



<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100>  
УДК 612.843.36:57.034:616-092[(470.1/.2)+(571.1/.6)]

# Роль ритма природной освещенности в формировании десинхроноза в условиях заполярной вахты

А.С. Ветошкин<sup>1, 2</sup>, Н.П. Шуркевич<sup>1</sup>, Л.И. Гапон<sup>1</sup>, Д.Г. Губин<sup>3</sup>, А.А. Симонян<sup>1</sup>,  
Ф.А. Пошинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, 625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. Мельникайте, 111

<sup>2</sup> Медико-санитарная часть ООО «Газпром добыча Ямбург», 629305, Российская Федерация, Ямало-Ненецкий автономный округ, Новый Уренгой, Таёжная улица, 32А

<sup>3</sup> Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 625023, Российская Федерация, Тюменская обл., Тюмень, ул. Одесская, 54

## Аннотация

**Цель исследования:** оценить влияние ритма природной освещенности на суточные ритмы артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в условиях вахты на Крайнем Севере.

**Материал и методы.** Проведено обследование 373 мужчин с артериальной гипертензией (АГ) 2-й степени, работающих вахтой в Заполярье (68° с. ш.). Группу сравнения составили 144 пациента мужского пола, проживающие в умеренной климатической зоне (Тюмень, 57° с. ш.). У 93 случайно выбранных лиц северной группы и 64 пациентов тюменской группы проведен анализ стандартных и хронобиологических показателей суточного мониторинга артериального давления (СМАД): суточного профиля АД (СПАД), суточных индексов систолического и диастолического АД (СИСАД и СИДАД), процентного вклада (ПВ), амплитуды ритма (АР), акрофазы (АФР) и МЭЗОРа 24-часового ритма (МЗР) АД в различные сезоны года.

**Результаты.** В условиях северной вахты суточные ритмы ЧСС и АД у больных АГ выражено отличались от больных Тюмени независимо от сезона и характеризовались признаками внутреннего десинхроноза ритмов АД и ЧСС. Отсутствие ритма природной освещенности в периоды полярной ночи и полярного дня у больных АГ на Крайнем Севере формирует плоский тип кривой суточного ритма АД и ЧСС. Основными различиями являлись также потеря 24-часовой составляющей и низкоамплитудный профиль спектра. Сезонные изменения ЧСС в группе сравнения были малозначительны в отличие от северной группы, в которой имело место максимальное уплощение ритма ЧСС в периоды полярного дня и полярной ночи. Наиболее неблагоприятным для суточного профиля АД в основной группе является зимний период (полярная ночь), характеризующийся максимальной степенью уплощения суточных ритмов и преобладанием высокочастотных колебаний в спектре.

**Заключение.** Таким образом, формирование десинхроноза в суточных и сезонных ритмах АД и ЧСС у больных АГ в условиях заполярной вахты обусловлено не только характером труда и климатическими факторами, но и особенностями ритмики природной освещенности северных широт.

<b>Ключевые слова:</b>	артериальная гипертензия, суточный ритм артериального давления, ритм природной освещенности, вахта, Крайний Север.
<b>Конфликт интересов:</b>	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
<b>Прозрачность финансовой деятельности:</b>	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
<b>Соответствие принципам этики:</b>	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено этическим комитетом Тюменского кардиологического научного центра, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (протокол № 69 от 07.02.2010).

✉ Шуркевич Нина Петровна, e-mail: [Shurkevich@infarkta.net](mailto:Shurkevich@infarkta.net).

**Для цитирования:**

Ветошкин А.С., Шуркевич Н.П., Гапон Л.И., Губин Д.Г., Симонян А.А., Пошинов Ф.А. Роль ритма природной освещенности в формировании десинхроноза в условиях заполярной вахты. *Сибирский медицинский журнал*. 2019;34(4):91–100. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100>.

## The role of natural light rhythm in the development of desynchronosis in the conditions of rotational shiftwork in the Arctic

Alexandr S. Vetoshkin<sup>1,2</sup>, Nina P. Shurkevich<sup>1</sup>, Lyudmila I. Gapon<sup>1</sup>, Denis G. Gubin<sup>3</sup>, Ani A. Simonyan<sup>1</sup>, Fedor A. Poshinov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111, Melnikaite str., Tyumen, 625026, Russian Federation

<sup>2</sup> Healthcare Unit of Gazprom Dobycha Yamburg OOO, 32A, Tayozhnaya str., Yamal-Nenets Autonomous District, Noviy Urengoy, 629305, Russian Federation

<sup>3</sup> Tyumen State Medical University, 54, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russian Federation

### Abstract

**Purpose.** To study the effects of a natural light cycle on circadian rhythms of blood pressure (BP) and heart rate (HR) in the conditions of rotational shiftwork in the Far North.

**Material and Methods.** Data of 24-h BP monitoring were analyzed in 373 male patients with hypertension stage II engaged in monthly round-trip sojourns to the Arctic compared with a similar group of 144 patients living in moderate climate (Tyumen, 57 N). The standard and chronobiological parameters of 24-h BP monitoring were analyzed in 93 randomly selected patients of the Far North group and 64 patients of the Tyumen group. The 24-h BP profile, circadian indices of systolic and diastolic BP, percentage contribution value, rhythm amplitude, acrophase, and diurnal mean value of 24-h BP rhythm were studied during the seasons of the year.

**Results.** The circadian rhythms of HR and BP in hypertensive patients in the conditions of rotational shiftwork in the Arctic showed the signs of internal desynchronosis and significantly differed from those in Tyumen patients independently of a season. The lack of natural light in the Far North during the polar day and polar night resulted in the flattened curves of circadian BP and HR rhythms in the hypertensive patients. Other major differences consisted in the low-amplitude profile of the spectrum and the loss of 24-h component in this group. The seasonal changes in HR in the comparison group were insignificant unlike those in the Far North group, which showed maximum flattening of HR rhythm during the polar day and polar night. Winter season (polar night) was the most adverse for the main group of patients in regard to their 24-h BP profile, which was characterized by the maximum degree of circadian rhythm flattening and the predominance of high-frequency oscillations in the spectrum.

**Conclusions.** The development of circadian and seasonal desynchronosis of the HR and BP rhythms in hypertensive patients in the conditions of rotational shiftwork in the Arctic was caused not only by the labour characteristics and the climatic factors, but also by the natural light rhythmicity in the high latitude.

**Keywords:** arterial hypertension, 24-h blood pressure rhythm, rhythm of natural light, the Far North.

**Conflict of interest:** the authors do not declare a conflict of interest.

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**Adherence to ethical standards:** informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Ethics Committee of Tyumen Cardiology Research Center of Tomsk NRMС (protocol No. 69. from 07.02.2010).

**For citation:** Vetoshkin A.S., Shurkevich N.P., Gapon L.I., Gubin D.G., Simonyan A.A., Poshinov F.A. The role of natural light rhythm in the development of desynchronosis in the conditions of rotational shiftwork in the Arctic. *The Siberian Medical Journal*. 2019;34(4):91–100. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100>.

## Введение

Особенности течения артериальной гипертензии (АГ) в высоких широтах связаны с сочетанным стрессирующим влиянием неблагоприятных климатических и хронобиологических факторов, особенностями природной освещенности, а также характером и условиями труда [1]. Циркадные ритмы являются одним из факторов, оказывающих влияние на работу сердечно-сосудистой системы. Состояние, характеризующееся нарушением сочетанности ритмов, называется десинхронозом [2]. По данным наших предыдущих исследований, развитию и прогрессированию АГ может способствовать объединение метаболических и функциональных нарушений суточной хроноструктуры показателей гемодинамики, имеющих внутренние патогенетические связи [3]. Выраженная сезонная асимметрия фотопериодизма северного региона, особенно демонстративная в зимний и летний периоды, может способствовать десинхронизации биологических ритмов [4] и являться одной из причин развития АГ и других сердечно-сосудистых заболеваний у пришлого населения Севера. Данная проблема недостаточно изучена ввиду большой удаленности северных территорий от медицинских центров. В нашей работе осуществлена возможность анализа параметров ритмики артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), проведенного непосредственно в условиях заполярного региона. Основной целью исследования стало изучение десинхронизирующего влияния сезонной фотопериодики Крайнего Севера на основные хронобиологические параметры ритмов АД и ЧСС у больных АГ.

## Материал и методы

Исследование проведено в период с 2010 по 2012 гг. на базе Филиала «Медико-санитарная часть» ООО «Газпром добыча Ямбург» (поселок Ямбург, 68° с. ш.) в

соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации и правилами клинической практики Российской Федерации (2005, «Good Clinical Practice», Надлежащая клиническая практика, ГОСТ Р 52379-2005). У всех обследованных лиц взято информированное согласие на участие в исследовании. В северной группе обследованы 373 больных АГ 1–2-й степени повышения АД, мужчин, работающих в режиме вахтового труда, в группе сравнения – 144 пациента с таким же диагнозом, проживающих в умеренной климатической зоне (Тюмень, 57° с. ш.). Всем пациентам на «чистом» фоне (или через три дня отмены гипотензивных препаратов) проводилось 3-кратное измерение клинического АД и суточное мониторирование АД (СМАД). У 93 случайно выбранных лиц северной группы и 64 пациентов тюменской группы с помощью СМАД исследованы суточный профиль АД (СПСАД и СПДАД), суточный индекс (СИ), циркадный индекс (ЦИ); хронобиологические показатели: процентный вклад (ПВ), амплитуда ритма (АР), акрофаза ритма (АФР) и МЕЗОР ритма (МЗР). Одним из базовых анализов параметров циркадного ритма является аппроксимация исходных данных синусоидальной функцией с заданным периодом (как правило, 24 ч), если временной ряд не является длительным (многодневным) и не предполагается дрейфа циркадного периода. Для статистической валидации ритма применен тест  $H_0$  гипотезы – отсутствие ритма (нулевая амплитуда). *P*-значение из теста нулевой амплитуды, процентный вклад ритма, или доля общей дисперсии, учитываемой установленной моделью, средний уровень (МЕЗОР), амплитуда и 95% доверительные пределы, акрофаза и 95% доверительные пределы рассчитывались с использованием имеющегося программного обеспечения [5].

Северная и тюменская группы были сопоставимы по возрасту, величинам офисных САД и ДАД и длительности течения АГ, по данным анамнеза как в целом, так и в зависимости от сезонов года (табл. 1).

**Таблица 1.** Характеристика групп в зависимости от сезона года

**Table 1.** Characteristics of patient groups depending on a season of the year

Сезон Season	Группа Group	N (чел.) (males)	АД офисное (мм рт. ст.) SBP/DBP (mm Hg)	Северный стаж (лет) Length of employment in the Far North (years)	Длительность АГ (лет) Duration of hypertension (years)	Возраст (лет) Age (years)
Зима Winter	Север Far North	26	153 (145; 162)/100 (85; 106)	13 (9; 16)	3 (1; 7)	48 (45; 52)
	Тюмень Tyumen	21	150 (140; 155)/98 (90; 105)	–	7 (4; 11)	47 (40; 49)
	<i>p'</i>		0,4378/0,8017	–	0,2647	0,1432
Весна Spring	Север Far North	21	156 (150; 160)/98 (92; 104)	11 (7; 14)	5 (2; 8)	48 (44; 54)
	Тюмень Tyumen	23	150 (140; 160)/100 (90; 102)	–	5 (3; 10)	45 (41; 49)
	<i>p'</i>		0,0716/0,1208	–	0,1041	0,2647
Лето Summer	Север Far North	34	150 (144; 165)/97 (92; 102)	13 (9; 15)	4 (2; 9)	49 (45; 52)
	Тюмень Tyumen	16	150 (140; 160)/94 (90; 102)	–	3 (2; 5)	44 (43; 50)
	<i>p'</i>		0,7099/0,1287	–	0,1048	0,1092

Окончание табл. 1  
 End of table 1

Сезон Season	Группа Group	N (чел.) (males)	АД офисное (мм рт. ст.) SBP/DBP (mm Hg)	Северный стаж (лет) Length of employment in the Far North (years)	Длительность АГ (лет) Duration of hypertension (years)	Возраст (лет) Age (years)
Осень Autumn	Север Far North	12	153 (140; 160)/95 (92; 104)	13 (8; 15)	4 (1; 9)	49 (44; 53)
	Тюмень Tyumen	4	146 (145; 160)/97 (87; 100)	–	2 (1; 4)	45 (42; 51)
	<i>p'</i>		0,0533/0,7120	–	0,3101	0,1368
Итого Total	Север Far North	373	157,5 ± 13,7/ 106,7 ± 8,8*	11,2 ± 3,8*	7,4 ± 5,0*	46,0 ± 6,0*
	Тюмень Tyumen	144	153,9 ± 5,2/ 100,3 ± 7,6*	–	7,4 ± 6,4*	45,2 ± 7,5*
	<i>p</i>		0,3222/0,0640	–	0,7333	0,4450

Примечание: \* – нормальное распределение признака: данные представлены в виде  $M \pm SD$ ; *p* – уровень статистической значимости различий между северной и тюменской группами (Student's *t*-test); *p'* – уровень статистической значимости различий между северной и тюменской группами (Mann–Whitney U Test).

Note: \* – normal distribution of trait: data presented as  $M \pm SD$ ; *p* – level of statistical significance of differences between Far North and Tyumen groups (Student's *t*-test); *p'* – level of statistical significance of differences between the Far North and Tyumen groups (Mann–Whitney U Test).

Средний стаж работы у лиц северной группы составил от 4,7 до 15,7 лет в режиме вахтования «месяц работы – месяц отдыха» (94,2%). Верификация диагноза АГ по стадиям, степени повышения АД и стратификация больных по группам риска проведена на основании рекомендаций ВНОК (2010). Исследуемые были разбиты на четыре независимые группы в зависимости от сезона года, в период которого они были обследованы. В высоких широтах весенний, летний и осенние сезоны года разделить практически невозможно, поэтому, согласно показателям Главной геофизической обсерватории, мы ориентировались на продолжительность светлого времени суток, соответствующих 68° с. ш. полярному дню (май, июнь, июль, август) и полярной ночи (ноябрь, декабрь, январь, февраль), а также средним месяцам весны (март–апрель) и осени (сентябрь–октябрь), по продолжительности светлого времени суток совпадающих в сравниваемых регионах. Используемое оборудование – суточный монитор АД производства ВРЛАВ (Россия).

Для статистического анализа результатов использовались STATISTICA (StatSoft, версии 8.0 (США), SPSS 17.0 (США), MS Excel 2003. Наличие нормального распределения количественных данных проверялось тестом Колмогорова – Смирнова. Нормально распределенные количественные данные представлены в виде  $M \pm SD$ , где *M* – среднее значение показателя, *SD* – стандартное отклонение, в иных случаях – в виде медианы и интерквартильного размаха *Me* (25%; 75%). Относительные величины представлены в виде % (*n/M*) при *M* > 20 или в абсолютных числах (*n*). При сравнении нормально распределенных количественных показателей двух независимых групп применялся параметрический метод (*t*-критерий Стьюдента для независимых групп), в иных случаях – непараметрический метод (*U*-критерий Манна – Уитни). При сравнении частот при *n* < 5 применялся точный критерий Фишера, при *n* > 5 – критерий  $\chi^2$ .

При сравнении трех и более групп в зависимости от распределения данных использован однофакторный дисперсионный анализ (Anova) или непараметрический дисперсионный анализ Краскела – Уоллиса и апостериорные сравнения с поправкой Бонферрони.

## Результаты

Как видно из данных рис. 1, сезонные изменения ЧСС в средней полосе были малозначительны в отличие от северной группы пациентов с АГ. В этой группе видно четкое уплощение ритма ЧСС, начиная с летнего (полярный день) и заканчивая осенним периодами.

По данным хронобиологического анализа ЧСС (табл. 2), в северной группе имело место статистически значимое уменьшение процентного вклада (ПВ) в осенний и зимний периоды ( $p = 0,0459$ ) и увеличение ПВ до 21 (10; 36)% с незначимым увеличением амплитуды суточного ритма ЧСС в весенний период (когда снова начался ритм природной освещенности день–ночь). В тюменской группе имел место сдвиг акрофаз на вечерние часы (19–21 ч) в летне-осенний периоды ( $p = 0,0315$ ). В целом, северная и тюменская группа значимо различались по значениям ПВ, МЕЗОРа и амплитуде 24-часового ритма, характеризуя плоский (ослабленный) суточный ритм ЧСС у северян.

Интересная картина суточных изменений САД в зависимости от сезона года наблюдалась в северной группе пациентов с АГ (рис. 2).

Если у тюменских пациентов суточный ритм САД имел в любой сезон ведущую 24-часовую составляющую спектра ритма, то у пациентов северной группы в весенний и в осенний периоды на первый план выступала 12-часовая и более высокочастотная периодика. В пользу этого свидетельствуют значимые статистические межгрупповые различия по ПВ и амплитуде суточного ритма САД (табл. 3).

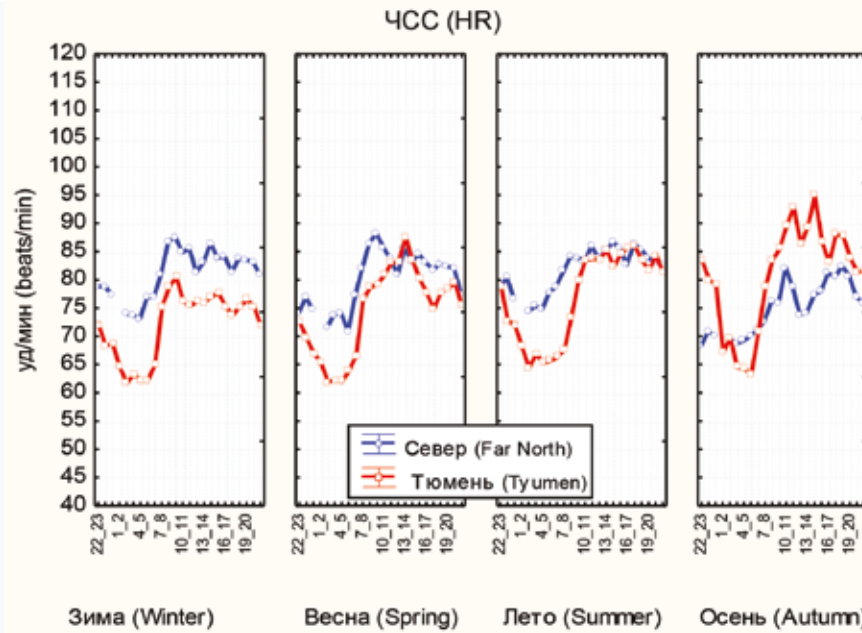


Рис. 1. Среднесуточные кривые ЧСС у пациентов с АГ северной и тюменской групп в зависимости от сезона года  
Fig. 1. Average 24-h heart rate curves in patients with hypertension in the Far North and Tyumen groups depending on the season

**Таблица 2.** Основные хронобиологические показатели суточных ритмов частоты сердечных сокращений у пациентов с артериальной гипертензией северной и тюменской групп в зависимости от сезона

**Table 2.** The main chronobiological parameters of heart rate circadian rhythms in patients with hypertension stage II in the Far North and Tyumen groups depending on the season

Группы Groups	Сезон года Season	N (чел.) (males)	ПВ (%) percentage contribution PC%	МЕЗОП (мм рт. ст.) MESOR (mm Hg)	Амплитуда (мм рт. ст.) Amplitude (mm Hg)	Акрофаза (градусы) Acrophase (degrees)
1	Зима Winter	21	25 (22; 36)	71 (69; 75)	8 (5; 10)	-222 (-238; -191)
	Весна Spring	23	43 (24; 52)	72 (68; 83)	13 (9; 14)	-209 (-248; -190)
	Лето Summer	16	29 (24; 46)	74 (71; 83)	10 (7; 14)	-246 (-259; -232)
	Осень Autumn	4	44 (34; 54)	81 (76; 84)	12 (8; 16)	-244 (-287; -221)
	$p'$		0,1352	0,1639	0,0628	0,0315
2	Зима Winter	26	12 (8; 18)	80 (74; 84)	7 (5; 10)	-217 (-238; -190)
	Весна Spring	21	21 (10; 36)	79 (76; 84)	12 (4; 19)	-208 (-231; -185)
	Лето Summer	34	14 (5; 25)	80 (73; 84)	7 (4; 10)	-216 (-242; -191)
	Осень Autumn	12	11 (6; 15)	77 (70; 84)	7 (5; 10)	-217 (-238; -197)
	$p'$		<b>0,0459</b>	0,4157	0,5490	0,5166
1	64	$35,7 \pm 17,5^*$	$74,8 \pm 7,9^*$	$10,3 \pm 4,5^*$	$-216,3 \pm 52,2^*$	
2	93	$19,7 \pm 11,5^*$	$77,8 \pm 9,1^*$	$7,4 \pm 3,9^*$	$-212,5 \pm 50,8^*$	
	$p$		<b>&lt;0,00001</b>	<b>0,0141</b>	<b>&lt;0,00001</b>	0,5866

Примечание: здесь и далее в таблицах 3, 4, 5; 1-я – группа «Тюмень»; 2-я – группа «Север». \* – нормальное распределение признака:  $p$  – уровень статистической значимости различий между северной и тюменской группами (Student's t-test);  $p'$  – уровень значимости непараметрического однофакторного дисперсионного анализа:  $H$  – критерий Краскела – Уоллиса (Kruskal – Wallis one-way analysis of variance). Фактор: сезон года. Выделены уровни статистической значимости менее 0,05.

Note: here and further in tables 3, 4, and 5; 1 – Tyumen group; 2 – Far North group; \* – normal distribution of the trait:  $p$  – level of statistical significance of differences between the Far North and Tyumen groups (Student's t-test);  $p'$  – level of significance of nonparametric univariate analysis of variance:  $H$  – criterion of Kruskal – Wallis one-way analysis of variance. Factor: season of the year. The levels of statistical significance less than 0.05 are marked.

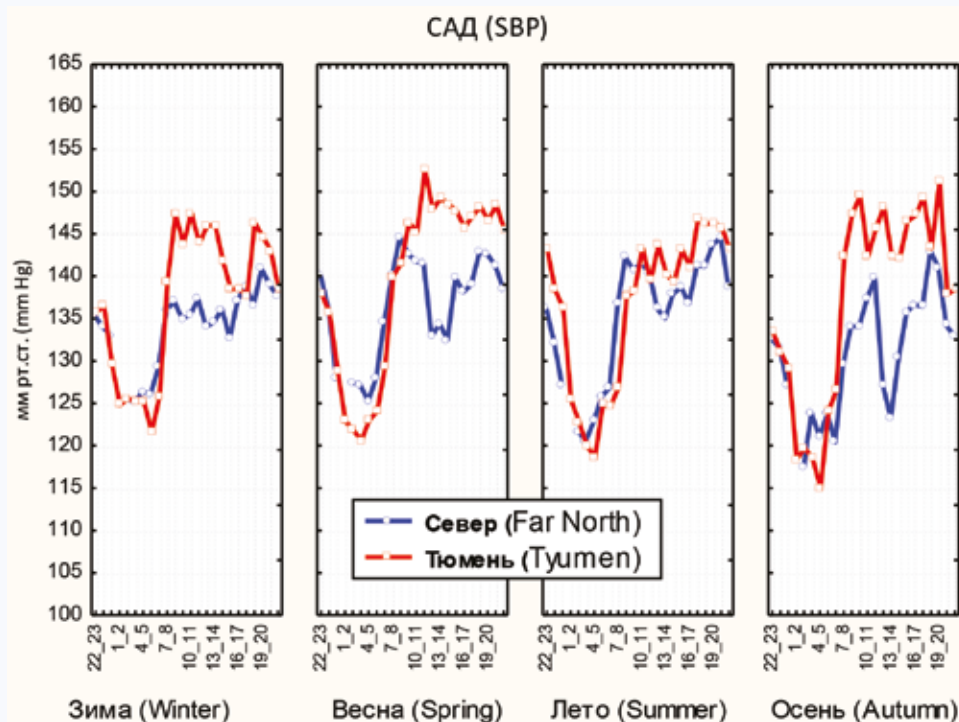


Рис.2. Среднесуточные кривые САД у пациентов с АГ северной и тюменской групп в зависимости от сезона года  
 Fig. 2. Average 24-h systolic blood pressure curves in patients with hypertension in the Far North and Tyumen groups depending on the season

**Таблица 3.** Основные хронобиологические показатели суточных ритмов систолического артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией северной и тюменской групп в зависимости от сезона

**Table 3.** The main chronobiological parameters of 24-h rhythms of systolic blood pressure in patients with hypertension in the Far North and Tyumen groups depending on the season

Группа Group	Сезон года Season	N (чел.) (males)	ПВ (%) Percentage contribution PC%	МЕЗОП (мм рт. ст.) MESOR (mm Hg)	Амплитуда (мм рт. ст.) Amplitude (mm Hg)	Акрофаза (градусы) Acrophase (degrees)
1	Зима Winter	21	32 (10; 40)	155 (149; 166)	11 (7; 15)	-200 (-254; -194)
	Весна Spring	23	32 (23; 43)	155 (145; 165)	13 (11; 20)	-222 (-237; -196)
	Лето Summer	16	37 (25; 50)	157 (140; 160)	13 (9; 17)	-246 (-264; -219)
	Осень Autumn	4	40 (32; 49)	152 (147; 155)	14 (11; 15)	-213 (-229; -212)
		$r'$ $r'$	0,6320	0,5450	0,8680	<b>0,0431</b>
2	Зима Winter	26	11 (7; 15)	147 (142; 153)	6 (5; 12)	-224 (-266; -186)
	Весна Spring	21	26 (7; 26)	147 (143; 158)	15 (6; 11)	-236 (-255; -182)
	Лето Summer	34	16 (7; 29)	157 (142; 160)	8 (5; 11)	-244 (-267; -205)
	Осень Autumn	12	15 (7; 32)	148 (145; 161)	8 (5; 10)	-228 (-261; -188)
		$r'$	<b>0,0396</b>	0,2178	<b>0,0452</b>	0,3845
1	64	33,3 ± 16,5	158,3 ± 10,8	12,9 ± 5,4	-220,1 ± 55,3	
2	93	19,9 ± 15,4	148,6 ± 8,8	8,8 ± 4,7	-220,0 ± 71,5	
		$p$	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0480</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,9940

Самый «плоский» суточный ритм наблюдался у северян в зимний период «полярной ночи», характеризуясь самым низким ПВ-11 (7; 15)% и самой низкой амплитудой суточного ритма – 6 (5; 12) мм рт. ст., когда периодичность смены дневного света и ночной темноты приближалась к уровню средней климатической полосы. Интересен факт значимо более высоких значений МЕЗОРов САД у пациентов тюменской группы, за исключением летнего периода, в который значения МЕЗОРов САД у пациентов тюменской и северной групп совпадали.

По положению акрофаз ритмы САД не различались, хотя визуально достаточно четко виден сдвиг на более поздние часы в зимний и осенние периоды. В тюменской группе сезонность мало влияла на хронобиологиче-

ские показатели, хотя в зимний период тоже прослеживалась тенденция стремления к 12-часовой периодике (см. рис. 2).

Суточные ритмы ДАД повторяли суточную динамику САД (см. табл. 4). В группе северян ПВ и амплитуды суточных ритмов были наиболее низкими в зимний период – 9 (5; 10)% и 6 (3; 8) мм рт. ст. соответственно и максимально высокими в весенний период – 20 (9; 30)% и 13 (5; 19) мм рт. ст. В тюменской же группе хронобиологические параметры суточных ритмов ДАД мало отличались в зависимости от сезона и в целом были значимо выше, чем у северян, за исключением МЕЗОРов, которые были значимо выше у пациентов северной группы.

**Таблица 4.** Основные хронобиологические показатели суточных ритмов диастолического артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией северной и тюменской групп в зависимости от сезона

**Table 4.** The main chronobiological parameters of 24-h rhythms of diastolic blood pressure in patients with hypertension in the Northern and Tyumen groups depending on the season

Группа Group	Сезон года Season	N (чел.) (males)	ПВ (%) Percentage contribution PC%	МЕЗОР (мм рт. ст.) MESOR (mm Hg)	Амплитуда (мм рт. ст.) Amplitude (mm Hg)	Акрофаза (градусы) Acrophase (degrees)
1	Зима Winter	21	22 (11; 38)	88 (80; 96)	8 (6; 11)	-204 (-247; -173)
	Весна Spring	23	33 (18; 43)	92 (85; 95)	12 (8; 15)	-215 (-236; -185)
	Лето Summer	16	27 (21; 52)	86 (83; 96)	11 (7; 14)	-243 (-256; -215)
	Осень Autumn	4	44 (29; 46)	93 (82; 104)	10 (8; 13)	-204 (-236; -202)
<i>p'</i>			0,3686	0,7015	0,3540	<b>0,0468</b>
2	Зима Winter	26	9 (5; 10)	91 (87; 97)	6 (3; 8)	-227 (-260; -191)
	Весна Spring	21	20 (9; 30)	92 (87; 95)	13 (5; 19)	-224 (-252; -201)
	Лето Summer	34	12 (7; 26)	91 (87; 96)	7 (4; 9)	-230 (-255; -195)
	Осень Autumn	12	16 (6; 30)	93 (88; 98)	9 (7; 11)	-214 (-247; -179)
<i>p'</i>			0,0295	0,2200	0,0435	0,4237
1	64	31,2 ± 17,5*	89,9 ± 8,9*	10,5 ± 4,4*	-214 ± 58,7*	
2	93	18,7 ± 15,4*	92,7 ± 7,9*	6,7 ± 3,7*	-217,8 ± 63,5*	
<i>p</i>			<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0134</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,6579

Имело место достаточно выраженное смещение акрофаз суточных ритмов САД и ДАД на утренние часы в летний период (относительно зимы и весны) у жителей умеренного климата. Очевидно, длительный период темного времени суток в зимние месяцы оказывает значительное влияние на осцилляторы организма и в средней полосе.

Значения суточных индексов систолического и диастолического АД (СИСАД и СИДАД) в зависимости от сезона в северной группах пациентов имели циклический характер (табл. 5) с минимальными значениями в зимний период и максимальными в весенний. В тюменской группе СИСАД и СИДАД были более стабильны и мало зависели от сезона. ЦИ ЧСС, наоборот, не имел никакой

сезонной циклическости и практически в течение года приближался к уровню ригидного ритма. В тюменской группе ЦИ ЧСС был в пределах популяционной нормы и имел незначимо выраженную сезонную циклическость с максимумом в весенне-летний и минимумом – в осенний периоды.

Как видно из данных таблицы 6, в весенний и летний периоды в тюменской группе пациентов значимо чаще определялись частоты СПСАД и СПДАД «over dipper», в зимний – «dipper». В северной группе весной была значимо выше частота СПСАД и СПДАД «non dipper».

В осенний период значимых различий в распределении СПСАД и СПДАД не получено.

**Таблица 5.** Значения суточных индексов систолического и диастолического артериального давления в зависимости от сезона года в северной и тюменской группах

**Table 5.** Values of 24-h indices of systolic and diastolic blood pressure and heart rate depending on the season in the Far North and Tyumen groups

Группы Groups	Сезон Season	N (чел.) (males)	СИСАД 24-h indices of SBP	СИДАД 24-h indices of DBP	ЦИ ЧСС 24-h indices of HR
1	Зима Winter	21	15 (9; 17)	16 (11; 22)	1,19 (1,15; 1,28)
	Весна Spring	23	15 (13; 20)	18 (14; 25)	1,26 (1,20; 1,33)
	Лето Summer	16	15 (10; 17)	16 (13; 22)	1,24 (1,19; 1,30)
	Осень Autumn	4	14 (12; 19)	18 (14; 26)	1,12 (1,04; 1,36)
p'			0,4251	0,5959	0,3204
2	Зима Winter	26	5 (3; 8)	6 (4; 11)	1,13 (1,07; 1,20)
	Весна Spring	21	13 (7; 15)	12 (6; 14)	1,14 (1,07; 1,21)
	Лето Summer	34	8 (4; 12)	10 (5; 14)	1,13 (1,06; 1,21)
	Осень Autumn	12	8 (4; 11)	9 (4; 14)	1,14 (1,10; 1,22)
p'			<b>0,0346</b>	<b>0,0407</b>	0,7112
1	64		14,1 ± 6,1*	17,7 ± 7,6*	1,14 ± 0,10*
2	93		7,8 ± 6,3*	9,0 ± 7,2*	1,23 ± 0,13*
p			<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>

**Таблица 6.** Сезонное распределение частот суточного профиля систолического и диастолического артериального давления у северных и тюменских пациентов с артериальной гипертензией

**Table 6.** Seasonal distribution of the frequencies of 24-h systolic and diastolic blood pressure profiles in the Far North and Tyumen patients with hypertension

СП АД BPP	Группы Groups	Зима (21/26) Winter (21/26)		Весна (23/21) Spring (23/21)		Лето (16/34) Summer (16/34)		Осень (4/12) Autumn (4/12)	
		САД	ДАД	САД	ДАД	САД	ДАД	САД	ДАД
Dp	1	13	9	13	13	10	8	3	2
	2	4	8	6	8	18	17	3	1
	p	<b>0,0452*</b>	0,5586	0,2383	0,4685	0,7401	0,7229	0,3341*	0,2219*
NDp	1	6	4	3	1	3	1	0	0
	2	10	13	12	11	14	12	4	6
	p	0,4202	0,1553*	<b>0,0377*</b>	0,0078*	0,4106*	0,1590*	0,5377*	0,5407*
ODp	1	1	7	7	9	2	6	1	2
	2	0	1	0	0	1	2	1	2
	p	0,4583*	0,0511*	<b>0,0326*</b>	<b>0,0079*</b>	0,2634*	<b>0,0437*</b>	0,4902*	0,5492*
NP	1	1	1	0	0	1	1	0	0
	2	4	4	3	2	1	3	2	3
	p	0,3884*	0,3884*	0,2340*	0,4889*	0,5513*	0,6255*	0,5948*	0,4696*

Примечание: СПАД – суточный профиль АД; Dp – dipper; NDp – non dipper; ODp – over dipper; NP – night peaker. 1 – группа «Тюмень»; 2 – группа «Север». p – (непараметрическая статистика,  $\chi^2$  – квадрат, «\*» – точный критерий Фишера (если  $n < 5$ ). Оценка различий между северной и тюменской группами. Выделены уровни p менее 0,05.

Note: BPP – 24-h blood pressure profile; Dp – dipper; NDp – non-dipper; ODp – over-dipper; NP – night peaker. 1 – Tyumen group; 2 – Far North group. p – nonparametric statistics, Chi-squared test; \* – Fisher's exact test (if  $n < 5$ ). Estimation of differences between the Far North and Tyumen groups. p levels less than 0.05 are marked.



## Обсуждение

Биоритмы человека связаны с природными ритмами. Из всех внешних факторов, запускающих биоритмы человека, важнейшим считается свет и, в первую очередь, природная освещенность [6–8]. Вместе с тем только свет не является универсальным триггером циркадных биоритмов. Имеет значение нарушение синхронизации ритмов организма и датчиков времени (внешний десинхроноз), когда организм вступает в стадию внутреннего десинхроноза и развития заболеваний [9], так как «дозы света», получаемые человеком за определённое время (прежде всего сутки, сезон года), значительно различаются в разных широтах [10]. Наше исследование показало, что независимо от сезона в условиях северной вахты суточные ритмы ЧСС и АД у больных АГ выражено отличались от больных Тюмени в виде потери 24-часовой составляющей, низкого плоского профиля спектра, что характеризует несомненное влияние климатических условий и особенностей фотопериодизма. В условиях Крайнего Севера отсутствие ритма природной освещенности в пе-

риоды полярной ночи и полярного дня у больных АГ формирует плоский тип кривой суточного ритма АД и ЧСС.

Вместе с тем в условиях умеренного климата сезонные изменения ЧСС были малозначительны в отличие от северной группы пациентов с АГ, где имело место уплощение ритма ЧСС, начиная с летнего периода (период полярного дня). Наиболее неблагоприятным для суточного профиля АД у больных АГ в условиях северной вахты является зимний период (период полярной ночи), характеризующийся максимальной степенью уплощения суточных ритмов и преобладанием высокочастотных колебаний в спектре. Наши данные совпадают с мнением авторов, исследовавших ритмы АД в Ханты-Мансийском автономном округе [11].

Таким образом, формирование десинхроноза в суточных и сезонных ритмах АД и ЧСС у больных АГ в условиях заполярной вахты обусловлено не только характером труда и климатическими факторами, но и особенностями ритмики природной освещенности северных широт.

## Литература

1. Хаснулин В.В., Воевода М.И., Хаснулин П.В., Артамонова О.Г. Современный взгляд на проблему артериальной гипертензии в приполярных и арктических регионах. Обзор литературы. *Экология человека*. 2016;3:43-51.
2. Застрожин М.С., Чибисов С.М., Агарвал Р.К. Хроноструктура биоритмов при многосуточном мониторинге АД и ЧСС. *Электронный сборник научных трудов «Здоровье и образование в XXI веке»*. 2011;13(1):52-53.
3. Шуркевич Н.П., Ветошкин А.С., Гапон Л.И., Шипицына Н.В., Губин Д.Г., Пошинов Ф.А. Клинико-патогенетические особенности хроноструктуры артериального давления в условиях арктической вахты. *Артериальная гипертензия*. 2015;21(5):500-513. DOI: 10.18705/1607-419X-2015-21-5-500-513.
4. Грибанов А.В., Джос Ю.С., Багрецова Т.В., Бирюков И.С. Фотопериодизм и изменения биоэлектрической активности головного мозга у школьников арктической зоны. *Физиология человека*. 2016;42(2):16-26. DOI: 10.7868/S0131164616020065.
5. Cornelissen G. Cosinor-based rhythmometry. *Theor. Biol. Med. Model.* 2014;11:16. DOI: 10.1186/1742-4682-11-16.

## References

1. Hasnulin V.V., Voevoda M.I., Hasnulin P.V., Artamonova O.G. Modern view on the problem of arterial hypertension in the polar and Arctic regions. Literature review. *Human Ecology*. 2016;3:43-51 (In Russ.).
2. Zastrozhin M.S., Chibisov S.M., Agarval R.K. The chronostructure of biorhythms with 24-hour monitoring of blood PRESSURE and heart rate. *Electronic Scientific and Educational Bulletin of Health and Education in the XXI Century*. 2011;13(1):52-53 (In Russ.).
3. Shurkevich N.P., Vetoshkin A.S., Gapon L.I., Shipicyna N.V., Gubin D.G., Poshinov F.A. Clinical and pathogenetic features of blood pressure chronostructure in the conditions of the Arctic watch. *Arterial Hypertension*. 2015;21(5):500-513 (In Russ.). DOI: 10.18705/1607-419X-2015-21-5-500-513.
4. Gribanov A.V., Dzhos Ju.S., Bagrecova T.V., Birjukov I.S. Photoperiodism and changes in the bioelectric activity of the brain in students of the Arctic zone. *Human Physiology*. 2016;42(2):16-26 (In Russ.). DOI: 10.7868/S0131164616020065.
5. Cornelissen G. Cosinor-based rhythmometry. *Theor. Biol. Med. Model.* 2014;11:16. DOI: 10.1186/1742-4682-11-16.
6. Lewy A.J., Wehr T.A., Goodwin F.K., Newsome D.A., Markey S.P. Light

6. Lewy A.J., Wehr T.A., Goodwin F.K., Newsome D.A., Markey S.P. Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science*. 1980;210(4475):1267–1269. DOI: 10.1126/science.7434030.
7. Czeisler C.A., Allan J.S., Strogatz S.H., Ronda J.M., Freitag W.O., Richardson G.S. et al. Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. *Science*. 1986;233(4764):667–671. DOI: 10.1126/science.3726555.
8. Horowitz T.S., Cade B.E., Wolfe J.M., Czeisler C.A. Efficacy of bright light and sleep/darkness scheduling in alleviating circadian maladaptation to night work. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*. 2001;281(2):E384–E391. DOI: 10.1152/ajpendo.2001.281.2.E384.
9. Анисимова В.Н. Эпифиз, биоритмы и старение организма. *Успехи физиологических наук*. 2008;39(4):40–65.
10. Cole R.J., Kripke D.F., Wisbey J. Seasonal variation in human illumination exposure at two different latitudes. *J. Biol. Rhythms*. 1995;10(4):324–334. DOI: 10.1177/074873049501000406.
11. Гапон Л.И., Михайлова И.М., Шуркевич Н.П., Губин Д.Г. Хроноструктура артериального давления и частоты сердечных сокращений в зависимости от сезонного ритма у больных артериальной гипертензией в Ханты-Мансийском округе. *Вестник артериологии*. 2003;31:32-36.

6. Lewy A.J., Wehr T.A., Goodwin F.K., Newsome D.A., Markey S.P. Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science*. 1980;210(4475):1267–1269. DOI: 10.1126/science.7434030.
7. Czeisler C.A., Allan J.S., Strogatz S.H., Ronda J.M., Freitag W.O., Richardson G.S. et al. Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. *Science*. 1986;233(4764):667–671. DOI: 10.1126/science.3726555.
8. Horowitz T.S., Cade B.E., Wolfe J.M., Czeisler C.A. Efficacy of bright light and sleep/darkness scheduling in alleviating circadian maladaptation to night work. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*. 2001;281(2):E384–E391. DOI: 10.1152/ajpendo.2001.281.2.E384.
9. Анисимова В.Н. The pineal gland, biorhythms and aging of an organism. *Successes of Physiological Sciences*. 2008;39(4):40–65 (In Russ.).
10. Cole R.J., Kripke D.F., Wisbey J. Seasonal variation in human illumination exposure at two different latitudes. *J. Biol. Rhythms*. 1995;10(4):324–334. DOI: 10.1177/074873049501000406.
11. Gapon L.I., Mihajlova I.M., Shurkevich N.P., Gubin D.G. Chronostructure blood pressure and heart rate depending on the seasonal rhythm in patients with arterial hypertension in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. *Journal of Arrhythmology*. 2003;31(4):32-36 (In Russ.).



## Информация о вкладе авторов

Ветошкин А.С. – разработка концепции и дизайна исследования, анализ интерпретация данных, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Шуркевич Н.П. – разработка концепции, анализ интерпретация данных, проверка интеллектуального содержания.

Гапон Л.И. – окончательное утверждение рукописи для публикации.

Губин Д.Г. – анализ и интерпретация данных.

Симонян А.А. – разработка концепции, анализ данных.

Пошинов Ф.А. – разработка концепции.

## Сведения об авторах

**Ветошкин Александр Семенович**, д-р мед. наук, старший научный сотрудник, отделение артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук; врач функциональной и ультразвуковой диагностики, Филиал «Медико-санитарная часть» ООО «Газпром добыча Ямбург»; ЯНАО, г. Новый Уренгой, пос. Ямбург. ORCID 0000-0002-9802-2632.

E-mail: [Vetalex@mail.ru](mailto:Vetalex@mail.ru).

**Шуркевич Нина Петровна**, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, отделение артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-3038-6445.

E-mail: [Shurkevich@infarkta.net](mailto:Shurkevich@infarkta.net).

**Гапон Людмила Ивановна**, д-р мед. наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, руководитель научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-3620-0659.

E-mail: [Gapon@infarkta.net](mailto:Gapon@infarkta.net).

**Губин Денис Геннадьевич**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой биологии, Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации; старший научный сотрудник, отделение артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-2028-1033.


E-mail: [dgubin@mail.ru](mailto:dgubin@mail.ru).

**Симонян Ани Арсеновна**, врач-ординатор, отделение артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-4371-7522.

E-mail: [Anchoi@yandex.ru](mailto:Anchoi@yandex.ru).

**Пошинов Федор Александрович**, канд. мед. наук, врач-кардиолог высшей категории, Филиал «Медико-санитарная часть» ООО «Газпром добыча Ямбург», ЯНАО, г. Новый Уренгой, пос. Ямбург.

E-mail: [F.Poshinov@ygd.gazprom.ru](mailto:F.Poshinov@ygd.gazprom.ru).

 **Шуркевич Нина Петровна**, e-mail: [Shurkevich@infarkta.net](mailto:Shurkevich@infarkta.net).

## Information on author contributions

Vetoshkin A.S. – development of concept and design of the study, data analysis and interpretation, and agreement to be accountable for all aspects of the work.

Shurkevich N.P. – concept development, data analysis and interpretation, and revision of important intellectual content of the manuscript.

Gapon L.I. – final approval of the manuscript for publication.

Gubin D.G. – data analysis and interpretation.

Simonyan A.A. – concept development and data analysis.

Poshinov F.A. – concept development.

## Information about the authors

**Alexandr S. Vetoshkin**, Dr. of Sci. (Med.), Functional and Ultrasound Diagnostics Physician, Healthcare Unit of Gazprom Dobycha Yamburg OOO, Yamal-Nenets Autonomous District, Novyi Urengoy, town of Yamburg, Russia; Senior Research Scientist, Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-9802-2632.

E-mail: [Vetalex@mail.ru](mailto:Vetalex@mail.ru).

**Nina P. Shurkevich**, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-3038-6445.

E-mail: [Shurkevich@infarkta.net](mailto:Shurkevich@infarkta.net).

**Ludmila I. Gapon**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-3620-0659.

E-mail: [Gapon@infarkta.net](mailto:Gapon@infarkta.net).

**Denis G. Gubin**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Biology Department, Tyumen State Medical University; Senior Research Scientist, Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-2028-1033.


E-mail: [dgubin@mail.ru](mailto:dgubin@mail.ru).

**Ani A. Simonyan**, Resident Physician, Hypertension and Coronary Insufficiency Department, Scientific Division of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-4371-7522.

E-mail: [Anchoi@yandex.ru](mailto:Anchoi@yandex.ru).

**Fedor A. Poshinov**, Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Physician of Superior Merit, Healthcare Unit of Gazprom Dobycha Yamburg OOO, Yamal-Nenets Autonomous District, Novyi Urengoy, town of Yamburg.

E-mail: [F.Poshinov@ygd.gazprom.ru](mailto:F.Poshinov@ygd.gazprom.ru).

 **Nina P. Shurkevich**, e-mail: [Shurkevich@infarkta.net](mailto:Shurkevich@infarkta.net).

Поступила 24.04.2019  
Received April 24, 2019