

УДК: 551.590.2

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СМЕРТНОСТЬ ОТ ОСТРОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ДАННЫХ ИЗ БОЛГАРИИ И АЗЕРБАЙДЖАНА

¹С. Димитрова, ²Ф.Р. Мустафа, ¹И. Стоилова, ^{2,3}Е.С. Бабаев, ⁴В.Н. Обридко,
¹К. Георгиева, ⁵Т. Тасева, ⁶С.С. Алиева

HELIOGEOPHYSICAL ACTIVITY AND MORTALITY FROM ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION: RESULTS OF STUDIES BASED ON DATA FROM BULGARIA AND AZERBAIJAN

¹S. Dimitrova, ²F.R. Mustafa, ¹I. Stoilova, ^{2,3}E.S. Babayev, ⁴V.N. Obridko,
¹K. Georgieva, ⁵T. Taseva, ⁶S.S. Aliyeva

В данной статье частично описываются результаты совместных исследований по выявлению возможных эффектов геомагнитных возмущений, различающихся по интенсивности и типу, на смертность от острого инфаркта миокарда (в дальнейшем ОИМ). Данные по смертности от ОИМ были взяты из Университетской больницы активного лечения «Св. Анна», София, Болгария (109 последовательно идущих друг за другом месяцев с 01.12.1995 по 31.12.2004, покрывающих 175 случаев ОИМ в госпитале) и со всех станций первой медицинской помощи районов и пригородов Баку, Азербайджан (36-месячные ежедневные предгоспитализационные данные от 01.01.2003 по 31.12.2005, покрывающие 440 случаев). Для проверки значимости воздействий факторов геомагнитной активности (в дальнейшем ГМА), отраженных различными индексами (A_p , A_m , K_p и D_{st}), на динамику летальных исходов, был применен вариант дисперсионного анализа ANOVA. Он же был применен для изучения эффектов воздействия на смертность от ОИМ различных типов геомагнитных бурь (т.е. обусловленных магнитными облаками солнечного происхождения (далее МО) или высокоскоростными потоками солнечного ветра (в дальнейшем ВСПСВ)). Также был применен корреляционный анализ и подсчитаны соответствующие коэффициенты. Смертность от ОИМ в обоих регионах возрастает с ростом ГМА за день до, во время и на следующий день после геомагнитных бурь разной интенсивности. Число летальных ОИМ-случаев также возрастает в дни низкой ГМА в период 2003–2004. Показана связь между геомагнитными бурями, вызванными МО, и возрастанием смертности от ОИМ как в Софии, так и в Баку в сравнении с бурями, обусловленными ВСПСВ, для всего рассмотренного периода.

In this paper we partly describe the results of the joint studies to reveal possible effects of geomagnetic disturbances varying in strength and type on the lethality from acute myocardial infarction (AMI). The AMI mortality data were taken from “St. Anna” University Hospital for Active Treatment, Sofia, Bulgaria (109 consecutive months 01.12.1995 through 31.12.2004, covering 175 AMI cases in hospital) and from all of Emergency and First Medical Aid Stations of Grand Baku Area, Azerbaijan (36 months daily pre-hospital data 01.01.2003 through 31.12.2005, covering 440 cases). Analysis of variance (ANOVA) was applied to check the significance of the influence of different geomagnetic activity (GMA) indices (A_p , A_m , K_p and D_{st}) on the dynamics of lethal cases. The same analysis was applied to study the effect of the geomagnetic storm types (i.e., those caused by solar origin magnetic clouds (MC) or by high-speed solar wind streams (HSSWS)) on AMI mortality. We also used correlation analysis and calculated relevant coefficients. The AMI mortality in both regions increased with GMA increase a day prior to, during and the day after geomagnetic storms of different intensity. The number of lethal AMIs also increased on the days with low GMA 2003 through 2004. For the entire considered period, we show the relation between the MC-caused geomagnetic storms and increase of AMI mortality both in Sofia and Baku as compared with the HSSWS-caused storms.

1. Введение

Множество исследований выявило к настоящему времени взаимосвязь между солнечной (СА) и геомагнитной (ГМА) активностью и вариабельностью сердечного ритма [1–3], различными кардиоваскулярными дисфункциями, заболеваемостью и смертностью от инфарктов, инсультами [4–11] и внезапной сердечной смертью [12].

Статьи по этой тематике показывают, что в этой области исследований существует много открытых вопросов и требуется дальнейшее изучение проблемы, чтобы прояснить возможное взаимодействие и биологический механизм, через который гелиогеофизические факторы воздействуют на кардиосостояние человеческого организма.

Целью нашего исследования было выяснение и сравнение возможных эффектов геомагнитных изменений солнечного происхождения на смертность от острого инфаркта миокарда в средних широтах (между 40 и 43° N), но на разных долготах (между 23 и 50° E).

2. Материалы и методы

Использовались данные по летальным исходам с диагнозом ОИМ пациентов, находившихся в Университетской больнице активного лечения «Св. Анна»,

София (42° 43' N; 23° 20' E). Они покрывают период с 1 декабря 1995 по 31 декабря 2004 г. Всего за эти 109 месяцев было зарегистрировано 175 летальных случаев с ОИМ.

Анализировались ежедневные данные из Бакинской области (столица Баку (40°23' N; 49°51' E) и Апшеронский экономический регион) по 21 станции первой медицинской помощи за период с 1 января 2003 до 31 декабря 2005 г. (36 следующих друг за другом месяцев). Эти данные включают 440 случаев предгоспитализационной смертности от ОИМ.

Данные по индексам ГМА (ежедневные D_{st} , планетарные A_p , и индекс A_m , выведенный для средних широт) были получены из Мирового центра данных по геомагнетизму, Киото, Япония, и Центра прогнозирования космической погоды при Национальном управлении по исследованию океанов и атмосферы (NOAA), США.

ГМА была разделена на пять уровней в соответствии с интенсивностью геомагнитного поля (ГМП), оцененной относительно индексов ГМА (табл. 1).

Также был учтен тип геомагнитной бури. В соответствии с этим были введены еще две характеристики ГМА: МО-обусловленность (появление вследствие наличия магнитного облака) и ВСПСВ-обусловлен-

Таблица 1

Градации уровней ГМА

ГМА индекс	I Тихая обстановка	II Слабая буря	III Умеренная буря	IV Сильная буря	V Сверхсильная буря
D_{st} , нТл	$D_{st} > -20$	$-50 < D_{st} \leq -20$	$-100 < D_{st} \leq -50$	$-150 < D_{st} \leq -100$	$D_{st} \leq -150$
A_p	$A_p < 15$	$15 \leq A_p < 30$	$30 \leq A_p < 50$	$50 \leq A_p < 100$	$A_p \geq 100$
A_m	$A_m < 15$	$15 \leq A_m < 30$	$30 \leq A_m < 50$	$50 \leq A_m < 100$	$A_m \geq 100$

ность – (появление вследствие выброса высокоскоростного потока солнечного ветра).

«Очищенные» от социальных и других факторов данные были подвергнуты медицинскому и математическому/статистическому анализу следующими методами:

- Статистический пакет STATISTICA (StatSoft Inc., версия 6 от 2001 г.) был использован для визуализации данных и статистического анализа;
- Дисперсионный анализ (ANalysis Of Variance, ANOVA) применялся для проверки значимости эффектов воздействия интенсивности ГМА и магнитной бури определенного типа (МО- или ВСПСВ-обусловленных) на смертность от ОИМ;
- Влияние геомагнитных бурь на смертность от ОИМ также выявлялось при помощи ANOVA. Воздействие ГМА исследовалось начиная с трех дней перед и заканчивая тремя днями после острых геомагнитных изменений;
- Сравнительный анализ влияния (тест Неймана–Кельтса) был проведен для выяснения статистической значимости различий между средними значениями зарегистрированных летальных случаев для отдельных уровней ГМА.

Также были рассчитаны коэффициенты корреляции. Выбранный уровень статистической значимости соответствовал $p \leq 0.05$.

3. Результаты

3.1. Смертность от ОИМ в Софии за период с 1995 по 2004 г.

Рисунки 1 и 2 показывают динамику геомагнитных индексов и распределение смертности от ОИМ за рассмотренный период (9 лет) для данных систематизированных соответственно по месяцам и годам.

Статистически значимые коэффициенты корреляции между смертностью от ОИМ и рассматриваемыми индексами ГМА были получены для усредненных месячных данных (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент корреляции (r) и его уровень значимости (p) для месячных и ежегодных усредненных геомагнитных индексов и смертельных случаев ОИМ (по г. София, 1995–2004гг.).

Индекс ГМА	Месячные данные		Ежегодные данные	
	r	p	r	p
A_m	0.25	0.008	0.83	0.006
K_m -суммарный	0.25	0.009	0.85	0.004
A_p	0.24	0.013	0.69	0.04
K_p -суммарный	0.26	0.013	0.68	0.042

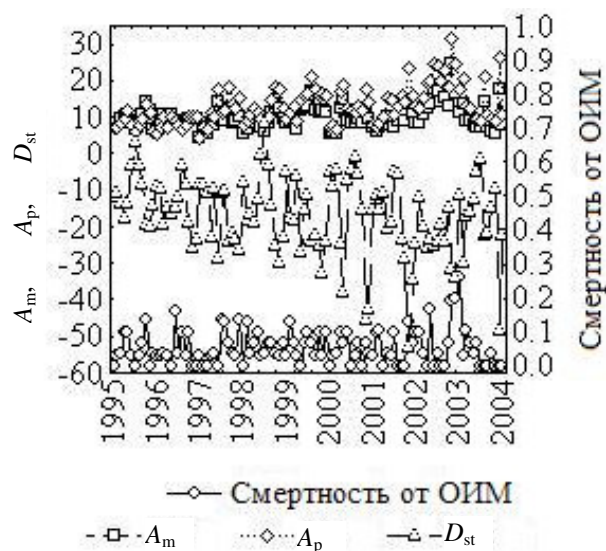


Рис. 1. Усредненные по месяцам геомагнитные индексы (A_m , A_p и D_{st}) и усредненная по месяцам смертность от ОИМ (данные по г. София, 1995–2004гг.).

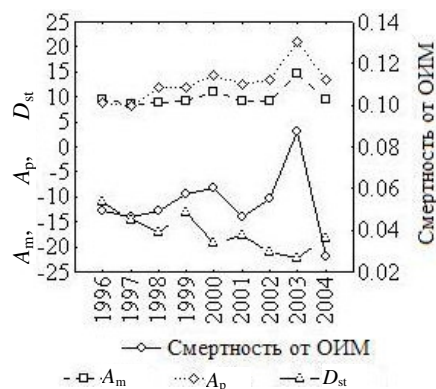


Рис. 2. Усредненные по годам геомагнитные индексы (A_m , A_p и D_{st}) и усредненная по годам смертность от ОИМ (по г. София, 1995–2004гг.).

Все рассмотренные индексы ГМА значимо коррелируют со смертностью от ОИМ для ежедневных данных (положительная корреляция), хотя коэффициенты корреляции не столь высокие.

Рисунок 2 показывает годы максимальной и пост-максимальной солнечной активности 23 солнечного цикла. В геомагнитном плане 2000 и особенно 2003 г. отличались выраженной высокой активностью: значения геомагнитных индексов существенно возрастают по сравнению с другими годами (см. рис. 2, который представляет собой типичную картину максимума чисел солнечных пятен на фазе спада солнечной активности; ГМА имеет двойной пик за два-три года до и после максимума). Число летальных случаев с диагнозом ОИМ также возрастает в эти годы. Коэффициенты корреляции для усредненных по годам данных по ОИМ и усредненных по годам геомагнитных индексов были статистически значимыми, положительными и высокими (табл. 2).

ANOVA выявила статистически значимое влияние на смертность от ОИМ для ГМА, оцененной по D_{st} -индексу ($p = 0.03$). Возрастание числа летальных случаев в дни развития сильных и сверхсильных бурь (рис. 3).

На рис. 4 представлена динамика смертности от ОИМ, полученная при помощи ANOVA для разных уровней ГМА в соответствии с A_p -индексом, с третьего дня до по третий день после изменения ГМП. Наименьшее число летальных случаев зарегистрировано в дни спокойной ГМА и на третий день развития сильных и сверхсильных бурь. Смертность от ОИМ возрастает почти при всех других рассмотренных условиях, и наблюдается пиковое увеличение смертности в дни, предшествующие умеренной буре, в +1 и +3 день умеренной и сильной бури.

Было получено, что смертность от ОИМ статистически значимо ($p = 0.05$) возрастает в дни бурь, обусловленных МО, по сравнению с днями со спокойной ГМА и бурями, инициируемыми ВСПСВ (рис. 5). Более того, это различие было подтверждено сравнительным анализом влияния (тест Неймана-Кельтса).

Летальные случаи ОИМ возрастают также в дни предшествующие МО-бурям, и на второй день после их наступления (рис. 6).

3.2. Смертность от ОИМ в Баку за период 2003 по 2005 г.

Усредненные по месяцам индексы ГМА за рассматриваемый период и случаи смертельного исхода от ОИМ (данные по Баку) показаны на рис. 7.

Коэффициенты корреляции между усредненными по месяцам индексами ГМА и смертностью от ОИМ значимы и отрицательны (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент корреляции r и их уровень значимости p для усредненных по месяцу геомагнитных индексов и для усредненных по месяцу летальных исходов от ОИМ (Данные по г. Баку, 2003–2005 гг.).

Индекс ГМА	Коэффициент корреляции r	Уровень значимости p
A_m	-0.50	0.002
K_m -суммарный	-0.50	0.002
A_p	-0.43	0.009
K_p -суммарный	-0.50	0.002

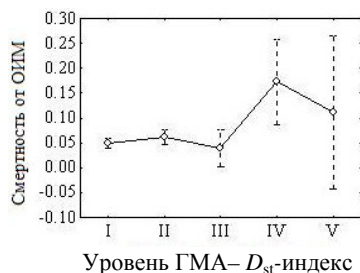


Рис. 3. Воздействие ГМА (оцененной по D_{st} -индексу) на смертность от ОИМ ($\pm 95\%$ CI), (г. София, 1995–2004 гг.).

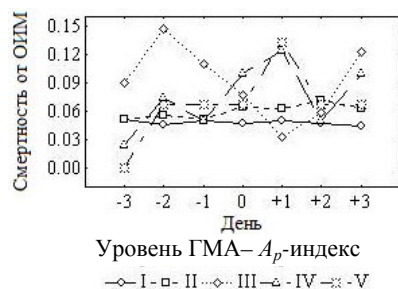


Рис. 4. Воздействие ГМА (оцененной по A_p -индексу) на смертность от ОИМ до, во время и после развития геомагнитной бури (г. София, 1995–2004 гг., день 0 – день геомагнитного излучения).

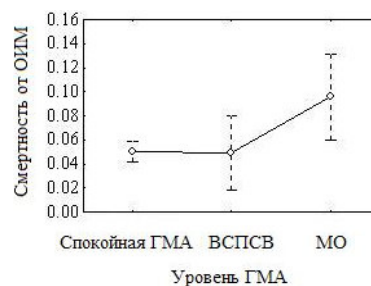


Рис. 5. Воздействие ГМА, оцененное по типу бури, на смертность от ОИМ ($\pm 95\%$ CI), (г. София, 1995–2004 гг.).

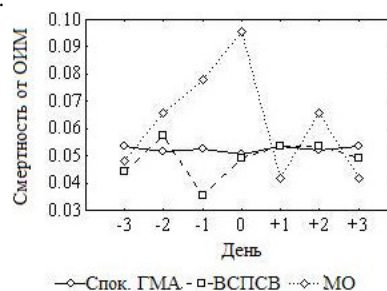


Рис. 6. Воздействие ГМА, оцененное по типу бури, на смертность от ОИМ до, во время и после геомагнитной бури (г. София, 1995–2004).

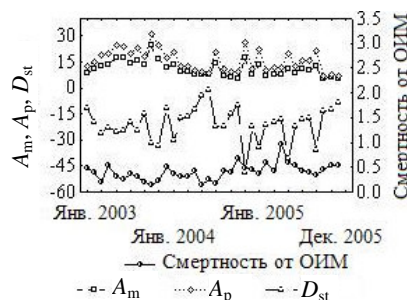


Рис. 7. Усредненные по месяцам геомагнитные индексы (A_m , A_p и D_{st}) и усредненная по месяцам смертность от ОИМ (г. Баку, 2003–2005 гг.).

При помощи ANOVA было получено, что при изменении геомагнитной ситуации (исходя из D_{st} -индекса) число летальных случаев от ОИМ растет при сверхсильной и уменьшается при сильной буре, хотя ГМА-эффект был незначительным.

Соответственно D_{st} -индексу наблюдалось пиковое возрастание смертности за несколько дней перед и в течение сверхсильных и сильных бурь (рис. 8). Нетрудно видеть также, что смертность от ОИМ была высокой в магнитоспокойные дни.

Было получено, что смертность от ОИМ возрастает при бурях, обусловленных МО, и немного уменьшается при бурях, вызванных ВСПСВ по сравнению с магнитоспокойными днями (рис. 9).

Наиболее высокая смертность от ОИМ наблюдалась в магнитоспокойные дни, первый и день «0» МО-обусловленной бури и в дни -2 и +3 ВСПСВ-обусловленной бури.

3.3. Смертность от ОИМ в Софии и Баку для периода совпадающих временных промежутков 2003-2004 гг.

Таблица 4 показывает коэффициенты корреляции между усредненными по месяцам индексами ГМА и

Таблица 4

Коэффициент корреляции r и их уровень значимости p для усредненных по месяцам индексов ГМА и усредненной по месяцам смертности от ОИМ в Софии и Баку для совпадающих временных промежутков 2003–2004 гг.

Индекс ГМА	София		Баку	
	r	p	r	p
A_m	0.27	0.2	-0.43	0.037
K_m -суммарный	0.21	0.33	-0.37	0.079
A_p	0.26	0.23	-0.35	0.091
K_p -суммарный	0.33	0.12	-0.38	0.07

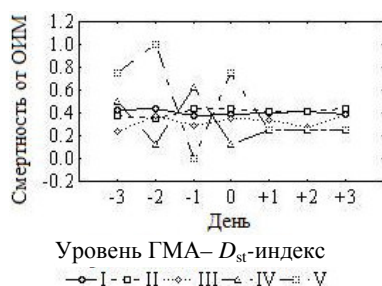


Рис. 8. Воздействие ГМА (оцененной по D_{st} -индексу) на смертность от ОИМ до, во время и после развития геомагнитной бури (г. Баку, 2003–2005 гг.).

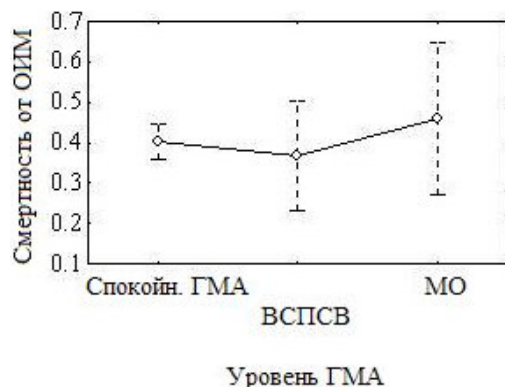


Рис. 9. Воздействие ГМА, оцененное по типу бури, на смертность от ОИМ ($\pm 95\%$ CI), (г. Баку, 2003–2005 гг.).

смертностью от ОИМ в Софии и Баку с 2003 по 2004 г. Коэффициенты корреляции для Софии положительны, но не значимы. Достоверно отрицательная корреляция была получена между смертностью от ОИМ в Баку для периода 2003–2004 гг. и A_m -индексом, как и тенденция к отрицательной корреляции с A_p -, суммарным K_m - и суммарным K_p -индексом.

Результаты, полученные дисперсионным анализом для эффекта ГМА, оцениваемого A_p -индексом, выявили, что число летальных случаев растет с ростом ГМА по данным для Софии. Уменьшение наблюдалось при умеренных бурях по данным для Баку.

Также ANOVA выявила пиковое возрастание смертности от ОИМ по данным для Софии за день до, во время и после сильной и сверхсильной бури в соответствии с D_{st} -индексом (рис. 10). По данным для Баку пиковое возрастание пришлось до и во время сильной и сверхсильной бури (рис. 11). Нужно заметить, что для обоих совпадающих столбцов данных (период

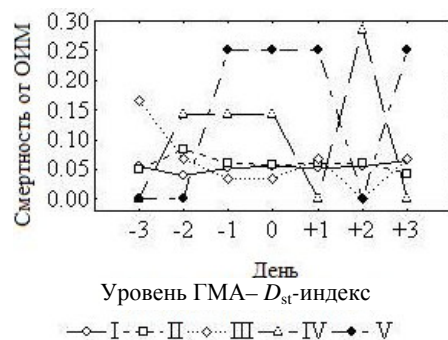


Рис. 10. Воздействие ГМА (оцененной по D_{st} -индексу) на смертность от ОИМ до, во время и после развития геомагнитной бури (по г. София, 1995–2004 гг.).

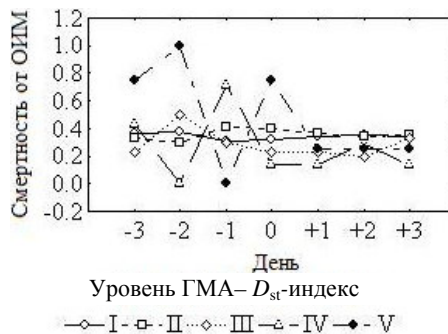


Рис. 11. Воздействие ГМА (оцененной по D_{st} -индексу) на смертность от ОИМ до, во время и после развития геомагнитной бури (по г. Баку, 2003–2005 гг.).

2003–2004 гг.) смертность от ОИМ была относительно более высокой для магнитоспокойных дней.

Для обоих столбцов данных возрастание смертности от ОИМ было выявлено в дни бурь, обусловленных МО, и демонстрировалась тенденция к спаду в дни бурь, обусловленных ВСПСВ. Этот результат был статистически значимым для Софии и подтвержден тестом Неймана–Кельтса.

Значимое пиковое возрастание смертельных случаев в Софии наблюдалось в день развития МО-обусловленной бури (рис. 12). По данным для Баку было возрастание смертности от ОИМ в дни -1 до +1 бурь того же типа и возрастание в дни -2 и +3 бури, обусловленной ВСПСВ. Смертность от ОИМ в Софии и Баку была относительно высокой для магнитоспокойных дней.

4. Обсуждение

Исследования, проведенные разными группами показали, что вариация ГМА может воздействовать на человеческий кардиоваскулярный гомеостаз и между ними существуют различные типы взаимосвязей. Ученые в данной области имеют дело с разными географическими регионами, столбцами данных разной длины для разных периодов солнечной активности, различными статистическими методами и разными источниками данных и т. д. Следовательно, все эти исследования полезны, но невозможно сделать общих выводов из отдельных результатов.

Данное исследование выявляет и сравнивает воздействие геомагнитных вариаций солнечного происхождения на смертность от ОИМ на средних широтах, но на разных долготах. Результаты могут быть кратко описаны следующим образом:

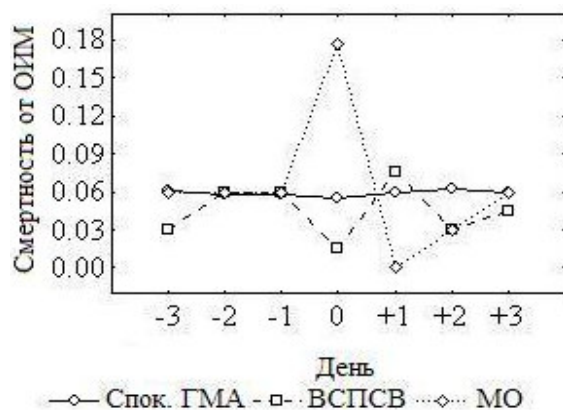


Рис. 12. Воздействие ГМА, оцененное по типу бури, на смертность от ОИМ до, во время и после геомагнитной бури (данные по Баку, 2003–2005 гг.).

Смертность от ОИМ в обоих регионах возрастает с ростом ГМА и за день до, в течение и после геомагнитных бурь разной интенсивности. Число летальных случаев с ОИМ также растет в дни с низкой ГМА в период 2003–2004 гг. С геомагнитными бурями, обусловленными МО, связано возрастание смертности от ОИМ в Софии и Баку для всех рассмотренных периодов по сравнению с бурями, вызванными ВСПСВ.

Результаты расчета возрастания смертности от ОИМ в дни геомагнитных бурь согласуются с работами, представленными Ораевским и др., Виллорези и др., Ступелем и др. [4, 6, 11], и в магнитоспокойные дни – с работой Ступеля и др. [11]. Мы не можем сравнивать другие перечисленные результаты, поскольку мы не нашли литературу по схожим исследованиям.

Ограничениями данных по Софии было то, что они были получены только из одного госпиталя и столбец данных не был достаточно длинен, тогда как данные по Баку охватывают большую популяцию. В то же время данные по Баку охватывают сравнительно меньший период – только фазу спада 11-летнего цикла СА, но в это время ГМА была относительно высока, особенно в 2003 г. Очень вероятно, что с фазами солнечного цикла связаны некоторые различия, полученные при изучении рассматриваемых данных. Необходимо учитывать, что данные из Софии покрывают почти весь 23-й солнечный цикл (нарастание, максимум и большую часть фазы убывания), тогда как данные для Баку охватывают только фазу убывания солнечного цикла 23. Вероятно, это одна из причин расхождений, полученных в результате исследований.

Возрастание летальных случаев за 1–2 дня до геомагнитной бури может быть обусловлено эффектом резонанса ультранизкочастотных электромагнитных колебаний (УНЧ ЭМК), которые развиваются после геоэффективных солнечных событий и имеют совпадающую с биологическими ритмами (биоэлектрическая активность человеческого мозга, активность сердца и т. д.) частоту. Возрастание смертности от ОИМ после бури может быть обусловлена геофизическими и/или медицинскими причинами.

Возможное неблагоприятное влияние очень низкой ГМА на сердечно-сосудистые болезни также не должно быть исключено. Предполагается, что роль

физических факторов окружающей среды, таких как активность космических лучей (нейтронов), становится более активной при низкой ГМА, что должно стать объектом дальнейших исследований [13].

Выводы

- Данное исследование, проведенное для данных по двум среднеширотным областям (между 40–43 °N), различающихся долготно (между 23–50 °E), позволяет сделать заключение о воздействии изменений ГМА на смертность от ОИМ в целом. Результаты выявили сходные тенденции в Баку и Софии.

- Получена положительная корреляция между смертностью от ОИМ и индексами ГМА по данным для Софии (1995–2004 гг.). Возрастание смертности происходит в дни до, во время и после геомагнитных бурь различной интенсивности для обоих рассматриваемых периодов (1995–2004 и 2003–2004 гг.), но также получено, что число летальных случаев относительно высоко в дни с низкой ГМА в период 2003–2004 гг. в годы спадающей фазы СА.

- Результаты показывают отрицательную корреляцию для усредненной по месяцам смертности от ОИМ в Баку и индексов ГМА в рассматриваемый период. Доказано, что смертность от ОИМ в Баку возрастает как в дни наивысшей ГМА, так и в дни в низкой ГМА, так же как в дни до и после геомагнитных бурь разной интенсивности.

- Бури, обусловленные магнитными облаками, соотносятся с возрастающей смертностью от ОИМ как в Софии, так и в Баку для всех рассматриваемых периодов. Это можно рассматривать как показатель таких, вероятно, разных типов воздействий геомагнитных бурь на сердечно-сосудистую систему.

Запланированы следующие исследования:

- ✓ Должен быть изучен эффект воздействия низкого уровня ГМА на сердечно-сосудистые патологии.
- ✓ Должны быть проведены долгосрочные и детальные исследования для подтверждения и прояснения полученных результатов.
- ✓ Должна быть проведена совместная работа для прояснения возможных медико-биологических механизмов, посредством которых различные уровни ГМА влияют на сердечно-сосудистую систему человека.

Эта работа была частично поддержана грантом INTAS Nr-06-1000015-6408 за 2006 г., совместным грантом INTAS-Азербайджан и Национальным Фондом Науки Болгарии, контракт NIP L-1530/05.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М., Петров В.М., Корнелиссен Ж. и др. Вариабельность сердечного ритма при воздействии геомагнитной бури и риск ишемической болезни сердца // Скрипта Мед. 1997. Т. 70. С. 199–204.
2. Cornelissen G., Halberg F., Breus T., et al. Non-photic solar associations of heart rate variability and myocardial infarction // J. Atm. Solar-Terr. Phys. 2002. V. 64. P. 707–720.
3. Otsuka K., Cornelissen G., Weydahl A., et al. Geomagnetic disturbance associated with decrease in heart rate variability in a subarctic area // Biomed. Pharmacother. 2001. V. 55 (Suppl. 1). P. 51–56.

4. Ораевский В.Н., Кулешова В.П., Гурфинкель Ю.И. и др. Медико-биологический эффект естественных электромагнитных вариаций // Биофизика. 1998. Т. 43. С. 44–848.
 5. Гурфинкель Ю.И., Кулешова В.П., Ораевский В.Н. Оценка воздействия геомагнитной бури на частоту появления острой кардиоваскулярной патологии // Биофизика. 1998. Т. 43. С. 654–658.
 6. Виллорези Г., Птицина Н.Г., Тясто М.И., Иусси Н. Инфаркт миокарда и геомагнитные возмущения: анализ данных по заболеваемости и смертности // Биофизика. 1998. Т. 43. С. 623–631.
 7. Stoilova I., Dimitrova S., Taseva T., Yanev T. Investigation of influence of geomagnetic field variations on patients with myocardial infarct // Proceedings BAS 2006. V. 59. P. 835–840.
 8. Dimitrova S. Relationship between human physiological parameters and geomagnetic variations of solar origin // Adv. in Space Res. 2006. V. 37. P. 1251–1257.
 9. Stoupel E., Kalediene R., Petrauskiene J., et al. Three kinds of cosmophysical activity: links to temporal distribution of deaths and occurrence of acute myocardial infarction // Med. Sci. Monit. 2004. V. 10. P. 80–84.
 10. Stoupel E., Domarkiene S., Radishauskas R., et al. Variants of acute myocardial infarction in relation to cosmophysical parameters // Seminars in Cardiology. 2005. V. 11. P. 51–55.
 11. Stoupel E., Babayev E., Mustafa F.R., et al. Acute myocardial infarction occurrence: Environmental links – Baku 2003–2005 data // Med. Sci. Monit. 2007. V. 13(8). P. BR175–BR179.
 12. Stoupel 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. V. 1, N 2. P. 13–16.
 13. Stoupel E. Cardiac arrhythmia and geomagnetic activity // Indian Pacing and Electrophysiology Journal. 2006. V. 6. P. 49–53.
- ¹Лаборатория солнечно-земных воздействий, Болгарская академия наук, София, Болгария
- ²Шамахинская астрофизическая обсерватория и лаборатория гелиобиологии, Национальная академия наук Азербайджана, Баку, Азербайджан
- ³Институт физики, Национальная академия наук Азербайджана, Баку, Азербайджан
- ⁴ИЗМИРАН, Троицк
- ⁵Университетская больница активного лечения «Св. Анна», София, Болгария
- ⁶Научно-исследовательский институт кардиологии и железнодорожная поликлиника № 2 города Баку, Министерство здравоохранения Азербайджана, Баку, Азербайджан