

Беляева В.А.

## СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У НАСЕЛЕНИЯ ПРЕДГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПОГОДНЫЕ ФАКТОРЫ

Институт биомедицинских исследований – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», 362025, Владикавказ

**Введение.** Увеличение заболеваемости сердечно-сосудистой патологией (ССП) на фоне повышения экстремальности факторов окружающей среды, наблюдающееся в последние годы, требует тщательного анализа взаимосвязи между обращаемостью населения с данной патологией за медицинской помощью и факторами земной и космической погоды в различных климатогеографических условиях.

**Материал и методы.** Проведён ретроспективный анализ частоты вызовов скорой медицинской помощи (СМП) к пациентам с ССП, проживающим в условиях предгорных территорий, относительно сопутствующих метео- и гелиогеомагнитных факторов.

**Результаты.** Существуют гендерно-, а также сезонноспецифичные корреляционные связи между исследуемыми нозологиями (ТИА, ИБС в связи с приступом стенокардии) и исследуемыми факторами. Увеличению частоты вызовов СМП способствуют существенные флуктуации этих факторов, их резкие межсуточные колебания и эффекты взаимодействия. В динамике частоты вызовов прослеживается присутствие сезонной компоненты с акцентом на зимний период, когда на фоне снижения среднесуточной температуры и роста атмосферного давления формируется спастический тип погоды, оказывающий негативное воздействие на сердечно-сосудистую систему, увеличивающий риск сердечно-сосудистых катастроф. У пациентов с ТИА отмечаются высокие значения САД, ДАД, ПД, АДср. На фоне «острых» метеоусловий (ИПП > 25) ДАД ещё более возрастает, в то же время существенно снижаются систолический и минутный объёмы сердца. У пациентов с ИБС, страдающих приступами стенокардии, в зимний период фиксируется максимальное количество вызовов СМП вследствие негативного влияния как температурного фактора, так и всего комплекса метеофакторов в целом. В летний период частота возникновения приступов минимальна.

**Заключение.** Полученные данные позволяют прогнозировать неблагоприятные эффекты воздействия факторов земной и космической погоды на сердечно-сосудистую систему человека и своевременно проводить профилактические мероприятия.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая патология; сезонность; метеофакторы; геомагнитная активность.

**Для цитирования:** Беляева В.А. Сердечно-сосудистые заболевания у населения предгорных территорий и погодные факторы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98 (10): 1148-1154. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1148-1154>

**Для корреспонденции:** Беляева Виктория Александровна, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела хронопатологии и рекреации здоровья ИБМИ ВНИЦ РАН, 362025, Владикавказ. E-mail: [pursh@inbox.ru](mailto:pursh@inbox.ru)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.  
Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.04.2019  
Принята к печати 17.09.19  
Опубликована: октябрь 2019

Belyayeva V.A.

## CARDIOVASCULAR DISEASES IN POPULAR TERRITORIES POPULATION AND WEATHER FACTORS

Institute of Biomedical Investigations – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, 362025, Russian Federation

**Introduction.** The increase in the incidence of cardiovascular pathology (CP) on the background of the increasing extremity of environmental factors observed in recent years requires careful analysis of the relationship between the population's appealability of this pathology for medical assistance and factors of terrestrial and space weather in various climatic and geographical conditions.

**Material and methods.** A retrospective analysis of the frequency of ambulance calls (AC) to CP patients, living in the foothill areas, relative to concomitant meteo- and heliogeomagnetic factors was carried out.

**Results.** There are gender-specific, as well as seasonally specific correlations between the nosologies studied (Transitory ischemic attacks (TIA), Ischemic Cardiac Disease (ICD) due to angina) and investigated factors. Significant fluctuations of these factors, their sharp inter-day fluctuations, and interaction effects contribute to an increase in the frequency of calls to the ambulance. In the dynamics of the frequency of calls, the presence of the seasonal component is traced with an emphasis on the winter period, when a spastic type of weather is formed against the background of a decrease in the average daily temperature and an increase in the atmospheric pressure, which has a negative effect on the cardiovascular system, increases risk of cardiovascular accidents. Patients with TIA have high values of Systolic BP, Diastolic BP, Pulsed BP, mean BP. Against the background of "acute" meteorological conditions (IWP > 25), Diastolic BP increases, even more, the systolic and cardiac output is significantly reduced. In ICD patients, suffering from angina attacks, the maximum number of ambulance calls is recorded during the winter period due to the negative impact of both the temperature factor and the entire complex of meteorological factors in general. Attacks occurrence in the summer is minimal.

**Conclusion.** *The data obtained allows predicting the adverse effects of the terrestrial and space weather impact on the human cardiovascular system and taking preventive measures in a timely manner.*

**Key words:** *cardiovascular pathology; seasonality; meteorological factors; geomagnetic activity.*

**For citation:** Belyayeva V.A. Cardiovascular diseases in popular territories population and weather factors. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98 (10): 1148-1154. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1148-1154>

**For correspondence:** Victoria A. Belyayeva, MD, PhD., senior researcher of the Department of Chronopathology and Health Recreation of the Institute of Biomedical Investigations – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Sciences  
E-mail: [pursh@inbox.ru](mailto:pursh@inbox.ru)

**Information about authors:** Belyayeva V. A. <http://orcid.org/0000-0002-8126-5275>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: July 15, 2019

Accepted: September 17, 2019

Published: October 2019

## Введение

В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к повышению variability и экстремальности факторов окружающей среды, негативно влияющих на человека, следствием чего является рост заболеваемости и дополнительная смертность населения. Абнормальные метеорологические явления рассматриваются как стресс для сердечно-сосудистой системы, но последнюю роль играет также сезонный фактор. Для решения существующей проблемы распоряжением Правительства РФ утверждён комплексный план реализации Климатической доктрины РФ на период до 2020 г., одним из пунктов которого значится «разработка и реализация комплекса мер по предупреждению и сокращению количества заболеваний и случаев смерти в группах населения высокого риска, связанных с изменениями климата»<sup>1</sup>. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2016 г. от сердечно-сосудистой патологии (ССП) умерло 17,9 млн человек, что составило 31% всех случаев смерти в мире, 85% этих смертей произошло в результате сердечного приступа и инсульта. В странах Европы ССП является причиной смерти в 40% случаев у мужчин и в 49% случаев – у женщин, в РФ заболеваемость ССП составляет 181 человек на 1000 населения, в том числе на ишемическую болезнь сердца (ИБС) приходится 107, на острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) – 58 [1]. Во многих случаях предвестником мозгового инсульта является транзиторная ишемическая атака (ТИА), более того, в рекомендациях Европейской Инициативы по Инсульту (EUSI) она рассматривается наравне с инсультом [2]. Доля смертности от ССП населения трудоспособного возраста составляет порядка 30%, это не только социальная, но и экономическая проблема [3, 4]. Для оптимизации профилактической стратегии ССП необходимо анализировать факторы, способствующие её возникновению. В связи с этим проблемы и перспективы гелио- и метеорологических реакций человека имеют важное медико-социальное значение [5], поскольку при воздействии природных факторов наиболее уязвима сердечно-сосудистая система [6–8].

Цель исследования – изучить влияние гелиогеомагнитных и метеорологических факторов на заболеваемость сердечно-сосудистой патологией с учётом сезонной динамики в условиях предгорья средних широт.

## Материал и методы

Для решения цели нашего исследования проводили ретроспективный анализ количества вызовов скорой медицинской помощи (СМП) г. Владикавказа к 1140 пациентам с сердечно-сосудистой патологией в 2012 г. Материалом исследования служили карты вызовов городской станции СМП: 102 вызова (47 – мужчины, 55 – женщины) к пациентам с диа-

гнозом транзиторная ишемическая атака (ТИА); 1038 вызова (602 – женщины, 436 – мужчины) к пациентам с болью в груди ангинозного характера, с диагнозом ишемическая болезнь сердца (ИБС), стабильная стенокардия. Анализировали также базы данных метеорологических и гелиогеомагнитных параметров, соответствующих по дате и времени. Для анализа влияния погодных факторов применяли методику анализа, общепринятого в медицинской климатологии [9], и методические рекомендации 2.1.10.0057-12 ГСЭН РФ<sup>2</sup>. Гелиогеомагнитную обстановку оценивали по среднесуточному планетарному индексу геомагнитной активности (Ap), а также плотности потока радиоизлучения Солнца на длине волны 10,7 см (s.r.f.). Помимо этого анализировали их производные, характеризующие скорость их изменения за трое (–3), двое (–2) и один (–1) сутки. Значения гелиогеомагнитных факторов были получены из международной базы данных Space Physics Interactive Data Resource. Показатели метеопараметров: среднесуточной температуры воздуха ( $t_{\text{ср.сут.}}$ , °C), атмосферного давления (P, гПа), относительной влажности (h, %), скорости ветра (v, м/с), облачности (n, баллы) получены с сайта <http://www.gp5.ru> с учётом методических рекомендаций. Используя абсолютные показатели, вычисляли частные индексы патогенности погоды, характеризующие суточную динамику погоды по изменению температуры воздуха (it), относительной влажности (ih), атмосферного давления (ip), скорости ветра (iv), облачности (in), а также их межсуточного изменения ( $\Delta$ ). Далее на основании частных индексов вычисляли общий индекс патогенности погоды (ИПП), в соответствии с которым ранжировали метеорологические условия как «оптимальные» (ИПП  $\leq$  9), «раздражающие» (ИПП = 10–24) и «острые» (ИПП > 25). Индексы патогенности оценивают степень патогенности конкретной метеорологической ситуации по отношению к пациентам и определяются как математическая функция междусуточной изменчивости и отклонения основных метеорологических параметров от их оптимальных значений [9]. Статистический анализ данных проводили с помощью пакета «Statistica 6.0». Тип распределения значений в выборках оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Помимо вычисления описательных статистик проводили дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализы, по результатам которых устанавливали взаимосвязь между частотой вызовов СМП и предикторами (метеорологическими факторами). Для сравнения средних значений анализируемых показателей в двух независимых группах использовали *t*-критерий Стьюдента, в нескольких группах – ANOVA Краскела–Уоллиса и медианный тест. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали < 0,05.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 25.04.2011 г. № 730-р (ред. от 31.01.2017 г.) «Об утверждении комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года».

<sup>2</sup> Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска. Методические рекомендации. МР 2.1.10.0057–12. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2012: 52.

Таблица 1

Распределение числа вызовов СМП к пациентам с сердечно-сосудистой патологией

Патология	Вызовы СМП (человек/сут)	Средний возраст, годы	M ± m	ДИ		СКО
				-95%	+95%	
Транзиторная ишемическая атака	Все вызовы	69,5 ± 1,3	2,1 ± 0,22	1,57	2,48	1,44
	Мужчины	68,2 ± 2,3	0,9 ± 0,13	0,63	1,17	0,86
	Женщины	70,3 ± 1,5	1,2 ± 0,14	0,88	1,46	0,92
Ишемическая болезнь сердца	Все вызовы	68,0 ± 0,5	5,8 ± 0,31	5,2	6,5	4,30
	Мужчины	63,3 ± 0,7	2,4 ± 0,12	2,1	2,7	1,87
	Женщины	71,1 ± 0,5	3,4 ± 0,23	2,9	3,8	2,83

Примечание. M – среднесуточное число вызовов СМП (человек/сут); m – стандартная ошибка среднего; ДИ – доверительный интервал; СКО – среднеквадратичное отклонение.

Результаты

Результаты исследования показали, что средний возраст пациентов по всему массиву данных составил 68,7 ± 1,4 года. Частота вызовов СМП у женщин выше, чем у мужчин, если причиной вызова являлся приступ стенокардии (t = 3,94; p = 0,0001). В случае с ТИА различия недостоверны. Среднесуточное число вызовов СМП и описательные статистики представлены в табл. 1.

В результате дисперсионного анализа установлено, что как метеоусловия (F = 5,76; p = 0,00652), так и геомагнитная активность (F = 10,05; p = 0,00006) влияют на частоту вызовов СМП к пациентам с ТИА (рис. 1).

Анализ апостериорных критериев сравнения показал, что при «острых» метеоусловиях заболеваемость ТИА увеличивает-

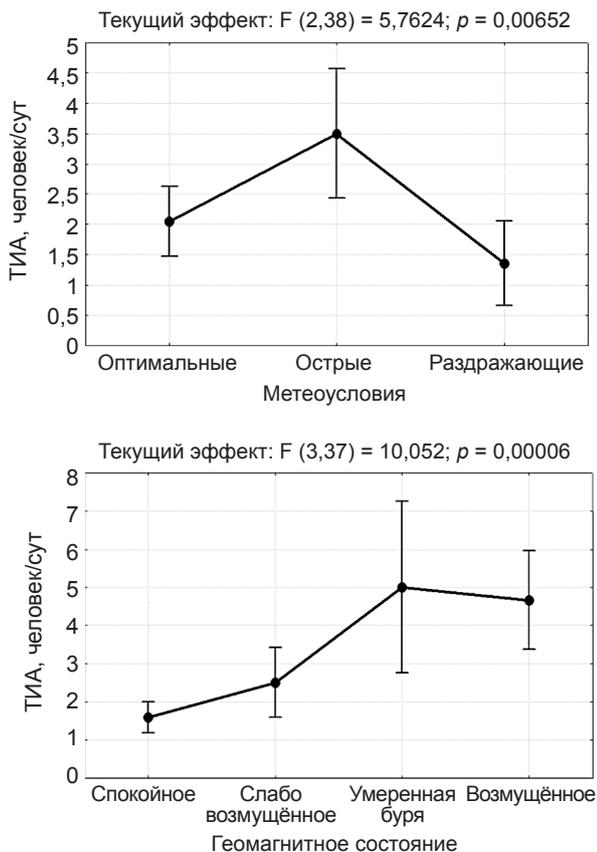


Рис. 1. Влияние метеоусловий и геомагнитной активности на частоту вызовов СМП к пациентам с ТИА. Декомпозиция гипотезы. Вертикальные столбцы равны 0,95 ДИ.

ся относительно «оптимальных» (p = 0,02022) и «раздражающих» (p = 0,00163) условий. Полученные данные находят своё подтверждение в наличии положительной корреляционной связи между частотой возникновения ТИА и ИПП (r = 0,43; p = 0,00649). Отдельные метеофакторы также коррелируют с частотой вызовов СМП независимо от сезона: h (r = 0,40; p = 0,01205), ih (r = 0,42; p = 0,01115), ΔP (r = 0,34; p = 0,03676). Анализ показателей общей гемодинамики и сократительной функции сердца у пациентов с ТИА показал, что у подавляющего большинства отмечаются высокие значения САД, ДАД, ПД, АДср., а систолический и минутный объёмы сердца (СОС, МОС) существенно снижены (табл. 2).

У пациентов с ТИА установлено наличие прямой корреляционной связи между ДАД и ИПП (r = 0,38; p = 0,00097). На фоне «острых» метеоусловий, характеризующихся значениями ИПП > 25, фиксируются высокие значения ДАД, превышающие таковые при «оптимальных» (p = 0,00247) и «раздражающих» (p = 0,00743) условиях (рис. 2).

На другие показатели гемодинамики метеоусловия также оказывают влияние. В частности, при «острых» метеоусловиях снижаются как систолический (F = 3,56; p = 0,03616), так и минутный объёмы сердца (F = 3,06; p = 0,05145).

Таблица 2

Показатели гемодинамики и сократительной функции сердца у пациентов с ТИА

Показатель гемодинамики	M ± m	ДИ		СКО
		-95%	+95%	
САД	172,6 ± 4,44	163,7	181,5	31,71
ДАД	94,7 ± 2,60	89,4	99,9	18,58
ЧСС	78,1 ± 2,15	73,8	82,4	15,04
ПД	77,9 ± 3,36	71,2	84,68	23,96
АДср	120,7 ± 2,93	114,8	126,57	20,92
СОС	36,5 ± 2,24	31,98	41,01	16,05
МОС	2813,6 ± 166,18	2479,5	3147,7	1163,24

Примечание. M – среднее значение АД; m – стандартная ошибка среднего; ДИ – доверительный интервал; СКО – среднеквадратичное отклонение.

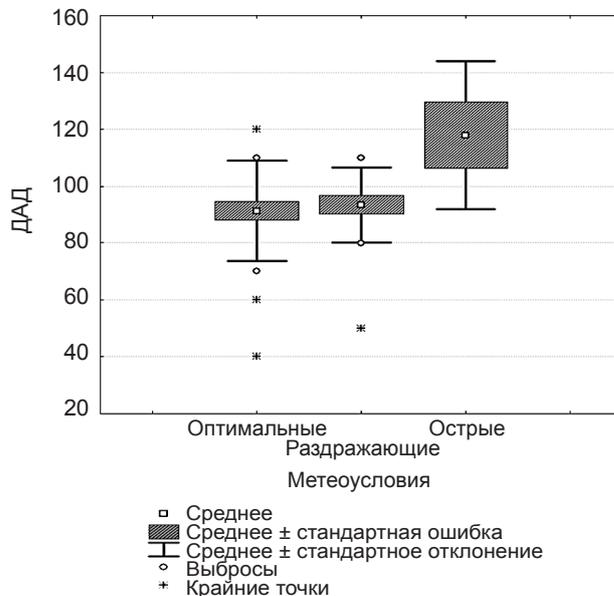


Рис. 2. Варьирование ДАД у пациентов с ТИА в зависимости от метеоусловий. Диаграмма размаха.

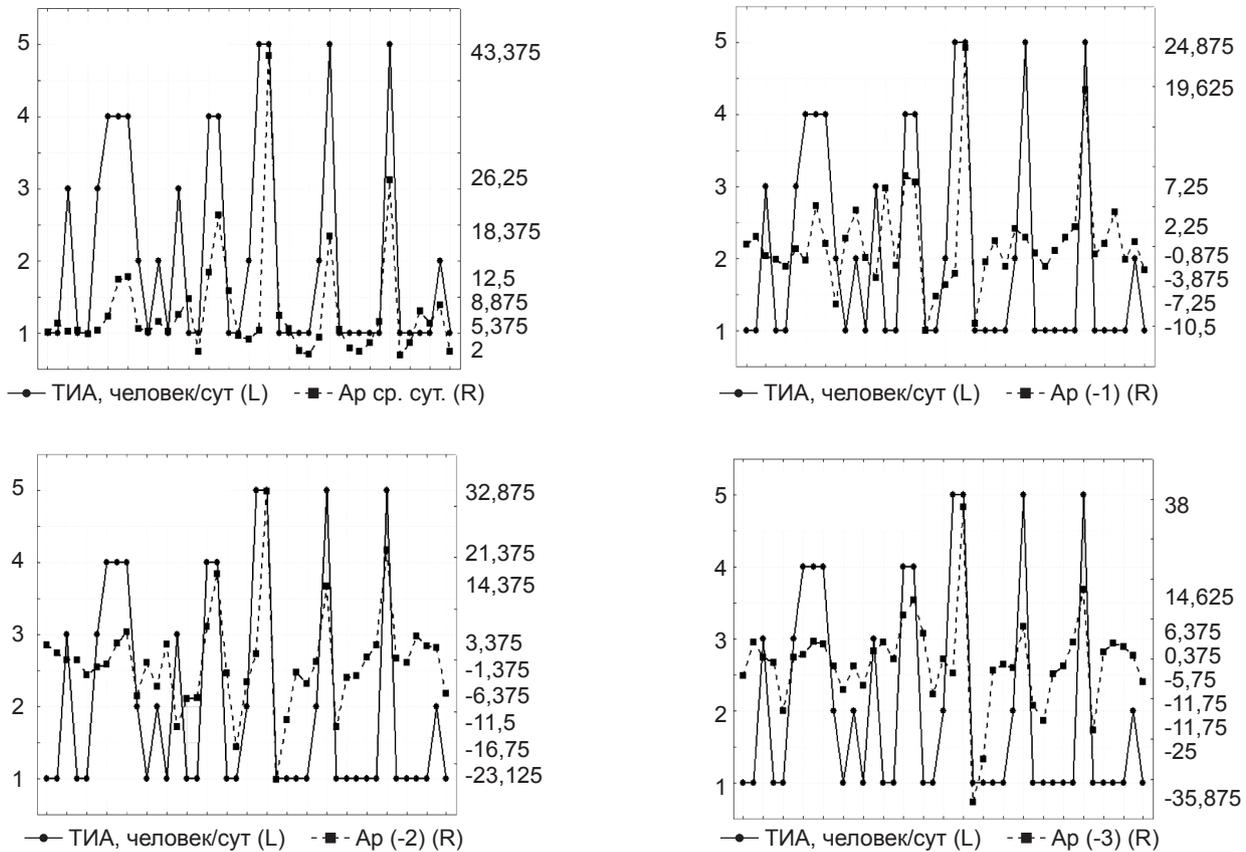


Рис. 3. Взаимосвязь частоты вызовов СМП к пациентам с ТИА со среднесуточным индексом геомагнитной активности Ap и скоростью его изменения за трое Ap(-3), двое Ap(-2) и одни Ap(-1) сутки.

Частота возникновения ТИА коррелирует не только с уровнем геомагнитной активности ( $r = 0,68$ ;  $p = 0,0000$ ), но и со скоростью её изменения, о чём свидетельствует наличие корреляционных связей с производными индекса геомагнитной активности Ap, характеризующими скорость его изменения за -3; -2; -1 сут ( $r = 0,58$ ,  $p = 0,00014$ ;  $r = 0,62$ ,  $p = 0,00003$ ;  $r = 0,52$ ,  $p = 0,00089$  соответственно) (рис. 3).

В зимний период наблюдается тенденция к увеличению заболеваемости ТИА относительно весны и лета ( $2,5 \pm 0,33$  человек/сут против  $1,9 \pm 0,35$ ;  $1,7 \pm 0,56$ ). Наиболее биотропными предикторами в этот период являются:  $t_{cp,сут.}$  ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,02025$ ),  $P$  ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,04659$ ),  $it$  ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,01865$ ), ИПП ( $r = 0,8$ ;  $p = 0,00056$ ), то есть по мере снижения температуры воздуха и роста атмосферного давления на фоне общего ухудшения метеобстановки увеличивается частота вызовов СМП к пациентам с ТИА. Как и в совокупной выборке, зимой сохраняется негативное влияние повышенной геомагнитной активности, о чём свидетельствует наличие корреляционной связи частоты ТИА с индексом Ap ( $r = 0,72$ ;  $p = 0,00328$ ).

Установлено, что в весенний период с его перепадами волн тепла и холода не выявлено корреляционной связи частоты возникновения ТИА с  $t_{cp,сут.}$ , однако присутствует связь с  $it$  ( $r = 0,63$ ;  $p = 0,00658$ ), а также ИПП ( $r = 0,49$ ;  $p = 0,04623$ ). Кроме того, существенное влияние оказывает не атмосферное давление как таковое, а его межсуточная изменчивость ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,02411$ ). Усиление геомагнитной активности в этот период также способствует увеличению частоты вызовов СМП ( $r = 0,49$ ;  $p = 0,04623$ ) наравне с со скоростью её изменения ( $r = 0,55-0,78$ ;  $p = 0,02136-0,00019$ ).

В летний период основными предикторами, влияющими на частоту возникновения ТИА, являются  $it$  ( $r = 0,63$ ;  $p = 0,01924$ ) и  $\Delta t$  ( $r = 0,64$ ;  $p = 0,04872$ ) с тенденцией к увеличению числа случаев ТИА при повышенных значениях  $t_{cp,сут.}$  ( $r = 0,59$ ;  $p = 0,07265$ ), а также  $iP$  ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,06239$ ). Сохраняются положительные

корреляционные связи с геомагнитной активностью ( $r = 0,86$ ;  $p = 0,00038$ ) и скоростью её изменения ( $r = 0,8-0,83$ ;  $p = 0,00473$ ).

Анализ частоты вызовов СМП к пациентам с диагнозом ИБС в связи с приступом стенокардии показал, что максимальное число среднесуточных вызовов фиксируется в зимний период, минимальное – в летний (табл. 3).

Выявлено, что частота возникновения приступов стенокардии в определённой степени зависит от сезонного фактора, что подтверждают результаты рангового дисперсионного анализа и медианного теста ( $\chi^2 = 9,22$ ;  $p = 0,0278$ ; KW = 8,92;  $p = 0,0302$ ). Сезонный анализ частоты вызовов СМП к пациентам с ИБС показал, что зимой она достоверно растёт относительно летнего периода ( $p = 0,02609$ ) и имеет тенденцию к увеличению относительно осеннего периода ( $p = 0,05875$ ). В зимний период на фоне спастического типа погоды, формирующегося вследствие низких среднесуточных температур и повышенного атмосферного давления, у пациентов с ИБС развивается динамический коронарный стеноз, провоцирующий приступ стенокардии.

Таблица 3

Динамика частоты вызовов СМП к пациентам с ИБС

Сезон	СМП все вызовы		Женщины		Мужчины	
	$M \pm m$	95% ДИ	$M \pm m$	95% ДИ	$M \pm m$	95% ДИ
Зима	$7,2 \pm 0,5$	5,7; 8,7	$4,1 \pm 0,3$	3,1; 5,2	$3,0 \pm 0,3$	2,2; 3,6
Весна	$6,1 \pm 0,5$	5,1; 6,9	$3,6 \pm 0,3$	2,9; 4,3	$2,4 \pm 0,2$	1,9; 2,8
Лето	$4,8 \pm 0,7$	3,5; 6,2	$2,8 \pm 0,4$	2,0; 3,6	$2,0 \pm 0,3$	1,4; 2,6
Осень	$5,3 \pm 0,5$	4,2; 6,3	$3,0 \pm 0,3$	2,4; 3,7	$2,2 \pm 0,2$	1,7; 2,7

П р и м е ч а н и е.  $M$  – среднее значение (человек/сут);  $m$  – стандартная ошибка среднего; 95% ДИ – доверительный интервал.

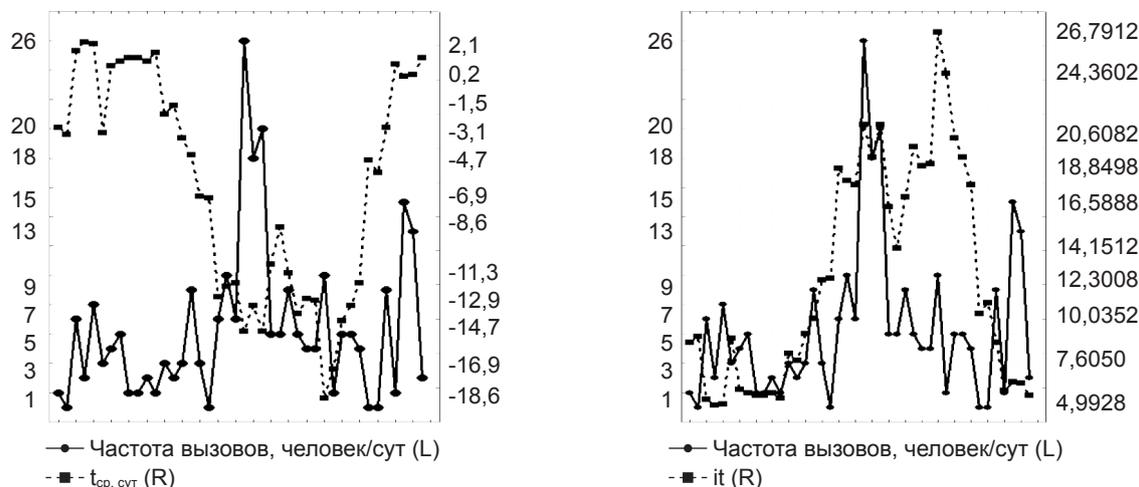


Рис. 4. Взаимосвязь частоты вызовов СМП к пациентам с ИБС со среднесуточной температурой ( $t_{\text{ср.сут.}}$ ) и индексом патогенности температуры (it) в зимний период.

Проведённый по всему массиву данных корреляционный анализ показал, что присутствует слабая корреляционная связь между частотой вызовов и предикторами:  $t_{\text{ср.сут.}}$  ( $r = -0,26$ ;  $p = 0,00047$ ),  $h$  ( $r = 0,27$ ;  $p = 0,00377$ ),  $ih$  ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,00237$ ), тогда как в зимний период существенно возрастает коэффициент корреляции с  $t_{\text{ср.сут.}}$  ( $r = -0,55$ ;  $p = 0,01681$ ) и возникает корреляция с  $it$  ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,02084$ ) (рис. 4).

Помимо этого существует аддитивное негативное воздействие комплекса метеофакторов на частоту возникновения приступа стенокардии, о чём свидетельствует корреляция с ИПП ( $r = 0,34$ ;  $p = 0,00076$ ). В весенний сезон наиболее биотропными предикторами для пациентов данной категории являются:  $\Delta P$  ( $r = 0,30$ ;  $p = 0,02521$ ),  $i\Delta P$  ( $r = 0,32$ ;  $p = 0,02201$ ), ИПП ( $r = 0,29$ ;  $p = 0,03182$ ). Летом можно отметить слабую тенденцию к увеличению частоты возникновения приступов стенокардии на фоне снижения атмосферного давления ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,07182$ ) и соответственно парциального содержания кислорода в атмосферном воздухе. Достоверных корреляций с текущими метеофакторами не выявлено. В осенний период наиболее существенными метеофакторами, влияющими на частоту возникновения приступов стенокардии, являются: относительная влажность ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,01156$ ), облачность ( $r = 0,43$ ;  $p = 0,00614$ ) и соответствующие им индексы патогенности ( $r = 0,41-0,45$ ;  $p = 0,01063-0,00547$ ).

## Обсуждение

В условиях климатической нестабильности последних лет и трансформации структурных элементов погоды информационная нагрузка на организм возрастает, что ведёт к перенапряжению механизмов адаптации, максимально выраженному в зимний сезон. Известно, что у лиц с заболеваниями сердечно-сосудистой системы в условиях абнормального воздействия внешних синхронизаторов биоритмов развиваются патологические реакции по типу адаптационных десинхронозов [7, 8]. Как показало наше исследование, существенные флуктуации как метеорологических, так и геомагнитных факторов, их резкие межсуточные колебания способствуют увеличению частоты вызовов СМП к пациентам с сердечно-сосудистой патологией. В зимний период сочетание воздействия холодного фактора и повышенного атмосферного давления, в основе физиологического действия которого лежит влияние на барорецепторы брюшной, плевральной полостей и полых органов, формируют погоду спастического типа [10], в результате чего развиваются спазмы гладкой мускулатуры сосудов, особенно артериол. Вследствие этого наблюдается существенное увеличение АД у пациентов с ТИА в зимний период (САД –  $177,3 \pm 6,17$ ; ДАД –  $101,5 \pm 6,68$ ) относительно

летнего (САД –  $161,2 \pm 6,65$ ; ДАД –  $90 \pm 5,98$ ) и тенденция к увеличению относительно весеннего (САД –  $169,6 \pm 6,67$ ; ДАД –  $93 \pm 2,92$ ) периодов. В работе [11] также показано, что летом у пациентов с нарушением мозгового кровообращения фиксируются более низкие цифры АД относительно других сезонов. Обратная корреляционная связь между заболеваемостью ТИА и среднесуточной температурой воздуха отмечена в исследовании [12]. Превалирующее значение холодного фактора в возникновении и развитии ССП отмечено во многих исследованиях. В частности, отмечены сезонные вариации фибриногена плазмы как маркера потенциального риска острого инфаркта миокарда и инсульта с наивысшим уровнем во второй половине зимы [13]. У пациентов со сниженным адаптационным потенциалом и уже имеющейся сосудистой патологией при низких температурах на фоне повышения активности симпатической нервной системы усиливается выработка вазоконстрикторов, артериальная жёсткость, проявляются гипертензивные реакции, соответственно возрастает риск сердечно-сосудистых катастроф [14]. В рамках европейского проекта ВОЗ определено, что снижение температуры всего на  $1^\circ\text{C}$  связано с увеличением смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 1,72%, цереброваскулярных – на 1,25% [15]. Отмечают, что зимой на фоне повышения количества лейкоцитов и гематокрита высок риск возникновения ишемического инсульта, а весной – геморрагического [11]. В весенний период основными предикторами, коррелирующими с частотой вызовов СМП к пациентам с ТИА в предгорных условиях, являются резкие колебания среднесуточной температуры воздуха и атмосферного давления. Негативное влияние межсуточной изменчивости атмосферного давления на мозговое кровообращение отмечено также в работе [16].

Помимо факторов земной погоды гелиогеофизические факторы тоже могут являться стрессом для организма и способствовать обострению имеющейся патологии [17]. Существует концепция о том, что геомагнитный фактор является экзогенным временным датчиком, который в процессе эволюции «завёл» биологические часы, сбоя ритмов этого синхронизатора вызывают отклик биологических организмов. В период магнитных бурь возникают явления десинхроноза сердечно-сосудистой системы, что приводит к изменению амплитуды и периода биоритмов сердца, снижению его сократительной функции [7, 8]. В результате колебаний геомагнитного поля и ухудшения метеоусловий может возникать несоответствие между функциональными возможностями организма, естественно сниженными в пожилом возрасте, и его адаптационным потенциалом, что создаёт предпосылки для развития патологических состояний сердечно-сосудистой системы [18, 19]. До сих пор нет единого мнения о субстрате, воспринимающем

воздействия факторов земной и космической погоды на организм человека. Предполагают, что таким субстратом могут являться: сосудистая стенка, кровь, процессы ПОЛ и свободнорадикальные реакции. В частности, при увеличении геомагнитной активности происходит изменение реологических свойств крови, тонуса сосудистой стенки, активируются процессы ПОЛ, генерируются активные формы кислорода [20, 21]. В регуляции всех этих механизмов участвует система оксида азота (NO), одного из важнейших «дирижёров» артериального давления. NO ингибирует агрегацию тромбоцитов, улучшает реологические свойства крови, уменьшает аритмогенность миокарда за счёт снижения внутриклеточного содержания  $Ca^{2+}$ . Однако в ряде исследований показано, что по мере увеличения геомагнитной активности содержание NO в крови и выдыхаемом воздухе падает, что сопровождается повышением АД [22–24]. В связи с этим предполагают, что именно со снижением NO в организме во время магнитных бурь связано развитие сердечно-сосудистых катастроф.

Относительно динамики частоты вызовов СМП к пациентам с ИБС в нашем исследовании показано, что вследствие негативного влияния температурного фактора и комплекса метеофакторов в целом в условиях предгорья в зимний период фиксируется максимальное количество вызовов. В средних широтах межсезонная изменчивость температуры и относительной влажности воздуха обычно варьируют в пределах 5–10 °C и 20–30%, однако в случае резких колебаний этих параметров возможна негативная реакция со стороны сердечно-сосудистой системы в виде приступа стенокардии, особенно у лиц пожилого возраста. Пиковое увеличение частоты приступов стенокардии в зимний период показано также в работе [25], наиболее опасны межсезонные флуктуации температуры в сторону похолодания [26]. Некоторые авторы связывают это с увеличением агрегации тромбоцитов, повышением уровня глюкозы в плазме крови и конечных продуктов перекисного гликирования, последние запускают патологические процессы, связанные с морфофункциональным изменением сосудистой стенки, и приводят к ускоренному развитию атеросклероза [27]. В другом исследовании показано, что у больных ИБС на фоне низких температур наблюдается повышение концентрации биомаркеров воспаления, интерлейкина-6, С-реактивного белка и фибриногена [28]. У пациентов с ИБС и стабильной стенокардией сезонные биоритмы системы гемостаза и реологии крови претерпевают существенные изменения, становятся патологическими, значительно отличающимися от биоритмов здоровых лиц [29]. В зимний сезон у таких пациентов истощаются эндотелийзависимые механизмы регуляции, происходит патофизиологическое повышение вязкости крови и индекса агрегации эритроцитов.

В весенний период нами не выявлено достоверной корреляционной связи между частотой вызовов СМП к пациентам с приступом стенокардии и атмосферным давлением, однако присутствуют корреляции с параметрами, характеризующими межсезонную изменчивость атмосферного давления, его динамику. Вероятной причиной этому может служить специфика климатогеографических условий предгорной зоны Большого Кавказского хребта. Весной здесь наблюдается частая смена атмосферных фронтов, способствующая резким перепадам атмосферного давления, что негативно отражается на функционировании сердечно-сосудистой системы у пациентов с ИБС, провоцируя приступ стенокардии. Основными предикторами, способствующими увеличению количества вызовов СМП в осенний период, являются повышенная относительная влажность воздуха и облачность, свой вклад вносят также индексы патогенности этих факторов. Летом, на фоне повышенных температур, артериальное давление снижается вследствие компенсаторного расширения сосудов, что может расцениваться как положительный фактор для пациентов с ИБС. При повышении температуры несколько уменьшается напряжение миокарда и его потребность в кислороде. Подобная сезонная динамика, рассматриваемая с позиций системы гемостаза, представлена в работе [29], отмечено, что в летний период у больных стенокардией нормализуются прокоагулянтный и фибринолитический потенциалы крови, компенсаторно повышается активность антитромбина III.

## Заключение

В результате нашего исследования выявлены сезонно- и гендерно-специфичные аспекты частоты обращаемости за скорой медицинской помощью пациентов с ССП в условиях предгорья средних широт.

Увеличению частоты вызовов СМП к пациентам с ТИА способствуют существенные флуктуации как метеорологических, так и геомагнитных факторов, их резкие межсезонные колебания. По мере ухудшения метеоусловий (при ИПП > 25) частота вызовов СМП к пациентам данной категории растёт, вместе с тем наблюдается существенное увеличение ДАД, снижение систолического и минутного объёмов сердца. В динамике обращаемости пациентов с ТИА за медицинской помощью прослеживается присутствие сезонной компоненты с акцентом на зимний период на фоне снижения среднесуточной температуры и роста атмосферного давления. Как зимой, так и весной присутствует негативное влияние целого комплекса метеофакторов. Повышение геомагнитной активности сопровождается положительной динамикой обращаемости пациентов с ТИА за медицинской помощью, независимо от сезона.

Для пациентов, страдающих приступами стенокардии, наиболее благоприятным периодом является летний сезон, в течение которого частота возникновения приступов минимальна, достоверных корреляционных связей с текущими метеофакторами не выявлено. В зимний период, напротив, фиксируется максимальное количество вызовов СМП к пациентам со стенокардией вследствие негативного влияния как температурного фактора, так и всего комплекса метеофакторов в целом, провоцирующих возникновение приступа на фоне ангиоспазма. Весной частота вызовов СМП выше, чем в летний период, и связана с межсезонной изменчивостью атмосферного давления и общим индексом патогенности погоды. В осенний период основными предикторами, способствующими увеличению количества вызовов СМП, являются повышенная относительная влажность воздуха и облачность, свой вклад вносят также индексы патогенности этих факторов.

При разработке эффективных мер по улучшению качества общественного здравоохранения важным элементом является анализ обращаемости пациентов с ССП за медицинской помощью в зависимости от климатогеографических условий проживания. Выявленные в нашем исследовании предикторы, специфичные для условий предгорья средних широт, позволяют прогнозировать неблагоприятное влияние факторов космической и земной погоды на ССП в контексте сезонной динамики, дифференцированно проводить профилактические мероприятия у лиц, находящихся в группе риска, повышать обеспеченность населения бригадами скорой медицинской помощи в сезон пиковой нагрузки.

## Литература

(пп. 1, 2, 11–16, 18–20, 25, 26, 28 см. References)

- Шальнова С.А., Деев А.Д. Тенденции смертности в России в начале XXI века (по данным официальной статистики). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011; 10 (6): 5–10.
- Оганов Р.Г., Концевая А.В., Калинин А.М. Экономический ущерб от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011; 10 (4): 4–9.
- Григорьев А.И., Макоско А., Матешева А. Перспективы геоэкономических исследований. *Наука в России*. 2012; 2: 4–10.
- Бреус Т.К., Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. Медицинские эффекты геомагнитных бурь. *Клиническая медицина*. 2005; 3: 4–11.
- Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Бреус Т.К., Чибисов С.М. Десинхронизация биологических ритмов как ответ на воздействие факторов внешней среды. *Клиническая медицина*. 2017; 95 (6): 502–12.
- Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Бреус Т.К., Чибисов С.М. *Факторы внешней среды как возможная причина десинхронизации. В монографии Чибисов С.М., Рапопорт С.И., Благодрагов М.Л., ред. «Хронобиология и хрономедицина»*. М.: РУДН; 2018: 80–107.
- Бокша В.Г., Богущий Б.В. *Медицина климатологии и климатотерапия*. Киев; 1982. 264 с.
- Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П. *Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека*. Л.: Медицина; 1982. 248 с.
- Карелин А.О., Гедерим В.В., Соколовский В.В. О влиянии космогеофизических и метеорологических факторов на показатели неспеци-

- ифической резистентности организма. *Гигиена и санитария*. 2008; 1: 29–33.
21. Паршина С.С. Сезонные биоритмы эндотелиальной дисфункции у больных нестабильной стенокардией. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2008; 7: 6 (S1): 283.
  22. Яшманов В.А., Кованько Е.Г., Кошелевский В.К. Гематологические реакции у крыс с частичным экранированием природных электромагнитных полей. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2005; 45 (3): 320–3.
  23. Яшманов В.А. Влияние геомагнитного поля на состав лейкоцитов крови онкологических больных: роль оксида азота. *Вопросы онкологии*. 2007; 53 (4): 456–60.
  24. Яшманов В.А., Кошелевский В.К. Влияние геомагнитных вариаций на образование окиси азота в выдыхаемом воздухе у человека. *Биофизика*. 2007; 52 (4): 718–21.
  27. Агеев Ф.Т., Смирнова М.Д., Свирида О.Н. Влияние волны холода на течение заболевания, гемодинамику и реологические свойства крови кардиологических больных. *Терапевтический архив*. 2015; 9: 11–6.
  29. Паршина С.С., Киричук В.Ф., Токаева Л.К. Сезонные биоритмы гемореологических показателей в 11-летнем солнечном цикле в норме и при патологии. В кн.: *Чибисов С.М., Рапопорт С.И., Благодравов М.Л., ред. «Хронобиология и хрономедицина»*. М.: РУДН; 2018: 108–33.
  11. Palm F., Dos Santos M., Urbanek C. et al. Stroke seasonality associations with subtype, etiology and laboratory results in the Ludwigshafen Stroke Study (LuSSt). *Eur J Epidemiol*. 2013; 28 (5): 373–81.
  12. Azevedo E., Ribeiro J.A., Lopes F., Martins R., Barros H. Cold: a risk factor for stroke? *J Neurol*. 1995; 242 (4): 217–21.
  13. Hermida R.C., Calvo C., Ayala D.E. et al. Clinical investigation and report. Seasonal variation of fibrinogen in dipper and nondipper hypertensive patients. *Circulation*. 2003; 108 (9): 1101–6.
  14. Charach G., Shochat M., Argov O. et al. Seasonal changes in blood pressure: Cardiac and cerebrovascular morbidity and mortality. *World J Hypertens*. 2013; 3 (1): 1–8.
  15. Analitis A., Katsouyanni K., Biggeri A. Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE Project. *Am J Epidemiol*. 2008; 167: 1397–8.
  16. Jimenez-Conde J., Ois A., Gomis M., Rodriguez-Campello A., Cuadrado-Godia E., Subirana I. et al. Weather as a trigger of stroke. Daily meteorological factors and incidence of stroke subtypes. *Cerebrovasc Dis*. 2008; 26: 348–54.
  17. Karelin A.O., Gederim V.V., Sokolovskiy V.V. About the influence of cosmogeophysical and meteorological factors on indicators of nonspecific resistance of the organism. *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2008; 1: 29–33. (in Russian)
  18. Feigin V.L., Parmar P.G., Barker-Collo S. et al. Geomagnetic Storms Can Trigger Stroke. Evidence From 6 Large Population-Based Studies in Europe and Australasia. *Stroke*. 2014; 45: 1639–45.
  19. Feigin V.L., Wiebers D.O. Environmental factors and stroke. A selective review. *J Stroke Cerebrovasc. Dis*. 1997; 6: 107–12.
  20. Parshina S.S., Afanasyeva T.N., Tokaeva L.K. Seasonality of thrombotic disorders in coronary atherosclerosis recrudescence. *Russian Open Medical Journal*. 2012; 1: 0205: 1–4. (in Russian)
  21. Parshina S.S. Seasonal biorhythms of endothelial dysfunction in patients with unstable stenocardia. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2008; 7: 6 (S1): 283. (in Russian)
  22. Yashmanov V.A., Kovan'ko E.G., Koshelevskiy V.K. Hematological reactions in rats with partial shielding of natural electromagnetic fields. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2005; 45 (3): 320–3. (in Russian)
  23. Yashmanov V.A. The influence of the geomagnetic field on the composition of blood leukocytes in cancer patients: the role of nitric oxide. *Voprosy onkologii*. 2007; 53 (4): 456–60. (in Russian)
  24. Yashmanov V.A., Koshelevskiy V.K. Effect of geomagnetic variations on the formation of nitric oxide in exhaled air in humans. *Biofizika*. 2007; 52 (4): 718–21. (in Russian)
  25. Fares A. Winter cardiovascular diseases phenomenon. *N Am J Med Sci*. 2013; 5 (4): 266–79.
  26. Barnett A.G., Dobson A.J., McElduff P., Salomaa V., Kuulasmaa K., Sans S. WHO MONICA Project. Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. *J Epidemiol Community Health*. 2005; 59 (7): 551–7.
  27. Ageev F.T., Sмирнова М.Д., Свирида О.Н. et al. The effect of a wave of cold on the course of the disease, hemodynamics and rheological properties of the blood of cardiological patients. *Терапевтический архив*. 2015; 9: 11–6. (in Russian)
  28. Schneider A., Panagiotakos D., Picciotto S. et al. Air Temperature and Inflammatory Responses in Myocardial Infarction Survivors. *Epid*. 2008; 19 (3): 391–400.
  29. Parshina S.S., Kirichuk V.F., Tokaeva L.K. Seasonal biorhythms of hemorheological indicators in the 11-year solar cycle in normal and at pathology. In: *Чибисов С.М., Рапопорт С.И., Благодравов М.Л., ред. «Хронобиология и хрономедицина»*. Moscow: RUDN; 2018: 108–33. (in Russian)

## References