

# Годовая динамика артериального давления и метеочувствительность у женщин

Н.Г. ВАРЛАМОВА<sup>1</sup>, Т.А. ЗЕНЧЕНКО<sup>2, 3</sup>, Е.Р. БОЙКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт физиологии» Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия; <sup>2</sup>ФГБНУ «Институт теоретической и экспериментальной биофизики» РАН, Пушкино, Московской области, Россия; <sup>3</sup>ФГБНУ «Институт космических исследований» РАН, Москва, Россия

## Резюме

**Цель исследования.** Изучение годового цикла артериального давления (АД) и метеочувствительности у женщин в возрасте 20—59 лет с нормальным АД.

**Материалы и методы.** Ежедневно обследовали одну и ту же группу из 25 не курящих женщин, проживающих на европейском севере России (62° с.ш. и 51° в.д.) практически с рождения и занятых умственным трудом средней степени напряженности. В течение года проведено 11 823 измерения АД методом Короткова, частота сердечных сокращений подсчитана пальпаторно. Данные метеорологических параметров взяты на сайтах: <http://meteo.infospace.ru> и [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic\\_data/indices/kp\\_ap](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic_data/indices/kp_ap). Статистическую значимость различий показателей определяли с помощью критериев Фишера и Ньюмана—Кейлса. В работе использован корреляционный анализ с расчетом рангового коэффициента корреляции Спирмена.

**Результаты.** Максимальные значения систолического АД выявлены в феврале, диастолического — в январе. Минимальные значения систолического АД характерны для июля, диастолического — для августа. Индивидуальный анализ чувствительности к вариациям внешних факторов показал, что на атмосферную температуру реагируют почти 88% женщин, на геомагнитную активность — почти 44%, на относительную влажность воздуха — почти 24% и на величину атмосферного давления — почти 16% женщин.

**Заключение.** Динамика систолического и диастолического АД в годовом цикле у женщин зависит от метеорологических факторов и свидетельствует о смене приоритетов его контроля в разные периоды года.

*Ключевые слова:* артериальное давление, метеочувствительность, годовой цикл, женщины.

## Annual blood pressure dynamics and weather sensitivity in women

N.G. VARLAMOVA<sup>1</sup>, T.A. ZENCHENKO<sup>2, 3</sup>, E.R. BOYKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physiology, Komi Research Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; <sup>2</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region, Russia; <sup>3</sup>Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Aim.** To study the annual cycle of blood pressure (BP) and weather sensitivity in normotensive women aged 20-59 years.

**Subjects and methods.** The same group of 25 non-smoking women who had been living in the European North of Russia (62° N, 51° E) almost since their birth and were engaged in moderate-intensity mental labor was daily examined. During a year, there were 11823 blood pressure measurements using the Korotkoff technique; heart rate was calculated by palpation. These meteorological parameters were taken at the websites: <http://meteo.infospace.ru> and [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic\\_data/indices/kp\\_ap](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic_data/indices/kp_ap). The statistical significance of differences in the indicators was determined using the Fisher's test and the Newman-Keuls test. The study used a correlation analysis with the calculation of the Spearman's rank correlation coefficient.

**Results.** The maximum systolic and diastolic BP values were revealed in February and January, respectively. The minimum values of systolic BP were detected in July; those of diastolic BP were in August. An individual-based analysis of sensitivity to environmental variations showed that about 88% of the women responded to atmospheric temperature; nearly 44% did to geomagnetic activity; almost 24% were sensitive to relative air humidity, and about 16% of the women were to atmospheric pressure.

**Conclusion.** The dynamics of systolic and diastolic BP in the annual cycle of women depends on meteorological factors and suggests that there is a change in the priorities of its control in different periods of a year.

*Keywords:* blood pressure, weather sensitivity, annual cycle, women.

АД — артериальное давление  
ДАД — диастолическое АД  
ПСС — периферическое сосудистое сопротивление  
САД — систолическое АД  
ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания

ЧСС — частота сердечных сокращений  
ЭТ-1 — эндотелин-1  
P<sub>атм</sub> — атмосферное давление  
T<sub>атм</sub> — атмосферная температура

## Сведения об авторах:

Зенченко Татьяна Александровна — с.н.с.

Бойко Евгений Рафаилович — директор ИФ Коми НЦ УрО РАН

## Контактная информация:

Варламова Нина Геннадьевна — с.н.с.; 167982 Сыктывкар, ГСП-2, Первомайская, 50; тел.: +7(821)224-1474; e-mail: nivarlam@physiol.komisc.ru

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) — глобальная проблема здравоохранения во всем мире [1]. Они связаны со значительными социально-экономическими потерями и выше у женщин [2]. Артериальное давление (АД) может зависеть от сезонных изменений окружающей среды [3—13]. Наибольший всплеск смертности от ССЗ наблюдается в трудоспособном возрасте — от 25 до 64 лет [14].

Успешная антигипертензивная терапия невозможна без изучения нормальных уровней АД у населения РФ в различных климатических зонах. Годовые циклы АД определены в ряде работ [7, 15], однако годовая динамика АД и метеочувствительность у женщин в возрасте 20—59 лет, проживающих в условиях европейского севера России, в доступной литературе нам не встречалась, поэтому цель нашей работы состояла в изучении годового цикла АД и метеочувствительности у женщин в возрасте 20—59 лет с нормальным АД.

## Материалы и методы

Ежедневно, в рабочие дни, обследовали одну и ту же профессионально однородную группу из 25 человек практически здоровых (с уровнем АД не выше 140/90) не курящих женщин в возрасте 20—59 лет, проживающих на европейском севере России (62° с.ш. и 51° в.д.) с рождения и занятых умственным трудом средней степени напряженности. В группу входили 6 женщин в возрасте 20—29 лет, 6 в возрасте 30—39 лет, 7 в возрасте 40—49 лет и 6 в возрасте 50—59 лет.

Перед началом обследования женщины подписывали информированное согласие. При формировании группы проведен сбор анамнеза и анализ медицинских карт. Учитывали медицинский анамнез и историю применения лекарственных средств, традиционные факторы риска развития ССЗ (прием лекарственных препаратов, влияющих на уровень АД, курение, отношение к алкоголю, повышенное употребление поваренной соли, кофе и чая). Никто из членов группы не состоял на учете у врача по поводу каких-либо заболеваний, не имел хронических заболеваний и в дни измерения АД не имел острых заболеваний. Никто из женщин не принимал постоянно лекарственные препараты, включая пероральные контрацептивы. Назальные деконгестанты применялись короткими курсами 3—5 дней в период заболевания гриппом и ОРЗ в условиях домашнего режима и отсутствия измерения АД в эти дни. Среди женщин отсутствовали приверженцев избыточного употребления чая, кофе, спиртных напитков, увлечения солениями и бессолевой диетой. Для исключения влияния на уровень АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) причин не очень хорошего самочувствия измерения в эти дни исключены из базы данных. Участницы группы проходили ежемесячный контроль электрокардиограммы. После окончания обследования проведен анализ графика отпусков.

У женщин после 5-минутного отдыха сидя в удобной позе выполнены врачом измерения АД на левой руке трехкратно методом Короткова с помощью механического прибора ВР АГ1-30В («Microlife», Швейцария) с интервалом 30—60 с, один раз в сутки примерно в одно и то же время. В дальнейшем трехкратные измерения АД объединяли и получали средние значения систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД). После измерения АД подсчитывали пальпаторно за 1 мин ЧСС с использованием механического секундомера «Агат» (Россия). Перед обследованием приборы прошли контрольную поверку в ФБУ «Коми ЦСМ». У 25 женщин в возрасте 20—59 лет (средний 40,9±2,1 года), ростом 162,2±6,9 см, массой тела 63,7±9,2 кг в течение года проведены 11 823 измерения.

Данные метеорологических параметров: атмосферной температуры ( $T_{\text{атм}}$ ) и атмосферного давления ( $P_{\text{атм}}$ ), относительной влажности воздуха взяты на сайте <http://meteo.infospace.ru/>. Уровень геомагнитной активности по индексу Кр предоставлен с сайта [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic\\_data/indices/kp\\_ap](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic_data/indices/kp_ap).

В расчетах использованы среднесуточные значения, полученные вычислением среднего арифметического восьми трехчасовых показателей.

Статистическая обработка полученных данных проведена в программной среде Матлаб R2010a, Microsoft Office Excel 2003 и «Биостат» (версия 4.03). Влияние ежемесячной погоды на изучаемые показатели оценивали методом однофакторного дисперсионного анализа (критерий  $F$  Фишера). Достоверность различий показателей в разные месяцы определяли с помощью критерия Ньюмена—Кейлса. В работе проведен анализ как среднегрупповых, так и индивидуальных значений АД каждого члена группы, а также комбинированной метеочувствительности. Чтобы избежать влияния формы выборочных распределений, отличных от нормального, для оценки степени статистической связи между временными рядами индивидуальных значений физиологических показателей и синхронными им величинами метеопараметров использован корреляционный анализ с расчетом рангового коэффициента корреляции Спирмена. Уровень статистической связи между каждым физиологическим показателем и синхронными ему вариациями метеорологического параметра персонально для каждой женщины определялся длиной временного ряда индивидуальных наблюдений, который в данной работе для разных членов группы составлял от 72 до 350 точек. Вывод о наличии или отсутствии связи с вариациями метеопараметров делал персонально для каждого члена группы на основании вычисленных (посредством программы Matlab) уровней статистической значимости коэффициентов корреляции. Затем отдельно по каждому метеопараметру и каждому физиологическому показателю рассчитывали процент лиц в группе с метео- или магнитночувствительностью.

## Результаты

В годовом цикле САД, ДАД и ЧСС представлены в **табл. 1**, метеорологические показатели — в **табл. 2**.

**САД.** Среднегодовой уровень САД у женщин 20—59 лет составил 113,7±9,8 мм рт.ст., в разные месяцы годового цикла оно статистически значимо различалось ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (**см. табл. 1; рис. 1**). Наиболее высокое САД зарегистрировано в феврале (117,2±7,3 мм рт.ст.), низкое — в июле (106,7±8,1 мм рт.ст.). У женщин разница между максимальным и минимальным значениями САД в годовом цикле составила 10,5 мм рт.ст. В феврале САД оказалось статистически значимо ( $p < 0,05$ ) выше, чем в другие месяцы года (кроме января), а в июле — ниже. При сравнении САД между соседними месяцами выявлены статистически значимые различия ( $p < 0,05$ , критерий Ньюмена—Кейлса) между мартом и февралем, июнем-июлем, июлем-августом, августом-сентябром.

Индивидуальный анализ связи между вариациями физиологических показателей и метеорологическими и геомагнитными параметрами показал, что статистически значимые ( $p < 0,05$ ) корреляции САД с параметрами внешней среды выявлены с  $T_{\text{атм}}$  у 88% женщин (чем ниже температура, тем выше САД:  $r$  до  $-0,433$ ); с геомагнитной активностью у 44% (чем больше индекс Кр, тем выше САД:  $r$  до 0,281); с относительной влажностью воздуха у 24% (у 20% чем более влажный воздух, тем выше САД:  $r$  до 0,361 и у 4% чем меньше влажность, тем выше САД:  $r$  до  $-0,244$ ); у 12% женщин между  $P_{\text{атм}}$  (чем ниже  $P_{\text{атм}}$ , тем выше САД:  $r$  до  $-0,246$ ) (**рис. 2**). В целом у 8% женщин САД не реагировало на рассматриваемые метеорологические показатели (температуру, давление, влажность, магнитную активность). У 32% женщин САД реагировало на один метеорологический показатель, у 48% — на два, у 8% — на три, у 4% — на четыре.

**Таблица 1. САД и ДАД, ЧСС у женщин 20—59 лет в годовом цикле**

Месяц (номер месяца)	АД, мм рт.ст.		ЧСС, уд/мин*
	САД*	ДАД*	
Январь (1-й)	116,1±8,7 930**4-10	79,1±5,8 885**3-10	72,2±7,2 311**6
Февраль (2-й)	117,2±8,8 987**3-12	77,9±6,2 942**5, 7, 8	71,7±7,1 331**6
Март (3-й)	114,7±9,2 1227**2, 5, 7-9	76,7±6,4 1203**1, 7, 8, 11	71,1±7,0 406**8, 11, 12
Апрель (4-й)	114,0±9,5 1230**1, 2, 7, 8	76,5±6,8 1209**1, 7, 8, 11	71,5±7,2 407**8
Май (5-й)	112,4±8,6 858**1-3, 7, 8	75,9±6,5 828**1, 2, 7, 8, 10-12	72,1±7,2 284**6
Июнь (6-й)	113,6±9,2 966**1, 2, 7, 8	76,4±6,9 936**1, 7, 8, 11	70,2±7,1 321**1, 2, 5, 8-12
Июль (7-й)	106,7±8,1 777**1-6, 8-12	73,4±6,0 771**1-6, 9-12	71,1±6,5 256**8, 12
Август (8-й)	109,2±10,0 579**1-7, 9-12	73,0±7,7 573**1-6, 9-12	73,5±6,8 192**3, 4, 6, 7
Сентябрь (9-й)	112,5±9,4 957**1-3, 7, 8	76,6±7,0 939**1, 7, 8, 11	72,0±6,9 316**6
Октябрь (10-й)	113,7±8,9 1098**1, 2, 7, 8	77,4±5,8 1044**1, 5, 7, 8	72,3±7,0 364**6
Ноябрь (11-й)	114,5±9,0 1005**2, 7, 8	78,1±6,2 942**3-9	72,8±6,6 345**3, 6
Декабрь (12-й)	114,5±9,1 1017**2, 7, 8	77,8±5,9 957**5, 7, 8	73,0±7,2 338**3, 6, 7

*Примечание.* Здесь и в табл. 2: данные представлены в виде  $X \pm SD$  и  $n$ , где  $X \pm SD$  среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение,  $n$  — число измерений. \* —  $p < 0,001$  (критерий  $F$ , фактор влияния — погодные условия месяца); \*\* —  $p < 0,05$  критерий Ньюмена—Кейлса: статистическая значимость между двумя месяцами; цифрами после звездочек обозначены месяцы, в которых показатель имеет статистически значимые различия.

**ДАД.** Среднегодовой уровень ДАД у женщин 20—59 лет составил  $76,9 \pm 6,4$  мм рт.ст. ДАД в годовом цикле имели статистические различия ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 1, см. рис. 1). Наиболее высокое ДАД отмечено в январе ( $79,1 \pm 5,8$  мм рт.ст.), низкое — в августе ( $73,0 \pm 7,7$

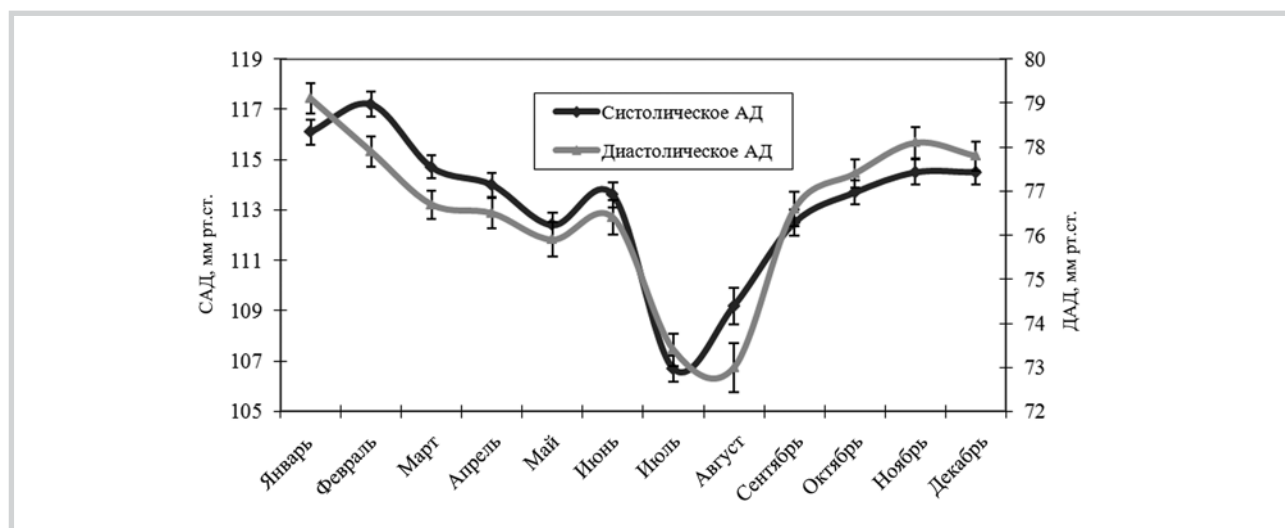
мм рт.ст.). У женщин разница между среднемесячными максимальным и минимальным уровнем ДАД составила  $6,1$  мм рт.ст. В январе ДАД было выше ( $p < 0,05$ ), чем в марте-октябре. Уровни ДАД между соседними месяцами статистически значимо различались ( $p < 0,05$ ) в июне-июле и августе-сентябре.

Наибольшее число статистически значимых ( $p < 0,05$ ) корреляций ДАД с параметрами внешней среды выявлены у 76% женщин с  $T_{атм}$  ( $r$  до  $-0,481$ ; чем ниже температура, тем выше ДАД) (рис. 3). У 44% женщин ДАД реагировало на геомагнитную активность (чем больше индекс Кр, тем выше ДАД:  $r$  до  $0,318$ ); у 24% — на изменение относительной влажности воздуха (чем больше влажность, тем выше ДАД:  $r$  до  $0,365$ ) и у 16% — на изменение  $P_{атм}$  (чем ниже  $P_{атм}$ , тем выше ДАД:  $r$  до  $-0,219$ ) (см. рис. 3).

У 24% женщин ДАД не реагировало на метеорологические показатели. У 16% женщин ДАД реагировало на один метеорологический показатель, у 36% — на два, у 20% — на три, у 4% — на четыре.

**ЧСС.** Среднегодовая ЧСС у женщин 20—59 лет составила  $71,9 \pm 7,0$  уд/мин. ЧСС в годовом цикле статистически значимо различалась ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 1). Наиболее высокая ЧСС характерна для августа ( $73,5 \pm 6,8$  уд/мин), минимальный уровень зарегистрирован в июне ( $70,2 \pm 7,1$  уд/мин). У женщин разница между среднемесячной максимальной и минимальной ЧСС составила  $3,3$  уд/мин. В августе ЧСС была выше ( $p < 0,05$ ), чем в марте-апреле и июне-июле. Существенные различия ЧСС между соседними месяцами ( $p < 0,05$ ) получены в августе-сентябре.

У 36% женщин ЧСС реагировала ( $p < 0,05$ ) на геомагнитную активность (у 24% чем больше индекс Кр, тем выше ЧСС:  $r$  до  $0,248$  и у 12% — при увеличении Кр ЧСС уменьшалась:  $r$  до  $-0,213$ ). У 32% женщин ЧСС зависела от  $T_{атм}$  (у 24% при понижении температуры ЧСС росла:  $r$  до  $-0,256$  и у 8% при уменьшении температуры — снижалась:  $r$  до  $0,631$ ). У 12% женщин ЧСС реагировала на относительную влажность: у 8% с увеличением влажности ЧСС росла:  $r$  до  $0,244$  и у 4% картина была обратной:  $r$  до  $-0,169$ . Статистически значимых корреляций между уровнем  $P_{атм}$  и ЧСС не выявлено. 24% женщин ЧСС не



**Рис. 1.** САД и ДАД у женщин 20—59 лет в годовом цикле ( $p < 0,001$ ).

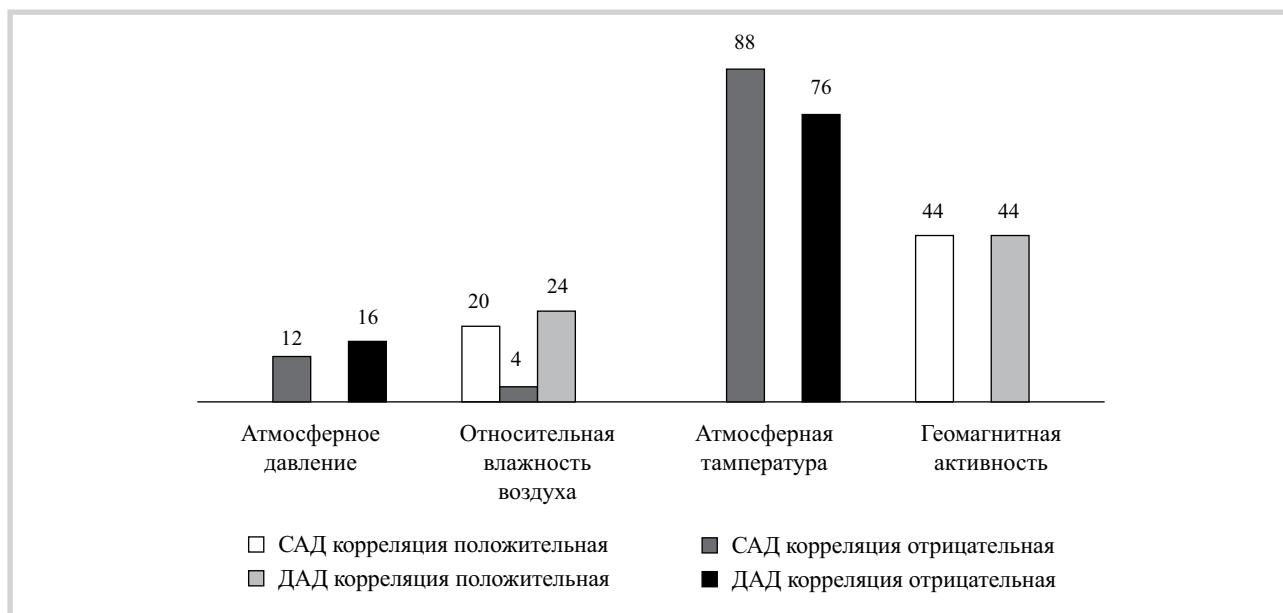


Рис. 2. Метеочувствительность у женщин 20—59 лет (числа — процент женщин, для которых при индивидуальном анализе обнаружены корреляции САД и ДАД с метеорологическими показателями на уровне статистической значимости  $p < 0,05$ ).

Таблица 2. Метеорологические показатели в годовом цикле

Месяц	$T_{\text{атм}}, ^\circ\text{C}^*$	$P_{\text{атм}}, \text{гПа}^*$	Относительная влажность воздуха, %*	Индекс геомагнитной активности, Кр*
Январь (1-й)	$-10,7 \pm 5,4$ 31**3-11	$1003,8 \pm 7,0$ 31**6, 9, 11	$77,1 \pm 6,1$ 31**4-5, 7, 9-12	$26,6 \pm 6,2$ 31**2-12
Февраль (2-й)	$-11,3 \pm 7,4$ 29**3-11	$997,2 \pm 10,1$ 29	$74,7 \pm 7,2$ 29**4, 7, 9-12	$19,1 \pm 7,7$ 29**1
Март (3-й)	$-4,1 \pm 4,0$ 31**1-2, 4-10, 12	$1000,9 \pm 10,6$ 31**6, 11	$71,1 \pm 13,6$ 31**4, 8-12	$19,4 \pm 8,5$ 31**1
Апрель (4-й)	$-1,8 \pm 5,4$ 30**1-3, 5-9, 11-12	$1002,2 \pm 7,4$ 30**6, 11	$58,3 \pm 12,9$ 30**1-3, 5-12	$16,5 \pm 6,9$ 30**1
Май (5-й)	$9,4 \pm 5,6$ 31**1-4, 6-8, 10-12	$998,0 \pm 7,4$ 31	$69,0 \pm 14,5$ 31**1, 4, 8-12	$15,0 \pm 5,2$ 31**1
Июнь (6-й)	$13,3 \pm 5,7$ 30**1-5, 7, 9-12	$993,5 \pm 9,1$ 30**1, 3, 4, 7	$71,5 \pm 13,6$ 30**4, 8-12	$14,2 \pm 6,6$ 30**1
Июль (7-й)	$19,9 \pm 2,9$ 31**1-6, 8-12	$1000,4 \pm 4,8$ 31**6, 11	$67,0 \pm 9,6$ 31**1, 2, 4, 8-12	$19,0 \pm 13,4$ 31**1
Август (8-й)	$13,5 \pm 3,9$ 31**1-5, 7, 10-12	$999,8 \pm 9,7$ 31**11	$78,5 \pm 12,2$ 31**3-7	$14,6 \pm 7,5$ 31**1
Сентябрь (9-й)	$9,1 \pm 3,1$ 30**1-4, 6-7, 10-12	$996,7 \pm 7,2$ 30**1	$84,7 \pm 7,3$ 30**1-7	$13,2 \pm 8,2$ 301
Октябрь (10-й)	$1,3 \pm 2,9$ 31**1-3, 5-9, 11-12	$998,8 \pm 8,6$ 31	$85,2 \pm 7,3$ 31**1-7	$13,2 \pm 8,2$ 31**1
Ноябрь (11-й)	$-5,9 \pm 7,5$ 30**1-2, 4-10, 12	$992,9 \pm 11,3$ 30**1, 3, 4, 7, 8	$83,5 \pm 5,4$ 30**1-7	$17,2 \pm 7,5$ 30**1
Декабрь (12-й)	$-10,3 \pm 5,3$ 31**3-11	$997,6 \pm 5,1$ 31	$84,1 \pm 4,7$ 31**1-7	$17,2 \pm 7,5$ 31**1

реагировала на метеорологические показатели. У 16% женщин ЧСС реагировала на один метеорологический показатель, у 40% — на два, у 16% — на три, 4% — на четыре.

**Метеорологические показатели.**  $T_{\text{атм}}$  в течение года статистически значимо различалась ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 2, см. рис. 3). Среднегодовая температура

составила  $1,05 \pm 4,7 ^\circ\text{C}$ . Наиболее холодным месяцем года был февраль ( $-11,3 \pm 7,4 ^\circ\text{C}$ ), самым теплым — июль ( $19,9 \pm 2,9 ^\circ\text{C}$ ). Разница температур между самым холодным и теплым месяцем равнялась  $31,2 ^\circ\text{C}$  (см. рис. 2).

$P_{\text{атм}}$  в годовом цикле имело статистически значимые различия ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 2). Самое высокое давление было в январе ( $1003,8 \pm 7,0$  гПа), низкое

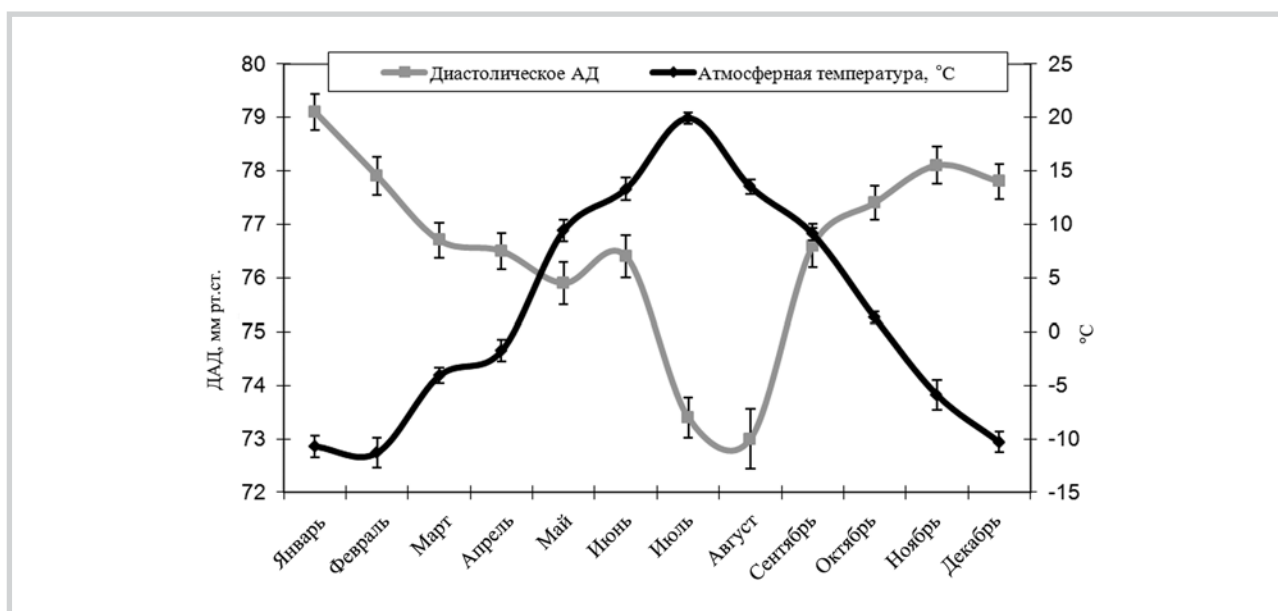


Рис. 3. ДАД у женщин 20—59 лет и  $T_{\text{атм}}$  в годовом цикле ( $p < 0,001$ ).

— в ноябре ( $992,9 \pm 11,3$  гПа). Различия между максимальным и минимальным среднемесячным давлением составили 10,9 гПа.

Относительная влажность воздуха в годовом цикле статистически значимо различалась ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 2). Наиболее влажным был октябрь ( $85,2 \pm 7,3\%$ ), самым сухим — апрель ( $58,3 \pm 12,9\%$ ). Различия во влажности в годовом цикле составили 26,9%.

Индекс геомагнитной активности Кр статистически значимо различался в течение года ( $p < 0,001$ , критерий Фишера) (см. табл. 2). Максимальная геомагнитная активность характерна для января ( $26,6 \pm 6,2$  ед.), минимальная — для сентября ( $13,2 \pm 8,2$  ед.). Разница индекса геомагнитной активности в годовом цикле составила 133,9 ед.

## Обсуждение

Сезонные колебания АД зачастую связаны с метеорологическими факторами, особенно с изменениями температуры наружного воздуха [4, 6, 12, 16–20], которая определяет утреннее давление, величину ночного снижения АД [17], а также сезонные изменения АД. Одним из факторов снижения ДАД в теплый период года, по-видимому, является уменьшение периферического сосудистого сопротивления (ПСС) в ответ на повышение температуры воздуха на улице и в помещении. Увеличение ДАД отмечено в январе — с ростом ПСС в связи с морозной погодой [12]. Максимум АД у обследованных нами женщин характерен для зимы (январь-февраль), минимум — для лета (июль-август), что совпадает с минимумами и максимумами годового температурного графика, самым высоким индексом геомагнитной активности Кр в январе. Зимний пик САД описан в работах ряда авторов [10, 12, 13, 21] и присущ не только здоровым, но и больным гипертонической болезнью [22]. Минимальные летние

уровни ДАД характерны для практически здоровых жителей Тюмени [23], мужчин Республики Коми [12], а также жителей Италии, принимающих антигипертензивную терапию и имеющих нормальный скорректированный уровень АД [10]. Скорость пульсовой волны — широко используемый клинический показатель жесткости артерий коррелировала с зимне-летними различиями в САД ( $r = 0,272$ ;  $p = 0,012$ ) [22]. По данным В.И. Хаснулина и соавт. [20], частота гипертонических кризов статистически значимо увеличивается с понижением температуры окружающей среды: в холодное зимнее время они возникают примерно на 37% чаще, чем в летнее. Максимальная связь гипертонических реакций у населения Российской Федерации обнаружена с температурой ( $r$  от  $-0,493$  до  $-0,658$ ) [20], что согласуется с полученными нами данными для САД и ДАД ( $r$  до  $-0,433$  и  $-0,481$  соответственно) и  $P_{\text{атм}}$  ( $r = 0,472$ ). Дневное САД уменьшается с увеличением температуры [10, 12, 24], что также подтверждает наши результаты (см. табл. 1, 2; см. рис. 2, 3). При адаптации к холоду увеличивается чувствительность тканей к норадреналину [25], появляется эритроцитоз с сопутствующим подъемом концентрации гемоглобина и повышением вязкости крови [26]. Холодный воздух может косвенно привести к увеличению риска развития сердечно-сосудистых осложнений через его воздействие на симпатическую и ренин-ангиотензивную системы, кровяное давление, факторы риска развития атеросклероза, такие как вязкость крови, количество фибриногена, липидов и мочевой кислоты [27]. По данным литературы [28], даже кратковременное (1 ч) холодное воздействие индуцирует у молодых здоровых людей тенденцию к гиперкоагуляции. Эти адаптивные реакции могут быть и причинами роста АД у жителей Севера в холодное время года. Более высокие уровни АД в течение зимы потенциально способствуют увеличению риска развития ССЗ и обуславливают необходимость персонализированного управления антиги-

пертензивными препаратами у пациента [10], а также более агрессивного снижения АД в холодные месяцы [29].

У женщин европейского севера, принимавших участие в нашем исследовании, разница между максимальным и минимальным уровнями САД в годовом цикле составила 10,5 мм рт.ст. и ДАД — 6,1 мм рт.ст. В литературе [16] выявлена разница САД между зимой и летом в 8,7 мм рт.ст., измеренному в выборке мужчин и женщин в возрасте 66,5±4,9 года утром. Среди жительниц Дели в возрасте от 18 до 40 лет с нормальным АД эта разница составляла 11,07 мм рт. ст. для САД и 6,79 мм рт.ст. для ДАД ( $p<0,001$ ) [5], что вполне согласуется с полученными нами данными.

В регуляции уровня АД принимает участие множество экзо- и эндогенных факторов. Суточный ритм АД зависит и от гормональных факторов, таких как гипоталамо-адреналовая, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная, ренин-альдостероновая системы, различных вазоактивных пептидов [1, 30]. То же самое можно сказать и о годовом ритме АД. Только сложная комбинация взаимодействий различных эндо- и экзогенных факторов приводит организм к конкретному уровню АД. Сезонные ритмы организма являются составной частью адаптационного процесса, они особенно ярко выражены в контрастных климатических поясах [31]. При изучении в плазме крови уровней вазоактивных веществ — эндотелина-1 (ЭТ-1) и оксида азота в течение года [32] показано, что самые высокие уровни вазоконстриктора ЭТ-1 отмечаются в январе-феврале (4 пг/мл), а самые низкие — в мае-июне (2,3 пг/мл). Уровни оксида азота в плазме крови были самыми низкими в январе-феврале (5,7 мкМ) и высокими — в сентябре-октябре (9,9 мкМ) [32]. При изучении годового цикла АД и ключевого антиоксидантного фермента — супероксиддисмутазы (СОД) у молодых практически здоровых мужчин [12] выявлено, что в августе и сентябре активность СОД больше ( $p<0,05$ ), чем в остальные месяцы. Высокие уровни вазоконстриктора ЭТ-1 в сочетании с низкими уровнями вазодилатора оксида азота вполне могут способствовать объяснению годовой динамики максимумов и минимумов САД и ДАД в нашем исследовании. Концентрация норадреналина и дофамина в крови у мужчин были выше при более низких температурах окружающей среды [21]. У женщин Приаралья в зимний период времени зарегистрирован более высокий уровень тиреотропного гормона, а в летний — наиболее низкий: различия составляли 24,5% [33], что также может влиять на уровень АД повышая его зимой и снижая летом.

При ежесуточных наблюдениях в двух клиниках Москвы на протяжении 7 и 13 лет [34] выявлено влияние факторов погоды ( $P_{\text{атм}}$ , температуры воздуха и геомагнитной активности) на развитие острой кардиологической патологии. Оказалось, что наиболее выраженными являются эффекты температуры [34], что подтверждают и наши данные. В работе В.И. Хаснулина и соавт. [20] также выявлена значительно меньшая зависимость гипертонических кризов от изменений  $P_{\text{атм}}$ , чем от температуры.

Исследования артериальной стенки у 194 мужчин (средний возраст 56,4 года) показали зависимость ее растяжимости от  $P_{\text{атм}}$  в диапазоне от 730 до 770 мм рт.ст. Результаты позволяют предполагать вазоконстрикторное действие повышенного  $P_{\text{атм}}$  на артерии шеи [9]. Одним

из основных механизмов повреждения сосудистой стенки у жителей Севера становится неконтролируемое антиоксидантами свободнорадикальное окисление липидов (окислительный стресс), активирующееся под действием мощных геомагнитных возмущений [35].

Изменение ЧСС у людей, живущих в холодном климате, по данным литературы [13], расценивается как сезонное колебание тонуса отделов вегетативной нервной системы, влияющих на ритм деятельности сердца. Высокая ЧСС в декабре (73,0±7,2 уд/мин), полученная нами у женщин, согласуется с зимним пиком ЧСС для декабря у мужчин (74,5 уд/мин), проживающих в этих же климатических условиях [13]. Корректное сопоставление ЧСС с данными литературы вызывает затруднение, так как в большинстве работ отсутствует годовой цикл показателя и довольно существенно различаются климатическая зона проживания и профессиональная специфика обследуемого контингента. Так, в работе Т. Hayashi и соавт. [16] не выявлено достоверных изменений ЧСС по сезонам у 20 мужчин и 25 женщин в возрасте 66,5±4,9 года.

По журналу учета отпусков у представителей обследованной нами группы они встречались ежемесячно, кроме апреля, причем только 13 человек из 25 использовали единый разовый отпуск, а 12 брали отпуск частями на протяжении года (от 2 до 6 раз). На 25 человек имелось 74 периода отпусков и их распределение по месяцам в течение года не оказывало статистически значимого влияния на годовую динамику АД.

Результаты, получаемые в рамках биоритмологических исследований, имеют не только фундаментальное, но и важнейшее прикладное значение. Игнорирование хрономедицинских закономерностей может существенно снижать эффективность лечения и иногда даже менять знак эффекта [36]. Учитывая хронобиологические аспекты антигипертензивной терапии в своей повседневной практике, можно с уверенностью рассчитывать на эффективную борьбу с сердечно-сосудистой смертностью [37]. С учетом сезонных колебаний метеорологических явлений должна разрабатываться система профилактики артериальной гипертонии [20] и других ССЗ, а также критериев персонального управления антигипертензивной терапией с учетом годового тренда показателей.

## Заключение

У женщин трудоспособного возраста с нормальным АД выявлена годовая вариабельность его с максимальным уровнем САД в феврале и ДАД в январе. Минимальные уровни САД характерны для июля, ДАД — для августа. Индивидуальный анализ чувствительности к вариациям внешних факторов показал, что на  $T_{\text{атм}}$  реагируют почти 88% женщин, на геомагнитную активность — почти 44%, на относительную влажность воздуха — почти 24% и на величину  $P_{\text{атм}}$  почти 16% женщин. Не метеочувствительными по САД являются 8% женщин, по ДАД — 24%. От 36 до 48% женщин реагирует сразу на два метеорологических показателя. Динамика САД и ДАД в годовом цикле у женщин свидетельствует о смене приоритетов его контроля в разные периоды года.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Виллевалде С.В. и др. Перспективы блокады ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и модуляции системы натрийуретических пептидов в лечении артериальной гипертензии и сердечной недостаточности. *Кардиология*. 2015;6:72-81. [Kobalava ZhD, Kotovskaia YV, Villevalde SV et al. Perspectives for the Blockade of the Renin-angiotensin-aldosterone System and Modulation of Natriuretic Peptides System in the Treatment of Arterial Hypertension and Heart Failure. *Kardiologija*. 2015;6:72-81. (In Russ.)].
2. Оганов Р.Г., Концевая А.В., Калинина А.М. Экономический ущерб от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011;10(4):4-9. [Oganov RG, Konzevaja AV, Kalinina AM. The economic costs of cardiovascular diseases in the Russian Federation. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2011;10(4):4-9. (In Russ.)].
3. Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Варламова Н.Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН 2007. [Evdokimov VG, Rogachevskaya OV, Varlamova NG. *The modulating influence of the North factors on human cardiorespiratory system in ontogenesis*. Ekaterinburg: Ural Branch of Russian Academy of Sciences 2007. (In Russ.)].
4. Зенченко Т.А., Рехтина А.Г., Хорсева Н.И. и др. Сравнительный анализ чувствительности различных показателей гемодинамики здоровых людей к действию атмосферных факторов в условиях средних широт. *Геофизические процессы и биосфера*. 2009;8(4):61-76. [Zenchenko TA, Rehtina AG, Horseva NI et al. Comparative analysis of the sensitivity of various hemodynamic of healthy people to the action of atmospheric factors in the conditions of the middle latitudes. *Geophysical processes and the Biosphere in 2009*;8(4):61-76. (In Russ.)].
5. Sinha PS, Kumar TD, Singh NP et al. Seasonal Variation of Blood Pressure in Normotensive Females Aged 18 to 40 Years in an Urban Slum of Delhi, India. *Asia-Pacific Journal of Public Health*. 2010;22(1):134-145. [Sinha PS, Kumar TD, Singh NP et al. Seasonal Variation of Blood Pressure in Normotensive Females Aged 18 to 40 Years in an Urban Slum of Delhi, India. *Asia-Pacific Journal of Public Health*. 2010;22(1):134-145. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.1177/1010539509351190>
6. Зенченко Т.А., Мёрзлый А.М., Солонин Ю.Г. Сравнение случаев индивидуальной метеочувствительности человека в экстремальных условиях зимы северных и средних широт. *Экология человека*. 2011;11:3-13. [Zenchenko TA, Merzlii AM, Solonin YuG. Comparison of cases of individual human meteorosensitivity in extreme winter conditions of northern and middle latitudes. *Human Environment in*. 2011;11:3-13. (In Russ.)].
7. Halberg F, Cornelissen G, Beaty L et al. Aligned physiological-epidemiological-physical environmental monitoring of variability in Vernadsky's noosphere: a chronosphere. Space weather effects on humans: in space and on earth. International conference; June 4-8 2012; Moscow. Accessed December 29, 2016. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/236941173>
8. Чазов Е.И., Бойцов С.А. Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения. *Терапевтический архив*. 2012;1:29-36. [Chazov EI, Bojcov SA. Influence of abnormal increase of temperature on mortality. *Terapevticheskij arhiv*. 2012;1:29-36. (In Russ.)].
9. Melnikov VN, Krivoschekov SG, Komlyagina TG et al. Limb muscle hemodynamics and arterial distensibility depend on atmospheric pressure in hypertensive men. *Biomed Environ Sci*. 2013;4:284-294. <https://doi.org/10.3967/0895-3988.2013.04.007>
10. Modesti PA, Morabito M, Massetti L, Rapi S, Orlandini S, Manca G, Gensini GF, Parati G. Seasonal blood pressure changes: an independent relationship with temperature and daylight hours. *Hypertension*. 2013;61:908-914. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.00315>
11. Hattori T, Munakata M. Blood pressure measurement under standardized indoor condition may mask seasonal blood pressure variation in men with mildly elevated blood pressure. *Clinical and Experimental Hypertension*. 2015;37(4):317-322. <https://doi.org/10.3109/10641963.2014.960975>
12. Varlamova N, Evdokimov V, Shadrina V et al. Blood pressure, Oxygen Consumption and Superoxide Sismutase in Young Men in the Annual Cycle. *Annals of Clinical and Experimental Hypertension*. 2015;3(1):1019-1025.
13. Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р. Годовая динамика функциональных показателей у жителей Севера. *Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология»*. 2015;(3):27-39. [Solonin YuG Markov AL, Boiko ER. Annual dynamics of functional parameters of the residents of the North. *Vestnik TvGU. Series of «Biology and Ecology»*. 2015;(3):27-39. (In Russ.)].
14. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Стратегии профилактики сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. *Клиническая медицина*. 2012;3:4-7. [Oganov RG, Maslennikova GJa. Strategies for the prevention of cardiovascular diseases in the Russian Federation. *Klinicheskaja medicina*. 2012;3:4-7. (In Russ.)].
15. Sothorn RB, Cornelissen G, Katinas G et al. Circannual variation in human diastolic blood pressure during consecutive solar cycles. *Scripta Medica (Brno)*. 2005;78(2):107-114.
16. Hayashi T, Ohshige K, Sawai A et al. Seasonal Influence on Blood pressure in Elderly Normotensive Subjects. *Hypertension Research*. 2008;31(3):569-574. <https://doi.org/10.1291/hypres.31.569>
17. Murakami S, Otsuka K, Kono T et al. Impact of outdoor temperature on prewaking morning surge and nocturnal decline in blood pressure in a Japanese population. *Hypertension Research: official journal of the Japanese Society of Hypertension*. 2011;34(1):70-73. <https://doi.org/10.1038/hr.2010.176>
18. Hozawa A, Kuriyama S, Shimazu T et al. Seasonal variation in home blood pressure measurements and relation to outside temperature in Japan. *Clinical and Experimental Hypertension*. 2011;33(3):153-158. <https://doi.org/10.3109/10641963.2010.531841>
19. Зенченко Т.А., Скавуляк А.Н., Хорсева Н.И. и др. Характеристики индивидуальных реакций сердечно-сосудистой системы здоровых людей на изменение метеорологических факторов в широком диапазоне температур. *Геофизические процессы и биосфера*. 2013;1:22-43. [Zenchenko TA, Skavulyak AN, Horseva NI et al. Characteristics individual reactions of cardiovascular system healthy people change of meteorological factors a wide range of temperature. *Geophysical processes and the Biosphere*. 2013;1:22-43. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.1134/S0001433813080094>
20. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И. и др. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры и географической широты проживания в РФ. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015;(6):255-259. [Hasnulin VI, Gafarov VV, Voevoda MI et al. Mortality from circulatory system diseases in relation from the average annual temperature and latitude of residence in the Russian Federation. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2015;(6):255-259. (In Russ.)].



21. Kanikowsska D, Sato M, Iwase S et al. Effects of living at two ambient temperatures on 24-h blood pressure and neuroendocrine function among obese and non-obese humans: a pilot study. *Int. J. Biometeorology*. 2013;57(3):475-481. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0574-2>
22. Youn J-C, Rim S-J, Park S et al. Arterial stiffness is related to augmented seasonal variation of blood pressure in hypertensive patients. *Blood pressure*. 2007;16:375-380. <https://doi.org/10.1080/08037050701642618>
23. Gapon LI, Shurkevich NP, Mikhailova IM et al. Circadian rhythms and seasonally dependent variability of arterial pressure in patients with arterial hypertension in the Khanty-Mansiysky region. *Klin Med*. 2004;82(4):22-25.
24. Alperovitch AI, Lacombe JM, Hanon O et al. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. *Arch Intern Med*. 2009;169(1):75-80. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2008.512>
25. Leblanc J, Villemare A. Thyroxine and noradrenaline on noradrenaline sensitivity, cold resistance, and brown fat. *Am J Physiol*. 1970;218(6):1742-1745.
26. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. *Патология человека на Севере*. М.: Медицина, 1985. [Avtsin AP, Zhavoronkov AA, Marachev AG, Milovanov AP. *Human Pathology in the North*. M.: Medicina, 1985. (In Russ.)].
27. Luo B, Zhang S, Ma S et al. Artificial Cold Air Increases the Cardiovascular Risks in Spontaneously Hypertensive Rats. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2012;9(9):3197-3208. <https://doi.org/10.3390/ijerph909319>
28. Mercer JB, Osterud B, Tveita T. The effect of short-term cold exposure on risk factors for cardiovascular disease. *Thrombosis Research*. 1999;95(2):93-104. [https://doi.org/10.1016/S0049-3848\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0049-3848(99)00028-6)
29. Yang L, Liming L, Sarah L et al. Outdoor temperature, blood pressure, and cardiovascular disease mortality among 23 000 individuals with diagnosed cardiovascular diseases from China. *European Heart Journal*. 2015;36(19):1178-U107. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv023>
30. Джанашия П.Х., Потешкина Н.Г., Селиванова Г.Б. *Артериальная гипертензия*. М.: Миклош; 2007. [Dzhanashija PH, Poteshkina NG, Selivanova GB. *Arterial hypertension*. M.: Miklosh; 2007. (In Russ.)].
31. Радыш И.В., Коротеева Т.В., Торшин В.И. и др. Сезонная динамика показателей гормонального и углеводного обмена у женщин в различные фазы менструального цикла. *Экология человека*. 2010;12:23-26. [Radysh IV, Koroteeva TV, Torshin VI et al. The seasonal dynamics of the hormone and carbohydrate metabolism in women in different phases of the menstrual cycle. *Human Ecology*. 2010;12:23-26. (In Russ.)].
32. McLaren M, Kirk G, Bolton-Smith C et al. Seasonal variation in plasma levels of endothelin-1 and nitric oxide. *Int Angiol*. 2000;19(4):351-353.
33. Колбай И.С., Берденкулова Ф.Ж. Сезонная динамика содержания тиреоидных гормонов в крови у жителей Приаралья. *Известия НАН РК. Серия биологическая*. 2007;3:19-23. [Kolbai IS, Berdenkulova FZ. Seasonal dynamics of the content of thyroid hormones in the blood of the inhabitants of the Aral Sea region. *Proceedings of National Academy of Sciences of Kazakhstan. Biology Series*. 2007;3:19-23. (In Russ.)].
34. Ожередов В.А., Бреус Т.К., Гурфинкель Ю.И. и др. Влияние отдельных погодных факторов и геомагнитной активности на развитие острых кардиологических патологий. *Биофизика*. 2010;55(1):133-144. [Ozheredov VA, Breus TK, Gurfinkel' YuI et al. Influence of some weather factors and the geomagnetic activity on the development of severe cardiological pathologies. *Biofizika*. 2010;55:133-144. (In Russ.)].
35. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Четчикина И.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению. *Экология человека*. 2009;(6):26-30. [Hasnulin VI, Hasnulina AV, Chechetkina II. North of stress, the formation of arterial hypertension in the North, approaches to prevention and treatment. *Human Ecology*. 2009;(6):26-30. (In Russ.)].
36. Фролов В.А., Чибисов С.М., Халберг Ф. Биологические ритмы, экология и стресс. *Вестник РУДН. Серия Медицина*. 2008;(4):46-55. [Frolov VA, Chibisov SM, Halberg F. Biological rhythms, environment and stress. *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series Medicine*. 2008;(4):46-55. (In Russ.)].
37. Драпкина О.М., Елиашевич С.О. Оптимальные союзники в стратегии контроля уровня артериального давления. *Кардиология*. 2015;3:106-114. [Drapkina OM, Eliashевич SO. The optimal Allies in the Control Strategy of Hypertension. *Kardiologiya*. 2015;3:106-114. (In Russ.)].

Поступила 12.01.17