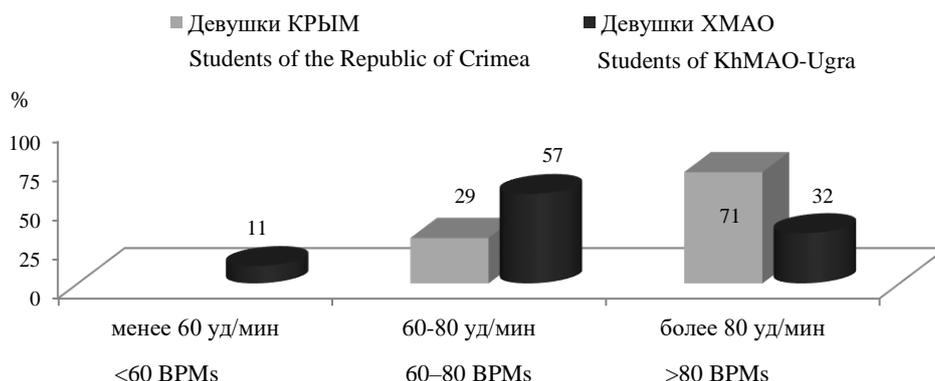


Рис. 2. Распределение студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях, по частоте пульса, %

Fig. 2. Distribution of female students living in contrasting climatic and ecological environments according to heart rate, %

Таблица 2

Table 2

Параметры сосудистого русла студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях (M±m)

Vascular parameters of female students living in contrasting climatic and ecological environments (M±m)

Показатель Parameters	Студентки Республики Крым (n=51) Students of the Republic of Crimea (n=51)	Студентки ХМАО-Югры (n=48) Students of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra (n=48)
SI, м/с SI, m/s	8,15±0,14	6,81±0,06
Alp75, %	-4,36±3,51	-12,89±0,82**
Alp, %	-11,84±3,14	-14,98±2,56
AGI, у.е. AGI, standard unit	-1,23±0,04	-0,88±0,02
Spa, мм рт. ст. Spa, mm Hg	102,63±1,65	106,84±1,29
RI, %	41,67±4,51	23,21±1,19***

Примечания: 1. SI – индекс жесткости; Alp75 – индекс аугментации, приведенный к частоте пульса 75 уд./мин; Alp – индекс аугментации; AGI – возрастной индекс; Spa – центральное систолическое давление; Ri – индекс отражения.

2. Достоверные различия между группами девушек, проживающих в Республике Крым и ХМАО-Югре, при: ** – $p \leq 0,005$; *** – $p \leq 0,001$.

Note: 1. SI – stiffness index; Alp75 – augmentation index normalized to the pulse rate of 75 BPMs; Alp – augmentation index; AGI – age index; Spa – central systolic pressure; Ri – index of refraction.

2. Differences between female students living in the Republic of Crimea and Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra: ** – $p \leq 0.005$; *** – $p \leq 0.001$.

Обнаружено, что у обследованных студенток КИПУ значения индекса отражения, характеризующего тонус мелких мышечных артерий, достоверно превышали аналогичные показатели студенток СурГПУ. В норме этот

показатель не должен превышать 30 %, а его увеличение может свидетельствовать о начале развития артериальной гипертензии или быть предпосылкой развития хронической сердечной недостаточности.

Оценка артериальной жесткости может быть использована в качестве скрининга для выявления доклинического атеросклероза и определения групп высокого сердечно-сосудистого риска.

Значения индекса аугментации, приведенного к частоте пульса 75 уд./мин, были выше в группе студенток КИПУ. Это свидетельствует о том, что обследованные студентки КИПУ характеризуются высокими значениями жесткости сосудов, что может являться результатом сочетания ряда взаимосвязанных нарушений и приводить к серьезным отрицательным гемодинамическим последствиям.

При анализе типа пульсовой волны, отражающего особенности кровенаполнения артерий, было установлено, что более 30 % обследованных студенток СурГПУ и 13 % обследованных студенток КИПУ характеризовались неудовлетворительным состоянием артериальной стенки (типы волны А и В). Обычно такое состояние наблюдается у пожилых лиц, а также молодых людей при сочетании высокой жесткости крупных проводящих артерий с высоким тонусом мелких артерий.

Существующие возможности оценки сердечно-сосудистого риска, в основе которых лежат хронологический возраст индивидуума и классические факторы риска, имеют ряд

ограничений и часто приводят к недооценке риска в общей популяции, в особенности среди молодых лиц [15]. Сосудистый возраст представляет собой способ выражения риска сердечно-сосудистых осложнений. При наличии у пациента модифицируемых факторов риска он может быть выше хронологического [16]. Возраст сосудистой системы является интегральным показателем и позволяет получить общую оценку состояния сердечно-сосудистой системы. Кроме того, возраст сосудов характеризует состояние мелких артерий, которые обеспечивают оптимальную доставку крови к тканям органов.

Установлено, что ни у одной из обследованных студенток, проживающих в ХМАО, возраст сосудов не соответствовал паспортному возрасту, при этом у 84 % девушек превышение паспортного возраста составляло 15 и более лет.

В свою очередь у 21 % обследованных студенток, проживающих в Республике Крым, установлено соответствие паспортного и сосудистого возрастов. Незначительное превышение возраста сосудов (от 1 года до 9 лет) выявлено у 50,9 % обследованных (рис. 3).

Значения уровня стресса у девушек-студенток, который отражает состояние центров, регулирующих сердечно-сосудистую систему, представлены на рис. 4.

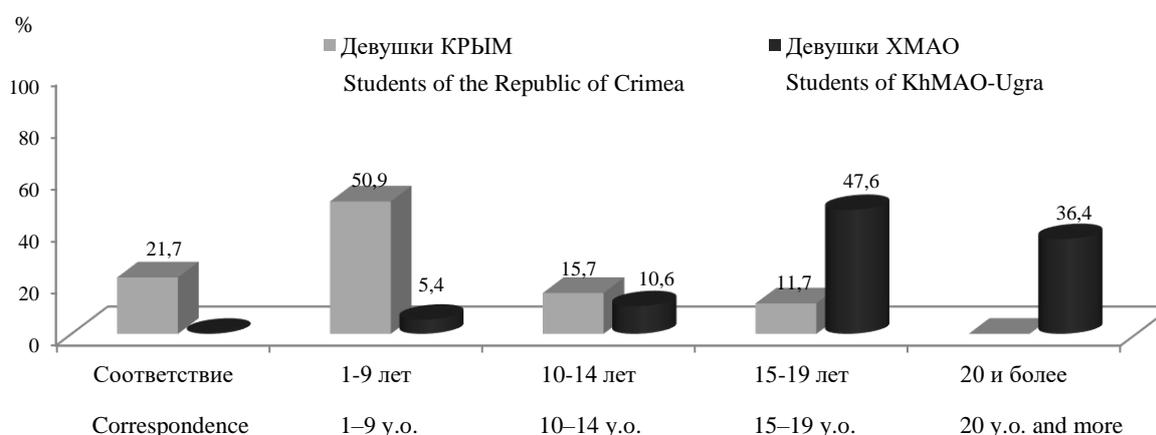


Рис. 3. Частота встречаемости превышения возраста сосудов над паспортным возрастом у обследованных студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях, %

Fig. 3. Exceedance of the “vascular age” over the real age in female students living in contrasting climatic and ecological environments, %

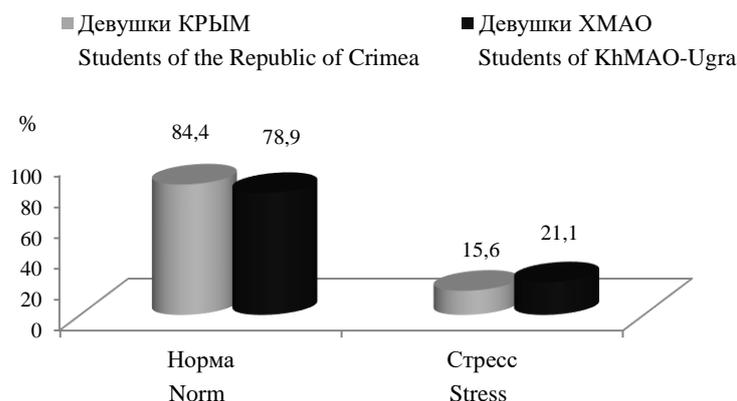


Рис. 4. Распределение студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях, по уровню сосудистого стресса, %

Fig. 4. Distribution of female students living in contrasting climatic and environmental conditions by vascular stress level, %

Выявлено наличие сосудистого стресса у 21 % студенток СурГПУ и 15 % студенток КИПУ, что может быть следствием эмоциональных или интеллектуальных нагрузок, поскольку эмоциональное напряжение у студентов выражено в более значительной степени, чем у молодых сверстников других социальных групп [17–20].

Немаловажную роль в оценке адаптации сердечно-сосудистой системы к изменениям среды играет деятельность механизмов регуляции [21–23]. Распределение студенток по типу вегетативного тонуса показало, что наиболее часто встречались девушки с выраженной парасимпатикотонией ($LF/HF < 1,5$)

(86,4 % студенток КИПУ и 89,4 % студенток СурГПУ), что свидетельствует о снижении центрального влияния на автономный контур регуляции. Исходный вегетативный тонус, оцениваемый как вегетативное равновесие (LF/HF от 1,5 до 2,0) был характерен для 13 % обследованных студенток КИПУ, при этом среди студенток СурГПУ на момент проведения исследования состояния вегетативного равновесия выявлено не было.

Значения стресс-индекса и индекса напряжения у студенток КИПУ превышали аналогичные показатели у девушек СурГПУ (табл. 3), что, вероятно, являлось следствием воздействия социально-психологических факторов.

Таблица 3
Table 3

Интегративные показатели регуляторных систем организма студенток, проживающих в контрастных климатоэкологических условиях ($M \pm m$), у.е.

Integrative indicators of the regulatory body systems in female students living in contrasting climatic and ecological environments ($M \pm m$)

Показатель Parameter	Студентки Республики Крым (n=51) Students of the Republic of Crimea (n=51)	Студентки ХМАО-Югры (n=48) Students of Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra (n=48)
ИЦ CI	2,09±0,23	1,67±0,16
ИАПЦ AIPC	1,01±0,1	1,24±0,11
Si	120,08±15,91	68,51±6,88***
ИН SI	97,68±14,31	56,94±5,62**

Примечания: 1. ИЦ – индекс централизации, ИАПЦ – индекс активации подкорковых центров, ИН – индекс напряжения, Si – стресс-индекс.

2. Достоверные различия между группами девушек, проживающих в Республике Крым и ХМАО-Югре, при: ** – $p \leq 0,005$; *** – $p \leq 0,001$.

Note: 1. CI – centralization index, AIPC – activation index of subcortical centers, SI – stiffness index, Si – stress index.

2. Differences between groups of female students living in the Republic of Crimea and Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra: ** – $p \leq 0.005$; *** – $p \leq 0.001$.

Закключение. Таким образом, выполненное исследование позволило определить наличие и вклад предикторов развития нарушений сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов. Для обследованных студентов, проживающих в Республике Крым, к ним можно отнести высокую степень жесткости крупных сосудов, высокий тонус мелких арте-

рий ($RI \geq 30\%$), а также величину адаптационного потенциала, соответствующую состоянию напряжения механизмов адаптации ($2,11 \leq AP \leq 3,2$). В свою очередь для обследованных студенток, проживающих в ХМАО-Югре, таким предиктором является высокая степень жесткости мелких артерий (вклад волны типа А более 30 %).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Коробко И.Ю., Нечесова Т.А. Ремоделирование артериальной стенки как фактор риска сердечно-сосудистых осложнений. Сб. VI Евразийского конгресса кардиологов. М.: ИнтерМедсервис; 2018: 18–19.
2. Palatini P., Casiglia E., Gąsowski J. Arterial stiffness, central hemodynamics, and cardiovascular risk in hypertension. *Vasc. Health Risk Manag.* 2011; 7: 725–739. DOI: 10.2147/VHRM.S25270.
3. Ольбинская Л.И. Общность патогенеза АГ и ХСН. Сердечная недостаточность. 2002; 1: 17–21.
4. Мордвинова Е.В., Ощепкова Е.В. Жесткость сосудистой стенки и функциональное состояние сосудов микроциркулярного русла кожи у лиц средней возрастной группы с артериальной гипертензией. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2014; 13 (4): 18–27.
5. Витковский Е.Д., Базик И.Ю. Оценка гемодинамических характеристик кровотока сонной артерии при патологической геометрии сосудистого русла. Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. 2016; 7 (101): 205–209.
6. Афинеевская А.Ю., Мальков О.А. Особенности поражения сосудистой стенки и распределения жировой клетчатки у пациентов с дисплазией соединительной ткани. Вестник «Биомедицина и социология». 2018; 4: 13–16.
7. Прачева А.А., Мальцев В.П. Психофизиологические основы механизмов адаптации организма студентов на начальных этапах вузовского обучения. Современная психология: теория и практика: материалы V Международной научно-практической конференции. 2012: 101–106.
8. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации. М.; 2002. 53.
9. Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01». Поликлиника. 2012; 2 (1): 70–74.
10. Кривошецов С.Г., Леутин В.П. Системные механизмы адаптации и компенсации. Бюллетень СО РАМН. 2004; 2 (112): 148–153.
11. Красильникова В.А., Колесникова В.В. Влияние дизадаптивных расстройств на метаболические и эндокринные проявления психоземонального стресса у студентов Тывы. Мир науки, культуры, образования. 2010; 5 (24): 286–289.
12. Гребняк Н.П., Якимова К.А., Микрюкова Н.Г. Роль спектральных показателей сердечного ритма в оценке адаптационного потенциала студентов. Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2016; 4: 46–50.
13. Кириллова Т.Г., Ефимова, Т.Н. Адаптационные механизмы к обучению в вузе студентов академии физической культуры и спорта. Таврический научный обозреватель. 2016; 11 (16): 43–45.

14. Оляшев Н.В., Варенцова И.А., Пушкина В.Н. Показатели кардиореспираторной системы у юношей с разными типами кровообращения. Экология человека. 2014; 4: 28–32.
15. Троицкая Е.А. Концепция сосудистого возраста: новый инструмент оценки сердечно-сосудистого риска. СПб.: Общероссийская общественная организация содействия профилактике и лечению артериальной гипертензии «Антигипертензивная лига»; 2017: 160–171.
16. Lopez-Gonzalez A.A., Aguilo A., Frontera M., Bennasar-Veny M., Campos I., Vicente-Herrero T. 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; 22 (3): 389–396. DOI: 10.1177/2047487313518479.
17. Patton D.V. Legal considerations of sleep deprivation among resident physicians. J. Health Law. 2001; 34: 377–417.
18. Сбитнева О.А. Воздействие учебного процесса на организм студентов. Universum: Психология и образование. 2017; 1 (43): 114–119.
19. Захаров Н.Е., Захарова М.В. Психофизиологические аспекты адаптации организма студентов в процессе вузовского обучения. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017; 6 (148): 249–253.
20. Belousova N.A., Maltsev V.P., Kurchemkina Yu.V. Psychophysiological predictors of preservation of student's health under examination stress. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018; 10 (10): 2616–2620.
21. Hering D. Sympathetic nervous system and arterial hypertension: new perspectives, new data. Kardiologia Polska. 2013; 71 (5): 441–446.
22. Мищенко Н.В., Трифонова Т.А., Климов И.А. Экспресс-оценка состояния регуляторных систем организма студентов и выявление группы риска. Здоровье населения и среда обитания. 2015; 1 (262): 22–24.
23. Davila M., Lewis G., Porges S. The PhysioCam: A Novel Non-Contact Sensor to Measure Heart Rate Variability in Clinical and Field Applications. Front Public Health. 2017; 22 (5): 300.

Поступила в редакцию 09.04.2020; принята 15.10.2020.

Авторский коллектив

Говорухина Алена Анатольевна – доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедрой медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет». 628400, Россия, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, 10/2; e-mail: govalena@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>.

Новоселова Анна Андреевна – аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Биологические основы безопасности образовательного пространства», БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет». 628400, Россия, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, 10/2; e-mail: novoselova16@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-1873>.

Ибрагимова Эвелина Энверовна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности, ГБОУ ВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет». 295015, Россия, г. Симферополь, пер. Учебный, 8; e-mail: evelina_biol@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6396-8009>.

Осин Максим Владиславович – аспирант, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет». 628400, Россия, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, 10/2; e-mail: osin90@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3708-8275>.

Образец цитирования

Говорухина А.А., Новоселова А.А., Ибрагимова Э.Э., Осин М.В. Предикторы развития нарушений сердечно-сосудистой системы студентов на начальном этапе адаптации к социально-экологическим условиям. Ульяновский медико-биологический журнал. 2020; 4: 87–97. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-4-87-97.

PREDICTORS OF CARDIOVASCULAR DISORDERS IN STUDENTS AT THE EARLY STAGE OF ADJUSTMENT TO SOCIAL AND ECOLOGICAL ENVIRONMENTS

A.A. Govorukhina¹, A.A. Novoselova¹, E.E. Ibragimova², M.V. Osin¹

¹Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia;

²Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov, Simferopol, Russia

The intensity of cardiovascular system is an integral indicator of the body's adjustment to various factors (including living and learning environments).

The purpose of the paper is to identify the predictors of cardiovascular system disorders in students at the early stage of adjustment to living and learning environments.

Materials and Methods. The authors examined 99 1st-year female students living in contrasting climatic and ecological environments (in Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra (n=48) and in Simferopol, the Republic of Crimea (n=51)). It was a parallel-group study. Angiography was used to estimate the blood flow. The analysis of the heart rhythm regulation is based on the cardiointervalography.

Results. It was found out that augmentation index normalized to the pulse rate of 75 BPMs, the index of refraction and pulse rate were significantly higher in the group of female students living in the Republic of Crimea. This fact indicated increased arterial wall stiffness.

Conclusion. The study made it possible to determine the predictors of cardiovascular system disorders in female students. Arterial wall stiffness, high tonus of small arteries and adaptive potential corresponding to the tension of adjustment mechanisms were among predictors observed in female students from the Republic of Crimea. In turn, small artery stiffness was the main predictor of CV disorders in female students living in Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra.

Keywords: cardiovascular system, adjustment, blood flow, autonomic heart rhythm regulation, functional state of the body.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

References

1. Korobko I.Yu., Nechesova T.A. Remodelirovanie arterial'noy stenki kak faktor riska serdechno-sosudistykh oslozheniy [Arterial wall remodeling as a risk factor for cardiovascular complications]. *Sb. VI Evraziyskogo kongressa kardiologov* [Proceedings of the 4th Eurasian Congress of Cardiology]. Moscow: InterMedservis; 2018: 18–19 (in Russian).
2. Palatini P., Casiglia E., Gąsowski J. Arterial stiffness, central hemodynamics, and cardiovascular risk in hypertension. *Vasc. Health Risk Manag.* 2011; 7: 725–739. DOI: 10.2147/VHRM.S25270.
3. Ol'binskaya L.I. Obshchnost' patogeneza AG i KhSN [Similarities in hypertension pathogenesis and chronic heart failure]. *Serdechnaya nedostatochnost'*. 2002; 1: 17–21 (in Russian).
4. Mordvinova E.V., Oshchepkova E.V. Zhestkost' sosudistoy stenki i funktsional'noe sostoyanie sudov mikrotsirkulyarnogo rusla kozhi u lits sredney vozrastnoy gruppy s arterial'noy gipertenziey [Vascular wall stiffness and functional state of skin micro-circular bed in middle-aged patients with arterial hypertension]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya.* 2014; 13 (4): 18–27 (in Russian).
5. Vitkovskiy E.D., Bazik I.Yu. Otsenka gemodinamicheskikh kharakteristik krovotoka sonnoy arterii pri patologicheskoy geometrii sosudistogo rusla [Assessment of hemodynamic characteristics of carotid artery blood flow in pathological geometry of the vascular bed]. *Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki.* 2016; 7 (101): 205–209 (in Russian).
6. Afineevskaya A.Yu., Mal'kov O.A. Osobennosti porazheniya sosudistoy stenki i raspredeleniya zhirovoy kletchatki u patsientov s displaziey soedinitel'noy tkani [Characteristics of vascular wall lesions and fat distribution in patients with connective tissue dysplasia]. *Vestnik «Biomeditsina i sotsiologiya».* 2018; 4: 13–16 (in Russian).
7. Pracheva A.A., Mal'tsev V.P. Psikhofiziologicheskie osnovy mekhanizmov adaptatsii organizma studentov na nachal'nykh etapakh vuzovskogo obucheniya [Psychophysiological foundations of the adjustment mechanisms in students at the early stage of university education]. *Sovremennaya psikhologiya: teoriya*

- i praktika: materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern psychology: Theory and practice: Proceedings of the 5th International Science-to-Practice Conference]. 2012: 101–106 (in Russian).
8. Baevskiy R.M. *Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem: metodicheskie rekomendatsii* [Analysis of heart rate variability under various electrocardiographic systems: Guidelines]. Moscow; 2002. 53 (in Russian).
 9. Parfenov A.S. Rannaya diagnostika serdechno-sosudistyykh zabolevaniy s ispol'zovaniem apparatno-programmnogo kompleksa «Angioscan-01» [Early diagnosis of cardiovascular disorders with the hardware-software complex “Angioscan-01”]. *Poliklinika*. 2012; 2 (1): 70–74 (in Russian).
 10. Krivoshechekov S.G., Leutin V.P. Sistemnye mekhanizmy adaptatsii i kompensatsii [Systemic adaptation and compensation mechanisms]. *Byulleten' SO RAMN*. 2004; 2 (112): 148–153 (in Russian).
 11. Krasil'nikova V.A., Kolesnikova V.V. Vliyaniye dizadaptivnykh rasstroystv na metabolicheskie i endokrinnyye proyavleniya psikhooemotsional'nogo stressa u studentov Tyvy [Impact of maladaptive disorders on metabolic and endocrine manifestations of psycho-emotional stress in Tuva students]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. 2010; 5 (24): 286–289 (in Russian).
 12. Grebnyak N.P., Yakimova K.A., Mikryukova N.G. Rol' spektral'nykh pokazateley serdechnogo ritma v otsenke adaptatsionnogo potentsiala studentov [Role of heart rate spectral indicators in assessing adaptive students' potential]. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii*. 2016; 4: 46–50 (in Russian).
 13. Kirillova T.G., Efimova, T.N. Adaptatsionnye mekhanizmy k obucheniyu v vuze studentov akademii fizicheskoy kul'tury i sporta [Adaptation mechanisms for educational process in students of the Academy of Physical Culture and Sports]. *Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel'*. 2016; 11 (16): 43–45 (in Russian).
 14. Olyashev N.V., Varentsova I.A., Pushkina V.N. Pokazateli kardiorespiratornoy sistemy u yunoshey s raznymi tipami krovoobrashcheniya [Indicators of cardiorespiratory system in young men with different blood circulation types]. *Ekologiya cheloveka*. 2014; 4: 28–32 (in Russian).
 15. Troitskaya E.A. *Kontseptsiya sosudistogo vozrasta: novyy instrument otsenki serdechno-sosudistogo riska* [Vascular age concept: A new tool for cardiovascular risk assessment]. Saint Petersburg: Obshcherossiyskaya obshchestvennaya organizatsiya sodeystviya profilaktike i lecheniyu arterial'noy gipertenzii «Antigipertenzivnaya liga»; 2017: 160–171 (in Russian).
 16. Lopez-Gonzalez A.A., Aguilo A., Frontera M., Bennasar-Veny M., Campos I., Vicente-Herrero T. 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; 22 (3): 389–396. DOI: 10.1177/2047487313518479.
 17. Patton D.V. Legal considerations of sleep deprivation among resident physicians. *J. Health Law*. 2001; 34: 377–417.
 18. Cbitneva O.A. Vozdeystvie uchebnogo protsessa na organizm studentov [Impact of educational process on students' organism]. *Universum: Psikhologiya i obrazovanie*. 2017; 1 (43): 114–119 (in Russian).
 19. Zakharov N.E., Zakharova M.V. Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii organizma studentov v protsesse vuzovskogo obucheniya [Psychophysiological aspects of students' organism adjustment during university education]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. 2017; 6 (148): 249–253 (in Russian).
 20. Belousova N.A., Maltsev V.P., Kurchemkina Yu.V. Psychophysiological predictors of preservation of student's health under examination stress. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (10): 2616–2620.
 21. Hering D. Sympathetic nervous system and arterial hypertension: new perspectives, new data. *Kardiologia Polska*. 2013; 71 (5): 441–446.
 22. Mishchenko N.V., Trifonova T.A., Klimov I.A. Ekspress-otsenka sostoyaniya regulatorynykh sistem organizma studentov i vyyavlenie gruppy riska [Express assessment of regulatory systems of students' organisms and identification of risk groups]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; 1 (262): 22–24 (in Russian).
 23. Davila M., Lewis G., Porges S. The PhysioCam: A Novel Non-Contact Sensor to Measure Heart Rate Variability in Clinical and Field Applications. *Front Public Health*. 2017; 22 (5): 300.

Received 09 April 2020; accepted 16 September 2020.

Information about the authors

Govorukhina Alena Anatol'evna, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor, Head of the Chair of Medical and Biological Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University. 628400, Russia, Surgut, 50 let VLKSM St., 10/2; e-mail: govalena@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>.

Novoselova Anna Andreevna, Postgraduate Student, Junior Researcher, Scientific Laboratory “Biological Bases of the Educational Space Safety”, Surgut State Pedagogical University. 628400, Russia, Surgut, 50 let VLKSM St., 10/2; e-mail: novoselova16@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-1873>.

Ibragimova Evelina Enverovna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Head of the Chair of Biology, Ecology and Life Safety, Crimean Engineering and Pedagogical University. 295015, Russia, Simferopol, Uchebnyy drive, 8; e-mail: evelina_biol@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6396-8009>.

Osin Maksim Vladislavovich, Postgraduate Student, Senior Lecturer, Chair of Biomedical Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University. 628400, Russia, Surgut, 50 let VLKSM St., 10/2; e-mail: osin90@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3708-8275>.

For citation

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-biologicheskiy zhurnal*. 2020; 4: 87–97. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-4-87-97 (in Russian).