

ISSN 1607-419X
ISSN 2411-8524 (Online)
УДК 616.1-055.2(571.122)

Состояние сердечно-сосудистой системы студенток северного вуза в сезоны с крайними значениями фотопериода

И. А. Погonyшева¹, Е. Ю. Шаламова², Д. А. Погonyшев¹,
М. В. Бочкарев³, О. Н. Рагозин²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижевартовский государственный университет», Нижневартовск, Россия

² Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», Ханты-Мансийск, Россия

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Погonyшева Ирина Александровна,
ФГБОУ ВО «Нижевартовский
государственный университет»,
ул. Дзержинского, д. 11,
г. Нижневартовск, Россия, 628611.
Тел.: 8 (3466) 43–65–86.
E-mail: severina.i@bk.ru

*Статья поступила в редакцию
14.06.22 и принята к печати 29.08.22.*

Резюме

Цель исследования — изучить состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) студенток северного региона в сезоны с крайними значениями фотопериода. **Материалы и методы.** Исследование выполнено на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (регион, приравненный к районам Крайнего Севера) в промежутки времени с крайними значениями фотопериода. Обследованы студентки ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет» ($n = 73$) в возрасте 18–21 года. Проведены антропометрические измерения. Автоматически регистрировали систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) тонометром модели UA-101. Рассчитывали пульсовое и среднее динамическое давление по формуле Хикэма. На основании ЧСС определили среднюю длительность сердечного цикла. Вегетативный тонус оценивали по рассчитанной величине вегетативного индекса Кердо (ВИК). Донозологические состояния деятельности сердца обследуемых определяли с использованием прибора КардиоВизор-06с. **Результаты.** В период с коротким световым днем зарегистрирован значимый прирост массы тела обследуемых. ЧСС в период с длинным световым днем существенно превышала показатели, определенные в период светового голодания, что привело к соответствующему укорочению длительности сердечного цикла. Динамика характеристик артериального давления не была выражена, хотя в период «белых ночей» не менее чем у 10% студенток, показатели САД превышали величину 130 мм рт. ст., а максимальные значения достигали 135 мм рт. ст. Значения ВИК демонстрировали существенные изменения вегетативного тонуса на этапах исследования. В период короткого светового дня средние характеристики ВИК несли отрицательный знак и отражали рост парасимпатической активности, удлинение светлого времени суток сочеталось с увеличением симпатических влияний. В период «биологических сумерек» величины индекса «Миокард» были значимо ниже, чем в условиях удлинения светлого времени суток, в период с коротким световым днем границу нормальных значений (15%) превысили данные не более чем у 10% девушек, тогда как в период «белых ночей» — у половины обследованных. Средние характеристики индекса «Ритм» в период короткого светового дня соответствовали норме, тогда как в период длинного светового дня этот показатель

был существенно выше, а нормативным значениям соответствовали данные не более чем 10% девушек. **Заключение.** Анализ электрофизиологических свойств миокарда у обследуемых свидетельствует об их выраженной динамике в зависимости от фотопериода. В целом экстремальное удлинение светового дня для организма обследованных студенток северного вуза явилось более дискомфортным обстоятельством, чем «биологические сумерки». В период «белых ночей» ССС девушек находилась в состоянии функционального напряжения, об этом свидетельствует повышение интегральных показателей дисперсионного картирования, увеличение ЧСС в покое и ВИК.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, частота сердечных сокращений, вегетативный индекс Кердо, показатели дисперсионного картирования электрокардиограммы, Север, фотопериод, «биологические сумерки», «белые ночи»

Для цитирования: Погоньшова И. А., Шаламова Е. Ю., Погоньшев Д. А., Бочкарев М. В., Рагозин О. Н. Состояние сердечно-сосудистой системы студенток северного вуза в сезоны с крайними значениями фотопериода. Артериальная гипертензия. 2022;28(4):444–454. doi:10.18705/1607-419X-2022-28-4-444-454

Cardiovascular regulation in female students of northern university during extreme photoperiod seasons

I. A. Pogonysheva¹, E. Yu. Shalamova², D. A. Pogonyshev¹,
M. V. Bochkarev³, O. N. Ragozin²

¹ Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia

² Khanty-Mansiysk State Medical Academy,
Khanty-Mansiysk, Russia

³ Almazov National Medical Research Center,
St Petersburg, Russia

Corresponding author:

Irina A. Pogonysheva,
Nizhnevartovsk State University,
11 Dzerzhinskiy str., Nizhnevartovsk,
Russia, 628611.
Phone: 8 (3466) 43–65–86.
E-mail: severina.i@bk.ru

Received 14 June 2022;
accepted 29 August 2022.

Abstract

Objective. The aim of study was to assess the state of cardiovascular system in female students in the northern region during the seasons with extreme photoperiod. **Design and methods.** The study was conducted in Nizhnevartovsk, Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra (a region equated to the Far North) in the seasons with extreme values of photoperiod. The female students of Nizhnevartovsk State University (n = 73) aged 18–21 years were examined. Anthropometric measurements were carried out. Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate (HR) were recorded automatically using UA-101 model tonometer. Pulse and mean dynamic pressure were calculated according to Hickam's formula. On the basis of HR we determined the average duration of cardiac cycle. Autonomic tone was assessed according to calculated Kerdo index (KI). We used CardioVisor-06c to determine the prenosological state of cardiac activity. **Results.** There was a significant increase in body weight in the short daylight period. The HR during the long daylight period was significantly higher than during light deprivation, leading to a shorter cardiac cycle duration. Seasonal dynamics of blood pressure characteristics were not evident, although during “white nights” at least 10% female students had SBP higher than 130 mm Hg, and maximal SBP reached 135 mm Hg. KI values demonstrated significant changes in autonomic tone. During short daylight hours average characteristics of KI were negative and reflected activity of parasympathetic activity. Increase of sympathetic influences was during longer daylight hours. During “biological twilight” “Myocardium” index was significantly lower than during white nights. During short daylight hours

only 10% students showed “Myocardium” index over normal values (15%), while half of respondents had higher values during white nights. “Rhythm” index was normal during the short daylight hours and significantly higher during the long daylight hours, only 10% participants had normal values. **Conclusions.** The analysis of electrophysiological parameters of myocardium showed seasonal changes in female students and “white nights” were associated with more negative effects than “biological twilight”. During “white nights” we showed increase in integral indices of dispersion mapping, increase in resting HR and KI.

Key words: cardiovascular system, blood pressure, heart rate, Kerdo index, dispersion mapping ECG, north, photoperiod, “biological twilight”, “white nights”

For citation: Pogonysheva IA, Shalamova EYu, Pogonyshv DA, Bochkarev MV, Ragozin ON. Cardiovascular regulation in female students of northern university during extreme photoperiod seasons. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2022;28(4):444–454. doi:10.18705/1607-419X-2022-28-4-444-454

Введение

Освоение северных регионов России поднимает ряд актуальных проблем, касающихся состояния здоровья мигрантов первого и последующего поколений. В условиях воздействия экстремальных природных факторов мобилизуются гомеостатические и биологические механизмы адаптации организма [1]. Степень выраженности экологически обусловленного стресса может быть определена по параметрам функциональных систем. Сердечно-сосудистая система (ССС) относится к индикаторным системам человека, обеспечивающим приспособление организма к условиям окружающей среды; она одной из первых включается в реакции адаптации как самостоятельно, так и в составе функциональных систем. Согласно опубликованным данным, у пришлых жителей Севера выявлено напряженное функционирование ССС [2, 3]. Для северных территорий характерен дефицит витамина D, который в настоящее время указывается в качестве дополнительного фактора риска нарушений функций ССС [4, 5]. В условиях измененного фотопериода северного региона велика вероятность формирования десинхронизации функций ССС, что приводит зачастую к трансформации атипичных нормотензивных хронотипов в гипертензивные [6]. Получены данные о влиянии сезонных изменений погодных факторов и геомагнитной активности на состояние ССС и адаптационный потенциал [7]. Сезонная асимметрия фотопериодизма северного региона, особенно в периоды полярной ночи и полярного дня, может способствовать десинхронизации биологических ритмов и являться одной из причин развития артериальной гипертензии и других сердечно-сосудистых заболеваний у пришлого населения Севера [8].

Актуальным является исследование деятельности ССС молодых людей, проживающих и обучающихся в условиях Севера. В студенческой среде часто обнаруживаются модифицируемые и немодифицируемые факторы риска развития кардиоваскулярной патологии, в том числе вследствие интен-

сивно развивающихся средств информационного воздействия.

Цель исследования — изучить состояние ССС студенток северного региона в сезоны с крайними значениями фотопериода.

Материалы и методы

Исследование проходило в промежутки времени с крайними значениями фотопериода: в периоды наиболее короткого («биологические сумерки», с 15 по 24 декабря 2021 года, средняя продолжительность светлого времени суток $5,41 \pm 0,005$ ч) и наиболее длинного светового дня («белые ночи», с 5 по 14 июня 2021 года, средняя продолжительность светлого времени суток $19,05 \pm 0,05$ ч). Обследованы студентки факультета экологии и инжиниринга Нижневартковского государственного университета ($n = 73$) в возрасте 18–21 года, относящиеся согласно медицинским картам к первой и второй группам здоровья. Критерии исключения из исследования: диагностированные заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем, острые воспалительные и респираторные заболевания, занятия спортивной деятельностью. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Нижневартковский государственный университет» (протокол № 2 от 2021 года). Волонтеры давали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Определили длину тела (см) при помощи механического ростомера; массу тела (кг) измеряли при помощи электронных весов Tanita BC — 531. Автоматически регистрировали систолическое артериальное давление (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД) (мм рт. ст.) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) тонометром модели UA-101. Измерения проводили в первой половине дня в покое сидя после отдыха в течение 5 минут, соблюдая Российские национальные рекомендации [12]; регистрировали среднее значение двух измере-

ний на доминантной руке. Рассчитывали пульсовое давление и среднее динамическое давление (СрДД) (мм рт. ст.) по формуле Хикэма. На основании ЧСС определили среднюю длительность сердечного цикла (сек.). Вегетативный тонус оценивали по рассчитанной величине вегетативного индекса Кердо (ВИК) (усл. ед.).

Донозологические состояния деятельности сердца обследуемых определяли с использованием прибора КардиоВизор-06с (ЭК9Ц-01-КАРД, регистрационное удостоверение № 29/02020503/5658–03 от 20.11.2003, ООО «Медицинские компьютерные системы», Москва, Зеленоград). Принцип действия прибора основан на методе дисперсионного картирования ЭКГ. При анализе дисперсионной карты оценивали показатели: «Миокард» — индекс электрофизиологических изменений или микроальтернаций миокарда, измеряемый в процентах (ИММ, «Миокард») и интегральный индикатор «Ритм», отражающий выраженность изменений вариабельности R-R интервалов в относительном диапазоне от 0 % до 100 % («Ритм»). Значения ИММ (индекс микроальтернаций миокарда), не превышающие 15 %, соответствуют норме; показатели в диапазоне от 16 % до 20 % (пограничное состояние, «серая зона») свидетельствуют о возможных дисфункциях; величины выше 21 % являются признаком патологии. Если симпатические и парасимпатические влияния оптимально сбалансированы, то показатель «Ритм» находится в диапазоне от 0 до 20 %. При наличии вегетативных дисфункций или напряжения регуляторных систем этот индикатор имеет величину более 20 %, выше 80 % — соответствует патологическим значениям [9, 10].

Исследование продольное, способ создания выборки — нерандомизированный. Для статистической обработки применены программы Statistica 10.0 и Excel 2013. При проверке статистических гипотез критический уровень значимости (p) равен 0,05; при наличии более 6 нулей после запятой, p обозначали как $< 0,0001$. Результаты статистического анализа представлены характеристиками центра распределения данных признака: среднее значение (M), медиана (Me), мода (Mo), и мерами рассеяния: межквартильный размах (Q_1-Q_3), интердецильный размах (D_1-D_9), минимальное/максимальное значение (min/max). Для сравнительного анализа применен критерий знаковый тест для набора данных двух зависимых выборок. Выполнен факторный анализ методом главных компонент для установления структуры взаимосвязей между переменными в промежутки времени с крайними вариантами фотопериода. Так как факторные нагрузки (ФН) вычисляются с точностью до знака, факторы

в группе на разных этапах исследования синхронизированы по направлению, чтобы ведущие нагрузки имели одинаковый знак. Синхронизация факторов дает дополнительные возможности для выявления различий в структуре факторов исследуемой группы в зависимости от фотопериода.

Результаты

Исследовали динамику параметров функционирования ССС в группе студенток ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет» в периоды, отличающиеся крайними вариантами продолжительности светового дня: периоды «белых ночей» и «биологических сумерек». Результаты описательной статистики и сравнительного анализа данных, полученных в разные периоды, представлены в таблице 1.

Так как период между этапами исследования составил около полугода, а участвовавшие в исследовании девушки находились в возрастном периоде, характеризующимся достижением дефинитивных размеров тела, отличий между показателями длины тела не было. При этом в декабре отметили значимый прирост массы тела. ЧСС в период с длинным световым днем существенно превышала показатели, определенные в период с коротким световым днем, что привело к соответствующему укорочению длительности сердечного цикла. Межэтапная динамика характеристик артериального давления (АД) не была выражена, хотя в период «белых ночей» не менее чем у 10 % студенток, показатели САД превышали величину 130 мм рт. ст., а максимальные значения достигали 135 мм рт. ст. При этом у сосудистого компонента АД значения третьего квартиля, девятого дециля и максимальные значения на обоих этапах исследования совпадали.

Значения ВИК демонстрировали существенные изменения вегетативного тонуса в динамике фотопериода. В период короткого светового дня средние характеристики несли отрицательный знак: $-7,43/-6,67$ усл. ед. (здесь и далее — M/Me) и отражали рост парасимпатической активности; удлинение светлого времени суток сочеталось с увеличением симпатических влияний ($7,51/7,41$ усл. ед.).

Неинвазивный мониторинг микроальтернаций ЭКГ позволяет прогнозировать индивидуальный кардиоваскулярный риск. Высокие показатели индекса микроальтернаций «Миокард» могут свидетельствовать о доклинических нарушениях деятельности миокарда. Как оказалось, в период «биологических сумерек» величины индекса «Миокард» были значительно ниже, чем в условиях удлинения светлого времени суток ($p < 0,0001$). При этом во время светового голодания границу нормальных значений (15 %)

**ДИНАМИКА МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТУДЕНТОК ФГБОУ ВО
«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Показатель	Период	M/Me (Q_1-Q_3)	D_1-D_9	Min/Max	p-значение
Длина тела, см	1	166,8/167,0 (165,0–168,0)	165,0–170,0	160,0/172,0	1,00
	2	166,8/167,0 (165,0–168,0)	165,0–170,0	160,0/172,0	
Масса тела, кг	1	60,0/59,0 (56,0–63,0)	55,0–65,0	48,0/79,0	0,0003
	2	60,4/60,0 (57,0–64,0)	56,0–67,0	49,0/78,0	
ЧСС, уд./мин.	1	79,5/80,0 (78,00–83,0)	69,0–85,0	63,0/86,0	< 0,0001
	2	69,1/70,0 (65,0–72,0)	64,0–75,0	62,0/80,0	
СЦ, сек.	1	0,76/0,75 (0,72–0,77)	0,71–0,87	0,70/0,95	< 0,0001
	2	0,87/0,86 (0,83–0,92)	0,80–0,94	0,75/0,97	
САД, мм рт. ст.	1	114,4/115,0 (105,0–125,0)	100,0–130,0	90,0/135,0	0,193
	2	113,9/115,0 (110,0–120,0)	100,0–125,0	90,0/130,0	
ДАД, мм рт. ст.	1	73,4/75,0 (70,0–80,0)	65,0–80,0	60,0/85,0	0,145
	2	74,2/75,0 (70,0–80,0)	65,0–80,0	60,0/85,0	
ПД, мм рт. ст.	1	40,9/40,0 (35,0–50,0)	30,0–50,0	25,0/55,0	0,082
	2	39,73/40,0 (35,0–45,0)	30,0–45,0	25,0/55,0	
СрДД, мм рт. ст.	1	87,1/87,0 (82,0–93,0)	77,0–97,0	70,0/100,0	0,463
	2	87,4/88,0 (83,0–93,0)	77,0–95,0	73,0/100,0	
ВИК, усл. ед.	1	7,51/7,41 (3,61–11,39)	–1,27–13,58	–7,14/23,08	< 0,0001
	2	–7,43/–6,67 (–14,29–2,74)	–17,19–2,78	–23,08/14,29	
«Миокард», %	1	14,7/15,0 (14,0–15,0)	13,0–16,0	12,0/18,0	< 0,0001
	2	12,7/13,0 (12,0–13,0)	12,0–14,0	8,0/16,0	
«Ритм», %	1	30,2/25,0 (23,0–33,0)	20,0–52,0	15,0/68,0	< 0,0001
	2	16,7/16,0 (14,0–19,0)	11,0–23,0	10,0/28,0	

Примечание: 1 — период «белых ночей»; 2 — период «биологических сумерек»; D_1-D_9 — интердецильный размах; Q_1-Q_3 — межквартильный размах; ЧСС — частота сердечных сокращений; СЦ — сердечный цикл; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; СрДД — среднее динамическое давление; ВИК — вегетативный индекс Кердо.

превысили данные не более чем у 10 % девушек, тогда как в период «белых ночей» — у половины обследованных ($Me = 15,0\%$).

Средние характеристики индикатора «Ритм» в период короткого светового дня соответствовали норме — 16,7/16,0 %, а в промежутке времени с длинным световым днем этот показатель был существенно выше ($M/Me 30,2/25,0\%$) ($p < 0,0001$) и перекрывал оптимальные величины. В период «белых ночей» нормативным значениям соответствовали данные не более чем 10 % девушек ($D_1 = 20,0\%$).

Интерпретировали результаты факторного анализа активных переменных среди изученных показателей в два исследованных периода: длинный («белые ночи») и короткий («биологические су-

мерки») световой день. В оба промежутка времени в группе девушек определили по три значимых фактора (табл. 2). В период «белых ночей» наибольший процент организованной дисперсии определили для Фактора 1, которому присвоили название «Артериальное давление»: 46,66 % (табл. 2). По Фактору 2 («Вегетативный») процент общей дисперсии в период длинного светового дня был равен 17,31 %, по Фактору 3 («Размеры тела») — 14,44 %. Значение первого собственного числа составило 4,20, второго собственного числа — 1,56, третьего — 1,30.

По Фактору 1 в условиях длинного светового дня значимых величин достигали ФН четырех показателей (в порядке убывания): СрДД (0,96), ДАД (0,90), САД (0,88), «Миокард» (0,77) (табл. 3).

Таблица 2

**РЕЗУЛЬТАТЫ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ У СТУДЕНТОК ФГБОУ ВО
«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (n = 73),
ПЕРИОДЫ ДЛИННОГО И КОРОТКОГО СВЕТОВОГО ДНЯ**

Фактор	Длинный световой день		Короткий световой день	
	Собственное значение	Общая дисперсия, %	Собственное значение	Общая дисперсия, %
1 «Артериальное давление»	4,20	46,66 %	3,55	39,39 %
2 «Вегетативный»	1,56	17,31 %	1,73	19,22 %
3 «Размеры тела»	1,30	14,44 %	1,39	15,41 %

Таблица 3

**ФАКТОРНЫЕ НАГРУЗКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ У СТУДЕНТОК ФГБОУ ВО
«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (n = 73), «БЕЛЫЕ НОЧИ»**

Переменные	Фактор 1 «Артериальное давление»	Фактор 2 «Вегетативный»	Фактор 3 «Размеры тела»
Длина тела, см	–0,11	–0,45	0,71
Масса тела, кг	0,32	–0,34	0,68
СЦ, сек.	–0,67	–0,48	–0,17
САД, мм рт. ст.	0,88	–0,09	–0,24
ДАД, мм рт. ст.	0,90	–0,22	–0,08
СрДД, мм рт. ст.	0,96	–0,17	–0,18
ВИК, усл. ед.	–0,39	0,82	0,30
«Миокард», %	0,77	0,35	0,28
«Ритм», %	0,63	0,36	0,18

Примечание: СЦ — сердечный цикл; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; СрДД — среднее динамическое давление; ВИК — вегетативный индекс Кердо.

По Фактору 2 значимой величины достигает ФН только одного показателя — ВИК (0,82). В состав Фактора 3 вошли два показателя: масса и длина тела (ФН соответственно 0,68 и 0,71).

В период «биологических сумерек» наибольший процент организованной дисперсии определили для Фактора 1: 39,39% (табл. 2). По Фактору 2 процент общей дисперсии составил 19,22%, по Фактору 3 — 15,41%. Значения собственных чисел равнялись: первого 3,55, второго — 1,73, третьего — 1,39.

По Фактору 1 в условиях светового голодания значимых величин достигали ФН показателей (в порядке убывания): СрДД (0,99), ДАД (0,96), САД (0,88) (табл. 4). По Фактору 2 значимой величины достигают ФН трех показателей (в порядке убывания): индикатор «Ритм» (0,75), длина (0,67) и масса тела (0,60); по Фактору 3: длительность сердечного цикла (–0,74) и ВИК (0,72).

Обсуждение

Климатогеофизические условия северных территорий могут являться триггером развития заболеваний ССС уже в молодом трудоспособном возрасте. Развитие дисфункций ССС на Севере связано со значимым уменьшением функциональных резервов системы кровообращения вследствие снижения адаптационно-восстановительного потенциала [11]. Выявление факторов риска и профилактику патологии кардиоваскулярной системы необходимо начинать в детском и подростковом возрасте; так, АД рекомендуется измерять на каждом осмотре, начиная с 3-летнего возраста [12]. Студенческий образ жизни, к сожалению, не всегда можно назвать здоровым, так как студенчеству свойственны нарушения режима дня, снижение качества сна, несбалансированное и неадекватное питание, ограничение неорганизованной двигательной активности, повышенный уровень нервно-психического напряжения. Некоторые

ФАКТОРНЫЕ НАГРУЗКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ У СТУДЕНТОК ФГБОУ ВО «НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (n = 73), «БИОЛОГИЧЕСКИЕ СУМЕРКИ»

Переменные	Фактор 1 «Артериальное давление»	Фактор 2 «Размеры тела»	Фактор 3 «Вегетативный»
Длина тела, см	–0,06	0,67	–0,30
Масса тела, кг	0,33	0,60	–0,18
СЦ, сек.	–0,53	0,02	–0,74
САД, мм рт. ст.	0,88	–0,20	0,12
ДАД, мм рт. ст.	0,96	–0,06	–0,12
СрДД, мм рт. ст.	0,99	–0,12	–0,02
ВИК, усл. ед.	–0,63	0,06	0,72
«Миокард», %	0,27	0,56	0,38
«Ритм», %	0,12	0,75	0,12

Примечание: СЦ — сердечный цикл; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; СрДД — среднее динамическое давление; ВИК — вегетативный индекс Кердо.

психосоциальные обстоятельства, такие как острый и хронический стресс, в полной мере сопровождающие образовательный процесс в высшей школе, тревожные и депрессивные состояния, выступают независимыми факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [12]. На Севере психосоциальные факторы стресса сочетаются с экстремальными природно-климатическими условиями, также провоцирующими нарушение функций ССС. В то же время вопрос о степени дискомфорта сезонных условий субарктического региона остается открытым. В нашей работе мы проследили состояние параметров гемодинамической функции в условиях измененного фотопериода высоких широт, относящегося к специфическим факторам Севера, выбрав для обследования промежутки времени с крайними вариантами длительности светового дня.

Прежде всего, мы отметили существенные отличия ЧСС в зависимости от периода обследования: в условиях короткого светового дня показатели были значимо ниже ($p < 0,0001$). Наши данные совпали с результатами, полученными в исследовании Т. С. Копосовой и соавторов (2007) [13], проведенном в период короткого светового дня с участием студенческой молодежи, — в период «биологической тьмы» средние значения ЧСС оказались ниже, чем в сентябре, что авторы расценили как повышение вагусной активности. В нашей работе это предположение подкрепляется также динамикой показателей ВИК ($p < 0,0001$).

В то же время значимых отличий в показателях АД в зависимости от продолжительности светового дня не выявили. Устойчивостью характеризовались

величины ДАД, несмотря на увеличение симпатической активности в период «белых ночей» (общеизвестно, что регуляция сосудистого компонента АД прежде всего обеспечивается симпатическим отделом вегетативной нервной системы). Ранее мы также обнаружили оптимальные/нормальные значения именно этого показателя у студентов северного вуза мужского и женского пола [14]. Для сердечного компонента АД — САД также не установили значимых отличий в зависимости от этапа обследования. При этом у части обследованных девушек определили величины АД, соответствующие «высоким нормальным» [12]: САД 130–139 (не менее 10% в условиях длинного светового дня), ДАД 85–89 мм рт. ст. (максимальное значение на обоих этапах исследования). Отметим выраженную тенденцию к росту пульсового давления в период «белых ночей» ($p = 0,082$). Наиболее стабильны в обследованные промежутки времени были значения СрДД. Среднее гемодинамическое АД — это важнейшая характеристика функции кровообращения, отражающая состояние прекапиллярного сосудистого звена в зависимости от развития осложнений артериальной гипертензии [15]. В исследовании с участием девушек в возрасте 16–17 лет в процессе суточного мониторинга АД были установлены величины среднего гемодинамического давления за сутки $83,20 \pm 0,59$ (М ± m) [16]; полученные нами данные были сопоставимы. Таким образом, механизмы обеспечения АД были устойчивы к динамике погодных-климатических факторов и продолжительности светового дня.

Отмеченный в период «биологических сумерек» прирост массы тела ($p = 0,0003$) сочетался с усиле-

нием парасимпатической активности ($p < 0,0001$), что характеризует трофотропную направленность этих изменений.

Выявлению ранних неблагоприятных изменений в деятельности сердца и прогнозированию индивидуального кардиоваскулярного риска у учащейся молодежи способствует применение неинвазивного мониторинга микроальтернаций ЭКГ [17]. Высокие значения индекса микроальтернаций «Миокард» (выше 15 %) могут свидетельствовать о доклинических нарушениях деятельности миокарда. Анализ динамики показателей дисперсионного картирования выявил статистически значимое увеличение значений ИММ в период «белых ночей»: границу нормальных значений превышали данные не менее 50 % обследованных девушек. За пределы «серой» зоны не выходили даже максимальные значения в оба периода. Изменение микроальтернаций ЭКГ-сигнала отражает универсальный механизм изменения функциональной активности миокарда в ответ на несоответствие потребления кислорода нагрузкам любого генеза, предъявляемым сердечной мышце.

По интегральному индикатору «Ритм» можно оценить сбалансированность симпатических и парасимпатических влияний вегетативной нервной системы. Увеличение значений индикатора «Ритм» свидетельствует о нарастании напряженности в системе регуляции в период «белых ночей». Средние характеристики этого показателя в период короткого светового дня находились в пределах нормы (16,7/16,0 %, М/Ме), в период «белых ночей» были выше оптимальных значений (от 0 % до 20 %) [10] (30,2/25,0 %).

Различные функциональные параметры организма во многом взаимосвязаны и взаимообусловлены. В полной мере это относится к показателям функционирования ССС. Полученные данные подвергли факторному анализу для снижения числа переменных и установления латентных взаимосвязей между параметрами. Были изучены особенности взаимосвязей и взаимообусловленностей исследуемых параметров на этапах, значительно отличающихся по длительности светлого времени суток. В период «белых ночей» и «биологических сумерек» в группе студентов выявлены по три значимых фактора, и наибольший процент организованной дисперсии определили для Фактора 1 («Артериальное давление»): в условиях длинного светового дня — 46,66 %, короткого светового дня — 39,39 %. Для Фактора 2 («Вегетативный») процент организованной дисперсии составил соответственно 17,31 % и 19,22 %, для Фактора 3 («Размеры тела») — 14,44 % и 15,41 %. Таким образом, процент организованной дисперсии отличался по анализируемым периодам для Факто-

ра 1, для двух других факторов был сопоставимым. Значение первого собственного числа также было выше в период «белых ночей» (4,20 на этапе длинного светового дня против 3,55 на этапе короткого светового дня), а второго — в условиях «биологических сумерек»: в период избытка инсоляции 1,56, при световом голодании — 1,73. Значения третьего собственного числа отличались несущественно.

Была изучена структура взаимосвязей определяемых параметров и ее отличия в зависимости от фотопериода при помощи факторного анализа методом главных компонент, который позволяет перейти от большого количества признаков к меньшему числу переменных, называемых факторами. В фактор объединяются коррелирующие между собой переменные. В период «белых ночей» по Фактору 1 («Артериальное давление») значимых величин достигали ФН четырех показателей (табл. 3). Наиболее высокую ФН несет величина СрДД (0,96). Этот показатель является относительно постоянным, отражает мобилизацию функций ССС [18]. Среди особенностей течения маскированной артериальной гипертензии называется высокая чувствительность данного показателя [19]. Несколько ниже были ФН сосудистого (ДАД) и сердечного (САД) компонентов АД (соответственно 0,90 и 0,88). Также значимую ФН определили для индекса микроальтернаций «Миокард» (0,77).

Таким образом, структуру Фактора 1 («Артериальное давление») в период длинного светового дня образовали характеристики АД и показатель, отражающий адаптивное состояние сердечной мышцы.

В период «биологических сумерек» в структуру Фактора 1 («Артериальное давление») также входили показатели АД: СрДД, ДАД и САД. При этом значимые ФН были положительными и убывали в последовательности: СрДД (0,99), ДАД (0,96), САД (0,88) (табл. 4). В условиях короткого светового дня ФН индекса «Миокард» уменьшалась до незначимой, вероятно, вследствие снижения адаптивной нагрузки на сердечную мышцу в условиях повышения парасимпатической активности.

По Фактору 2 («Вегетативный») в период «белых ночей» значимой величины достигает ФН только одного показателя — ВИК (0,82). ВИК отражает соотношение симпатической и парасимпатической активности. Есть сведения о зависимости интегральных показателей гемодинамики от парасимпатической активности у молодых людей в условиях покоя [20]. Зимой структуру Фактора 2 («Вегетативный») формируют: индекс «Ритм» (0,75), «Миокард» (0,56) и неожиданно антропометрические показатели: длина (0,67) и масса тела (0,60). В состав Фактора 3 («Размеры тела») летом вошли два

показателя: масса и длина тела (ФН соответственно 0,68 и 0,71), а зимой длительность сердечного цикла (–0,74) и ВИК (0,72). Итак, наблюдаются изменения структуры факторов, включающих антропометрические и функциональные показатели, в зависимости от особенностей фотопериода.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наиболее жестких взаимосвязях между характеристиками АД на этапах исследования с крайними вариантами фотопериода. Жесткость связей в системе характеризует ограничение степеней свободы, и, как следствие, сужение спектра адаптивных реакций со стороны механизмов обеспечения гомеостазиса АД. Вследствие этого основные адаптивные перестройки к динамике освещенности испытывают механизмы обеспечения сердечной деятельности.

Выводы

Таким образом, анализ электрофизиологических свойств миокарда у обследуемых показал значимые отличия в зависимости от продолжительности светового времени суток. В целом экстремальное удлинение светового дня для организма студенток северного вуза явилось более дискомфортным обстоятельством, чем «биологические сумерки». В период «белых ночей» ССС девушек находилась в состоянии функционального напряжения, отметили повышение интегральных показателей дисперсионного картирования. Увеличение ЧСС в покое в период с длинным световым днем свидетельствует о меньшей эффективности работы сердечной мышцы, расходовании хронотропного резерва сердца. Исходя из этого, с целью профилактики и раннего выявления признаков формирования кардиоваскулярной патологии у обучающихся субарктического региона более целесообразно проводить диспансеризацию в весенне-летний период, в том числе с учетом расписания летней экзаменационной сессии.

Финансирование / Funding

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Правительства ХМАО-Югры № 22–15–20023, <https://rscf.ru/project/22-15-20023/>. / The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation and the Government of Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra No. 22–15–20023, <https://rscf.ru/project/22-15-20023/>.

Конфликт интересов / Conflict of interest

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

Список литературы / References

1. Загородников Г. Г., Коровин А. Е., Миронов В. Г., Загородников Г. Н., Товпеко Д. В., Чурилов Л. П. Основные гематологические и метаболические показатели крови у летного состава на разных сроках службы в условиях Арктики. Биосфера. 2019;11(4):211–226. [Zagorodnikov GG, Korovin AE, Mironov VG, Zagorodnikov GN, Tovpeko DV, Churilov LP. Basic hematological and metabolic blood parameters of flight personnel at different terms of service in the Arctic. Biosphere. 2019;11(4):211–226. In Russian].
2. Кубушка О. Н., Гудков А. Б., Лабутинов Н. Ю. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север. Экология человека. 2004;5:16–18. [Kubushka ON, Gudkov AB, Labutin NY. Some reactions of the cardiorespiratory system in young subjects during adaptive stress of relocation to the North. Human Ecology. 2004;5:16–18. In Russian].
3. Химикина О. И., Третьякова О. Н., Блинов А. В., Ефремов Д. С., Паламарчук А. С. Результаты исследований функциональных показателей сердечно-сосудистой системы организма человека на Севере. Вестник новых медицинских технологий. 2013;1:103. [Khimikova OI, Tretyakova ON, Blinov AV, Efremov DS, Palamarchuk AS. Results of studies of functional indices of the cardiovascular system of the human body in the North. Bulletin of the New Medical Technologies. 2013;1:103. In Russian].
4. Морголь А. С., Янковская Л. В. Ассоциация уровня витамина D в организме с морфофункциональным состоянием миокарда у лиц с хронической сердечной недостаточностью. Артериальная гипертензия. 2016;22(2):169–176. doi:10.18705/1607-419X-2016-22-2-169-176 [Morgol AS, Yankovskaya LV. The association between vitamin D and myocardial structure and function in congestive heart failure. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2016;22(2):169–176. doi:10.18705/1607-419X-2016-22-2-169-176. In Russian].
5. Каронова Т. Л., Андреева А. Т., Злотникова Е. К., Гринева Е. Н. Дефицит витамина D и артериальная гипертензия: что общего? Артериальная гипертензия. 2017;23(4):275–281. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-4-275-281 [Karonova TL, Andreeva AT, Zlotnikova EK, Grineva EN. Vitamin D deficiency and arterial hypertension: what is common? Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2017;23(4):275–281. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-4-275-281. In Russian].
6. Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С., Гапон Л. И., Дьячков С. М., Губин Д. Г. Прогностическая значимость нарушений хронотипа суточного ритма артериального давления у нормотензивных лиц в условиях вахты на Крайнем Севере. Артериальная гипертензия. 2017;23(1):36–46. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-1-36-46 [Shurkevich NP, Vetoshkin AS, Gapon LI, Diachkov SM, Gubin DG. Prognostic value of blood pressure circadian rhythms disturbances in normotensive shift workers of the Arctic polar region. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2017;23(1):36–46. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-1-36-46. In Russian].
7. Кузьменко Н. В., Плисс М. Г., Цырлин В. А. Связь между временем года и развитием вазоренальной гипертензии. Артериальная гипертензия. 2017;23(6):561–573. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-6-561-573 [Kuzmenko NV, Pliss MG, Tsyrlin VA. Relationship between the time of year and the development of vasorenal hypertension. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2017;23(6):561–573. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-6-561-573. In Russian].
8. Ветошкин А. С., Шуркевич Н. П., Гапон Л. И., Губин Д. Г., Симонян А. А., Пошинов Ф. А. Роль ритма при-

родной освещенности в формировании десинхроноза в условиях заполярной вахты. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(4):91–100. doi:10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100 [Vetoshkin AS, Shurkevich NP, Gapon LI, Gubin DG, Simonyan AA, Poshinov FA. The role of natural light rhythm in the development of desynchronization in the conditions of rotational shiftwork in the Arctic. Siberian Medical Journal. 2019;34(4):91–100. doi:10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100. In Russian].

9. Иванов Г. Г., Буланова Н. А., Николаева М. В., Щелыкина С. П., Николаев Д. В., Халаби Г. Индекс микроальтернаций «Миокард»: влияние пола, возраста и частота нормальных значений при скрининговых обследованиях населения. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2018;13(4):589–593. [Ivanov GG, Bulanov NA, Nikolaeva MV, Shelikalina SP, Nikolaev DV, Khalabi G. The Myocardium micro-alternations index: the influence of gender, age and the frequency of normal values in screening examinations of the population. Medical Bulletin of Northern Caucasus. 2018;13(4):589–593. In Russian].

10. Система скрининга сердца компьютерная. «Кардиовизор»: методические рекомендации. МКС.К020001–64а. Москва. 2008. 23 с. [Computer-assisted cardiac screening system. “Cardiovisor”: methodological recommendations. MKS. KS020001–64a. Moscow. 2008. 23 p. In Russian].

11. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах. Экология человека. 2012;1:3–11. doi:10.17816/humeco17512 [Khasnulin VI, Khasnulin PV. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. Human Ecology. 2012;1:3–11. doi:10.17816/humeco17512. In Russian].

12. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018;23(6):7–122. doi:10.15829/1560-4071-2018-6-7-122 [Cardiovascular prevention 2017. Russian national recommendations. Russian Journal of Cardiology. 2018;23(6):7–122. doi:10.15829/1560-4071-2018-6-7-122. In Russian].

13. Копосова Т. С., Чикова С. Н., Чиков А. Е. Адаптивные возможности организма студентов в период «биологической тьмы». Экология человека. 2007;1:50–54. [Koposova TS, Chikova SN, Chikov AE. Adaptive capabilities of students during the «biological darkness». Human Ecology. 2007;1:50–54. In Russian].

14. Шаламова Е. Ю., Сафонова В. Р., Рагозин О. Н. Межполовые отличия суточных вариаций показателей центральной гемодинамики у студентов северного медицинского вуза. Экология человека. 2016;7:26–30. [Shalamova EY, Safonova VR, Ragozin ON. Intersex differences in diurnal variations of central hemodynamic indices in students of northern medical school. Human Ecology. 2016;7:26–30. In Russian].

15. Аверин А. С., Евтушенко И. Д., Михеева Д. Ю., Иванова Т. В., Волков Р. В., Меньшикова Н. С. и др. Изменение среднего гемодинамического артериального давления у беременных женщин с гипертоническим синдромом. Сибирский медицинский журнал. 2010;25(4–2):32–34. [Averin AS, Evtushenko ID, Mikheeva DY, Ivanova TV, Volkov RV, Menshikova NS et al. Changes in mean hemodynamic blood pressure in pregnant women with hypertensive syndrome. Siberian Medical Journal. 2010;25(4–2):32–34. In Russian].

16. Шевелева А. М., Клаучек С. В. Гендерные и возрастные особенности суточной динамики артериального давления у здоровых подростков 12–17 лет. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2017;4(64):108–111. doi:10.19163/1994-9480-2017-4(64)-108-111. [Sheveleva AM, Klauchek SV. Gender and age features of the daily blood pressure variations in healthy adolescents 12–17 years old. Bulletin of

Volgograd State Medical University. 2017;4(64):108–111. doi:10.19163/1994-9480-2017-4(64)-108-111. In Russian].

17. Pogonyshva IA, Lunyak II, Pogonyshv DA. Annual dynamics of dispersion mapping indicators of electrocardiogram tracings in students with different chronotypes. Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2021;2(54):88–92. doi:10.36906/23114444/21-2/11

18. Бачевич В. А., Красильникова В. А., Пермькова Е. Ю. Адаптационные возможности студентов из разных районов республики Тыва. Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2020;3:19–31. doi:10.32521/2074-8132.2020.3.019-031 [Bacevich VA, Krasilnikova VA, Permyakova EY. Adaptation capabilities of students from different districts of the Tyva Republic. Bulletin of Moscow University. Series 23: Anthropology. 2020;3:19–31. In Russian].

19. Лямина Н. П., Малинова Л. И., Наливаева А. В., Бизяева Е. А., Сенчихин В. Н. Маскированная артериальная гипертензия у работающих женщин среднего возраста: аспекты скрининга и прогноза. Кардиология. 2016;56(3):30–34. doi:10.18565/cardio.2016.3.30-34 [Lyamina NP, Malinova LI, Nalivaeva AV, Bisyayeva EA, Sentshikhin VN. Masked arterial hypertension in middle-aged working women: aspects of screening and prognosis. Kardiologiya. 2016;56(3):30–34. doi:10.18565/cardio.2016.3.30-34. In Russian].

20. Спитин А. П., Царев Ю. К., Першина Т. А. Показатели центральной гемодинамики у студентов младших курсов в зависимости от активности парасимпатического отдела автономной нервной системы. Медицинская наука и образование Урала. 2019;20(2):86–89. [Spitsin AP, Tsarev YK, Pershina TA. Indicators of central hemodynamics in undergraduate students depending on the activity of the parasympathetic part of the autonomic nervous system. Medical Science and Education of Ural. 2019;20(2):86–89. In Russian].

Информация об авторах

Погонышева Ирина Александровна — кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», ORCID: 0000–0002–5759–0270, e-mail: severina.i@bk.ru;

Шаламова Елена Юрьевна — доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры нормальной и патологической физиологии БУ ВО ХМАО — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», ORCID: 0000–0001–5201–4496, e-mail: selenzik@mail.ru;

Погонышев Денис Александрович — кандидат биологических наук, доцент, первый проректор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», ORCID: 0000–0001–8815–1556, e-mail: dapogonyshv@nvsu.ru;

Бочкарев Михаил Викторович — кандидат медицинских наук, научный сотрудник научно-исследовательской группы гиперсомний и дыхательных расстройств научно-исследовательского центра неизвестных, редких и генетически обусловленных заболеваний Научного центра мирового уровня «Центр персонализированной медицины», научный сотрудник группы сомнологии научно-исследовательского отдела артериальной гипертензии Института сердца и сосудов ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, ORCID: 0000–0002–7408–9613, e-mail: bochkarev_mv@almazovcentre.ru;

Рагозин Олег Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной терапии БУ ВО ХМАО — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», ORCID: 0000–0002–5318–9623, e-mail: oragozin@mail.ru.

Author information

Irina A. Pogonysheva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Ecology, Nizhnevartovsk State University, ORCID: 0000-0002-5759-0270, e-mail: severina.i@bk.ru;

Elena Yu. Shalamova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor, Department of Normal and Pathological Physiology, Khanty-Mansiysk State Medical Academy, ORCID: 0000-0001-5201-4496, e-mail: selenzik@mail.ru;

Denis A. Pogonyshev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, First Vice-Rector, Vice-Rector for Scientific Work, Nizhnevartovsk State University, ORCID: 0000-0001-8815-1556, e-mail: dapogonyshev@nvsu.ru;

Michael V. Bochkarev, MD, PhD, Researcher, Research Group of Hypersomnia and Respiratory Disorders, the Research Center for Unknown, Rare and Genetically Determined Diseases, the World-class Scientific Center “Center for Personalized Medicine”, Researcher, Somnology Group, Research Department of Arterial Hypertension, the Heart and Vascular Institute, Almazov National Medical Research Center, ORCID: 0000-0002-7408-9613, e-mail: bochkarev_mv@almazovcentre.ru;

Oleg N. Ragozin, MD, PhD, DSc, Professor, Department of Hospital Therapy, Khanty-Mansiysk State Medical Academy, ORCID: 0000-0002-5318-9623, e-mail: oragozin@mail.ru.