

ФИЗИОЛОГИЧЕН СТАТУС НА ЧОВЕКА И ФАКТОРИ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Светла Димитрова

ЦЛСЗВ - БАН
ул. "Акад. Г. Бончев" бл. 3
София 1113
E-mail: svetla_stil@abv.bg

Ирина Стоилова

ЦЛСЗВ - БАН
ул. "акад. Г. Бончев" бл. 3
София 1113
E-mail: irina@geophys.bas.bg

З. Спасова

СУ "Св. Климент Охридски"
бул. "Цар Освободител" 15
София
E-mail: z_spasova@hotmail.com

РЕЗЮМЕ

В статията са представени резултати от изследване на влиянието на метеорологични фактори върху физиологичния статус на човека. Изследвана е група доброволци от 86 лица в град София през периодите 01.10.2001 - 09.11.2001 г. и 08.04.2002 - 28.05.2002 г. Групата се състоеше от представители на двата пола на възраст между 25 и 65 години, предимно занимаващи се с научно-изследователска дейност. Сред изследваните имаше и 26 лица със сърдечно-съдови смущения, които приемаха съответни медикаменти. За характеризиране на метеорологичните условия бе използван комплексно-климатичния метод на Фьодоров-Чубуков, с цел в анализа да бъдат включени максимален брой метеорологични елементи. Според него в зависимост от метеорологичните условия се разграничават 16 класа време. Чрез MANOVA бе установено статистически достоверно влияние на изследваните класове време върху някои физиологични параметри, а чрез Post hoc анализ бе установено наличие на по-висока чувствителност на някои от физиологичните параметри при жените и лицата, приемащи медикаменти към определени класове време.

ВЪВЕДЕНИЕ

Несъмнено доказано е че факторите на околната среда влияят съществено върху здравето, физиологичния статус и самочувствието на хората. Провеждани са и се провеждат множество изследвания потвърждаващи това влияние. Механизмите на действие на отделните фактори обаче не са изяснени напълно, поради което изследванията в тази насока са особено актуални. В редица публикации от последните години се правят опити за изясняване на тези механизми (Hong, 1995; Oraevskii, et al., 1998; Zhadin, 2001), както и за отдиференциране на влиянието на отделни фактори от комплекса на факторите, влияещи върху човека от обкръжаващата го околна среда. Отделянето на самостоятелното действие на един от всички фактори е труден и често почти невъзможен за решаване проблем. Опитват се различни подходи и методи за анализ, чрез които да се отчете преимущественото въздействие на определени фактори. Чрез натрупването на масиви от данни, прилагане на различни статистически обработки на събраните данни, използване на повтаряемостта на определени явления се правят успешни опити за преимущественото отчитане на действието на определен фактор. Постигнати са значителни успехи в изясняване влиянието на отделни фактори от околната среда върху протичане на клетъчните процеси (Hong, 1995), върху отделни органи и системи (Oraevskii, 1998; Pikin, et al., 1998), върху живота и здравето на човека (Stoupel, 1993).

Изследвания в тази насока са провеждани и от български изследователи, макар и спорадични и ограничени по обем. От 1973 г. датират научни изследвания на Й. Наумов, А. Матеев, П. Велинов за влиянието на различни фактори от околната среда в т.ч. геофизични, метеорологични, синоптични, ландшафтни и др. върху здравето на хората в

различни области на България (Наумов и кол. 1973; Матеев и Спиридонов, 1976; Велинов и Матеев, 1977).

Нашият колектив от няколко години провежда изследвания в тази насока, като се опитваме чрез натрупването на значителен брой повтарящи се измервания на един и същи физиологичен параметър (около 3000 измервания), чрез осъществяване на измерванията в едно и също време за отделните лица и чрез използване на статистически обработки да постигнем по-висока достоверност и диференцираност на влиянието на отделни геофизични фактори върху проследяваните физиологични параметри. Използвани бяха многофакторен дисперсионен анализ, Post hoc анализ, корелационен анализ и др. Доказано беше наличие на статистически значимо влияние на промените в геомагнитната активност върху физиологични параметри и поведенчески реакции (Dimitrova and Stoilova, 2002; Димитрова и кол., 2002).

В настоящия доклад представяме резултати от прилагането на 3-факторен дисперсионен анализ при изследване влиянието на различни метеорологични фактори върху физиологични параметри.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Бяха използвани медицински изследвания проведени в град София¹ през периодите 01.10.2001 - 09.11.2001 г. и 08.04.2002 - 28.05.2002 г. Данните са от регистрации на физиологични параметри при група доброволци, предимно от институти на БАН. В групата са включени 86 лица (33 мъже и 53 жени) на средна възраст 47.8 г. (± 11.1).

¹ Latitude: 42°43' North Longitude: 23°20' East

Бяха регистрирани систолично и диастолично кръвно налягане и честота на сърдечните съкращения; бе изчислявана разликата между систолично и диастолично кръвно налягане и се събираха анкетни данни за субективни оплаквания (сърцебиене, тахикардия, аритмия, болки в сърдечната област, главоболие, световъртежи, проблеми със съня и др).

Измерванията бяха провеждани по едно и също време на деня за отделните лица, като бяха осъществени общо 2799 регистрации за всеки един от изследваните физиологични параметри.

26 лица от групата имаха сърдечно-съдови проблеми и вземаха медикаменти, назначени от съответни специалисти. Те бяха причислени в група "лица, приемащи медикаменти", а останалите оформиха група "лица без медикаменти".

За характеризиране на метеорологичните условия бе използван комплексно-климатичния метод на Фьодоров-Чубуков, пригоден за климатичните условия на България (Тишков, 1970). При този метод се вземат предвид максимален брой метеорологични елементи, което дава възможност за детайлизирано характеризиране на отделни промени във времето, систематизирани в класове. При тази класификация многобройните прояви на реалното метеорологично време са групирани в 16 класа според стойностите на показателите на следните елементи: средноденонощна температура на въздуха, средноденонощна относителна влажност, средна обща облачност за деня и нощта, скорост на вятъра, максимална и минимална температура на въздуха за денонощието, като всеки клас се определя чрез строго разграничен диапазон от стойностите на метеорологичните елементи.

За периодите на нашите изследвания бяха наблюдавани 6 от 16-те класа на посочената класификация:

- III клас - малко облачно,
- IV клас - облачно през деня,
- V клас - облачно през нощта,
- VI клас - мрачно,
- VII клас - дъждовно,
- IX клас - с отрицателен преход на температурата през 0°C.

Бе проведен 3-факторен дисперсионен анализ с фактори: клас време (6 нива - III, IV, V, VI, VII и IX клас), пол (2 нива - жени и мъже) и медикаменти (2 нива - лица, вземащи медикаменти и лица без медикаменти) с цел установяване наличие на влияние на посочените фактори върху изследваните физиологични параметри. Чрез Post hoc анализ бе проверено между кои нива на факторите има статистическа достоверност на установените промени.

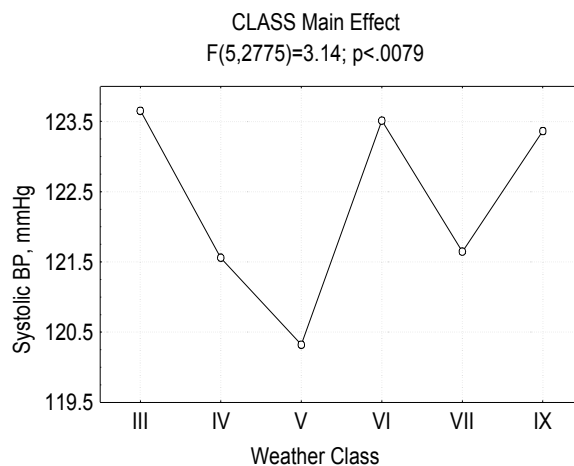
РЕЗУЛТАТИ

Артериално кръвно налягане

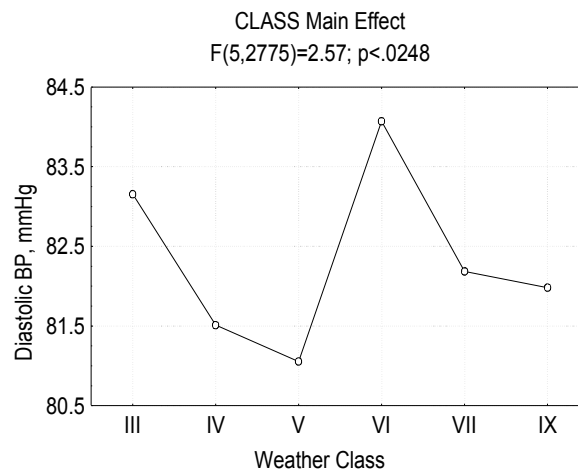
При прилагането на три-факторен дисперсионен анализ за изследваните фактори установихме, че основното въздействие на класа време върху артериалното (систолично и диастолично) кръвно налягане е

статистически достоверно ($p < 0.05$). Систоличното кръвно налягане е най-високо по време на III, VI и IX клас време и най-ниско когато се наблюдава V клас (фиг. 1а). Диастоличното кръвно налягане е най-високо за III и VI клас време и най-ниско отново при V клас (фиг. 1б).

Дву- и три-факторните взаимодействия на изследваните фактори (клас време, пол и медикаменти) не показва достоверно влияние върху артериалното кръвно налягане, от което би могло да се предположи, че двата пола, както и приемането и неприемането на медикаменти имат слабо влияние върху чувствителността на артериалното кръвно налягане при изследваните класове време.



Фигура 1а. Влияние на класа време върху систоличното кръвноналягане.



Фигура 1б. Влияние на класа време върху диастоличното кръвно налягане.

Post hoc анализът обаче, показва достоверни различия във влиянието на V и VI клас време върху диастоличното кръвно налягане на жените - когато времето е мрачно (VI клас), жените покачват статистически достоверно диастоличното си кръвно налягане в сравнение с времето, когато е облачно през нощта (V). За мъжете, както и за лицата, прилагащи и неприлагащи медикаментозно лечение от Post hoc анализа не бе получена статистически достоверна разлика в тяхната реакция при промяна на класовете време относно артериалното кръвно налягане.

Разлика между систоличното и диастоличното кръвно налягане

Приложеният три-факторен дисперсионен анализ за изследваните фактори показва тенденция за влияние ($p < 0.06$) на основното въздействие на класа време и върху разликата между систоличното и диастоличното кръвно налягане.

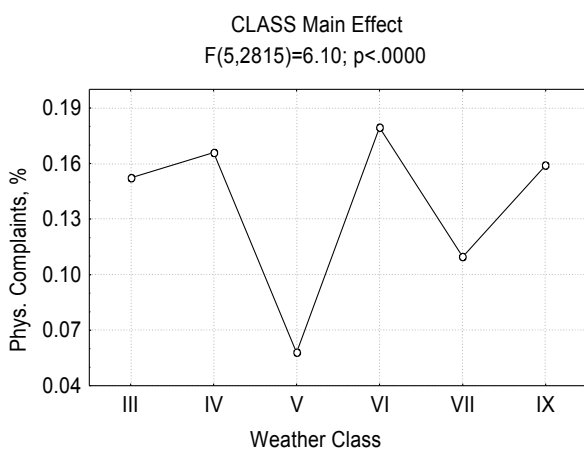
Разликата между систоличното и диастоличното кръвно налягане е най-тясна за V, VI и VII клас и най-широка при IX клас.

Дву- и три-факторното взаимодействие на изследваните фактори, както и приложеният Post hoc анализ не показаха разлика в реакцията на мъжете и жените, както и на лицата приемащи и не приемащи медикаменти по отношение на разликата между систоличното и диастоличното кръвно налягане.

Субективни физиологични оплаквания

Три-факторният дисперсионен анализ за изследваните фактори по отношение на процента лица със субективни физиологични оплаквания показва статистически достоверно влияние ($p < 0.0001$) на основното въздействие на класа време (Фиг. 2).

Резултатите показват, че процентът лица със субективни оплаквания е най-малък за V клас (облачно през нощта) - 5.8% и най-голям за IV и VI клас (облачно през деня и мрачно), съответно 16.6% и 18%.



Фигура 2.. Влияние на класа време върху броя лица със субективни физиологични оплаквания.

Дву- и три-факторните взаимодействия на изследваните фактори (клас време, пол и медикаменти) не показва достоверно влияние върху субективните физиологични оплаквания, което предполага еднаква чувствителност на двата пола, както и на лицата приемащи и не приемащи медикаменти към изследваните класове време по отношение на субективните оплаквания.

Допълнителните изследвания чрез Post hoc анализа показаха, че субективните физиологични оплаквания са статистически достоверно по-малки когато е облачно през нощта (V клас) в сравнение с времето, когато е малко облачно, облачно през деня и мрачно (III, IV и VI клас). А

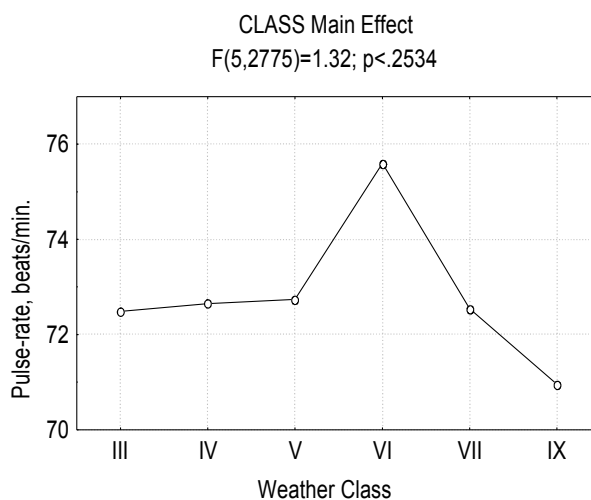
също така, че и броят на лицата със субективни физиологични оплаквания, използващи медикаменти, се повишава статистически достоверно когато е мрачно (VI клас) в сравнение с V клас. Това предполага една по-висока чувствителност за тях в сравнение с лицата, не приемащи медикаменти.

Пулсова честота

Въпреки, че 3-факторният дисперсионен анализ не показва достоверни изменения ($p < 0.25$) в пулсовата честота под влияние на основното въздействие на класовете време (Фиг. 3), чрез Post hoc анализа бе установено, че пулсовата честота се повишава статистически достоверно при VI клас (мрачно време) в сравнение с всички други класове време.

Post hoc анализът показва и по-висока чувствителност на пулсовата честота за лицата, приемащи медикаменти - те повишават достоверно пулса си при VI клас (мрачно) в сравнение с всички други класове време, докато за лицата, не приемащи медикаменти не бяха установени никакви достоверни промени.

Резултатите от Post hoc анализа показаха по-висока чувствителност и на жените в сравнение с мъжете на пулсовата честота под влияние на класовете време. Оказа се, че жените повишават достоверно пулса си при мрачно време (VI клас) в сравнение с IV, V, VII и IX клас.



Фигура 3. Влияние на класа време върху пулсовата честота.

ОБСЪЖДАНЕ

Представените изследвания и резултати са начален опит за обобщено представяне на влиянието на метеорологични фактори върху изследваните физиологични параметри. Установено е наличие на определен ефект на метеорологичните условия върху физиологичните реакции на изследваната група.

Редица автори са изследвали различни аспекти и фактори от метеорологично естество и са доказали влиянието върху физиологията, поведението и здравето на човека

(Gavryuseva and Kroussanova, 2002; Белишева и кол., 2000; Иванова, 2002; Маринов и кол., 1989 и др.).

В нашите изследвания проведеният 3-факторен дисперсионен анализ показва, че артериалното (систолично и диастолично) кръвно налягане е най-високо когато е облачно и мрачно и най-ниско, когато е облачно през нощта, а систоличното кръвно налягане е високо и при отрицателен преход на температурата през 0°C.

Изследването на артериалното кръвно налягане е леснодостъпно, но достатъчно информативен метод за оценка на функционалното състояние на сърдечно-съдовата система у човека. Има различни външни и индивидуални фактори, които могат да повлияят върху кръвното налягане, но когато се изследват голям брой ежедневни регистрации за голяма група лица и се получат статистически значими изменения в кръвното налягане под влияние на промени в определен външен фактор, то той може да се приеме че има преимуществена роля за отчитаните изменения в кръвното налягане.

Разликата между систоличното и диастоличното кръвно налягане е най-тясна когато е облачно през нощта, мрачно и дъждовно и най-широка при отрицателен преход на температурата през 0°C. Като се има предвид че разширяването, както и силното стеснение на разликата между систоличното и диастоличното кръвно налягане е неблагоприятен показател, особено за хора със сърдечно-съдови проблеми, установената зависимост може да бъде използвана за прилагане на профилактични мерки при поява на съответните метеорологични продроми.

Процентът на лицата от изследваната група със субективни физиологични оплаквания е най-висок, когато е облачно през деня и мрачно - IV и VI клас, съгласно използваната класификация и най-малък, когато е облачно през нощта - V клас. Нарастването на облачността, съчетано с намаление на осветеността се оказва значително по-неблагоприятен фактор.

На базата на получените резултати от 3-факторния дисперсионен анализ и Post hoc анализа, най-неблагоприятен клас време по отношение на всички изследвани физиологични параметри се оказва VI клас (мрачно). Когато е мрачно времето, се повишават статистически достоверно систоличното и диастоличното кръвно налягане, разликата между тях е най-тясна, както и субективните физиологични оплаквания за изследваната група са най-много. По-голямата чувствителност на жените и лицата, приемащи медикаменти също е свързана с VI клас време - тогава жените повишават статистически достоверно диастоличното си кръвно налягане в сравнение с V клас (облачно през нощта), както и пулса си в сравнение с IV, V, VII и IX клас, а лицата с медикаменти повишават достоверно пулса си в сравнение с другите изследвани класове време, както и субективните си оплаквания в сравнение с V клас (облачно през нощта).

Обобщеният преглед на резултатите от нашите изследвания за влиянието на геофизични (Димитрова и кол., 2002) и метеорологични фактори, показва че геомагнитната активност (отчитана по локални и

планетарни геофизични показатели) има по-ясно изразено влияние върху физиологичния статус в сравнение с метеорологичните условия. Разбира се, това обобщение се отнася само за групата лица и фактори, изследвани от нас. Необходими са допълнителни изследвания за потвърждение на всеобщата валидност на тези резултати.

Чрез метеорологичните и геофизичните фактори се опосредствява влиянието на промените в слънчевата активност върху живота и здравето на човека. Ето защо изследването им е от особена важност и доколкото промените в тях са до някаква степен предсказуеми, то получените резултати могат да се използват с цел предпазване от неблагоприятни последствия.

ЛИТЕРАТУРА

- Белишева, Н. К., Кобышева, Н. В., Качарова, Т. Л., Немцов, В. И. 2000. Значение флуктуаций геокосмических и метеорологических агентов для психоэмоционального состояния человека. – В: *Международный конгресс биометеорология человека*, Материалы конгресса, Санкт Петербург, 18-22 сент., 2000, 145 с.
- Велинов, П., Матеев, А. 1977. Седмична динамика на заболяванията от инфаркт на миокарда в България за периода 1972-1974 г. – *Докл. БАН*, 6.
- Dimitrova, S., Stoilova, I., 2002. Human physiological reaction to geomagnetic disturbances of solar origin. – *ESA SP-506*, December 2002, 1, 129-132.
- Димитрова, Св., Стоилова, И., Чолаков, И. 2002. Локални и планетарни геофизични параметри – сравнително изследване на влиянието им върху човека. – *Сб. докл. на Девета национална конференция на ЦЛСЗВ*, БАН, София, ноември 2002, 69-72.
- Gavryuseva, E., Kroussanova, N. 2002. The relationship between the human state and external perturbations of atmospheric, geomagnetic and solar origin. – *ESA SP-506*, December 2002, 2, 1053-1056.
- Hong, F. T. 1995. Magnetic field effects on biomolecules, cells, and living organisms. – *Biosystems*, 36, 3, 187-229.
- Ivanova, P. 2002. Relationship between the seasonal variations of the infarction mortality in Bulgaria and geomagnetic Pc1 pulsations. – *Book of Abstracts, 3rd Balkan Geophys. Congress*, Sofia, Bulgaria, 190-191.
- Маринов, В., Несторов, Г., Чесовникова, И., Михайлова, В. 1989. Слънчева активност и промени в аклиматизационния процес изразени чрез някои биологични параметри на мастната обмяна, ензимната активност и минералната обмяна. – *Курортология и физиотерапия*. 26, 3, 1-6.
- Матеев, А., Спиридонов, Й. 1976. Териториална диференциация в разпространението на миокардния инфаркт в Старозагорски окръг за периода 1972-1974г. – VIII научна сесия на Окръжна болница, Стара Загора.
- Наумов, Й., Лозанов, Е., Станков, Г., Матеев, А., Бейков, Ж. 1973. Методи за медико-географско картографиране и използване на картите в здравеопазването и медицината. – Планова тема на НИИСХОЗ.
- Oraevskii, V. N., 1998. Effect of Geomagnetic Disturbances on the Blood Coagulation System in Patients with Ischemic

- Heart Disease and Prospects for Correction with Medication. – *Biofizika*, 43, 4, 617-622.
- Oraevskii, V. N., Breus, T. K., Baevskii, R. M., Rapoport, S. I., Petrov, V. M., Barsukova, Zh. V., Gurfinkel', Iu. I., Rogoza, A. 1998. Effect of geomagnetic activity on the functional status of the body, – *Biofizika*, 43, 5, 819-826.
- Pikin, D. A., Gurfinkel', I., Oraevskii, V. N. 1998. Effect of Geomagnetic Disturbances on the Blood Coagulation System in Patients with Ischemic Heart Disease and Prospects for Correction with Medication. – *Biofizika*, 43, 4, 617-622.
- StoupeI, E. 1993. Sudden cardiac deaths and ventricular extrasystoles on days with four levels of geomagnetic activity. – *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.*, 4, 4, 357-366.
- Тишков, Х. 1970. Метод на комплексно-климатичния анализ. – В: *Обща климатология* (Д. Димитров), 289 с.
- Zhadin, N. M. 2001. Review of Russian Literature on Biological Action of DC and Low-Frequency AC Magnetic Fields. - *Bioelectromagnetics*, 22, 1, 27-45.

Препоръчана за публикуване от
катедра "Инженерна геоекология", ГПФ

HUMAN PHYSIOLOGICAL STATUS AND ENVIRONMENT

Svetla Dimitrova

STIL - BAS
Acad. G. Bonchev Str. Bl. 3
Sofia 1113
E-mail: svetla_stil@abv.bg

Irina Stoilova

STIL - BAS
Acad. G. Bonchev Str. Bl. 3
Sofia 1113
E-mail: irina@geophys.bas.bg

Z. Spasova

SU "St. Kliment Ohridski"
Bul."Tzar Osvoboditel" 15
Sofia
E-mail: z_spasova@hotmail.com

ABSTRACT

In this paper we present results from investigation of the influence of meteorological parameters on human physiological status. A group of 86 volunteers was examined in Sofia city during the periods: 01.10.2001 - 09.11.2001 and 08.04.2002 - 28.05.2002. The group included males and females at age between 25 and 65 years, concerned with scientific activity. Among the persons examined there were 26 persons who had cardio-vascular disturbances and were taking respective medicaments. The Fiodorov-Chubukov's complex-climatic method was used to characterize meteorological conditions because of the purpose to include in the analysis a maximal number of meteorological elements. 16 weather classes are defined in dependence of the meteorological elements values according to this method. The results obtained by MANOVA revealed statistically significant influence of the weather classes investigated on some of the physiological parameters examined. A higher sensitivity of some of the physiological parameters of females and persons taking medicaments to some of the weather classes was found through Post hoc analyses.

INTRODUCTION

It has been proved that environmental factors influence considerably on human health, physiological state and general condition. A lot of investigations, which confirm this impact, have been carried out. The mechanisms of this effect for the separate factors are not completely clarified and therefore the investigations in this direction are of a great interest. During the last years in a lot of publications the authors attempt to clear up these mechanisms (Hong, 1995; Oraevskii, et al., 1998; Zhadin, 2001) as well as to separate the impact of different factors from the factor complex of the environment, which influence on humans. The separation of the independent impact of each of the factors is a difficult and often almost impossible. Different approaches and methods for analysis have been used to find out the prevailing impact of definite factors. By collecting solid data sets, using reiteration of definite phenomena and employing different statistical data processes successful attempts have been made. Significant results are obtained in clarifying the influence of different environmental factors on cell processes (Hong, 1995), different organs and functional systems (Oraevskii, 1998; Pikin, et al., 1998) and human health (Stoupele, 1993).

Bulgarian scientists have also performed investigations in this field. From 1973 dated scientific investigations of J. Naumov, A. Mateev, P. Velinov for influence of different environmental factors including geophysical, meteorological etc. on human health at different regions in Bulgaria (Naumov, et al., 1973; Mateev and Spiridonov, 1976; Velinov and Mateev, 1977).

We have performed investigations in this field for several years. We have tried by collecting a significant number of measurements for each physiological parameter (about 3000 measurements), measuring at one and the same time during the day for each person and using statistical data processes to obtain significance and differentiation of the influence of different geophysical factors on physiological parameters examined. We have employed MANOVA, Post hoc comparisons, correlation analysis etc. It was proved a statistically significant influence of geomagnetic activity changes on physiological parameters and behavior reactions (Dimitrova and Stoilova, 2002; Dimitrova, et al., 2002).

In this paper we present results obtained by employing 3-factor MANOVA for investigation of the influence of different meteorological factors on human physiology.

MATERIAL AND METHODS

Medical examinations performed in Sofia city¹ during the periods: 01.10.2001 - 09.11.2001 and 08.04.2002 - 28.05.2002 were used. The data are from registrations of physiological parameters of a group of 86 volunteers (33 males and 53 females) at an average age 47.8 г. (± 11.1).

Systolic and diastolic blood pressure and pulse-rate were measured. The difference between systolic and diastolic blood pressure was calculated and questionnaire data about subjective complaints (heart thumping, tachicardia, arrhythmia, stitches in the heart area, headache, dizziness, sleep problem etc.) were collected.

The measurements were performed at one and the same time during the day for different persons and totally 2799 registrations for each of the physiological parameters examined were got.

26 persons in the group examined had cardio-vascular disturbances and were taking medicaments prescribed by relevant specialists. They were referred to a group "persons taking medicaments" and the rest formed a group "persons without medicaments".

The Fiodorov-Chubukov's complex-climatic method adapted to climatic conditions for Bulgaria (Tishkov, 1970) was used to characterize meteorological conditions. According to this method a maximal number of meteorological elements are taken in consideration. This enables a detailed characterization of a different kind of changes in the weather. In the frame of this classification the numerous manifestations of the weather are grouped in 16 classes according to the values of the following meteorological elements: mean day temperature, mean day humidity, mean cloudiness for the day and night,

¹ Latitude: 42° 43' North Longitude: 23° 20' East

wind speed, maximal and minimal air temperature for the day. For each class each of the meteorological parameters has exactly defined range of values.

During the periods when the medical examinations were performed 6 of the 16 weathert classes were observed:

- III class - little cloudy,
- IV class – cloudy during the day,
- V class - cloudy during the night,
- VI class - gloomy,
- VII class - rainy,
- IX class – with negative transition of the temperature through 0°C.

3-factor analysis of variance (MANOVA) for factors: weather class (6 levels - III, IV, V, VI, VII and IX weather class), gender (2 levels – males and females) and medicaments (2 levels – persons taking medicaments and persons not taking medicaments) was employed to reveal a statistically significant influence of the factors under consideration on the physiological parameters examined. Post hoc comparisons were performed to check the statistical significance of the obtained changes between the levels of the factors.

RESULTS

Arterial blood pressure

When a 3-factor MANOVA for the factors investigated was employed it was found that the main effect of the weather class on the arterial (systolic and diastolic) blood pressure is statistically significant ($p < 0.05$). The systolic blood pressure was highest during III, VI and IX weather class and lowest when V weather class was observed (Fig. 1a). The diastolic blood pressure is highest during III and VI weather class and lowest also during V class (Fig. 1b).

The two-way and three-way interactions of the factors under consideration (weather class, gender and medicaments) did not reveal significant influence on the arterial (systolic and diastolic) blood pressure. In consequence of that it could be supposed that the both genders as well as taking and not taking medicaments have a slight influence on the arterial blood pressure for the weather classes investigated.

However Post hoc analysis revealed statistically significant differences in the influence of V and VI weather class on the diastolic blood pressure of females - when the weather is gloomy (VI class) women rise statistically significantly the diastolic blood pressure in comparison with the weather when it is cloudy during the night (V class). For males and for persons taking and do not taking medicaments Post hoc analysis did not reveal a statistically significant difference in their reaction to changes of the weather classes regarding the arterial blood pressure.

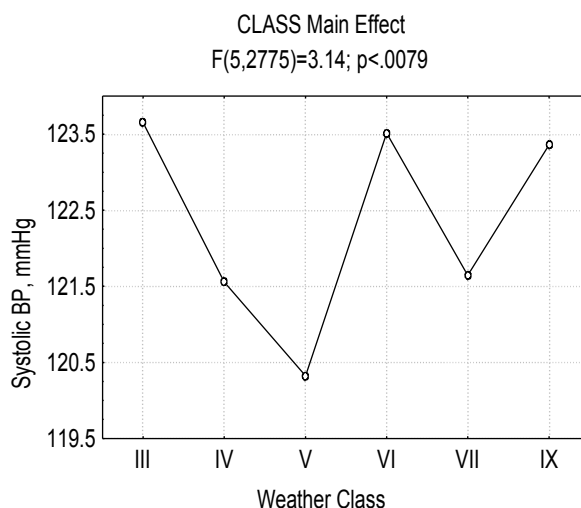


Figure 1a. Influence of the weather class on the systolic blood pressure.

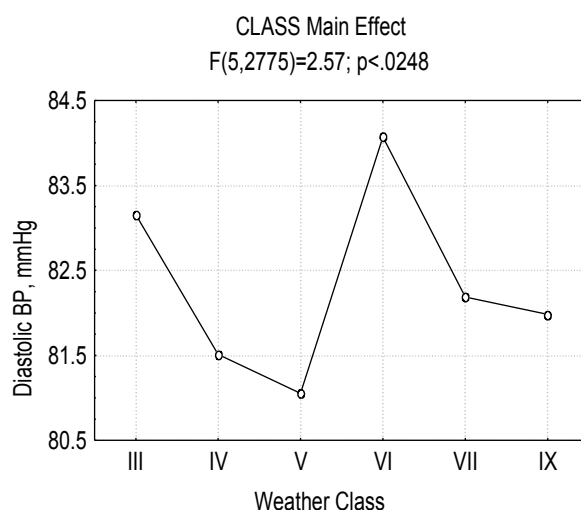


Figure 1b. Influence of the weather class on the diastolic blood pressure.

Difference between systolic and diastolic blood pressure

The tree-factor MANOVA employed revealed a trend to influence ($p < 0.06$) of the main effect of the weather class on the difference between systolic and diastolic blood pressure.

The difference between systolic and diastolic blood pressure is narrowest for V, VI and VII weather class and widest for IX class.

The two-way and three-way interactions of the factors investigated as well as Post hoc comparisons employed did not reveal a difference in the reaction of males and females as well as of persons taking and not taking medicaments regarding the difference between systolic and diastolic blood pressure.

Subjective physiological complaints

Three-factor MANOVA for the factors investigated regarding the part of the persons examined, who reported subjective

physiological complaints, revealed a statistically significant influence ($p < 0.0001$) of the weather class main effect (Fig. 2).

The results show that the percentage of the persons who had subjective physiological complaints is smallest for V class (cloudy during the night) – 5.8% and largest for IV and VI class (cloudy during the day and gloomy), respectively: 16.6% and 18%.

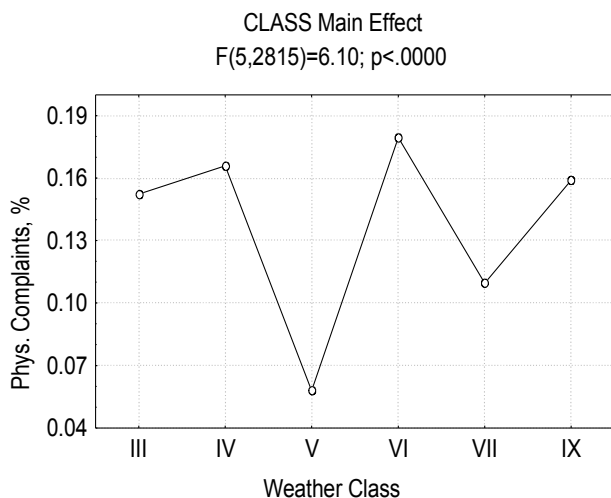


Figure 2. Influence of the weather class on the percentage of the persons reported subjective physiological complaints.

The two-way and three-way interactions of the factors investigated (weather class, sex and medicaments) did not reveal significant influence on the subjective physiological complaints, which suppose identical sensitivity of the both genders as well as of the persons taking and not taking medicaments to the weather classes investigated regarding subjective complaints.

The additional investigations by Post hoc comparisons revealed that subjective physiological complaints are statistically significantly smaller when the weather is cloudy during the night (V class) in comparison with the weather when it is a little cloudy, cloudy during the day and gloomy (III, IV and VI class). And as well that the percentage of the persons with subjective physiological complaints, who were taking medicaments, rises statistically significantly when the weather is gloomy (VI class) in comparison to V class. It suggests a higher sensitivity for them in comparison with the persons who were not taking medicaments.

Pulse-rate

Although 3-factor MANOVA did not reveal statistically significant changes ($p < 0.25$) of the pulse-rate upon influence of the weather class main effect (Fig. 3), Post hoc analysis revealed that the pulse-rate increases statistically significantly during VI class (gloomy weather) in comparison with all of the rest weather classes investigated.

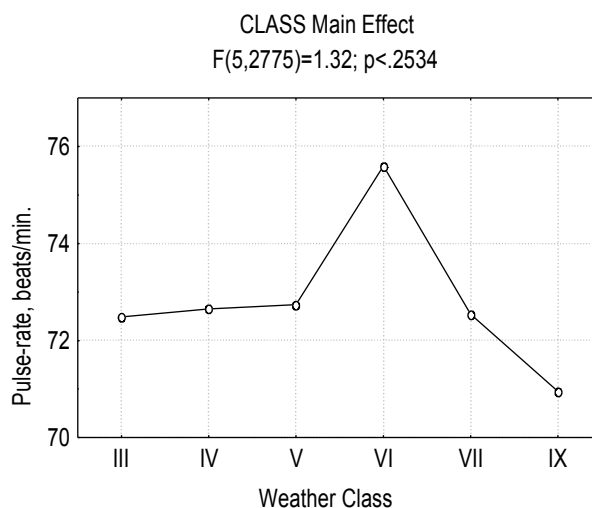


Figure 3. Influence of the weather class on the pulse-rate.

Post hoc comparisons also revealed a higher sensitivity of the pulse-rate for the persons taking medicaments – they increase statistically significantly the pulse-rate during VI class (gloomy weather) in comparison to all of the rest weather classes, while for the persons not taking medicaments any significant differences were not established.

The results obtained by Post hoc analysis revealed a higher sensitivity of the pulse-rate for females in comparison to males upon weather classes influence. It turned out that females increase statistically significantly the pulse-rate during a gloomy weather (VI class) in comparison with IV, V, VII and IX class.

DISCUSSION

The results presented are an initial attempt for a generalized presenting of the influence of meteorological factors on the physiological parameters examined. It was established a presence of definite effect of meteorological conditions changes on the physiological reactions of the group examined.

A lot of scientists have investigated different meteorological factors and aspects. They have proved their influence on the physiology, behavior reactions and human health (Gavryuseva and Kroussanova, 2002; Belisheva, et al., 2000; Ivanova, 2002; Marinov, et al., 1989 etc.).

The three-factor MANOVA employed revealed that the arterial (systolic and diastolic) blood pressure is highest when the weather is a little cloudy and gloomy and it is lowest when the weather is cloudy during the night. And the systolic blood pressure is high also during weather with negative transition of the temperature through 0°C.

The examination of the arterial blood pressure is an easily available and quite informative method for estimation of the functional state of the cardio-vascular system. There are different external and individual factors that could influence on the arterial blood pressure. But when there is a set of a lot of everyday measurements for a big group of persons and a statistically significant changes in blood pressure upon influence of changes in a definite external factors are obtained, we could suggest that this factor has a prevailing impact.

The difference between systolic and diastolic blood pressure is narrowest when the weather is cloudy during the night, gloomy and rainy, and widest during weather with negative transition of the temperature through 0°C. Having in mind that widening as well as narrowing of the difference between systolic and diastolic blood pressure is unfavorable indicator, especially for persons who have cardio-vascular disturbances, the dependence obtained could be used for precautions during advent meteorological precursors.

The percentage of the persons who had subjective physiological complaints is largest when the weather is cloudy during the day and gloomy – IV and VI class according to the classification used and smallest when it is cloudy during the night – V class. The increase of the cloudiness in combination with a decrease of lighting turns out to be considerably more adverse factor.

On the basis of the results obtained by 3-factor MANOVA and Post hoc comparisons the most unfavorable weather class in respect of all of the physiological parameters examined turns out to be VI class (gloomy). When the weather is gloomy systolic and diastolic blood pressure increase statistically significantly, the difference between them is narrowest as well as the subjective physiological complaints reach the largest percentage. The higher sensitivity of females as well as of persons taking medicaments is also related to VI weather class – then females increase statistically significantly the diastolic blood pressure in comparison with V class (cloudy during the night) as well as the pulse-rate in comparison with IV, V, VII and IX class. And the persons taking medicaments increase statistically significantly pulse-rate in comparison with the rest of the weather classes investigated as well as the subjective physiological complaints in comparison to V class (cloudy during the night).

The general review of our results obtained for the influence of geophysical (Dimitrova, et al., 2002) and meteorological factors reveals that geomagnetic activity (planetary and local) has more clearly expressed influence on physiological parameters examined in comparison with meteorological factors. This summary of course refers only for the group and factors examined. Additional investigations are needed to confirm the common validity of these results.

The influence of solar activity changes on human health goes through meteorological and geophysical factors. That is why the investigations of these environmental factors are very important. As far as they could be foreseen to some extend the results obtained could be utilized for prevention adverse consequences.

REFERENCES

Belisheva, N.K., Kobysheva, N.V., Kacharova, T.L., Nemtsov, V.I., 2000. The role of geocosmical and meteorological agents for human psychoemotional state. - International Congress Human Biometeorology Material of Congress 18-22 Sept 2000 St Petersburg, p. 145.

Dimitrova, S., Stoilova I., 2002. Human physiological reaction to geomagnetic disturbances of solar origin. - Proc. 10th. European Solar Physics Meeting, Prague, Czech Republic, 9-14 September 2002 (ESA SP-506, December 2002), vol. 1, pp. 129-132.

Dimitrova, S., Stoilova, I., Cholakov, I., 2002. Local and planetary geophysical parameters – a comparative study of their influence on humans. – Proc. 9th National Conference of STIL-BAS, Sofia, Nov. 2002, pp. 69-72.

Gavryuseva, E., Kroussanova, N., 2002. The relationship between the human state and external perturbations of atmospheric, geomagnetic and solar origin. - Proc. 10th. European Solar Physics Meeting, Prague, Czech Republic, 9-14 September 2002 (ESA SP-506, December 2002), vol. 2, pp. 1053-1056.

Hong, F.T., 1995. Magnetic field effects on biomolecules, cells, and living organisms. - *Biosystems*, vol. 36(3), pp. 187-229.

Ivanova, P., 2002. Relationship between the seasonal variations of the infarction mortality in Bulgaria and geomagnetic Pc1 pulsations. - Book of abstracts, 3rd Balkan Geophys. Congress, Sofia, Bulgaria, pp.190-191.

Marinov, V., Nestorov, G., Chasovnikarova, I., Mihailova, V., 1989. Solar activity and changes in climatic processes defined by some biological parameters of fatty metabolism, enzyme activity and mineral metabolism. – *Health resorting and physiotherapy*. Year 26, vol. 3, pp. 1-6.

Mateev, A., Spiridonov, J., 1976. Regional differentiation of spreading of myocardial infarction in Stara Zagora region during the period 1972-1974. - VIII Scientific Session of Stara Zagora region hospital.

Naumov, J., Lozanov, E., Stankov, G., Mateev, A., Beikov, J., 1973. Methods for medical-geographic mapping and utilization of maps in health care and medicine. - Plan theme of NIISHOZ.

Oraevskii, V. N., 1998. Effect of Geomagnetic Disturbances on the Blood Coagulation System in Patients with Ischemic Heart Disease and Prospects for Correction with Medication. - *Biofizika*, vol. 43(4), pp. 617 - 622.

Oraevskii, V.N., Breus, T.K., Baevskii, R.M., Rapoport, S.I., Petrov, V.M., Barsukova, Zh.V., Gurfinkel', Iu.I., Rogoza, A.T., 1998. Effect of geomagnetic activity on the functional status of the body, - *Biofizika*, vol. 43(5), pp. 819-826.

Pikin, D. A., Gurfinkel', I., Oraevskii, V.N., 1998. Effect of Geomagnetic Disturbances on the Blood Coagulation System in Patients with Ischemic Heart Disease and Prospects for Correction with Medication. - *Biofizika*, vol. 43(4), pp. 617 - 622.

Stoupel, E., 1993. Sudden cardiac deaths and ventricular extrasystoles on days with four levels of geomagnetic activity. - *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, vol. 4(4):357-366

Tishkov, H., 1970. Method of complex-climatic analysis. – *General climatology* of D. Dimitrov, p. 289.

Velinov, P., Mateev, A., 1977. Week dynamic of infarction diseases in Bulgaria for the period 1972-1974 – *Comp. Rend BAS*, vol. 6.

Zhadin, N. M., 2001. Review of Russian Literature on Biological Action of DC and Low-Frequency AC Magnetic Fields. - *Bioelectromagnetics*, vol. 22(1), pp. 27 - 45.