

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022



Читать  
онлайн  
Read  
online

Рахманов Р.С.<sup>1</sup>, Истомин А.В.<sup>2</sup>, Богомолова Е.С.<sup>1</sup>, Нарутдинов Д.А.<sup>1</sup>,  
Разгулин С.А.<sup>1</sup>, Калюжный Е.А.<sup>1</sup>

## Показатели сердечно-сосудистой системы работников с различной массой тела при неблагоприятных условиях труда

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 603950, Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141000, Мытищи, Россия

**Введение.** Сердечно-сосудистая система является интегральным показателем адаптационных реакций организма.

**Цель исследования** – сравнительный анализ функции сердечно-сосудистой системы у лиц с различным пищевым статусом, работающих вахтовым методом.

**Материалы и методы.** Наблюдали две группы здоровых мужчин: с нормальным пищевым статусом (НПС;  $n = 14$ ) и с повышенной массой тела (ПМТ;  $n = 13$ ). Оценили условия труда по степени вредности и опасности. Обследование проводили дважды: до начала и через 2 мес после вахтовых работ. Измеряли систолическое и диастолическое артериальное давление, частоту сердечных сокращений (ЧСС). Рассчитывали индекс Робинсона, коэффициент выносливости, вегетативный индекс Кердо и коэффициент экономичности кровообращения.

**Результаты.** Условия труда характеризовались работой в ночное время на открытой территории, нерегулярностью смен, нерегламентированными перерывами на отдых, влиянием шума и вибрации. В исходном состоянии масса тела у лиц с НПС была  $74,1 \pm 1,1$  кг против  $91,8 \pm 2,7$  кг ( $p = 0,001$ ) у лиц с ПМТ; ЧСС  $60,0 \pm 2,3$  против  $73,1 \pm 2,0$  ( $p = 0,001$ ). После вахтовых работ масса тела снизилась у 22,2 и 50,0% лиц групп сравнения. Интегральные показатели свидетельствовали о более негативной реакции сердечно-сосудистой системы на условия труда у лиц с ПМТ: меньшая устойчивость к нагрузкам (коэффициент выносливости), более низкая работоспособность (коэффициент экономичности кровообращения), более высокий уровень гемодинамической нагрузки (индекс Робинсона). У лиц с НПС преобладали парасимпатические влияния, у 33,3% лиц с ПМТ отмечены симпатические влияния.

**Ограничения исследования.** Здоровые лица мужского пола, работающие вахтовым методом, с нормальным пищевым статусом, а также с повышенной массой тела и ожирением.

**Заключение.** Избыточная масса тела и ожирение негативно влияют на состояние сердечно-сосудистой системы, снижая функциональные резервы организма работающих. При неблагоприятных условиях труда изменения более выражены, нежели у лиц с нормальным пищевым статусом.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система; неблагоприятные условия труда; пищевой статус; вахтовая работа

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Получено заключение Комитета по этике ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, протокол № 4 от 14.03.2022 г.

**Согласие пациентов.** Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

**Для цитирования:** Рахманов Р.С., Истомин А.В., Богомолова Е.С., Нарутдинов Д.А., Разгулин С.А., Калюжный Е.А. Показатели сердечно-сосудистой системы работников с различной массой тела при неблагоприятных условиях труда. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(2): 148–153. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-148-153> <https://elibrary.ru/luouii>

**Для корреспонденции:** Рахманов Рафаиль Сальхович, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, 603950, Нижний Новгород. E-mail: raf53@mail.ru

**Участие авторов:** Рахманов Р.С. – концепция и дизайн исследования, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи; Истомин А.А. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Богомолова Е.С. – сбор данных литературы, редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи; Нарутдинов Д.А. – сбор, систематизирование и статистическая обработка материала; Разгулин С.А. – участие в интерпретации результатов, подготовка текста; Калюжный Е.А. – участие в статистической обработке материала.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Работа выполнена по плану научных работ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России и согласно плану диссертационного исследования Нарутдинова Д.А.

Поступила: 24.07.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликована: 25.03.2023

Rofail S. Rakhmanov<sup>1</sup>, Aleksandr V. Istomin<sup>2</sup>, Elena S. Bogomolova<sup>1</sup>, Denis A. Narutdinov<sup>1</sup>, Sergey A. Razgulin<sup>1</sup>, Evgeny A. Kalyuzhny<sup>1</sup>

## The indices of the cardiovascular system in workers with different body weights in unfavourable working conditions

<sup>1</sup>Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, 603950, Nizhny Novgorod, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

**Introduction.** The cardiovascular system is an integral indicator of the body's adaptive responses.

**Goal** is a comparative analysis of the function of the cardiovascular system (CVS) in persons with different nutritional status, working on a rotational basis.

**Materials and methods.** Two groups of healthy men were observed: those with normal nutritional status (NNS,  $n = 14$ ) and those with increased body weight (IBW,  $n = 13$ ). Working conditions were evaluated according to the degree of harmfulness and danger. The examination was carried out twice: before the start and after 2 months, after shift work. Systolic and diastolic blood pressure, heart rate (HR) were measured. The Robinson index, endurance coefficient, vegetative Kerdo index, and circulatory efficiency coefficient were calculated.

**Results.** Working conditions were characterized by work at night in an open area, irregularity of shifts, unregulated breaks for rest, the influence of noise and vibration. In the initial state, body weight in NNS individuals was  $74.1 \pm 1.1$  kg versus  $91.8 \pm 2.7$  kg ( $p = 0.001$ ) in IBW persons; HR –  $60.0 \pm 2.3$  versus  $73.1 \pm 2.0$  ( $p = 0.001$ ). After shift work, body weight decreased by 22.2% and 50.0% in persons in the comparison groups. Integral indicators indicated a more negative response of the cardiovascular system to working conditions in IBW people: less resistance to stress (endurance coefficient), lower performance (efficiency ratio of blood circulation), a higher level of hemodynamic load (Robinson index), in NNS people there were dominated by parasympathetic influences, 33.3% of IBW persons had sympathetic influences.

**Limitations.** Healthy males working on a rotational basis, with a normal nutritional status and with overweight and obesity.

**Conclusion.** Overweight and obesity negatively affect the cardiovascular system, reducing the functional reserves of the body. Under unfavourable working conditions, the changes are also more pronounced than in the group of people with a normal nutritional status.

**Keywords:** cardiovascular system; unfavourable working conditions; nutritional status; shift work

**Compliance with ethical standards.** The work was carried out in accordance with the conclusion of the Ethics Committee of the Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, protocol No. 4 dated March 14, 2022.

**Patient consent.** Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

**For citation:** Rakhmanov R.S., Istomin A.V., Bogomolova E.S., Narutdinov D.A., Razgulin S.A., Kalyuzhny E.A. The indices of the cardiovascular system in workers with different body weights in unfavourable working conditions. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(2): 148–153. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-148-153> <https://elibrary.ru/luouii> (In Russian)

**For correspondence:** Rofail S. Rakhmanov, MD, PhD, DSci., Professor of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University, Ministry of Health of Russia). E-mail: raf53@mail.ru

### Information about authors:

Rakhmanov R.S., <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>

Istomin A.V., <https://orcid.org/0000-0001-7150-225X>

Bogomolova E.S., <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>

Razgulin S.A., <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970>

Narutdinov D.A., <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755>

Kalyuzhny E.A., <https://orcid.org/0000-0002-0792-1190>

**Contributor:** Rakhmanov R.S. – the concept and design of the study, writing the text, responsibility for the integrity of all parts of the article; Istomin A.A. – editing, approval of the final version of the article; Bogomolova E.S. – collection of literature data, editing the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Narutdinov D.A. – collection and systematization, statistical processing of the material; Razgulin S.A. – participation in the interpretation of the results, preparation of the text of the article; Kalyuzhny E.A. – participation in the statistical processing of the material.

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: July 24, 2022 / Accepted: December 8, 2022 / Published: March 25, 2023

## Введение

Сердечно-сосудистая система (ССС) является интегральным показателем адаптационных реакций организма. При этом ЧСС отражает хронотропную функцию сердца и организма, диастолическое артериальное давление (ДАД) – тонус периферических сосудов, систолическое артериальное давление (САД) характеризует мощность левого желудочка, а также свидетельствует о работе системы в целом [1–7]. Повышенная масса тела (ПМТ) косвенно характеризует нарушения обменных процессов организма, снижающие его сопротивляемость неблагоприятным воздействиям внешней среды [8]. Значим вклад избыточной массы тела и ожирения в патогенез ишемической болезни сердца, сахарного диабета, онкологических заболеваний [9–11]. В связи с этим представляется актуальной оценка функции СССР

здоровых лиц с различной массой тела в процессе их производственной деятельности.

**Цель исследования** – сравнительный анализ функции сердечно-сосудистой системы у лиц с различным пищевым статусом, работающих вахтовым методом.

## Материалы и методы

Объектом наблюдения были здоровые лица мужского пола, работа которых осуществлялась вахтовым методом. Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. От каждого участника получено информированное добровольное согласие. Длительность вахты участников исследования достигала двух месяцев, повторное направление на работу осуществлялось после двухмесячного перерыва.

Таблица 1 / Table 1

## Возрастно-антропометрическая характеристика лиц групп наблюдения

## Age-anthropometric characteristics of persons of observation groups

Показатель Index	Пищевой статус / Nutritional status		р достоверность различий показателей групп сравнения reliability of differences in the indicators of comparison groups
	нормальный Normal	повышенная масса тела Increased body mass	
Возраст, годы / Age, years	28.7 ± 1.7	31.2 ± 1.5	0.309
Масса тела, кг: / Body mass, kg:			
до вахты / before the shift	74.1 ± 1.1	91.8 ± 2.7	0.001
после вахты / after the shift	73.7 ± 1.	90.8 ± 1.2.6	0.001
р	0.55	0.136	–
Длина тела, см / Body length, cm	179.3 ± 2.0	177.6 ± 2.0	0.579
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> : / Body mass index, kg/m <sup>2</sup> :			
до вахты / before the shift	23.0 ± 0.5	29.0 ± 0.6	0.001
после вахты / after the shift	22.9 ± 0.5	28.7 ± 0.7	0.001
р	0.56	0.179	–

Энергетическая ценность ежедневного рациона питания в период вахтовых работ составляла  $4241,5 \pm 102,6$  ккал. Условия труда работающих оценивали по степени вредности и опасности<sup>1</sup>.

Распределение лиц на две группы с различной массой тела (МТ) было осуществлено на основе интегрального показателя – индекса Кетле (ИМТ)<sup>2</sup>. Его рассчитывали по антропометрическим данным – массе тела (МТ) и длине тела (ДТ). В группу 1 ( $n = 14$ ) вошли лица с нормальным пищевым статусом (НПС), в группу 2 ( $n = 13$ ) – с повышенной массой тела и ожирением (ПМТ). Перед выездом на работы и сразу после возвращения у лиц групп наблюдения проводили оценку функции ССС с использованием дозированной физической нагрузки по Мартинету: в покое, после нагрузки, а также через 3 мин восстановительного периода [12]. Измеряли артериальное давление (САД, ДАД) и ЧСС.

Расчётными методами по показателям ЧСС, САД и ДАД определяли интегральные показатели, характеризующие ССС:

- индекс Робинсона (ЧСС и САД). Средние значения – от 76 до 89; выше среднего – 75 и менее; ниже среднего – 90 и выше;
- коэффициент выносливости (КВ) – пульсовое давление (ПД) и ЧСС. В норме показатель составляет 12–15 единиц. Увеличение КВ, связанное с уменьшением ПД, является показателем детренированности ССС, уменьшение свидетельствует об утомлении;
- вегетативный индекс Кердо (ДАД и ЧСС) характеризует вегетативную нервную систему. Отрицательные значения свидетельствуют о преобладании парасимпатического; положительные – о преобладании симпатического;
- коэффициент экономичности кровообращения (САД, ДАД и ЧСС). Характеризует затраты организма на передвижение крови в сосудистом русле, в норме составляет 2500–3000 единиц, при утомлении увеличивается [13, 14].

<sup>1</sup> Р 2.2.2006–05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.07.2005 г.).

<sup>2</sup> МР 2.3.1.0253–21.2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021 г.).

Полученные в исследовании данные обработаны статистическими методами с использованием компьютерной программы Statistica 6.1. Определяли величины  $M$  (средние),  $\pm m$  (ошибки средних). Проверку нормальности распределения результатов исследования провели по модифицированному критерию Смирнова, после чего определяли достоверность различий по  $t$ -критерию Стьюдента для зависимых и независимых выборок.

## Результаты

По возрасту и по длине тела лица в группах 1 и 2 статистически достоверно не различались (табл. 1), хотя в группе 1 возраст старших не превышал 35 лет, а в группе 2 достигал 42 лет. В группе 2 имели избыточную МТ 77,8% обследованных, ожирение I степени – 16,6%, ожирение II степени – 5,6%.

При гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса было установлено, что условия труда когорты работников по степени вредности и опасности относились к классу вредные 3.2 у 66,7% и вредные 3.3 – у 33,3%. При этом по тяжести труда условия оценивались как допустимый класс 2 у 66,7% обследованных и вредный 3.1 – у 33,3%, а по напряжённости как вредный 3.2 – у 66,7% и вредный 3.3 – у 33,3% работников. Неблагоприятные условия труда характеризовались работой в ночное время на открытой территории, нерегулярностью смен, нерегламентированными перерывами на отдых, влиянием шума и вибрации. Представленные в табл. 1 данные свидетельствовали о том, что МТ у лиц группы 2 была статистически достоверно выше на каждом этапе наблюдения: разница достигала 17,7–17,1 кг соответственно. Относительно исходных данных МТ у лиц обеих групп не изменилась к концу вахты. Однако в группе 1 МТ снизилась у 22,2% работников, а во второй – у 50,0% (уменьшение составило от 2,0 до 5,0 кг). Изменений по критериям ИМТ отмечено не было.

До отправки на вахтовую работу САД у лиц сравниваемых групп было в пределах возрастных референтных границ, без статистических различий (табл. 2). В группе 1 ДАД было в пределах нормы, а в группе 2 верхняя граница доверительного интервала была равна 81,6 мм рт. ст. и превышала норму. У лиц с ПМТ и до вахтовой работы, и во время неё ЧСС, находясь в границах нормы, была статистически достоверно выше. По показателям САД, ДАД и

Таблица 2 / Table 2

**Характеристика сердечно-сосудистой системы работников до выхода на вахтовую работу,  $M \pm m$**   
**Characteristics of the cardiovascular system of workers before entering shift work,  $M \pm m$**

Показатель Index	До вахты / Before the shift			После вахты / After the shift		
	нормальный пищевой статус Normal nutritional status	повышенная масса тела Increased body mass	<i>p</i> достоверность различий показателей групп сравнения Reliability of differences in the indicators of comparison groups	нормальный пищевой статус Normal nutritional status	повышенная масса тела Increased body mass	<i>p</i> достоверность различий показателей групп сравнения Reliability of differences in the indicators of comparison groups
Артериальное давление, мм рт. ст.: Arterial pressure, mm:						
в покое: / at rest:						
систолическое / systolic	122.4 ± 2.6	126.2 ± 3.1	0.444	122.4 ± 2.0	126.3 ± 2.6	0.602
диастолическое / diastolic	75.4 ± 3.0	79.9 ± 2.6	0.302	80.4 ± 1.7	83.8 ± 3.2	0.487
после нагрузки: / after the load:						
систолическое / systolic	144.3 ± 5.2	151.1 ± 4.4	0.349	134.8 ± 4.6	140.2 ± 4.6	0.464
диастолическое / diastolic	79.5 ± 5.6	84.0 ± 3.4	0.487	76.3 ± 2.8	81.0 ± 3.6	0.408
после отдыха: / after the rest:						
систолическое / systolic	131.9 ± 3.5	129.9 ± 3.3	0.716	125.2 ± 3.4	131.6 ± 3.0	0.201
диастолическое / diastolic	79.0 ± 5.7	83.8 ± 2.3	0.359	82.8 ± 2.8	87.2 ± 2.8	0.326
Частота сердечных сокращений, уд. в 1 мин: Heart rate at rest, beats per min (bpm):						
в покое / at rest						
после нагрузки / after the load	60.0 ± 2.3	73.1 ± 2.0	0.001	74.4 ± 3.0	77.4 ± 2.6	0.493
после отдыха / after the rest	74.9 ± 2.4	89.2 ± 3.9	0.02	85.9 ± 2.7	90.3 ± 3.3	0.335
после отдыха / after the rest						
	59.4 ± 3.0	75.8 ± 2.3	0.001	72.4 ± 3.5	75.2 ± 3.6	0.635
Коэффициент выносливости, ед. Endurance coefficient, units	13.4 ± 1.3	17.2 ± 1.4	0.09	17.7 ± 1.8	20.6 ± 2.4	0.437
Индекс Робинсона / Robinson index	73.0 ± 3.0	92.5 ± 3.7	0.001	92.0 ± 3.0	98.0 ± 4.2	0.376
Коэффициент экономичности кровообращения Circulation economy ratio	2786.4 ± 202.7	3342.6 ± 246.9	0.155	3239.6 ± 207.5	3311.1 ± 212.3	0.788
Вегетативный индекс Кердо Vegetative Kerdo index	-27.7 ± 6.1	-10.9 ± 4.9	0.052	-9.9 ± 6.1	-9.0 ± 3.1	0.885

ЧСС достоверных различий при выполнении нагрузки определено не было, после периода восстановления показатели не имели статистически значимых различий по отношению к исходным значениям. Коэффициент выносливости в группах наблюдения достоверно не различался, однако у лиц с НПС он был в пределах нормы (12–16 ед.), а у лиц с ПМТ превышал её. Индекс Робинсона имел статистически значимые различия: у лиц с НПС был выше среднего (менее 75 ед.), а у лиц с ПМТ (по границам допустимых интервалов) – в пределах средних и низких значений. Значения КЭК и вегетативного индекса Кердо не имели достоверных различий, но у лиц с НПС значение КЭК было в границах нормы (2500–3000 ед.), а у лиц с ПМТ – выше нормы.

По окончании вахтовых работ статистически значимых различий ни по одному из оцениваемых критериев функции ССС определено не было (табл. 3). Однако до нагрузки интервалы допустимых значений ДАД у лиц с НПС были в пределах нормы и выше нормы, а у лиц с ПМТ – выше нормы. До нагрузки и после периода отдыха у лиц с НПС значения ДАД не превышали 89 мм рт. ст., а у лиц с ПМТ достигали в покое 132 мм рт. ст. и после периода отдыха – 125 мм рт. ст.

У лиц с НПС значения ЧСС на каждом этапе наблюдения после вахты (покой, нагрузка, после отдыха) были статистически более значимыми, чем до выхода в море:  $p = 0,001$ ,  $p = 0,042$ ,  $p = 0,019$ . В группе с ПМТ после нагрузки повышение САД было достоверно меньшим, чем до вахтовых работ ( $p = 0,012$ ). Нижняя граница допустимых интервалов КВ, индекса Робинсона у лиц с НПС были на границах значений «норма» и «средние значения», у лиц с ПМТ – в пределах «выше нормы» и «ниже среднего».

### Обсуждение

Артериальное давление и ЧСС – показатели, характеризующие в физиологии труда процессы работоспособности, выносливости [15–20]. ЧСС также имеет связь с проявлением патологических процессов в организме, связана с формированием гипертонической болезни, атеросклероза и ишемии миокарда, желудочковых аритмий и др. [2, 21–25]. ЧСС отражает прогноз не только для лиц с патологией ССС, но и для всего населения [26]. Состояние ССС служит критерием риска смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [24, 27–29].

Несмотря на то что в сравниваемых группах ЧСС до вахтовых работ находилась в пределах нормы, у лиц с ПМТ она была достоверно выше, а у 27,8% превышала норму. У лиц с повышенной массой тела ЧСС была менее устойчивой к нагрузкам, что подтверждал соответствовавший детренированности КВ ещё до периода нагрузки (вахты) [12]. У группы лиц с ПМТ выявлена менее эффективная работа сердечной мышцы, а уровень гемодинамической нагрузки на сердечно-сосудистую систему был более высоким, на что указывал превышающий границы нормы индекс Робинсона. Также у лиц с ПМТ были более значительны, нежели у лиц с НПС, затраты организма на передвижение крови в сосудистом русле, то есть функциональные резервы организма, его физическая работоспособность оказались ниже. Этот вывод подтверждён клинико-экспертной комиссией (КЭК) [30].

Индекс Кердо позволяет оценивать тонус симпатического и парасимпатического звеньев вегетативной нервной системы. Симпатические влияния рассматриваются как система тревоги, мобилизации функциональных ресурсов, парасимпатическая — как система восстановления и накопления энергетических ресурсов [5, 30, 31, 32]. Статистически значимого различия по КВ до вахтовых работ в сравниваемых группах не было определено, однако у всех обследованных лиц с НПС преобладали парасимпатические влияния, а в группе с ПМТ (у 33,3% обследованных) — симпатические влияния, что свидетельствовало о напряжении резервов организма.

Как показало наше исследование, на фоне достаточно высокой калорийности рациона питания, превышающей калорийность для лиц IV группы (с высокой физической активностью)<sup>2</sup>, у работников с НПС изменения в сторону снижения МТ определены лишь у 22,2%, а в группе с ПМТ снижение МТ было выявлено у половины обследованных. Это доказывает, что при вахтовых работах в неблагоприятных по степени вредности и опасности условиях труда более выраженные негативные изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы определяются у работников с ПМТ. В частности, оценка динамики ЧСС, САД, интегральных показателей (КВ, индекс Робинсона) показывала, что в группе лиц с ПМТ изменения были более значимыми, нежели в группе с НПС.

## Заключение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что у здоровых лиц с избыточной массой тела и ожирением выявляются негативные сдвиги показателей, характеризующих функцию сердечно-сосудистой системы. Это в свою очередь отражается на функциональных резервах организма. В неблагоприятных условиях труда изменения также более выражены по сравнению с группой лиц, имеющих нормальный пищевой статус.

Работодателям для сохранения профессиональной надёжности специалистов необходимо проводить меры первичной профилактики нарушений массы тела.

## Литература

(п.п. 7, 10, 11, 14, 18–20, 22–25, 27–29 см. References)

- Баранова Е.А., Капилевич Л.В. Функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы у спортсменов, тренирующихся в циклических видах спорта. *Вестник Томского государственного университета*. 2014; (383): 176–9.
- Снежицкий В.А., Рако А.В., Шишко В.И., Пелеса Е.С., Дешко М.С., Шпак Н.В. и др. *Хронотропная функция сердца*. Гродно; 2011.
- Сергеева С.Д. Работа сердца и сердечно-сосудистой системы в стрессовых ситуациях. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2014; 4(5): 898.
- Малюкова Т.И. Реакция сердечно-сосудистой системы на стрессовые воздействия. *Современные проблемы науки и образования*. 2020; (6).
- Иванов С.А., Невзорова Е.В., Гулин А.В. Количественная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2017; 22(6–2): 1535–40. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540>
- Ходжиев М., Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Тихонова Г.И., Фесенко М.А. Адаптация организма трудового мигранта к факторам риска трудового процесса с позиции функциональной системы П.К. Анохина. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 107–18. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.12>
- Пономаренко В.А., Разинкин С.М., Шинкаренко В.С. Методы оценки профессионального здоровья. В кн.: *Здоровье здорового человека. Научные основы восстановительной медицины*. М.: РИФ «САНЭД»; 2000: 152–64.
- Вербовай А.Ф., Пашенцева А.В., Шаронова Л.А. Ожирение и сердечно-сосудистая система. *Клиническая медицина*. 2017; (1): 31–5. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-1-31-35>
- Новиков В.С. *Методы исследования в физиологии военного труда*. М.: Воениздат; 1993.
- Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В. *Диагностика в профилактической медицине*. СПб.: МФИН; 1997.
- Бухтияров И.В., Юшкова О.И., Фесенко М.А., Меркулова А.Г. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда. *Анализ риска здоровью*. 2018; (1): 66–77. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.1.08>
- Воронина И.Ю. Состояние сердечно-сосудистой системы у студентов профессионального лица во время производственной практики. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016; (3–3): 8–11. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.034>
- Новожилов А.А., Гергей А.М., Меркулова А.Г. Особенности исследования профессионального утомления в физиологии труда. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; (4): 238–46. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-238-246>
- Свистунов А.А., Головачева Т.В., Скворцов К.Ю., Вервикишко О.С. Частота сердечных сокращений как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Артериальная гипертензия*. 2008; 14(4): 324–31.
- Олейников В.Э., Кулюцин А.В., Лукьянова М.В. Аспекты физиологической регуляции и доступные способы регистрации частоты сердечных сокращений. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2014; (1): 70–80.
- Домрачев А.А., Домрачева М.Я. Экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы как параметр функциональной физиологической оценки состояния организма в условиях психофизической активности. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017; (5-1): 59–65.
- Олейников Н.А. Вегетативный тонус и адаптационные реакции организма военнослужащих в зависимости от характера их профессиональной деятельности. *Медицина катастроф*. 2018; (4): 32–6.
- Мешков Н.А., Рахманин Ю.А. Методологические аспекты гигиенической оценки адаптивной реакции организма на влияние факторов профессиональной деятельности в системе оценки риска. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(4): 387–95. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395>

## References

- Baranova E.A., Kapilevich L.V. Functional adaptation of the cardiovascular system of athletes exercising in cyclic sports. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; (383): 176–9. (in Russian)
- Snezhitskiy V.A., Rako A.V., Shishko V.I., Pelesa E.S., Deshko M.S., Shpak N.V., et al. *Chronotropic Function of the Heart [Khronotropnaya funktsiya serdtsa]*. Grodno; 2011. (in Russian)
- Sergeeva S.D. The work of the heart and cardiovascular system in stressful situations. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. 2014; 4(5): 898. (in Russian)
- Malyukova T.I. Response of the cardiovascular system to stressful influences. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2020; (6). (in Russian)
- Ivanov S.A., Nevzorova E.V., Gulina A.V. Quantitative evaluation of functional capability of cardio-vascular system. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2017; 22(6–2): 1535–40. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-6-1535-1540> (in Russian)
- Khodzhiyev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A. Adaptation of the migrant worker's body to the occupational risk factors from the position of functional system of P.K. Anokhin. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (4): 107–18. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.12>
- George K.P., Green D.J. Historical perspectives in the assessment of cardiovascular structure and function. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2018; 118: 1079–80. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3857-4>

## Original article

8. Ponomarenko V.A., Razinkin S.M., Shinkarenko V.S. Methods for assessing professional health. In: *Health of a Healthy Person. Scientific Basis of Restorative Medicine [Zdorov'e zdorovogo cheloveka. Nauchnye osnovy vosstanovitel'noy meditsiny]*. Moscow: RIF «SANED»; 2000: 152–64. (in Russian)
9. Verbovoy A.F., Pashentseva A.V., Sharonova L.A. Obesity and cardiovascular system. *Klinicheskaya meditsina*. 2017; (1): 31–5. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-1-31-35> (in Russian)
10. WHO. Obesity and overweight. Fact sheet № 311. Geneva; 2014. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>
11. Dako E., Atchibri L.A., Mobetty F., Belbraouet S., Tchapyia G.T., Villalon L., et al. Risk factors for overweight and obesity among children ages 0 to 3.5 living in the Miramichi public health region of New-Brunswick, Canada. *Food Nut. Sci.* 2017; 8(3). <https://doi.org/10.4236/fns.2017.83023>
12. Novikov V.S. *Methods of Research in the Physiology of Military Labor [Metody issledovaniya v fiziologii voennogo truda]*. Moscow: Voenizdat; 1993. (in Russian)
13. Zakharchenko M.P., Maymulov V.G., Shabrov A.V. *Diagnostics in Preventive Medicine [Diagnostika v profilakticheskoy meditsine]*. St. Petersburg: MFIN; 1997. (in Russian)
14. Kérdó I. An index for the evaluation of vegetative tonus calculated from the data of blood circulation. *Acta Neuroveg. (Wien)*. 1966; 29(2): 250–68. <https://doi.org/10.1007/bf01269900>
15. Bukhtiyarov I.V., Yushkova O.I., Fesenko M.A., Merkulova A.G. Fatigue risk assessment for workers with neuro-enmotional labor. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; (1): 66–77. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.1.08.eng>
16. Voronina I.Yu. State of the cardiovascular system in the students of a professional lyceum during the manufacturing—3): 8–11. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.034> (in Russian)
17. Novozhilov A.A., Geregey A.M., Merkulova A.G. Features of studying occupational fatigue in labor physiology (literature review). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; (4): 238–46. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-238-246> (in Russian)
18. Cutsem J.V., Marcora S., Pauw K.D., Bailey S., Meeusen R., Roelands B. The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. *Sports Med.* 2017; 47(8): 1569–88. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
19. Palatini P., Julius S. The physiological determinants and risk correlations of elevated heart rate. *Am. J. Hypertens.* 1999; 12(1 Pt. 2): 3S–8S.
20. Colangelo L.A., Yano Y., Jacobs D.R. Jr., Lloyd-Jones D.M.L. Association of resting heart rate with blood pressure and incident hypertension over 30 years in black and white adults: The CARDIA Study. *Hypertension*. 2020; 76(3): 692–8. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15233>
21. Svistunov A.A., Golovacheva T.V., Skvortsov K.Yu., Vervikishko O.S. Heart rate as a risk factor for development of cardiovascular diseases a review. *Arterial'naya gipertenziya*. 2008; 14(4): 324–31. (in Russian)
22. Jurca R., Jackson A.S., LaMonte M.J., Morrow J.R. Jr., Blair S.N., Wareham N.J., et al. Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing. *Am. J. Prev. Med.* 2005; 29(3): 185–93. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2005.06.004>
23. Kim S.H. Association between cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in Korean older adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19(6): 3671. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063671>
24. Lee I., Kim J., Kang H. Adding estimated cardiorespiratory fitness to the Framingham risk score and mortality risk in a Korean population-based cohort study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19(1): 510. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010510>
25. Kapoor J.R., Heidenreich P.A. Role of heart rate as a marker and mediator of poor outcome for patients with heart failure. *Curr. Heart Fail Rep.* 2012; 9(2): 133–8. <https://doi.org/10.1007/s11897-012-0086-8>
26. Oleynikov V.E., Kulyutsin A.V., Luk'yanova M.V. Aspects of physiological regulation and realizable methods of registration of heart rate. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki*. 2014; (1): 70–80. (in Russian)
27. Münzel T., Hahad O., Gori T., Hollmann S., Arnold N., Prochaska J.H., et al. Heart rate, mortality, and the relation with clinical and subclinical cardiovascular diseases: results from the Gutenberg Health Study. *Clin. Res. Cardiol.* 2019; 108(12): 1313–23. <https://doi.org/10.1007/s00392-019-01466-2>
28. Inoue T., Oshiro S., Iseki K., Tozawa M., Touma T., Ikemiya Y., et al. High heart rate relates to clustering of cardiovascular risk factors in a screened cohort. *Jpn Circ. J.* 2001; 65(11): 969–73. <https://doi.org/10.1253/jcj.65.969>
29. Nauman J., Nes B.M., Lavie C.J., Jackson A.S., Sui X., Coombes J.S., et al. Prediction of cardiovascular mortality by estimated cardiorespiratory fitness independent of traditional risk factors: The HUNT study. *Mayo Clin. Proc.* 2017; 92(2): 218–27. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.10.007>
30. Domrachev A.A., Domracheva M.Ya. Efficiency of the functioning of the cardiovascular system as a parameter of the functional physiological assessment of the state of the body in conditions of psychophysical activity. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2017; (5–1): 59–65. (in Russian)
31. Meshkov N.A. Vegetative tonus and adaptive response of organism of military personnel depending on nature of their professional activity. *Meditsina katastrof*. 2018; (4): 32–6. (in Russian)
32. Meshkov N.A., Rakhmanin Yu.A. Methodology for environmental health assessment of adaptive response to professional activity factors as part of health risk assessment. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(4): 387–95. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395> (in Russian)