

ISSN 1607-419X

ISSN 2411-8524 (Online)

УДК: 616.12-008.331-008.46-037



## Вклад показателя адаптационного потенциала и среднесуточной variability артериального давления в повышение риска сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса у лиц в условиях арктической вахты

Н. П. Шуркевич, А. С. Ветошкин

Тюменский кардиологический научный центр — филиал ФГБНУ  
Томский НМИЦ РАН, Тюмень, Россия

### Контактная информация:

Шуркевич Нина Петровна,  
Тюменский кардиологический научный центр,  
ул. Мельникайте, д. 111, Тюмень,  
Россия, 625026.  
E-mail: Shurkevich@infarkta.net

Статья поступила в редакцию  
20.03.25 и принята к печати 10.11.25.

### Резюме

**Цель исследования** — на основании изучения результатов суточного мониторинга артериального давления (СМАД), тредмилэргометрии и расчета индекса адаптационного потенциала (ИАП), показателей эхокардиографии (ЭхоКГ) в группах с низкой и промежуточной вероятностью по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF, оценить значимость показателя адаптации к дозированной физической нагрузке и среднесуточной variability артериального давления (АД) в увеличении риска сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) у мужчин (М) и женщин (Ж) в условиях арктической вахты. **Материалы и методы.** В п. Ямбург (68° 21' 40" с.ш.) на базе МСЧ ООО ЯГД обследовано 99 М и 81 Ж с АГ 1-й, 2-й степени и нормотензивных лиц, сопоставимых по возрасту ( $p = 0,450$ ), вахтовому стажу ( $p = 0,824$ ), уровням офисного САД ( $p = 0,251$ ), ДАД ( $p = 0,579$ ). Проведено СМАД (BPLab v.3.2., Россия), ЭхоКГ (Phillips CX 50, Нидерланды), тредмил-тест (Schiller Cardiovit CS-200, Швейцария) с расчетом ИАП. Пациенты были распределены на подгруппы с низкой и промежуточной вероятностью СНсФВ по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF (Heavy; Hypertensive; Atrial Fibrillation; Pulmonary Hypertension; Elder; Filling Pressure) с подсчетом в баллах. **Результаты.** Группу 1 составили 95 М и Ж (сумма баллов H<sub>2</sub>FPEF 0-1), из них 52 М и 43 Ж; в группу 2 вошли 85 пациентов (47 М и 38 Ж) с суммой баллов 2–5. В группе 2 у М и Ж чаще определялось состояние напряжения или неудовлетворительная адаптация к дозированной физической нагрузке, чаще наблюдался гипертензивный ответ на нагрузку; определялись значимо повышенные среднесуточные показатели variability САД (ВСАД24) и ДАД (ВДАД24) за счет среднедневных и ночных значений. В группе 2 у Ж была значимо снижена фракция выброса ЛЖ и увеличен объем правого предсердия, у М группы 2 определялись значимо сниженные скорости движения фиброзного кольца митрального клапана. По данным логистической регрессии у М группы 2 при неудовлетворительной адаптации к физической нагрузке и значениях ИАП 3,1 (у.е.) вероятность развития СНсФВ повышается в 7,5 раза, увеличение на 1 мм рт. ст. ВДАД24 увеличивает риск на 76,0 %; у Ж группы 2 при значениях ИАП 3,1 (у.е.) вероятность развития

СНсФВ повышается в 3,9 раза; увеличение на 1 мм рт. ст. среднесуточной ВСАД повышает риск СНсФВ на 44,4 %, а увеличение ночной ВДАД — на 37,2 %. Модель правильно определяла отличительные признаки, повышающие вероятность развития СНсФВ у М с чувствительностью 76,6 % и специфичностью 75,0 % случаев, у Ж — 84,2 % и 81,4 % соответственно. **Заключение.** У пациентов с АГ, работающих в условиях арктической вахты, неудовлетворительная адаптация к физической нагрузке и повышенная среднесуточная вариабельность АД являются важными факторами, увеличивающими риск СНсФВ по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF, указывают на значимую роль дисфункции вегетативной нервной системы в развитии заболевания и нуждаются в дальнейшем изучении. Полученные данные определяют необходимость диспансерного наблюдения выделенных групп повышенного риска и проведения профилактических и лечебных мероприятий в условиях вахтового медицинского учреждения.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, арктическая вахта, факторы риска, алгоритм H<sub>2</sub>FPEF

Для цитирования: Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С. Вклад показателя адаптационного потенциала и среднесуточной вариабельности артериального давления в повышение риска сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса у лиц в условиях арктической вахты. *Артериальная гипертензия*. 2025;31(6):533–546. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2498>. EDN: LHYUBN

---



---

## The risk of heart failure with preserved ejection fraction in Arctic shift-workers: the role of adaptation potential index and average daily blood pressure variability

**N. P. Shurkevich, A. S. Vetoshkin**

Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

**Corresponding author:**

Nina P. Shurkevich,  
Tyumen Cardiology Research Center,  
111 Melnikaite str., Tyumen, 625026  
Russia.  
E-mail: Shurkevich@infarkta.net

Received 20 March 2025;  
accepted 10 November 2025.

---



---

### Abstract

**Objective.** We aimed to assess the impact of the adaptation index in relation to dosed physical activity and average daily blood pressure (BP) variability on the risk of heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF) in Arctic shift-workers (both men (M) and women (W)), based on the study of 24-hour ambulatory BP monitoring (ABPM), treadmill ergometry, calculation of the adaptation potential (AP) index and echocardiography indicators in groups with low and intermediate probability according to the H<sub>2</sub>FPEF algorithm. **Design and methods.** In the Arctic settlement of Yamburg (68° 21' 40" N), 99 M and 81 W with stage 1–2 arterial hypertension (HTN) and normotensive individuals were examined in the medical unit of Gazprom Dobycha Yamburg. They were comparable by age ( $p = 0,450$ ), shift work experience ( $p = 0,824$ ), office systolic BP (SBP) ( $p = 0,251$ ) and diastolic BP (DBP) ( $p = 0,579$ ). We performed ABPM (BPLab v.3.2, Russia), echocardiography (Phillips CX 50, Netherlands), and a treadmill test (Schiller Cardiovit CS-200, Switzerland) with AP index calculation. Patients were divided into subgroups with low and intermediate probability of HFpEF based on the H<sub>2</sub>FPEF algorithm (Heavy; Hypertensive; Atrial Fibrillation; Pulmonary Hypertension; Elder; Filling Pressure) with scoring. **Results.** Group 1 included 95 patients (52 M and 43 W) with H<sub>2</sub>FPEF score of 0–1, group 2 consisted of 85 patients (47 M

and 38 W) with a score of 2–5. In group 2, M and W were more likely to experience tension or poor adaptation to dosed physical activity, and a hypertensive response to exercise was more common. Significantly increased average daily variability in SBP (SBP24) and DBP (DBP24) was observed due to both average daytime and nighttime values. W in group 2 had significantly reduced left ventricular ejection fraction and increased right atrial volume. M of group 2 showed significantly reduced movement velocities of the mitral valve fibrous ring. According to the logistic regression analysis, M in group 2 with a poor adaptation to physical activity and AP index value  $\geq 3,1$  had a 7,5-fold increased risk of developing HFpEF, and each 1 mmHg increase in DBP24 variability increased the risk by 76 %. In W with an AP index value  $\geq 3,1$ , the probability of developing HFpEF increased by 3,9 times. An increase of 1 mmHg in the SBP24 variability increased the risk of HFpEF by 44,4 %. An increase in nighttime DBP variability also increased the risk by 37,2 %. The model correctly identified distinctive features that increased the likelihood of HFpEF development in M with sensitivity of 76,6 % and specificity of 75,0 %. In W, the model had a sensitivity of 84,2 % and specificity of 81,4 %. **Conclusion.** In Arctic shifts-workers with HTN, poor adaptation to physical activity and increased average daily BP variability are important factors that increase the risk of HFpEF according to the H<sub>2</sub>FPEF algorithm. These findings suggest a significant role for the autonomic nervous system dysfunction in the development of the disease and warrant further investigation. Our data indicate the need for regular monitoring of high-risk groups in a medical facility and the implementation of preventive and therapeutic measures.

**Key words:** arterial hypertension, Arctic shift work, risk factors, H<sub>2</sub>FPEF algorithm

*For citation: Shurkevich NP, Vetoshkin AS. The risk of heart failure with preserved ejection fraction in Arctic shift-workers: the role of adaptation potential index and average daily blood pressure variability. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2025;31(6):533–546. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2498>. EDN: LHYUBN*

## Введение

За последние три десятилетия регистрируется рост численности пациентов с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) с 41 % до 56 % вследствие увеличения продолжительности жизни и старения населения [1]. Для Российской Федерации СНсФВ имеет большую медико-социальную значимость, чем в странах западного мира. Согласно последнему регистру по обращаемости в поликлинику, 78 % пациентов с хронической сердечной недостаточностью имеют сохраненную фракцию выброса левого желудочка (ФВЛЖ) [2].

Заболеваемость и распространенность СНсФВ увеличиваются с возрастом, когда заболевание часто интегрировано в сложный контекст мультиморбидности [3]. При распределении по половому признаку женщины в два раза чаще, чем мужчины, склонны к развитию заболевания [4].

Артериальная гипертензия (АГ), малоподвижный образ жизни, нарушения углеводного и липидного обмена признаются факторами риска, вовлеченными в патогенез СНсФВ различными путями [5]. Ранее считалось, что АГ способствует развитию СНсФВ за счет увеличения постнагрузки на миокард и гипертрофии ЛЖ. Вместе с тем исследования демонстрируют, что экстракардиальные сопутствующие заболевания, такие как ожирение, сахарный диабет, а также АГ, объединены общими патогенетическими механизмами, а именно нарушением

вегетативной регуляции, что вызывает системное провоспалительное состояние, дисфункцию эндотелия коронарных микрососудов, способствует формированию и прогрессированию СНсФВ [6].

По данным исследований, преобладающим является кардиометаболический фенотип СНсФВ с избыточным накоплением эпикардальной жировой ткани, секретирующей биологически активные вещества с развитием иммунного воспаления и фиброза [7].

Снижение толерантности к физическим нагрузкам (ФН) является отличительным симптомом СНсФВ, причинами которого являются различные механизмы, в том числе нарушение сердечно-сосудистого вегетативного равновесия, часто усугубляемое ФН или обычной повседневной активностью [8].

В условиях Крайнего Севера (КС) проблема СНсФВ является актуальной в связи с высокой распространенностью АГ, особым типом метаболизма, который получил название «полярный» или «северный», проявляющийся дислипидемией, ожирением и развитием сахарного диабета [9, 10]. Кроме того, человек на КС испытывает нагрузки, связанные с неблагоприятным воздействием климата, измененным фотопериодизмом, проявлениями «циркумпольного гипоксического синдрома», приводящим к повышению сердечного выброса, минутного объема кровообращения, активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) [11].

По данным наших предыдущих исследований, отличительной особенностью течения АГ в условиях КС является повышенная среднесуточная вариабельность АД (ВАД) [12], которая, в свою очередь, тесно взаимосвязана с дисфункцией ВНС [13,14].

Учитывая вышесказанное, представлялось интересным оценить повышенную ВАД как возможный дополнительный фактор риска в развитии СНсФВ у пациентов с АГ, работающих в условиях КС и вахтового метода труда. Для этой цели применен алгоритм H<sub>2</sub>FPEF для диагностики СНсФВ, основанный на подсчете баллов и ранжировании пациентов с низкой, промежуточной и высокой вероятностью заболевания [15,16]. Диапазон алгоритма H<sub>2</sub>FPEF от 2 до 5 баллов определяет промежуточную вероятность СНсФВ и позволяет выявить отличительные признаки, увеличивающие риск развития заболевания, что определило возможность его использования для выявления дополнительных факторов риска СНсФВ у лиц в условиях арктической вахты, помимо АГ, ожирения, женского пола.

Оценить функциональные возможности организма и определить адаптационный потенциал системы кровообращения по заданному набору показателей позволяет индекс адаптационного потенциала (ИАП), названный в честь российского ученого, который впервые его применил [17]. Данный индекс представляет собой расчетный показатель оценки сердечно-сосудистой системы, определяет функциональное состояние организма пациента и степень адаптированности к ФН.

**Цель исследования** — на основании изучения результатов суточного мониторинга артериального давления (СМАД), тредмилэргометрии и расчета ИАП, показателей эхокардиографии (ЭхоКГ) в группах с низкой и промежуточной вероятностью по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF оценить значимость показателя адаптации к дозированной ФН и среднесуточной вариабельности АД в увеличении риска СНсФВ у мужчин и женщин в условиях арктической вахты.

### Материалы и методы

В заполярном поселке Ямбург (68° 21' 40" северной широты) на базе МСЧ ООО ЯГД во время экспедиционного выезда одновременно обследовано 99 мужчин и 81 женщина с АГ 1–2-й степени и нормотензивные лица, сопоставимые по возрасту ( $p = 0,450$ ), северному стажу ( $p = 0,956$ ), числу лет работы вахтой ( $p = 0,824$ ), по уровню офисного САД ( $p = 0,251$ ), ДАД ( $p = 0,579$ ), индексу массы тела (ИМТ) ( $p = 0,352$ ). СМАД проведено по стандартной методике на регистраторе VPLab v.3.2. («Петр Телегин», Россия); ЭхоКГ — на сканере Phillips CX 50 (Нидерланды) с использованием общепринятых методик визуализации [18]; тредмил-тест оценен

по методике Bruce с использованием комплекса Cardiovit CS 200, Schiller (Швейцария) с определением реакции сердечно-сосудистой системы на ФН; применен алгоритм H<sub>2</sub>FPEF с подсчетом в баллах и оценкой вероятности наличия СНсФВ [14, 15]; для расчета ИМТ использована формула: масса тела, кг/(рост, м)<sup>2</sup> с оценкой значений по критерию International Obesity Task Force (IOTF); индекс адаптационного потенциала рассчитан по формуле:

$$\begin{aligned} \text{ИАП} = & 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,14 \times \text{САД} + \\ & + 0,008 \times \text{ДАД} + 0,009 \times \text{масса тела} - \\ & - 0,009 \times \text{рост} + 0,14 \times \text{масса тела} - 0,27, \end{aligned}$$

где САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Значения АП < 2,60 соответствуют нормальной адаптации; значения АП 2,60–3,09 определяют напряжение адаптации; АП в пределах 3,10–3,59 — неудовлетворительную адаптацию; АП > 3,60 — срыв адаптационных возможностей [17]. Обращает внимание определенное сходство формулы расчета ИАП с алгоритмом H<sub>2</sub>FPEF по оцениваемым показателям. Исследование проводили в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации и правилами клинической практики в РФ (2005) [Надлежащая клиническая практика, ГОСТ Р 52379–2005] с получением информированного согласия пациентов на участие в исследовании. Условия включения в исследование: возраст 30–60 лет; режим вахты 1 : 1 (1 месяц работы — 1 месяц отдыха). Факторы невключения: ожирение более I степени; ишемическая болезнь сердца, клапанная болезнь сердца, нарушения ритма сердца, сахарный диабет. Пациенты с баллами 6–9 по шкале H<sub>2</sub>FPEF не были включены в исследование на стадии отбора соответственно критериям невключения. Подробно материалы и методы описаны в предыдущих наших работах [19, 20]. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом Тюменского кардиологического научного центра № 149 от 03.06.2019.

### Статистический анализ

Данные проанализированы в программах Statistica 8,0 (Stat Soft, США) и IBM SPSS Statistics (выпуск 16.0.0.0, Версия 26, США). Для оценки количественных переменных использован непараметрический Mann–Whitney U-тест: Me (медиана) и (Q25; Q75) интерквартильный размах. Корреляционный анализ выполнен с помощью непараметрического метода ранговой корреляции Спирмена. Для анализа взаимосвязи признаков и построения моделей применена логистическая регрессия с использованием метода пошагового исключения независимых переменных с расчетом отношения шансов (ОШ)

с 95-процентным доверительным интервалом (95% ДИ). Оценку диагностической значимости моделей проводили с использованием ROC-кривых. Уровень различий считался значимым при двухстороннем уровне  $p < 0,05$ .

### Результаты

В рамках проводимой МСЧ программы по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний пациенты с АГ, из них 61 мужчина и 44 женщины, наиболее часто принимали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента или сартаны и значимо не различались (табл. 1). Группы мужчин и женщин были сопоставимы по возрасту ( $p = 0,267$  и  $p = 0,969$  соответственно), северному стажу ( $p = 0,365$  и  $p = 0,643$ ), ИМТ ( $p = 0,989$  и  $p = 0,629$ ) (табл. 2).

В зависимости от числа баллов по шкале H<sub>2</sub>FPEF обследованные мужчины и женщины были поделены на подгруппы: с низкой вероятностью СНсФВ

(сумма баллов 0–1 по шкале H<sub>2</sub>FPEF (группа 1), промежуточной вероятностью (сумма баллов по шкале H<sub>2</sub>FPEF от 2 до 5) (группа 2). Группу 1 составили 95 пациентов обоего пола, из них: 52 мужчины и 43 женщины, группу 2 (группа поиска дополнительных факторов риска) составили 85 пациентов, из них 47 мужчин и 38 женщин.

Как видно из таблицы 3, у мужчин и женщин сумма баллов факторов, определяющих принадлежность к группе 2, складывалась в основном за счет увеличения ИМТ и приема двух и более антигипертензивных препаратов, что в среднем составило 2–3 балла. Для изучения факторов, повышающих вероятность СНсФВ в группах пациентов с 2–5 баллами по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF, проведен межгрупповой сравнительный анализ изучаемых показателей.

Снижение толерантности к ФН является одним из проявлений СНсФВ. Проба с дозированной ФН позволяет изучить переносимость ФН и оценить важные клинические показатели. Перед проведением

Таблица 1

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРАПИИ ОБСЛЕДОВАННЫХ ЛЮДЕЙ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ ПРЕПАРАТАМИ РАЗНЫХ ГРУПП

Препарат	Мужчины (n = 61)	Женщины (n = 44)	p-значение
иАПФ, n (%)	21 (34,4 %)	12 (27,2 %)	0,241
ААП, n (%)	18 (29,5 %)	15 (34,0 %)	0,578
БКК, n (%)	8 (13,1 %)	7 (15,9 %)	0,361
β-АБ, n (%)	6 (9,9 %)	6 (13,6 %)	0,420
Комбинированные ЛС, n (%)	8 (13,1 %)	4 (9,1 %)	0,672

**Примечание:** данные приведены в виде абс. (%); p — уровень значимости различий между группами мужчин и женщин; ЛС — лекарственные средства; ААП — антагонисты рецепторов ангиотензина II 1-го типа; БКК — блокаторы кальциевых каналов; β-АБ — бета-адреноблокаторы; иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента.

Таблица 2

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ГРУПП ПО ВОЗРАСТУ, СТАЖУ РАБОТЫ ВАХТОЙ, ИНДЕКСУ МАССЫ ТЕЛА, Me (Q25–Q75)

А. Мужчины			
Показатель	Группа 1 (n = 52)	Группа 2 (n = 47)	p-значение
Возраст, годы	48,4 (42,5; 54,0)	50,0 (44,0; 56,0)	0,267
Северный стаж, годы	15,5 (8,5; 20,5)	17,0 (13,0; 21,0)	0,365
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,5 (25,2; 31,1)	28,9 (25,9; 29,7)	0,989
Б. Женщины			
Показатель	Группа 1 (n = 43)	Группа 2 (n = 38)	p-значение
Возраст, годы	50,2 (46,5; 54,2)	49,5 (45,3; 56,1)	0,969
Северный стаж, годы	15,8 (9,4; 20,1)	16,7 (9,2; 21,5)	0,643
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,8 (25,4; 31,6)	29,5 (24,8; 31,4)	0,629

**Примечание:** ИМТ — индекс массы тела; группа 1 — число баллов по шкале H<sub>2</sub>FPEF 0–1; группа 2 — число баллов H<sub>2</sub>FPEF 2–5; p — уровень значимости различий между группами (непараметрический U-критерий Манна–Уитни).

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ ВЫЯВЛЕННЫХ ФАКТОРОВ ШКАЛЫ  $H_2FREF$  У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН**

Показатель	Мужчины (n = 99)	Женщины (n = 81)	p-значение
СДЛА > 30 мм рт. ст., n (%)	9 (9,1 %)	4 (4,5 %)	0,267
Filling Pressure ( $E/e' > 9$ )	9 (9,1 %)	7 (14,8 %)	0,345
Прием > 2 АГП, n (%)	35 (35,2 %)	31 (30,9 %)	0,251
ИМТ (30,0–34,9 кг/м <sup>2</sup> ), n (%)	39 (39,5 %)	34 (42,0 %)	0,301
Возраст = 60 лет, n (%)	7 (7,1 %)	5 (6,8 %)	0,769

**Примечание:** АГТ — антигипертензивные препараты; ИМТ — индекс массы тела; СДЛА — систолическое давление в легочной артерии; Filling Pressure — отношение скорости E трансмитрального диастолического потока к средней скорости движения фиброзного кольца митрального клапана; данные приведены в виде абс (%); p — уровень значимости различий между группами.

тредмил-теста у пациентов был рассчитан индивидуальный показатель адаптации к ФН.

Как следует из таблицы 4А, у мужчин 2-й группы в сравнении с 1-й группой были значимо выше показатели ИАП ( $p < 0,001$ ), определялись повышенные значения инотропного резерва (ИТР) за счет быстрого прироста АД в период нагрузки ( $p = 0,044$ ), определялось снижение хронотропного резерва (ХТР) ( $p = 0,013$ ), напряжение адаптации ( $p = 0,004$ ), значимо чаще выявлялась неудовлетворительная адаптация к ФН ( $p = 0,003$ ) и даже срыв адаптационных резервов организма ( $p = 0,051$ ), значимых межгрупповых различий по уровню потребления кислорода на высоте дозированной нагрузки не выявлено. У женщин 2-й группы также значимо чаще определялись напряжение адаптации к нагрузке ( $p = 0,009$ ), неудовлетворительная адаптация ( $p = 0,008$ ) и срыв адаптационных возможностей ( $p = 0,025$ ), был выше ИАП ( $p = 0,002$ ) и снижен ХТР ( $p = 0,016$ ), регистрировался значимо меньший уровень потребления кислорода на высоте нагрузки ( $p = 0,036$ ) (табл. 4 Б).

По данным ЭхоКГ, у мужчин 2-й группы выявлены значимо большие объем ( $p = 0,045$ ) и индекс ЛП ( $p = 0,005$ ), были значимо ниже скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в области септальной ( $p = 0,002$ ) и боковой стенки ЛЖ ( $p = 0,007$ ). У женщин межгрупповые отличия касались значимого увеличения показателей массы миокарда ЛЖ (ММЛЖ) ( $p = 0,029$ ), объема правого предсердия ( $p = 0,038$ ), ФВЛЖ, которая была значимо ниже ( $p = 0,036$ ), оставаясь в пределах значений популяционной нормы.

По данным СМАД, у мужчин 2-й группы были значимо выше среднесуточные значения вариабельности САД (ВСАД24) ( $p = 0,006$ ) и ДАД (ВДАД24) ( $p < 0,001$ ) за счет повышенной вариабельности САД в дневные часы (ВСАДд) ( $p = 0,009$ ) и ночной вариабельности ДАД (ВДАДн) ( $p = 0,008$ ), были значимо выше среднесуточные показатели ЧСС ( $p = 0,023$ ) (табл. 5А).

У женщин 2-й группы по сравнению с женщинами 1-й группы были значимо выше среднесуточные показатели САД ( $p = 0,001$ ), ДАД ( $p = 0,036$ ) и ЧСС

Таблица 4

**МЕЖГРУППОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОБЫ С ДОЗИРОВАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ И ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА**

А. Мужчины			
Показатель	Группа 1 (n = 52)	Группа 2 (n = 47)	p-значение
(METS), мл/кг/мин	12,9 (9,9; 12,8)	11,3 (9,7; 11,9)	0,672
ИАП, у.е.	2,9 (2,7; 3,0)	3,16 (3,0; 3,36)	< 0,001
Инотропный резерв, мм рт. ст.	64,0 (52,0; 74,0)	69,0 (50,0; 79,0)	0,061
Гипертензивный ответ, n (%)	4 (7,8 %)	8 (17,0 %)	0,044
Хронотропный резерв, уд/мин	68,5 (57,5; 78,5)	60,0 (57,8; 68,3)	0,013
Неудовлетворительная адаптация, n (%)	8 (15,4 %)	20 (42,6 %)	0,003
Срыв адаптации, n (%)	1 (1,9 %)	6 (12,8 %)	0,051

<b>Б. Женщины</b>			
<b>Показатель</b>	<b>Группа 1 (n = 43)</b>	<b>Группа 2 (n = 38)</b>	<b>p-значение</b>
(METS), мл/кг/мин	10,07 (9,31; 10,83)	8,57 (7,6; 8,23)	0,036
ИАП, у.е.	2,88 (2,66; 3,01)	3,15 (2,87; 3,42)	0,002
Инотропный резерв, мм рт. ст.	45,0 (30,0; 62,0)	56 (40,0; 73,0)	0,074
Хронотропный резерв, уд/мин	68,0 (58,0; 76,0)	64,0 (57,0; 69,0)	0,016
Гипертензивный ответ, n (%)	2 (4,7 %)	8 (22,2 %)	0,043
Неудовлетворительная адаптация, n (%)	5,0 (11,6 %)	14,0 (36,8 %)	0,008
Срыв адаптации, n (%)	2,0 (4,1 %)	7 (18,4 %)	0,025

**Примечание:** Группа 1 — группа низкого риска; Группа 2 — группа промежуточного риска СНсФВ; ИАП — индекс адаптационного потенциала; (METS) — уровень потребления кислорода; у.е. — условная единица. Количественные данные приведены в виде медианы и нижнего и верхнего квартилей Me (LQ–UQ); для анализа различий групп использован t-тест Стьюдента.

Таблица 5

**ЗНАЧИМЫЕ РАЗЛИЧИЯ ДАННЫХ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ  
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН**

<b>А. Мужчины</b>			
<b>Показатель</b>	<b>Группа 1 (n = 52)</b>	<b>Группа 2 (n = 47)</b>	<b>p-значение</b>
САД24, мм рт. ст.	126,4 (121,5; 136,2)	134,5 (126,3; 142,6)	0,043
ВСАД24, мм рт. ст.	10,5 (8,6; 12,9)	13,9 (13,7; 17,9)	0,006
ВДАД24, мм рт. ст.	10,2 (8,4; 11,4)	12,6 (11,1; 14,1)	< 0,001
ЧСС24, уд/мин	66,2 (58,9; 74,1)	71,4 (62,9; 78,9)	0,023
САДд, мм рт. ст.	127,9 (123,2; 139,5)	135,4 (126,8; 145,3)	0,001
ВСАДд, мм рт. ст.	10,2 (7,9; 12,8)	12,4 (10,8; 14,9)	0,009
ВДАДд, мм рт. ст.	8,1 (6,8; 9,4)	10,2 (9,3; 13,5)	0,008
<b>Б. Женщины</b>			
<b>Показатель</b>	<b>Группа 1 (n = 43)</b>	<b>Группа 2 (n = 38)</b>	<b>p-значение</b>
САД24, мм рт. ст.	123,4 (118,2; 130,8)	129,6 (124,7; 140,7)	0,001
ВСАД24, мм рт. ст.	10,7 (8,6; 13,1)	15,1 (12,1; 17,3)	< 0,001
ДАД24, мм рт. ст.	77,1 (72,8; 84,8)	82,3 (78,1; 85,7)	0,036
ВДАД24, мм рт. ст.	8,9 (7,9; 10,2)	12,4 (10,7; 14,4)	< 0,001
ЧСС24, уд/мин	72,3 (65,4; 79,8)	77,6 (58,9; 74,1)	0,043
САДд, мм рт. ст.	125,2 (118,9; 131,2)	131,2 (125; 142,3)	0,001
ВСАДд, мм рт. ст.	10,2 (8,5; 13,1)	12,8 (11,5; 15,4)	0,002
САДн, мм рт. ст.	112,9 (108,5; 126,2)	119,7 (111,2; 125,3)	0,050
ВСАДн, мм рт. ст.	9,3 (7,8; 12,5)	11,6 (7,9; 12,8)	0,063
ВДАДн, мм рт. ст.	7,14 (6,5; 8,1)	10,1 (8,5; 11,9)	< 0,001

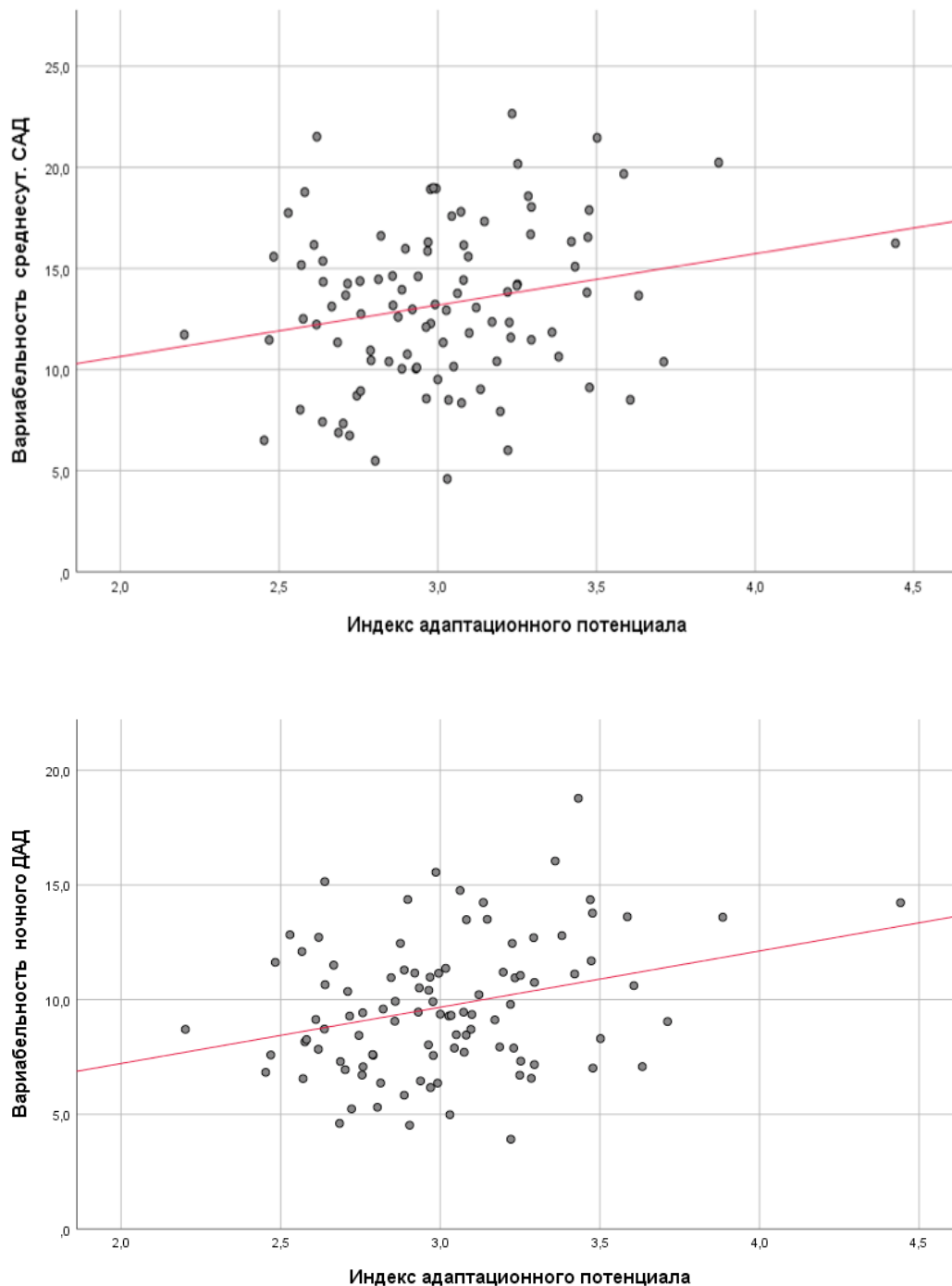
**Примечание:** В\*\*\* — вариабельность соответствующего показателя; ДАД — диастолическое артериальное давление; САД — систолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; 24 — соответствующий показатель за сутки; д — дневные часы; н — ночные часы; p — уровень значимости различий между группами (непараметрический U-критерий Манна–Уитни); данные приведены в виде медианы и нижнего и верхнего квартилей Me (LQ–UQ).

( $p = 0,043$ ), определялась повышенная ВДАД24 ( $p < 0,001$ ) за счет ночных часов ( $p < 0,001$ ) и ВСАДд ( $p < 0,001$ ) (табл. 5 Б).

В группах 2 у мужчин и женщин корреляционный анализ выявил важные положительные прямые взаимосвязи показателя адаптационного потенциала (АП) со среднесуточной и ночной вариабельностью ДАД: ВДАД24 ( $r = 0,202$ ,  $p = 0,045$ ) и ВДАДн

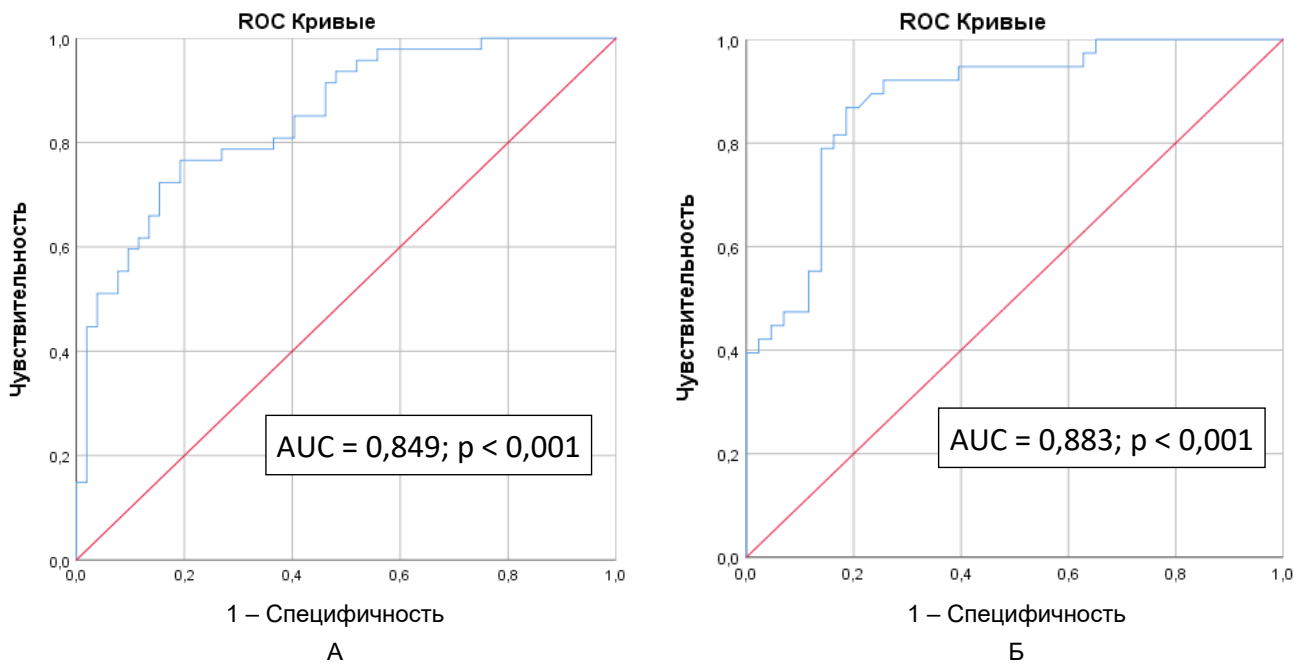
( $r = 0,242$ ,  $p = 0,016$ ) у мужчин и более сильные прямые взаимосвязи АП с ВДАД24 ( $r = 0,317$ ,  $p = 0,038$ ), ВСАД24 ( $r = 0,413$ ,  $p = 0,006$ ) у женщин (рис. 1, 2), характеризующие снижение адаптационных возможностей организма к ФН с увеличением ВАД.

С целью изучения отличительных признаков, повышающих вероятность развития СНсФВ у мужчин и женщин с АГ, была проведена пошаговая



**Рисунок 1. Взаимосвязи показателей суточного мониторинга артериального давления и индекса адаптационного потенциала в группах 2**

**Примечание:** А. Связь вариабельности среднесуточного систолического артериального давления (САД) и индекса адаптационного потенциала у женщин группы 2. Б. Связь вариабельности ночного диастолического артериального давления (ДАД) и индекса адаптационного потенциала у мужчин в группе 2.



**Рисунок 2. Данные ROC-анализа чувствительности и специфичности моделей для определения риска сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка у мужчин (А) и женщин (Б)**

**Примечание:** AUC (area under curve) — площадь под кривой; ДИ — доверительный интервал.

логистическая регрессия с вычислением ОШ. В исходную совокупность переменных были включены признаки, значимо различающиеся в группах мужчин. В их число вошли параметры: объем и индекс левого предсердия, показатели скорости движения фиброзного кольца митрального клапана, ВДАД24, ВСАД24, ИАП 3,1 у.е.

По данным логистической регрессии, у мужчин при значении ИАП 3,1 у.е. вероятность развития СНсФВ повышается в 7,5 раза, при увеличении ВСАД24 на 1 мм рт. ст. риск повышается на 76,0 % (табл. 6).

По данным логистической регрессии (табл. 7), у женщин при значениях ИАП 3,1 у.е. вероятность развития СНсФВ повышается в 3,9 раза,

увеличение ВСАД24 на 1 мм рт. ст. повышает риск на 44,4 %, увеличение ВДАДн увеличивает риск на 37,2 %.

Оценку классификационной способности и диагностической значимости полученной модели осуществили с помощью ROC-анализа. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила у мужчин 0,849 ( $p < 0,001$ ) и 0,883 ( $p < 0,001$ ) у женщин, что соответствует хорошему качеству моделей по экспертной шкале для AUC, определившей отличительные признаки, повышающие вероятность развития СНсФВ у мужчин и женщин с уровнем чувствительности 76,6% и специфичности в 75,0% случаев у мужчин; с чувствительностью 84,2%, специфичностью 81,4% случаев у женщин (рис. 2).

Таблица 6

**АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТОРОВ, ПОВЫШАЮЩИХ ВЕРОЯТНОСТЬ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У МУЖЧИН**

Предикторы	В	Стандарт. Ошибка	Статистика Вальда	р-значение	ОШ	95 % ДИ для ОШ	
						Нижняя граница	Верхняя граница
ВДАД24	0,565	0,132	18,250	0,000	1,760	1,358	2,281
ИАП	2,017	0,557	13,126	0,000	7,517	2,524	22,384
Константа	-9,267	1,860	24,833	0,000	0,000		

**Примечание:** ВДАД24 — вариабельность суточного диастолического артериального давления; ДИ — доверительный интервал; ИАП — индекс адаптационного потенциала.

**АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТОРОВ, ПОВЫШАЮЩИХ ВЕРОЯТНОСТЬ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ЖЕНЩИН**

Предикторы	В	Стандарт. ошибка	Статистика Вальда	р-значение	ОШ	95 % ДИ для ОШ	
						Нижняя граница	Верхняя граница
ВСАД24	0,367	0,111	10,927	0,001	1,444	1,161	1,796
ВДАДн	0,316	0,136	5,376	0,020	1,372	1,050	1,792
ИАП	1,358	0,674	4,056	0,044	3,888	1,037	14,574
Константа	-9,404	2,076	20,516	0,000	0,000		

**Примечание:** ВСАД24 — вариабельность суточного систолического артериального давления; ВДАДн — вариабельность ночного диастолического артериального давления; ДИ — доверительный интервал; ИАП — индекс адаптационного потенциала; ОШ — отношение шансов.

### Обсуждение

В настоящее время СНсФВ является актуальной проблемой в мире и Российской Федерации [21]. АГ является одним из основных и наиболее распространенных факторов риска, приводящих к развитию сердечной недостаточности по всему спектру ФВЛЖ, в том числе СНсФВ [22].

По данным нашего ранее проведенного исследования, увеличение ИМТ, продолжительность северного и вахтового стажа, начальные проявления диастолической дисфункции ЛЖ ассоциированы с вероятностью возникновения СНсФВ по тестовой шкале H<sub>2</sub>FPEF у бессимптомных пациентов с АГ в условиях арктической вахты [19].

Вместе с тем исследования демонстрируют, что СНсФВ имеет более высокую распространенность у женщин по сравнению с мужчинами, предложены механизмы объяснения данного факта, включая различия в сердечно-сосудистой адаптации к заболеваниям и потенциальные, лежащие в основе этиологические факторы [23].

С целью изучения гендерных различий, повышающих риск развития СНсФВ, в другой нашей работе были выявлены некоторые пол-специфические особенности на начальных этапах формирования заболевания, что проявлялось большей значимостью АГ у мужчин и выявленным повышением некоторых маркеров воспаления. У женщин четко прослеживалась взаимосвязь вероятности развития СНсФВ с напряжением адаптационных возможностей к ФН, признаками вегетативной дисфункции, повышением провоспалительных и метаболических факторов риска [20].

В настоящее время исследования подчеркивают важную роль симпатической активации как основного регулятора сердечно-сосудистых функций в патофизиологии СНсФВ уже на ранней стадии заболевания [24], проявляющейся в снижении функциональных резервов системы кровообращения и адаптационного потенциала организма [25].

Известно, что ВАД является интегральным показателем функции ВНС и предиктором сердечно-сосудистых заболеваний [26], поэтому в настоящей работе проведен анализ взаимосвязей показателя адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы и среднесуточной ВАД с целью выявления отличительных признаков, повышающих вероятность развития СНсФВ у пациентов с АГ в условиях арктической вахты.

Важным функциональным ограничением ФН у пациентов с СНсФВ является хронотропная недостаточность, дисфункция левого предсердия, нарушение экстракции кислорода в скелетных мышцах или дисфункция периферических микрососудов [27].

Проведенный в нашем исследовании стресс-тест с дозированной ФН у мужчин и женщин в группах поиска дополнительного риска показал снижение ХТР, уровня выполняемой нагрузки в виде значимого уменьшения потребления кислорода на высоте нагрузки у женщин.

В работе S. J. Charman и соавторов (2022) показано, что хронотропная недостаточность при выполнении ФН наблюдается у пациентов с клинической СНсФВ, что приводит к неадекватно низкому сердечному выбросу и сердечно-сосудистому резерву, одышке и, как следствие, непереносимости ФН [28]. В нашем исследовании снижение ХТР и повышение ИТР при дозированной ФН у бессимптомных мужчин и женщин с АГ может характеризовать системную симпатическую активацию, что косвенно подтверждает значимое повышение среднесуточных значений ЧСС и увеличение частоты гипертензивного ответа во время ФН у мужчин и женщин в группах поиска дополнительного риска.

Так, по данным D. M. Kaue и соавторов (2020), повышенная ЧСС является показателем симпатической активности и маркером повышенного сердечного симпатического возбуждения у пациентов

с СНсФВ, что может проявляться быстрым повышением АД во время физической активности [24]. В других работах также показано, что системная симпатическая активация присутствует у пациентов с СНсФВ [29, 30] и одним из аспектов патофизиологии заболевания может быть вегетативный дисбаланс сердечно-сосудистой системы, усиливающийся при ФН [31].

Известно, что АГ является следствием снижения адаптивных способностей сердечно-сосудистой системы, нарушением регуляции гемодинамики с формированием вегетативного дисбаланса [24]. В работе Т. Н. Зариповой и соавторов (2014) среди больных АГ нарушения адаптационных параметров в виде напряжения компенсаторных механизмов или истощения механизмов регуляции диагностировались у большинства обследованных [32].

Исследования показывают, что оценку сердечно-сосудистого риска можно проводить с помощью некоторых интегральных показателей жизненно важных функций [33]. Так, распознать функциональное состояние организма на основе анализа данных о вегетативном и миокардиально-гемодинамическом гомеостазе позволяет ИАП, который является расчетным показателем сердечно-сосудистой системы [17].

В нашем исследовании у мужчин и женщин в группах поиска дополнительного риска выявлено увеличение ИАП, значения которого соответствовали напряжению адаптационных резервов организма, у части пациентов указывали на неудовлетворительную адаптацию и даже срыв адаптационных возможностей к ФН.

Прогностическая ценность ИАП и его взаимосвязь с клинико-функциональными данными у больных ишемической болезнью сердца продемонстрированы в работе Г. А. Нагаевой и соавторов (2015) [34]. В другом исследовании [35] показано, что резервы адаптации и уровень показателя АП связан с прогнозированием риска сердечно-сосудистой патологии.

По данным нашего исследования, у мужчин и женщин в группах поиска дополнительного риска показатель адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы в покое коррелировал с динамическими характеристиками функционального состояния организма по данным СМАД в виде прямой взаимосвязи со среднесуточными значениями вариабельности САД и ДАД, что подтверждает взаимосвязь снижения адаптационных возможностей организма к ФН с увеличением ВАД и повышением риска развития СНсФВ.

По данным логистической регрессии, фактором принадлежности к группе дополнительного риска у мужчин и женщин является увеличение ИАП, что

характеризует напряжение регуляторных систем организма на начальных этапах формирования заболевания и при значениях ИАП 3,1 у. е. увеличивается вероятность развития СНсФВ у мужчин в 7,5 раза, у женщин в 3,9 раза.

Индекс напряжения регуляторных систем (ИАП) также идентифицируется с индексом стресса и характеризует дисбаланс симпатической и парасимпатической нервных систем [35], так как в его расчетную формулу входит показатель ЧСС.

Нарушение вегетативной регуляции является важнейшим фактором в формировании сердечно-сосудистых заболеваний [29], и ВАД была неоднократно идентифицирована как маркер вегетативной дисфункции, предиктор повреждения органов-мишеней и сердечно-сосудистых осложнений [13].

По данным нашего исследования, увеличение на одну единицу ВДАД24 увеличивает вероятность СНсФВ у мужчин на 76%, у женщин увеличение ВСАД24 на 1 мм рт. ст. повышает риск СНсФВ на 44,4%, повышение ВДАДн на 37,2%.

Полученные в исследовании прямые взаимосвязи ИАП с показателями среднесуточной ВАД у мужчин и женщин с АГ объединяют показатель функционального состояния организма и его регуляторных систем с вегетативным дисбалансом симпатического и парасимпатического отделов в патофизиологии СНсФВ на начальных этапах развития заболевания, что совпадает с данными других авторов [28–30].

Полученные данные подтверждают, что нарушение регуляторных систем, проявляющееся в напряжении адаптационных возможностей организма, повышает вероятность СНсФВ у пациентов с АГ при увеличении среднесуточной вариабельности САД и ДАД у мужчин и женщин в условиях арктической вахты.

### Заключение

У пациентов с АГ, работающих в условиях арктической вахты, неудовлетворительная адаптация к физической нагрузке и повышенная среднесуточная вариабельность АД являются важными факторами, увеличивающими риск СНсФВ по алгоритму H<sub>2</sub>FPEF, и указывают на значимую роль дисфункции ВНС в развитии заболевания. Полученные данные определяют необходимость диспансерного наблюдения выделенных групп повышенного риска и проведения профилактических и лечебных мероприятий в условиях вахтового медицинского учреждения. Необходимы дальнейшие исследования с увеличением размера выборки для получения дополнительных данных стратификации риска, в том числе уточнения кардиометаболических факторов СНсФВ у пациентов с АГ, работающих в условиях вахты в Арктике.

**Конфликт интересов / Conflict of interest**

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

**Список литературы / References**

- Vasan RS, Xanthakis V, Lyass A, Andersson C, Tsao C, Cheng S, et al. Epidemiology of left ventricular systolic dysfunction and heart failure in the framingham study: an echocardiographic study over 3 decades. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2018;11(1):1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.08.007>
- Рейтблат О. М., Айрапетян А. А., Лазарева Н. В., Межонов Е. М., Сорокин Е. В., Принтс Ю. Ш. и др. Создание регистров как один из механизмов улучшения медицинской помощи пациентам с хронической сердечной недостаточностью. Состояние проблемы. *Терапевтический архив*. 2023;95(9):739–745. <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.09.202370>
- Reitblat OM, Airapetian AA, Lazareva NV, Meznonov EM, Sorokin EV, Prints IuSh, et al. Creation of registers as one of the mechanisms for improving medical care for patients with chronic heart failure. Problem state. *Терапевтический архив*. 2023;95(9):739–745. (In Russ.) <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.09.202370>
- Roger VL. Epidemiology of heart failure: a contemporary perspective. *Circ Res*. 2021;128(10):1421–1434. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.318172>
- Garcia M, Mulvagh SL, Merz CN, Buring JE, Manson JE. Cardiovascular disease in women: clinical perspectives. *Circ Res*. 2016;118:1273–1293. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307547>
- Ebong IA, Goff DC, Rodriguez CJ, Chen H, Bertoni AG. Mechanisms of heart failure in obesity. *Obes Res Clin Pract*. 2014;8:e540–e548. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2013.12.005>
- Toth PP, Gauthier D. Heart failure with preserved ejection fraction: strategies for disease management and emerging therapeutic approaches. *Postgrad Med*. 2021;133(2):125–139. <https://doi.org/10.1080/00325481.2020.1842620>
- Джиоева О. Н., Тимофеев Ю. С., Метельская В. А., Богданова А. А., Веденикин Т. Ю., Драпкина О. М. Роль эпикардальной жировой ткани в патогенезе хронического воспаления при сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(3):3928. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-3928>
- Dzhioeva ON, Timofeev YuS, Metelskaya VA, Bogdanova AA, Vedenikin Tyu, Drapkina OM. Role of epicardial adipose tissue in the pathogenesis of chronic inflammation in heart failure with preserved ejection fraction. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(3):3928. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-3928>
- Taylor BJ, Shapiro BP, Johnson BD. Exercise intolerance in heart failure: the important role of pulmonary hypertension. *Exp Physiol*. 2020;105(12):1997–2003. <https://doi.org/10.1113/EP088105>
- Иванова Е. Г., Фомин И. В. Артериальная гипертония и метаболический синдром у некоренных жителей Крайнего Севера. *Профилактическая медицина*. 2022;25(9):46–52. <https://doi.org/10.17116/profmed20222509146>
- Ivanova EG, Fomin IV. Arterial hypertension and metabolic syndrome in non-indigenous residents of the Far North. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2022;25(9):46–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/profmed20222509146>
- Гапон Л. И., Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С. Особенности суточного профиля артериального давления у больных артериальной гипертонией в условиях экспедиционной вахты на Крайнем Севере. *Терапевтический архив*. 2005;77(1): 41–45.
- Gapon LI, Shurkevich NP, Vetoshkin AS. Features of the daily blood pressure profile in patients with arterial hypertension in the conditions of expeditionary watch in the Far North. *Терапевтический архив*. 2005;77(1):41–45. (In Russ.)
- Ердакова Т. К., Саламатина Л. В., Буганов А. А. Особенности гемодинамики в системе легочной артерии у лиц, проживающих в условиях Крайнего Севера. *Пульмонология*. 2009;(6):83–86. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2009-6-83-86>
- Erdakova TK, Salamatina LV, Buganov AA. Features of hemodynamics in the pulmonary artery system in people living in the Far North. *Пульмонология*. 2009;(6):83–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2009-6-83-86>
- Гапон Л. И., Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С., Губин Д. Г. Артериальная гипертония в условиях Крайнего Севера. Десинхронизм и гиперактивность организма как факторы формирования болезни. Москва: Мед. Книга; 2009. 207 с.
- Gapon LI, Shurkevich NP, Vetoshkin AS, Gubin DG. Arterial hypertension in the Far North. Desynchronization and hyperactivity of the body as factors of disease formation. Moscow: Med. Kniga; 2009. 207 p. (In Russ.)
- Parati G, Ochoa JE, Lombardi C, Bilo G. Blood pressure variability: assessment, predictive value, and potential as a therapeutic target. *Curr Hypertens Rep*. 2015;17(4):537. <https://doi.org/10.1007/s11906-015-0537-1>
- Меркулов Ю. А., Пятков А. А., Горохова С. Г., Меркулова Д. М., Атьков О. Ю. Нарушение вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы при разных режимах работы с ночными сменами. *Кардиология*. 2020;60(9):62–67. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.9.n1134>
- Merkulov YuA, Pyatkov AA, Gorokhova SG, Merkulova DM, Atkov OYu. Disturbances of autonomic regulation of cardiovascular system at different working regimes with night shifts. *Кардиология*. 2020;60(9):62–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.9.n1134>
- Васюк Ю. А., Шупенина Е. Ю., Намазова Г. А., Дубровская Т. И. Новые алгоритмы диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого дочка у пациентов с артериальной гипертензией и ожирением. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(1):2569. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2569>
- Vasyuk YuA, Shupenina EYu, Namazova GA, Dubrovskaya TI. Novel algorithms for diagnosing heart failure with preserved ejection fraction in patients with hypertension and obesity. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(1):2569. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2569>
- Dzhioeva O. Diagnosis and management of patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF): current perspectives and recommendations. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 2020;16:769–785. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S207117>
- Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265 с.
- Baevsky RM, Berseneva AP. Assessment of the adaptive capabilities of the organism and the risk of developing diseases. Moscow: Meditsina, 1997. 265 p. (In Russ.)
- Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014; 28:1–39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
- Ветошкин А. С., Шуркевич Н. П., Симонян А. А., Гапон Л. И., Карева М. А. Факторы, ассоциированные с промежуточной вероятностью наличия сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса по тестовой шкале H2FPEF

- у бессимптомных пациентов в условиях Арктической вахты. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(7):3167. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3167>
- Vetoshkin AS, Shurkevich NP, Simonyan AA, Gapon LI, Kareva MA. Factors associated with the intermediate probability of heart failure with preserved ejection fraction on the H2FPEF score in asymptomatic patients in rotation work conditions in the Arctic. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(7):3167. (In Russ.)
20. Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С., Симоныан А. А., Гапон Л. И., Карева М. А. Факторы, ассоциированные с промежуточной вероятностью сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса у бессимптомных пациентов в условиях вахты в Арктике, гендерные различия. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(8):5400. <https://doi.org/10.15829/1560-40712023-5400>
- Shurkevich NP, Vetoshkin AS, Simonyan AA, Gapon LI, Kareva MA. Factors and sex differences associated with intermediate probability of heart failure with preserved ejection fraction in asymptomatic patients working in the Arctic. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(8):5400. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-40712023-5400>
21. Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P, Rosano GMC, Coats AJS. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovasc. Res*. 2023;118:3272–3287. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac013>
22. Gallo G, Savoia C. Hypertension and heart failure: from pathophysiology to treatment. *Int J Mol Sci*. 2024;25(12):6661. <https://doi.org/10.3390/ijms25126661>
23. Abubakar M, Saleem A, Hajjaj M, Faiz H, Pragma A, Jamil R, et al. Sex-specific differences in risk factors, comorbidities, diagnostic challenges, optimal management, and prognostic outcomes of heart failure with preserved ejection fraction: a comprehensive literature review. *Heart Fail Rev*. 2024;29(1):235–256. <https://doi.org/10.1007/s10741-023-10369-4>
24. Kaye DM, Nanayakkara S, Wang B, Shihata W, Marques FZ, Esler M, et al. Characterization of cardiac sympathetic nervous system and inflammatory activation in HFpEF patients. *JACC Basic Transl Sci*. 2022;28(7(2)):116–127. <https://doi.org/10.1016/j.jacbs.2021.11.007>
25. Курданов Х. А., Бесланев И. А., Батырбекова Л. М., Курданова М. Х. Адаптационные ресурсы основных регуляторных систем у пациентов с гипертонией в условиях высокогорья. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2014;(1–2):26–31. <https://doi.org/10.15690/vramn.v69.i1-2.938>
- Kurdanov XA, Beslaneev IA, Batyrbekova LM, Kurdanova MX. Adaptive resources of the main regulatory systems in patients with hypertension in the highlands. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;(1–2):26–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.15690/vramn.v69.i1-2.938>
26. Hoshida S, Yano Y, Mizuno H, Kanegae H, Kario K. Day-by-day variability of home blood pressure and incident cardiovascular disease in clinical practice: the J-HOP study (Japan Morning surge-home blood pressure). *Hypertension*. 2018;(71):177–184. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10385>
27. Dhakal BP, Malhotra R, Murphy RM, Pappagianopoulos PP, Baggish AL, Weiner RB, et al. Mechanisms of exercise intolerance in heart failure with preserved ejection fraction: the role of abnormal peripheral oxygen extraction. *Circ Heart Fail*. 2015;8(2):286–294. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001825>
28. Charman SJ, Okwose NC, Taylor CJ, Bailey K, Fuat A, Ristic A, et al. Feasibility of the cardiac output response to stress test in suspected heart failure patients. *Fam Pract*. 2022;39(5):805–812. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab184>
29. DiCarlo LA, Libbus I, Kumar HU, Mittal S, Premchand RK, Amurthur B, et al. Autonomic regulation therapy to enhance myocardial function in heart failure patients: the ANTHEM-HFpEF study. *ESC Heart Fail*. 2018;5(1):95–100. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12241>
30. Badrov MB, Mak S, Floras JS. Cardiovascular autonomic disturbances in heart failure with preserved ejection fraction. *Can J Cardiol*. 2021;37(4):609–620. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.12.006>
31. Paulus WJ, Tschöpe C. A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction: comorbidities drive myocardial dysfunction and remodeling through coronary microvascular endothelial inflammation. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(4):263–271. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.02.092>
32. Зарипова Т. Н., Антипова И. И., Смирнова И. Н. Адаптационный статус пациентов с бронхиальной астмой при наличии гипертонической болезни как коморбидной патологии. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2019;(1):49–58. <https://doi.org/10.31549/2542-1174-2019-1-49-58>
- Zaripova TN, Antipova II, Smirnova IN. Adaptive status of patients with bronchial asthma in the presence of hypertension as comorbid pathology. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2019;(1):49–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.31549/2542-1174-2019-1-49-58>
33. Токарев А. Р., Бросалов А. С., Антонов А. А., Токарева С. В. Изучение возможности оценки сердечно-сосудистого риска с помощью интегрального анализа жизненно важных функций. *Профилактическая медицина*. 2025;28(3):53–59. <https://doi.org/10.17116/profmed20252803153>
- Tokarev AR, Brosalov AS, Antonov AA, Tokareva SV. To study the possibility of assessing cardiovascular risk using an integral analysis of vital functions. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2025;28(3):53–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/profmed20252803153>
34. Нагаева Г. А., Курбанов Р. Д., Юлдашев Н. Л., Мирзалиева Н. Б. Прогностическая ценность индекса Баевского и его взаимосвязь с клинико-функциональными данными у больных ИБС. *Евразийский кардиологический журнал*. 2015;(3):24–31. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2015-3-24-31>
- Nagaeva GA, Kurbanov RD, Yuldashev NL, Mirzalieva NB. The prognostic value of the Bayevsky index and its relationship with clinical and functional data in patients with coronary artery disease. *Eurasian Heart Journal*. 2015;(3):24–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2015-3-24-31>
35. Малюкова Т. И. Реакция сердечно-сосудистой системы на стрессовые воздействия. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;(6):195–199. <https://doi.org/10.17513/spno.30248>
- Malyukova TI. The reaction of the cardiovascular system to stress. *Modern problems of science and education*. 2020;(6):195–199. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/spno.30248>

#### Вклад авторов

Н. П. Шуркевич — разработка концепции и дизайна исследования, набор материала, анализ и интерпретация данных, составление проекта и первичного варианта рукописи, проверка интеллектуального содержания; А. С. Ветошкин — разработка концепции и дизайна исследования, набор материала, анализ и интерпретация данных, составление проекта и первичного варианта рукописи, проверка интеллектуального содержания, статистическая обработка данных. Оба автора прочли, одобрили финальную версию и выразили согласие с подачей ее на рассмотрение в журнал, а также утвердили исправленную версию.

#### Author contributions

N. P. Shurkevich — general concept and design, data processing, writing — draft and editing; A. S. Vetoshkin — general concept and design, data processing, writing — draft and editing. Both authors

have approved the final version of the manuscript and its submission to the journal, as well as the revised version.

#### **Информация об авторах**

Шуркевич Нина Петровна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Тюмень, Россия, ORCID: 0000-0003-3038-6445, e-mail: Shurkevich@infarkta.net;

Ветошкин Александр Семенович — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр — филиал Федерального государственного бюджетного

научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Тюмень, Россия, ORCID: 0000-0002-9802-2632, e-mail: Vetalex@mail.ru.

#### **Author information**

Nina P. Shurkevich, MD, PhD, DSc, Leading Researcher, Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Science, Tomsk, Russia. ORCID: 0000-0003-3038-6445, e-mail: Shurkevich@infarkta.net;

Aleksandr S. Vetoshkin, MD, PhD, DSc, Senior Researcher, Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Science, Tomsk, Russia; ORCID: 0000-0002-9802-2632, e-mail: Vetalex@mail.ru.