

## ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА ВО ВЛАДИКАВКАЗЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ

*Н.К. Ботоева*<sup>1,2</sup>, *Л.Г. Хетагурова*<sup>1,2</sup>, *С.И. Рапопорт*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия — Алания, 362019 Владикавказ; <sup>2</sup>ГБОУ ВПО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, 362019 Владикавказ; <sup>3</sup>ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, 119992 Москва

*Проведен анализ заболеваемости инфарктом миокарда за 2007—2010 гг. во Владикавказе в зависимости от показателей солнечной и геомагнитной активности. Построены временные ряды заболеваемости у мужчин и женщин, отмечена их сезонная составляющая. Выявлено увеличение числа случаев инфаркта миокарда в дни с повышенной геомагнитной активностью, особенно у лиц 50—69 лет. Проведен регрессионный анализ зависимости числа случаев инфаркта миокарда от числа солнечных пятен и получено уравнение кусочно-линейной регрессии, в котором 42% случаев инфаркта миокарда совпадают с изменением числа солнечных пятен. Выявлена отрицательная связь средней силы между числом случаев инфаркта миокарда и показателем рекуррентности Вz-компоненты межпланетного магнитного поля, что свидетельствует о значительной роли хаотической динамики внешних факторов в возникновении инфаркта миокарда.*

*Ключевые слова:* инфаркт миокарда; солнечная активность; геомагнитная активность.

### A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF INCIDENCE OF MYOCARDIAL INFARCTION IN VLADIKAVKAZ DEPENDING ON SOLAR AND GEOMAGNETIC ACTIVITY

*N.K. Botoeva*<sup>1,2</sup>, *L.G. Khetagurova*<sup>1,2</sup>, *S.I. Rapoport*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biomedical Researches of Vladikavkaz State Scientific Center of Russian Academy of Sciences and the Government of North Ossetia-Alania Republic, 362019, Vladikavkaz; <sup>2</sup>North-Ossetian State Medical Academy, 362019, Vladikavkaz; <sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119992, Moscow

*The data on myocardial infarction morbidity in Vladikavkaz for 2007—2010 were analysed with reference to solar and geomagnetic activity. Time series of morbidity in men and women were constructed and their seasonal constituent was distinguished. It was found that the number of myocardial infarctions increases on day with enhanced geomagnetic activity especially among subjects aged 50—69 years. Regression analysis of the relationship between the number of sunspots and myocardial infarctions yielded the equation of piecewise linear regression showing that 42% of the cases were due to the changes in the number of sunspots. Medium strength negative correlation was found between the number of myocardial infarctions and the recurrence index of Bz-component of the interplanetary magnetic field. It suggests an important role of chaotic dynamics of external factors in the development of myocardial infarction.*

*Key words:* myocardial infarction; solar activity; geomagnetic activity.

Со времен А.Л. Чижевского [1, 2] существует огромный интерес исследователей к проблеме взаимосвязи между острыми сердечно-сосудистыми заболеваниями и космофизическими факторами, однако полученные данные достаточно противоречивы.

В частности, при оценке влияния гелиогеофизических факторов на течение ишемической болезни сердца (ИБС) в одних работах были выявлены достоверные корреляционные связи солнечной и геомагнитной активности с частотой стенокардии, инфаркта миокарда (ИМ) и смертностью [3—16], в других же работах значимых связей не установлено [17—19].

Так, Е. Szczeklik и соавт. [20], Е. Stoupeil и соавт. [21] обнаружили наибольшее число ИМ и внезапных сердечных смертей (ВСС) в год с наименьшей солнечной активностью, а наименьшее — в период высокой солнечной активности. По данным Е.С. Вабаяев и соавт. [22], Е.С. Вабаяев [23] число ВСС уменьшается в дни с высокой солнечной активностью и геомагнитной и увеличивается в дни с высоким уровнем нейтронной активности космических лучей. Авторы

выдвинули предположение, что геомагнитные возмущения различной интенсивности, сопровождающиеся изменениями интенсивности космических лучей, могут рассматриваться в качестве факторов, регулирующих гомеостаз [22, 23]. W. Otto W. и соавт. [24], проведя исследование 66 900 случаев смерти от ИБС, выявили статистически значимую положительную корреляционную связь с количеством геомагнитных бурь. Д.А. Дашиева и Т.Т. Семенова [25], проведя корреляционный анализ частоты вызовов скорой помощи в условиях Восточного Забайкалья, показали, что в дни с повышенной геомагнитной активностью наблюдается возрастание частоты ИМ, обострений гипертонической болезни, ИБС, а при минимальных значениях отмечается слабая обратная связь. С. Димитрова и соавт. [26] отметили положительную корреляционную связь между смертностью от ИМ и индексами геомагнитной активности по данным для Софии, но при этом в дни с низкой геомагнитной активностью число летальных исходов также относительно велико [26]. Ю.И. Гурфинкель и соавт. [10] установили наиболее

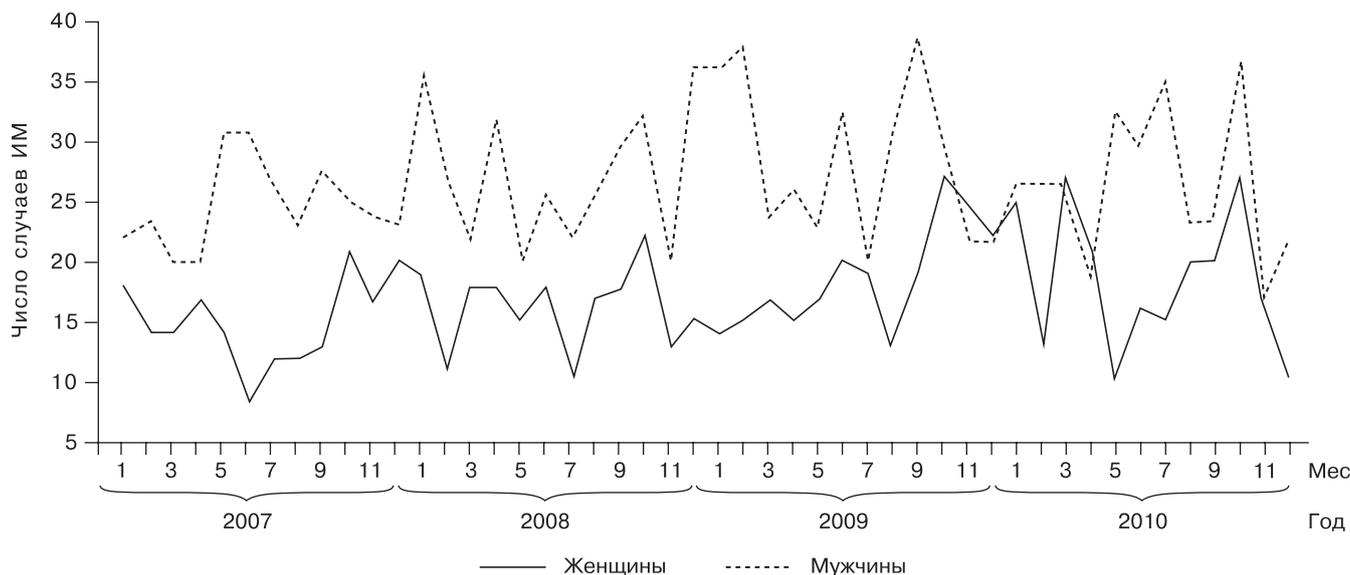


Рис. 1. Временные ряды заболеваемости ИМ по месяцам за 2007—2010 гг.

выраженное влияние геомагнитных возмущений на сердечно-сосудистую систему у больных ИБС в первые 3 сут от начала возмущения. Ю.И. Гурфинкель [11] выявил, что коэффициент биотропности среднесуточной заболеваемости ИМ в зависимости от геомагнитной активности значительно превышает этот показатель для высокого и низкого атмосферного давления. Л.С. Корнилова и Г.А. Никитин [27] показали гендерные различия во влиянии солнечной активности на частоту ИМ: увеличение частоты острого ИМ у мужчин в год низкой солнечной активности, а у женщин — в год высокой солнечной активности.

Таким образом, организм как неравновесная динамическая система находится в сложных, подчас противоречивых взаимоотношениях с факторами космической погоды, когда одну из определяющих ролей играет феномен слабых воздействий, которые, действуя на подпороговом уровне, приводят систему в активное состояние, изменяют течение биохимических, физиологических, психических процессов. Механизмы влияния космофизических факторов до сих пор до конца не изучены, существующие гипотезы требуют дальнейших исследований, поэтому любой вклад в решение этого вопроса может оказаться существенным.

### Материал и методы

Для решения задачи по изучению различных аспектов влияния природных факторов внешней среды на организм человека проведен ретроспективный анализ заболеваемости ИМ по данным архива Республиканской клинической больницы Владикавказ за 2007—2010 гг. Всего проанализировано 2110 случаев (1292 у мужчин и 818 у женщин; соотношение мужчин и женщин 1,58:1). Средний возраст мужчин составил 61,67 года (95% доверительный интервал 61,00—62,33 года), женщин — 69,38 года (95% доверительный интервал 68,67—70,09 года), различия между группами статистически значимы ( $t = 15,014$ ;  $p = 0,00001$ ). Для оценки влияния геомагнитной активности на динамику частоты ИМ использован метод наложенных эпох с выбором в качестве «нулевых» дней с магнитной бурей, который подробно изложен в работе М.Н. Гневышева [28]. В нашей работе рассматривались 3 дня, предшествующих магнитной буре, и 3 дня, следующих за ней. Геомагнитную активность

(ГМА) оценивали по индексу Dst: тихая обстановка при Dst > -20 (1040 дней), магнитная буря при Dst < -20 (69 дней) [26]. Индекс ГМА и число солнечных пятен взяты из базы данных Space Physics Interactive Data Resource (SPIDR), находящейся в свободном доступе (<http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/>). Для оценки вклада хаотичности поведения внешних факторов в заболеваемость ИМ был проведен количественный рекуррентный анализ [29] ежедневных временных рядов Vz-компоненты межпланетного магнитного поля (ММП). Для каждого дня был получен временной ряд из 1440 показателей и рассчитаны рекуррентные показатели (REC, DET, ShanEn, MaxLine, MeanLine) с помощью ПО Auguri, Advance Analytics Group.

Анализ данных проводили с использованием статистических пакетов Statistica 8.0, SPSS 20.0. Анализ временных рядов проведен с использованием модуля Time Series/Forecasting, кусочно-линейная регрессия — модуля Nonlinear Estimation. Для оценки значимости различий при применении метода наложения эпох использовали ранговый дисперсионный анализ Фридмана для связанных выборок. Для оценки взаимосвязи заболеваемости с рекуррентной динамикой показателя Vz-компоненты ММП проводили кросскорреляционный анализ с временным лагом, равным 3.

### Результаты и обсуждение

Все пациенты были разделены по возрасту на 6 групп: от 30 до 39, от 40 до 49, от 50 до 59, от 60 до 69, от 70 до 79 и более 80 лет. Соотношение количества мужчин и женщин в разных возрастных группах составляла 5,25:1, 6,61:1, 3,21:1, 1,68:1, 0,83:1 и 0,76:1 соответственно. Основное число случаев ИМ у женщин (370) приходится на возраст от 70 до 79 лет, а у мужчин (350) — от 50 до 59 лет.

На следующем этапе исследования проведен анализ временных рядов заболеваемости ИМ. Все больные были разделены по полу и получены 2 кривые случаев заболевания, усредненных помесячно (рис. 1).

Для выявления повторяющихся циклов во временных рядах заболеваемости ИМ у мужчин и женщин проведен спектральный анализ Фурье. Отмечено, что ряды имеют циклы различной длины: у мужчин отчетливые пики с периодом 4 и 10 мес (рис. 2, а), а у женщин — 2 основных пика с периодом 3 и 6 мес и признаки существования периода 12 мес (рис. 2, б).

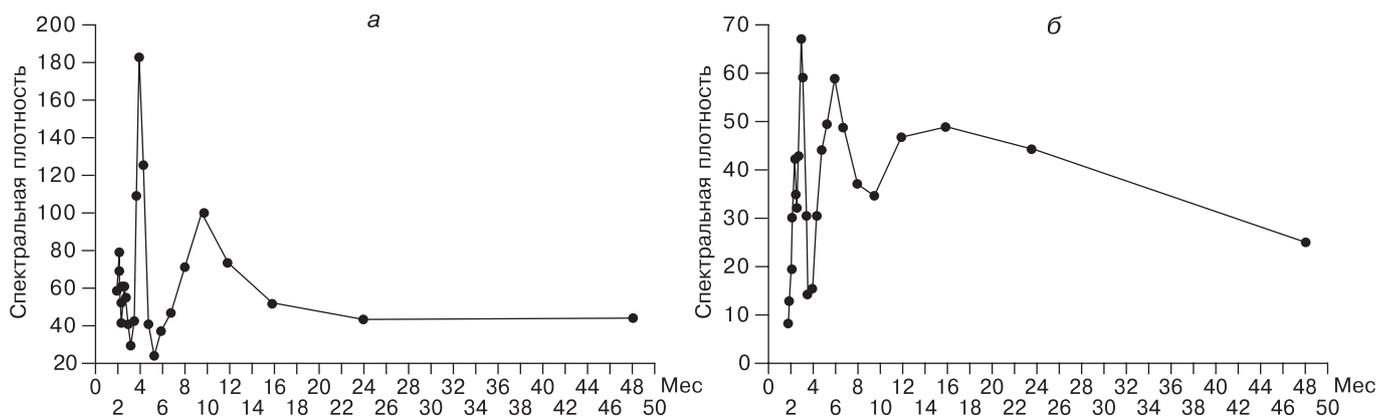


Рис 2. Спектральный анализ ряда заболеваемости у мужчин (а) и у женщин (б).

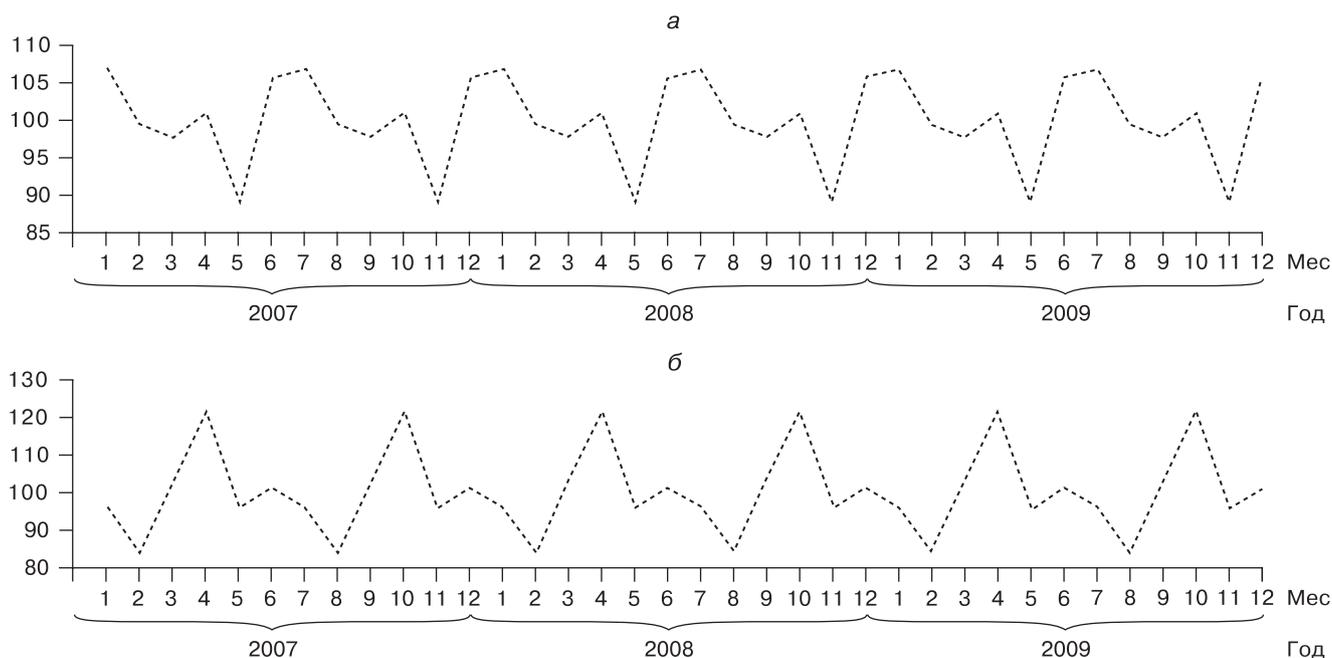


Рис 3. Сезонная декомпозиция ряда заболеваемости ИМ у мужчин (а) и женщин (б).

Для дальнейшего анализа временных рядов проведена сезонная декомпозиция ряда, где определены сезонная составляющая, тренд-циклическая и случайная составляющая и построены графики моделей временных рядов заболеваемости. Основным смыслом сезонной декомпозиции состоит в том, что временной ряд можно представить себе состоящим из четырех различных компонент: сезонной компоненты, тренда, циклической компоненты и случайной, нерегулярной компоненты, или флюктуации. Разница между циклической и сезонной компонентами состоит в том, что последняя имеет регулярную (сезонную) периодичность, тогда как циклические факторы обычно дают более длительный эффект, который меняется от цикла к циклу [30].

Из представленных на рис. 3 графиков следует, что у мужчин пик заболеваемости приходится на декабрь—январь и июнь—июль, а минимум — на май и ноябрь, а у женщин максимум приходится на апрель и октябрь, а минимум — на август и февраль. Вероятно, мужчины более чувствительны к крайним температурам в контрастные сезоны года, а женщины к перепадам параметров метеофакторов в межсезонье.

При построении графиков тренд-циклических составляющих отмечена тенденция к некоторому росту заболеваемости ИМ среди мужчин к концу 2010 г. по сравнению с 2007 г.

Нами проведен анализ различий числа госпитализированных больных с диагнозом ИМ, исходя из геомагнитной обстановки. Выявлено, что в дни магнитной бури с таким диагнозом поступало в среднем  $2,28 \pm 0,177$ , а в дни со спокойной геомагнитной обстановкой —  $1,87 \pm 0,031$  больного в сутки ( $p = 0,0026$ ); коэффициент биотропности (отношение количества среднесуточной заболеваемости в дни с повышенной геомагнитной активностью и в дни со спокойной геомагнитной обстановкой) — 1,22. Таким образом, в дни магнитных бурь заболеваемость ИМ статистически значимо возрастает, что согласуется с результатами многих исследований (рис. 4).

Следует отметить 3 магнитные бури, наблюдавшиеся в 2010 г., которые относились к классу «умеренная буря» ( $-100 < Dst < -50$ ) и продолжались несколько дней: 5—8 апреля, 29 мая—1 июня и 3—6 августа; суммарно за 11 дней с диагнозом ИМ поступило 30 больных (среднесуточный показатель 2,72 человека/сут).

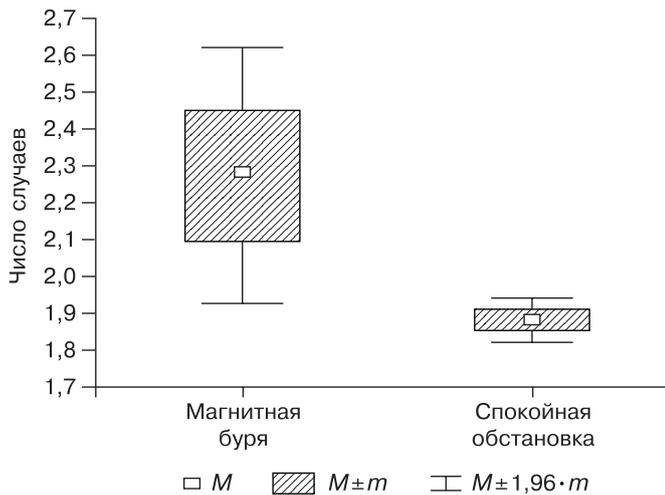


Рис. 4. Различия числа случаев ИМ (человека/сут) в дни с разной геомагнитной активностью.

Для уточнения динамики заболеваемости, зависящей от ГМА, мы, используя метод наложения эпох, проанализировали количество заболевших ИМ за 3 дня до геомагнитной бури, в день бури (реперный день) и в течение 3 дней после бури как в общем, так и отдельно для мужчин и женщин. Среднее количество заболевших в группе мужчин за 3 дня до бури составляло  $1,03 \pm 0,107$ , за 2 дня до бури —  $0,89 \pm 0,12$ , за 1 день —  $0,89 \pm 0,15$ , в день магнитной бури —  $2,0 \pm 0,12$ , в 1-й день после бури —  $0,94 \pm 0,14$ , через 2 дня после бури —  $1,17 \pm 0,12$ , через 3 дня —  $1,22 \pm 0,12$ ; статистика критерия Фридмана:  $\chi^2 = 22,56$ ,  $p = 0,001$ . Среднее количество заболевших в группе женщин за 3 дня до бури составило  $0,63 \pm 0,107$ , за 2 дня —  $0,56 \pm 0,101$ , за 1 день —  $0,79 \pm 0,113$ , в день магнитной бури —  $1,74 \pm 0,094$ , в 1-й день после бури —  $0,37 \pm 0,084$ , через 2 дня после бури —  $0,53 \pm 0,096$ , через 3 дня —  $0,53 \pm 0,084$ ; статистика критерия Фридмана:  $\chi^2 = 64,45$ ,  $p = 0,000$ .

Таким образом, в день геомагнитной бури статисти-

Таблица сопряженности возраста пациентов с ИМ геомагнитной обстановки

Возраст, годы	Геомагнитная буря		Спокойная геомагнитная обстановка		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
От 30 до 39	1	0,8	49	2,5	50	2,4
От 40 до 49	14	10,9	200	10,1	214	10,1
От 50 до 59	35	27,1	427	21,6	462	21,9
От 60 до 69	41	31,8	479	24,2	520	24,6
От 70 до 79	33	25,6	641	32,4	674	31,9
От 80 до 89	5	3,9	185	9,3	190	9,0
Итого ...	129	100,0	1981	100,0	2110	100,0

чески значимо увеличивается среднее количество заболевших ИМ как среди мужчин, так и среди женщин. Для того чтобы определить, люди какого возраста более подвержены влиянию повышенной геомагнитной активности, проведен анализ заболеваемости в дни с разной геомагнитной обстановкой среди разных возрастных групп. Построив таблицу сопряженности, мы можем наблюдать, что возраст от 50 до 59 и от 60 до 69 лет является наиболее уязвимым. Среди пациентов в возрасте от 50 до 59 лет 27,1% поступили с диагнозом ИМ в дни с геомагнитной бурей против 21,6% в дни со спокойной геомагнитной обстановкой; среди больных в возрасте от 60 до 69 лет это соотношение составляет 31,8% против 24,2%,  $\chi^2 = 11,86$ ,  $p = 0,037$  (см. таблицу).

Далее нами было проведено сопоставление ряда заболеваемости ИМ, усредненного по месяцам, с числом солнечных пятен (рис. 5).

При проведении корреляционного анализа коэффициент корреляции Пирсона составил 0,1, однако на графике можно проследить, что в первой половине 2007 г. и в 2010 г. кривые на некоторых отрезках практически совпадают, а в остальное время друг с другом не коррелируют. Исходя из этого, был выбран метод кусочно-

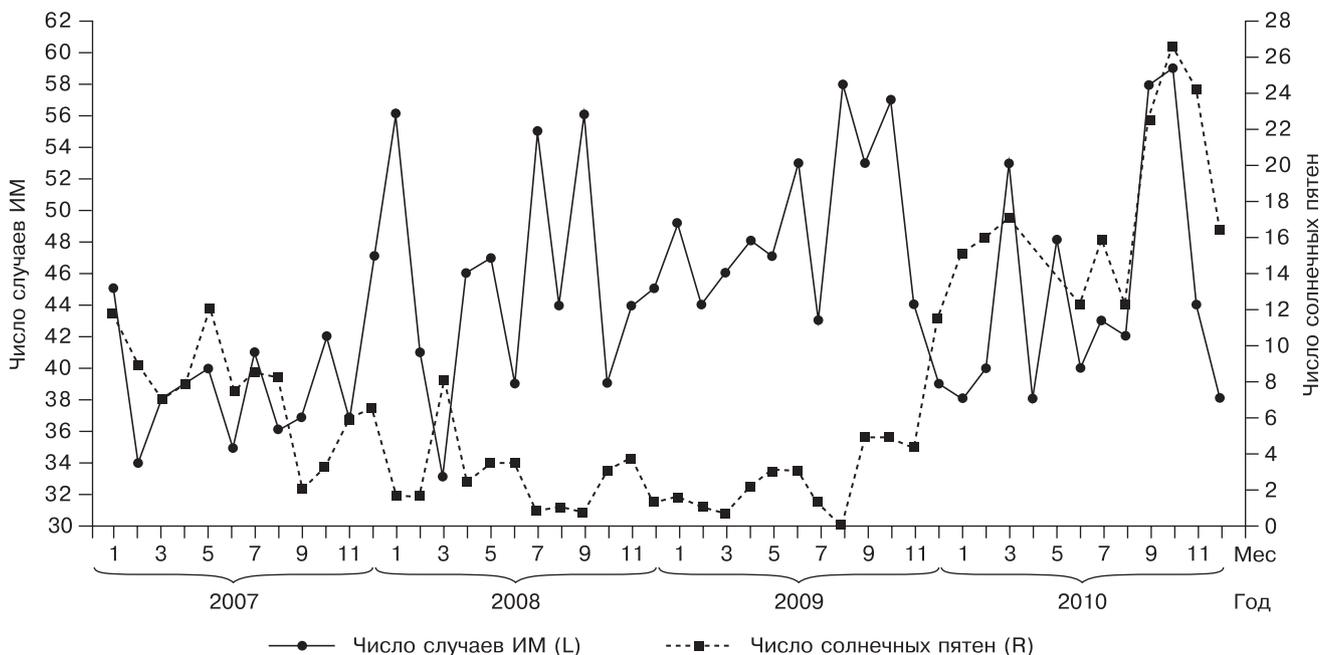


Рис. 5. Взаимосвязь рядов заболеваемости и числа солнечных пятен.

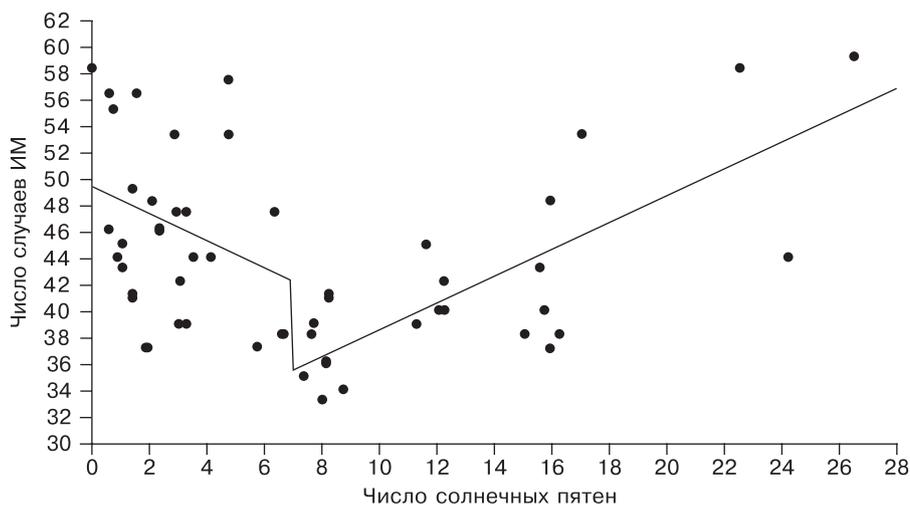


Рис. 6. Зависимость числа случаев инфаркта миокарда от числа солнечных пятен.

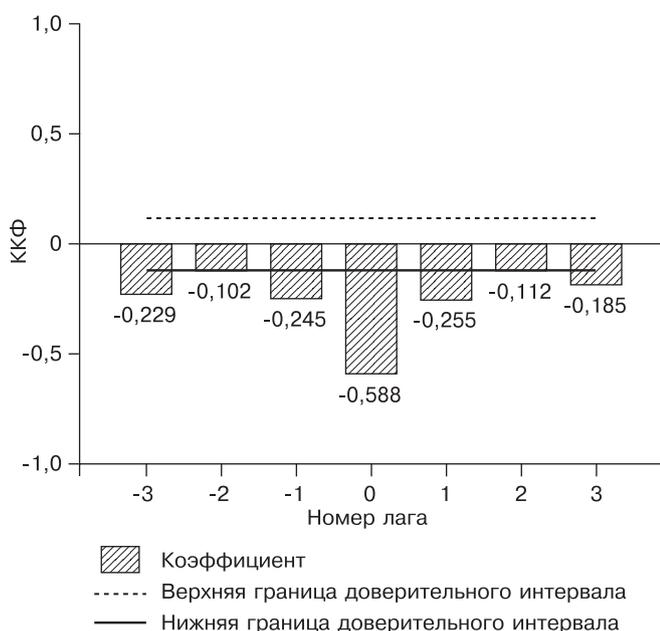


Рис. 7. Коэффициенты кросскорреляции количества случаев ИМ с REC Vz-компоненты (лаг = 3).

ККФ — коэффициент кросскорреляции; номер лага — сдвиг временных рядов относительно друг друга на 1, 2 и 3 дня; REC Vz-компоненты — показатель рекуррентности Vz-компоненты ММП.

линейной регрессии, в результате чего получено уравнение регрессии с точкой разрыва для разного числа солнечных пятен (рис. 6).

Таким образом, мы получили достаточно адекватную модель регрессии ( $R = 0,647$ ), объясненная дисперсия — 41,88%, т. е. 42% случаев заболеваемости ИМ мы можем объяснить изменением числа солнечных пятен, причем существует определенное число солнеч-

#### Сведения об авторах:

Ботоева Наталья Казбековна — канд. мед. наук, зав. отделом «Новые медицинские технологии и восстановительная медицина» Института биомедицинских исследований ВНИЦ РАН и Правительства РСО-Алания; асс. каф. фармакологии с клинической фармакологией Северо-Осетинской государственной медицинской академии; e-mail: botonata@yandex.ru

Хетагурова Лариса Георгиевна — д-р мед. наук, проф., дир. Института биомедицинских исследований ВНИЦ РАН и Правительства РСО-Алания; зав. каф. патофизиологии Северо-Осетинской государственной медицинской академии.

Рапопорт Семен Исаакович — д-р мед. наук, проф., зав. лаб. «Хрономедицина и новые технологии в клинике внутренних болезней» Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова.

ных пятен (6-9), при которых заболеваемость минимальна по ряду, увеличиваясь при увеличении или уменьшении.

При проведении кросскорреляционного анализа случаев ИМ с показателем рекуррентности (REC) Vz-компоненты ММП выявлена обратная связь средней силы ( $-0,588$ ) между показателями без временного сдвига, хотя корреляционная связь между числом заболевших и самим показателем Vz составляет всего  $-0,02$  (рис. 7).

Таким образом, изменение хаотической динамики (уменьшение предсказуемости) одной из составляющей ММП — его южной компоненты, изменение которой делает магнитосферу «открытой» для поступления в нее энергии солнечного ветра [30] и является источником геомагнитных бурь, способствует увеличению числа случаев ИМ. Возможно, изменение «поведения» солнечных и геомагнитных факторов, рассмотренное на примере Vz-компоненты, может являться одним из механизмов, приводящих биологическую систему, находящуюся в состоянии неустойчивого динамического равновесия, в другое состояние, при котором возникает острое сердечно-сосудистое заболевание, если учесть, что ИМ чаще всего развивается уже на фоне функциональных и органических изменений сердца и сосудов.

Оценивая полученные результаты, можно сказать, что заболеваемость ИМ находится в сложных взаимоотношениях с солнечной и геомагнитной активностью, которые нельзя изучать путем проведения только корреляционного анализа. Необходима дальнейшая разработка адекватных методов анализа взаимосвязи космофизических факторов с различными заболеваниями, что позволит получить новые знания об этиологических факторах и звеньях патогенеза этих заболеваний.

#### Выводы

1. Выявлено увеличение числа случаев инфаркта миокарда в дни с повышенной геомагнитной активностью, коэффициент биотропности составил 1,22.

2. Наиболее уязвимыми для влияния повышенной геомагнитной активности и возникновения инфаркта миокарда являются лица в возрасте от 50 до 69 лет.

3. Получена модель кусочно-линейной регрессии, в которой 42% случаев заболеваемости инфарктом миокарда объясняются изменением числа солнечных пятен. Заболеваемость минимальна при среднем количестве пятен, равном 6—9, увеличиваясь при его увеличении или уменьшении.

4. Выявлена обратная корреляционная связь средней силы ( $-0,588$ ) между числом случаев инфаркта миокарда и показателем рекуррентности Vz-компоненты, что свидетельствует о значительной роли хаотической динамики внешних факторов в возникновении инфаркта миокарда.

1. **Чижевский А.Л.** Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль; 1976.
2. **Чижевский А.Л.** Земля в объятиях Солнца. М.: Эксмо; 2004.
3. **Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П.** Гелиометротропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина; 1982.
4. Влияние солнечной активности на биосферу / Новикова К.Ф., Бяков В.М., Михеев Ю.П. и др. М.; 1982.
5. **Тясто М.И., Птицина Н.Г.** и др. Влияние электромагнитных полей естественного и антропогенного происхождения на частоту появления различных патологий в Санкт-Петербурге. Биофизика. 1995; 40 (4): 839—47.
6. **Вилорези Дж., Птицина Н.Г., Тясто М.И., Юччи Н.** Инфаркт миокарда и геомагнитные возмущения: анализ данных о заболеваемости и смертности. Биофизика. 1998; 43 (4): 623—31.
7. **Нужина М.А.** Влияние природных факторов на возникновение сердечно-сосудистых заболеваний. Биофизика. 1998; 43 (4): 640—6.
8. **Орасевский В.Н., Кулешова В.П.** и др. Медико-биологические эффекты естественных электромагнитных вариаций. Биофизика. 1998; 43 (5): 844—8.
9. **Белялов Ф.И., Исхакова Г.И.** Связи гелиогеофизических факторов и течения нестабильной стенокардии. Терапевтический архив. 2002; 9: 34—6.
10. **Гурфинкель Ю.И., Митрофанова Е.В., Митрофанова Т.А.** и др. Влияние геомагнитных возмущений на острую сердечно-сосудистую патологию. В кн.: Международная крымская конференция «Космос и биосфера»: Тезисы докладов. Партепит; 2003: 12.
11. **Гурфинкель Ю.И.** Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. М.: Эльф-3; 2004.
12. **Гурфинкель Ю.И., Митрофанова Т.А., Кукуй Л.М.** и др. Результаты многоцентровых статистических исследований влияния геомагнитных возмущений на острую сердечно-сосудистую и церебральную патологию. В кн.: Ревич Б.А., ред. Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей. М.: АдамантЪ; 2006: 185—97.
13. **Лычак М.М.** Про вплив сонячної активності, що супроводжується викидами коронарних мас, на стан здоров'я населення. В кн.: VI Міжнародна кримська конференція «Космос і біосфера»: Тезиси докладів. Кримський научний центр НАНУ-МОНУ; 2005: 7—8.
14. **Лычак М.М., Василік П.В., Царук Н.П.** О ритмике ежесуточных вызовов скорой медицинской помощи в г. Киеве и влиянии на нее космических факторов. Труды IX Международной крымской конференции «Космос и биосфера 2011». Available at: [www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p37.pdf](http://www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p37.pdf).
15. **Stoupe E., Domarkiene S., Radishauskas R.** et al. Link between monthly rates of four subtypes of acute myocardial infarction and their corresponding cosmophysical activity parameters. J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol. 2004; 15 (3—4): 175—84.
16. **Dorman L.I., Ptitsyna N.G., Villoresi G.** et al. Space storms as natural hazards. Adv. Geosci. 2008; 14: 271—5.
17. **Несмеянович Э.И., Букалов А.В.** О некоторых аспектах связи солнечной активности с состоянием здоровья человека, в частности, динамикой острого инфаркта миокарда. В кн.: Международная крымская конференция «Космос и биосфера»: Тезисы докладов. Партепит; 2003: 105.
18. **Lipa B., Sturrock P.A., Rogot G.** Search for correlation between geomagnetic disturbances and mortality. Nature. 1976; 259: 302—4.
19. **Messner T., Haggstrom I., Sandahl I.** No covariation between the geomagnetic activity and the incidence of acute myocardial infarction in the polar area of northern Sweden. Int. J. Biometeorol. 2002; 46 (2): 90—4.
20. **Szczeklik E., Mergentaler J., Kotlarek-Haus S.** et al. Solar activity and myocardial infarction. Cor et Vasa. 1983; 25 (1): 49—55.
21. **Stoupe E., Babayev E.S., Mustafa F.R.** et al. Clinical cosmobiology — sudden cardiac death and daily/monthly geomagnetic, cosmic ray and solar activity — the Baku study (2003—2005). Sun and Geosphere. 2006; 1: 13—6.
22. **Babayev E.S., Allahverdiyeva A.A., Mustafa F.R., Shustarev P.N.** An influence of changes of heliogeophysical conditions on biological systems: some results of studies conducted in the Azerbaijan National Academy of Sciences. Sun and Geosphere. 2007; 2 (1): 48—52.
23. **Babayev E.S.** Solar and geomagnetic activities and related effects on the human physiological and cardio-health state: Some results of Azerbaijani and Collaborative Studies. MEARIM. 2008; 1: 235—41.
24. **Otto W., Hempel W.E., Wagner C.U.** et al. Various periodical and aperiodical variations of heart infarct mortality in the DRG. Z. Ges. Inn. Med. 1982; 37 (22): 756—63.
25. **Дашиева Д.А., Семенова Т.Т.** Влияние солнечной активности (DST-индекса) на сердечно-сосудистую систему человека в условиях Восточного Забайкалья. Вестник Бурятского государственного университета. 2009; 4: 183—5.
26. **Димитрова С., Мустафа Ф.Р., Стоилова И.** и др. Гелиогеофизическая активность и смертность от острого инфаркта миокарда: результаты исследований, основанных на данных из Болгарии и Азербайджана. Солнечно-земная физика. 2008; 12 (2): 344—9.
27. **Корнилова Л.С., Никитин Г.А.** Особенности возникновения и течения инфаркта миокарда в различные периоды солнечной активности. Клиническая медицина. 2008; 86 (8): 39—44.
28. **Гневъшев М.Н., Оль А.И.** О методике некоторых гелиобиологических исследований. В кн.: Черниговский В.Н., ред. Проблемы космической биологии. М.: Наука; 1982: 216—20.
29. **Киселев В.Б.** Рекуррентный анализ — теория и практика. Научно-технический вестник. 2006; 29: 136—40.
30. Электронный учебник Statsoft. Available at: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/>.

## REFERENCES

1. **Chizhevskiy A.L.** Earthly echo of solar storms. M.: Mysl'; 1976 (in Russian).
2. **Chizhevskiy A.L.** Earth in the embrace of the Sun. M.: Eksmo; 2004 (in Russian).
3. **Andronova T.I., Deryapa N.R., Solomatina A.P.** Heliometeotropic response of healthy and sick people. L.: Meditsina; 1982 (in Russian).
4. The influence of solar activity on the biosphere / Novikova K.F., Byakov V.M., Mikheev Yu.P. et al. M.; 1982 (in Russian).
5. **Tyasto M.I., Ptitsina N.G.** et al. The influence of the electromagnetic fields of the natural and anthropogenic origin on the frequency of occurrence of various pathologies in St. Petersburg. Biofizika. 1995; 40 (4): 839—47 (in Russian).
6. **Vilorezi Dzh., Ptitsina N.G., Tyasto M.I., Yuchchi N.** Myocardial infarction and geomagnetic disturbances: analysis of data on morbidity and mortality. Biofizika. 1998; 43 (4): 623—31 (in Russian).
7. **Nuzhina M.A.** The influence of environmental factors on the occurrence of cardiovascular diseases. Biofizika. 1998; 43 (4): 640—6 (in Russian).
8. **Oraevskiy V.N., Kuleshova V.P.** et al. Medical and biological effects of natural electromagnetic variations. Biofizika. 1998; 43: 844—8 (in Russian).
9. **Belyalov F.I., Iskhakova G.I.** Correlation between heliogeophysical factors and unstable angina. Terapevticheskiy arkhiv. 2002; 9: 34—6 (in Russian).
10. **Gurfinkel' Yu.I., Mitrofanova E.V., Mitrofanova T.A.** et al. Effect of geomagnetic disturbances on acute cardiovascular disease. Mezhdunarodnaya Krymskaya konferentsiya «Kosmos i biosfera»: tez. dokl. Partenit; 2003: 12 (in Russian).
11. **Gurfinkel' Yu.I.** Coronary heart disease and solar activity. M.: El'f-3; 2004 (in Russian).
12. **Gurfinkel' Yu.I., Mitrofanova T.A., Kukuy L.M.** et al. The results of multicenter studies of the effect of geomagnetic disturbances on the acute cardiovascular and cerebral pathology. V kn.: Revich B.A., red. Klimat, kachestvo atmosfernogo vozdukha i zdorov'e moskvichey. M.: Adamant; 2006: 185—97 (in Russian).
13. **Lychak M.M.** On the influence of solar activity, accompanied by coronal mass emissions on public health. VI Mezhdunar. krym. konf. «Kosmos i biosfera». Tezisy dokl. Krym. nauch. tsentr NANU-MONU; 2005: 7—8 (in Ukrainian).
14. **Lychak M.M., Vasilik P.V., Tsaruk N.P.** On the rhythm of daily medical emergencies in Kiev and impact of the cosmic factors. Trudy IX Mezhdunarodnoy krymskoy konferentsii «Kosmos i biosfera 2011». Available at: [www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p37.pdf](http://www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p37.pdf) (in Russian).
15. **Stoupe E., Domarkiene S., Radishauskas R.** et al. Link between monthly rates of four subtypes of acute myocardial infarction and their corresponding cosmophysical activity parameters. J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol. 2004; 15 (3—4): 175—84.
16. **Dorman L.I., Ptitsyna N.G., Villoresi G.** et al. Space storms as natural hazards. Adv. Geosci. 2008; 14: 271—5.
17. **Nesmeyanovich E.I., Bukalov A.V.** Some aspects of solar activity due to the state of human health, in particular, the dynamics of acute myocardial infarction. In: Mezhdunarodnaya Krymskaya konferentsiya «Kosmos i biosfera»: Tez. dokl. 2003; 105 (in Russian).
18. **Lipa B., Sturrock P.A., Rogot G.** Search for correlation between geomagnetic disturbances and mortality. Nature. 1976; 259: 302—4.

19. Messner T., Haggstrom I., Sandahl I. No covariation between the geomagnetic activity and the incidence of acute myocardial infarction in the polar area of northern Sweden. *Int. J. Biometeorol.* 2002; 46 (2): 90—4.
20. Szczeklik E., Mergentaler J., Kotlarek-Haus S. et al. Solar activity and myocardial infarction. *Cor et Vasa.* 1983; 25 (1): 49—55.
21. Stoupele E., Babayev E.S., Mustafa F.R. et al. Clinical cosmobiology — sudden cardiac death and daily/monthly geomagnetic, cosmic ray and solar activity — the Baku study (2003—2005). *Sun and Geosphere.* 2006; 1: 13—6.
22. Babayev E.S., Allahverdiyeva A.A., Mustafa F.R., Shustarev P.N. An influence of changes of heliogeophysical conditions on biological systems: some results of studies conducted in the Azerbaijan National Academy of Sciences. *Sun and Geosphere.* 2007; 2 (1): 48—52.
23. Babayev E.S. Solar and geomagnetic activities and related effects on the human physiological and cardio-health state: Some results of Azerbaijani and Collaborative Studies. *MEARIM.* 2008; 1: 235—41.
24. Otto W., Hempel W.E., Wagner C.U. et al. Various periodical and aperiodical variations of heart infarct mortality in the DRG. *Z. Ges. Inn. Med.* 1982; 37 (22): 756—63.
25. Dashieva D.A., Semenova T.T. The influence of solar activity (DST-index) on the cardiovascular system of a person in the Eastern Trans-Baikal. *Vestnik Buryatskogo gosuniversiteta.* 2009; 4: 183—5 (in Russian).
26. Dimitrova S., Mustafa F.R., Stoilova I. et al. Heliogeophysical activity and mortality from acute myocardial infarction: results of studies based on data from Bulgaria and Azerbaijan. *Solnechno-zemnaya fizika.* 2008; 12 (2): 344—9 (in Russian).
27. Kornilova L.S., Nikitin G.A. Features of occurrence and course of myocardial infarction in different periods of solar activity. *Klinicheskaya meditsina.* 2008; 86 (8): 39—44 (in Russian).
28. Gnevyshev M.N., Ol' A.I. On the methods of some heliobiological research. V kn. Chernigovskiy V.N., red. *Problemy kosmicheskoy biologii.* M.: Nauka; 1982: 216—20 (in Russian).
29. Kiselev V.B. *Recurrence Analysis — Theory and Practice.* Nauchno-tekhnicheskiy vestnik. 2006; 29: 136—40 (in Russian).
30. *Electronic Textbook Statsoft.* Available at: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/> (in Russian).

Поступила 27.05.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 616.12-008.313-02:616-002-004]-07

## ИЗМЕНЕНИЕ СЫВОРОТОЧНОГО МАРКЕРА КАРДИАЛЬНОГО ФИБРОЗА И ВОСПАЛЕНИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Н.Е. Григориади<sup>2</sup>, Л.М. Василец<sup>1</sup>, Е.А. Ратанова<sup>1</sup>, Н.С. Карпунина<sup>1</sup>, А.В. Туев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Пермская государственная медицинская академия им. акад. Е.А. Вагнера Минздрава России; <sup>2</sup>Пермская краевая клиническая больница

*Изучены показатели кардиального фиброза медиаторов системного воспаления у пациентов с идиопатической фибрилляцией предсердий (ФП) и ФП на фоне артериальной гипертензии; эти показатели также исследованы в зависимости от формы аритмии. Установлено, что при ФП повышаются уровни сывороточных маркеров фиброза и воспаления: С-концевого пропептида проколлагена типа I (PICP), интерлейкина-6, причем в большей степени при сочетании артериальной гипертензии с ФП. Имеется зависимость показателей фиброза от формы ФП. Уровень PICP повышается при хронической и рецидивирующей формах ФП. Концентрация матриксной металлопротеиназы-9 не зависит от формы ФП, а концентрация тканевого ингибитора металлопротеиназы-1 имеет тенденцию к снижению при перманентной ФП. У пациентов с рецидивирующей ФП показатель ИЛ-6 по сравнению с таковым у практически здоровых людей имеет более высокие значения и еще больше повышается при перманентной ФП. Уровень фактора некроза опухолей α незначительно повышен при перманентной ФП.*

*Ключевые слова:* фибрилляция предсердий; артериальная гипертензия; фактор некроза опухолей α; интерлейкин-6; матриксная металлопротеиназа-9; С-концевой пропептид проколлагена типа I; тканевый ингибитор металлопротеиназы-1.

### CHANGES IN THE SERUM MARKER OF CARDIAC FIBROSIS AND INFLAMMATION ASSOCIATED WITH ATRIAL FIBRILLATION

N.E. Grigoriadi<sup>2</sup>, L.M. Vasilets<sup>1</sup>, E.A. Ratanova<sup>1</sup>, N.S. Karpunina<sup>1</sup>, A.V. Tuev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>E.A. Vagner Perm State Medical Academy; <sup>2</sup>Perm Regional Clinical Hospital, Russia

*This work was designed to study characteristics of cardiac fibrosis and inflammation associated with idiopathic atrial fibrillation (AF) and AF with concomitant arterial hypertension (AH). The same parameters were investigated in connection with different types of arrhythmia. It is shown that patients with AF have increased levels of serum markers of fibrosis and inflammation (C-terminal propeptide of type I procollagen (PICP) and IL-6); they are especially high in case of combination of AF and AH. Characteristics of fibrosis are related to the form of AF. PICP levels increase in patients with chronic and recurrent AF. Activity of matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) does not depend on the type of AF whereas concentration of tissue metalloproteinase inhibitor-1 (TIMP-1) tends to decrease in case of permanent AF. Patients with recurrent and especially permanent AF have higher IL-6 levels than practically healthy subjects. Permanent AF is associated with a slightly elevated level of tumour necrosis factor-α.*

*Key words:* atrial fibrillation; arterial hypertension; tumour necrosis factor-α; interleukin-6; matrix metalloproteinase-9; C-terminal propeptide of type I procollagen; tissue metalloproteinase inhibitor-1.

В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что фибрилляция предсердий (ФП) остается самой частой клинически значимой аритмией и важной ме-

дико-социальной проблемой, так как ассоциирована с пятикратным увеличением риска развития инсульта и двукратным увеличением риска общей смерти [1].