

## ПРИЛАГАНЕ НА СПЕКТРАЛЕН АНАЛИЗ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГЕОФИЗИЧНИ И КОСМИЧЕСКИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ЧОВЕКА

**И. Стоилова, Т. Здравев**

*Централна лаборатория по слънчево земни въздействия, БАН, 1113 София*

**РЕЗЮМЕ.** Биологичните механизми, чрез които геофизичните фактори влияят върху физиологичните и поведенчески реакции на човека не са изяснени и прецизирани, въпреки че съществуват различни предположения и теории. Чрез различни математически и статистически подходи се правят опити за увеличаване на извлечената информация при изследване на реалното влияние на геофизични и космически фактори върху основни физиологични показатели при човека. В доклада се представят някои от получените резултати чрез прилагане на спектрален анализ върху данни от наземни изследвания и такива проведени по време на космически полети. Използва се физиологичната интерпретация на честотната характеристика на спектрите на различни по дължина редове от физиологични данни, които могат да бъдат източник на допълнителна информация.

## INFLUENCE OF GEOPHYSICAL AND COSMIC FACTORS ON THE MAN – EXPLORATION BY SPECTRAL ANALYSIS

**I. Stoilova, T. Zdravev**

*Solar-Terrestrial Influence Laboratory, BAS, 1113 Sofia*

**ABSTRACT.** Biological mechanisms of the geophysical influence on the physiologic and behavior reactions are not precisely clear. Mathematical and statistical methods are proposed to extract the bigger information. In this paper some results are presented in this direction. They are received by spectral analysis of the explorations made on the Earth and during space flights. The physiological interpretation of the frequency spectral characteristic corresponding to different physiological data are used for receive in addition new information. This is a way to receive additional new information.

### Въведение

Статистическите методи подпомагат изследването на варирането на дадено явление или обект, като статистиката ни предоставя средствата за измерване на границите и вида на съответното вариране. Статистическите методи дават възможност за получаване на допълнителна информация, която обогатява и прецизира търсените резултати. При провеждане на медико-биологични изследвания, където най-често са в сила корелационни а не функционални зависимости между причините и следствията, статистическите анализи са особено полезни и често крайно необходими.

Биологичните механизми, чрез които геофизичните фактори влияят върху физиологичните и поведенчески реакции на човека не са изяснени и прецизирани, въпреки че съществуват различни предположения и теории. Като използваме различни статистически и математически подходи ние се опитваме да установим наличието на подобно влияние и да покажем неговата значимост за здравето на човека, ако разбира се, то бъде установено. Изследването на човека в условия на космически полет поради оскъдността на събраните данни и уникалността на всички медицински регистрации проведени в тези условия също се нуждае от прилагането на допълнително обработване на данните и използване на статистика за максимално оползотворяване на събраните данни.

В това отношение особено полезно е прилагането на различни спектрални методи. Използва се физиологичната

интерпретация на честотната характеристика на спектрите на различни по дължина редове от физиологични данни, които могат да бъдат източник на допълнителна информация.

Особено често спектралния анализ се използва за изследване реакциите на мозъчната електрическа активност и на сърдечната дейност при различни въздействия при здрави хора или при патологични отклонения.

При анализ на дейността на сърдечно-съдовата функционална система особено важно и интересно е да се установят точните невровегетативни взаимоотношения на регулиране на сложните функции на тази система. За тази цел най-често се използват регистрации на електрическата активност на сърцето (ЕКГ), като се като се анализира нейната конфигурация или се измерват параметрите на отделните съставляващи я вълни, или се отчитат вариациите между еднаквите вълни на ЕКГ в последователни редици.

Чрез спектрален анализ се прави опит да се установят точните взаимоотношения в действието на клоновете на вегетативната нервна система, като чрез това се търси изясняване на регулаторните механизми в сърдечно-съдовата система при различни екстремални въздействия.

Спонтанните вариации в R-R интервалите са отдавна установени, но физиологичният смисъл на тези вариации все още се изяснява. Промените в дължината на R-R интервалите се определят като флуктуации около тяхната средна стойност (Mansier, 1996). В космически условия всички получени данни от ЕКГ регистрации се използват най-рационално за определяне на медицинския статус на астронав-

тите (Charles, 1986). Точното познаване на промените в статуса на астронавтите е единствения реален начин да се предвиждат следващи защитни мерки за тяхното здраве.

По литературни данни, сърдечният ритъм се контролира от синоатриалния възел, инервиран от симпатиковия и парасимпатиковия клонове на автономната нервна система (Randall, 1994). Минимум 1 минута запис е необходим за верифициране на високочестотните компоненти в спектъра на R-R интервалите и минимум 2 минути запис за определяне на нискочестотните компоненти (Task Force, 1996).

Преобладаващо е мнението че нискочестотните компоненти до 0,15 Hz са количествен маркер за симпатиковата активност, а високочестотните компоненти от спектъра (0,15-0,4Hz) са предимно свързани със парасимпатиковата активност (Berntson, 1997). При здравите хора нормално се отчитат в определени граници вариации в честотата на сърдечните съкращения. Вариативността интегрира много механизми във и извън Централната нервна система на човека, които влияят и регулират сърдечната честота (Martin, 1978). Именно чрез спектралните методи се постига извличане на допълнителна информация относно значението на варибилността на сърдечния ритъм, относно зависимостта между големината на сърдечните интервали и степента на варибилност и най-вече информация за прогностичното и информационно значение на тези вариации, които не се познават добре и още по-малко се използват в практиката (Tsuji, 1994).

## Материал и методи

С цел установяване влиянието на промени в някои геофизични фактори върху човека ние изследвахме някои параметри на сърдечно-съдовата система и поведенчески показатели при спокойни (несмутени) геофизични показатели и при изразени промени в тях. Регистрирахме стойностите на кръвното налягане (систолично и диастолично), честотата на пулса и ЕКГ-промени (измервахме вариациите в дължината на R-R интервалите от електрокардиограмите (ЕКГ)). Отчитахме по субективни данни и някои поведенчески особености - общо самочувствие, промени в настроението, работоспособност, оплаквания от главоболие или други данни за физиологичен или психологичен дискомфорт.

През целия период на провежданите изследвания ежедневно следяхме стойностите на Ар индекса - ползвахме данни от Internet (Solar Terrestrial Activity Report). Част от изследванията провеждахме в реално време на регистрираните геофизични промени, а други преди или след регистрирани изменения в тях. Сравнявахме регистрираните физиологични параметри в дни с Ар индекс над 50 с данни регистрирани в дни с Ар стойности между 5 и 10. Регистрациите в дните с високи стойности на Ар индекса допълвахме с контролни измервания 1 ден преди и 1 ден след тях.

Наблюдавахме и изследвахме група от 11 здрави лица. Средната възраст е 43.9 г. Направени са общо 261 измервания, от които 183 са фонове (при несмутени геомагнитни показатели) и 78 при геомагнитни бури. Бяха направени и 50 ЕКГ регистрации.

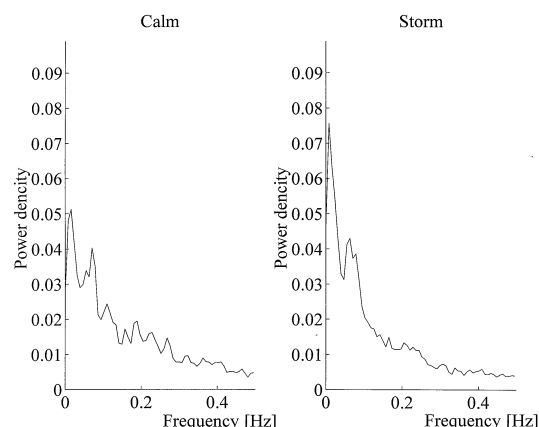
От регистрираните ЕКГ измервахме редици от 128 последователни R-R интервала и на тях проведохме time domain анализ, включващ измерване на средна стойност на реди-

ците от R-R интервали, определяне на минималната и максимална стойности, стандартното отклонение, коефициента на вариация и др. и frequency domain анализ, включващ определяне на спектъра на получените редици.

Освен това на данни от космически експерименти, регистрирани при полета на втория български космонавт А. А., беше направен спектрален анализ на R-R интервали, извличани от ЕКГ сигнали и сравнени с резултати, получени от извадки в периоди на спокойно будно състояние преди и след сън в различните етапи на полета (преди полет - 3 месеца, 1 месец, 4 дни и непосредствено преди полет; по време на полет - първа, втора и четвърта нощ; след полет - непосредствено след полет (кацане), пет дни, три месеца). Екстракцията и предварителната обработка на избраните участъци от данните бяха предмет на предишно наше съобщение (Здравев Т. И кол., 1997).

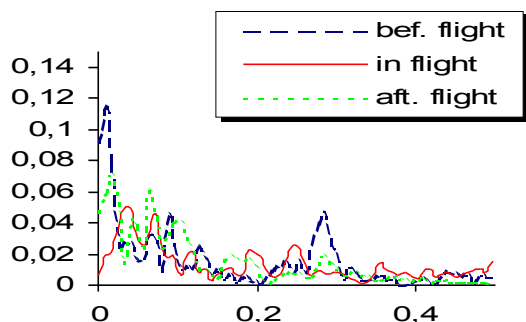
## Резултати

Измерването на дължината на R-R интервалите от ЕКГ-регистрациите и направения time domain анализ показва изразена тенденция за скъсяване в периодите с геомагнитни смущения. Спектралният анализ на редиците от R-R интервали показва преобладаващи изменения в нискочестотната част на спектъра (фиг. 1).



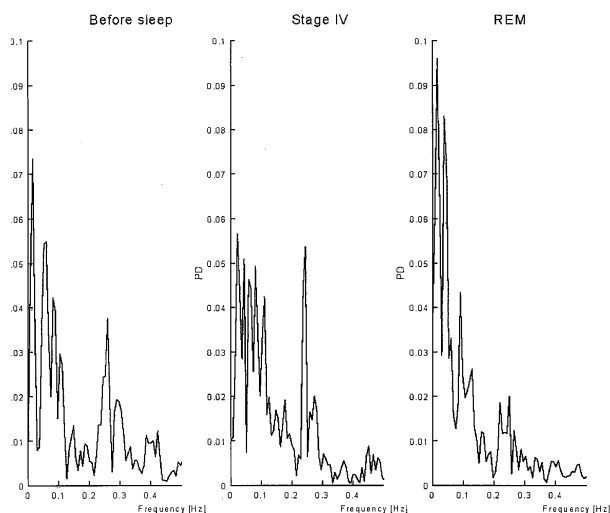
Фиг.1. Спектри на усреднените R-R интервали: а) при спокойни геофизични показатели; б) при смутени геофизични показатели

При анализа на резултатите от регистрации при космически полети, Спектралният анализ на избраните участъци от 128 R-R интервала показва наличие на изразени различия в спектрите от регистрациите преди полета, в космически условия и след полета (фиг. 2). Наблюдаваните различия се свързват с промени в балансирането на симпатиковия и парасимпатиков дял на автономната нервна регулация на сърдечната дейност, изразяващо се в съотношението на нискочестотните и високочестотните съставки на спектъра. В космически условия се наблюдава преразпределение на всички съставки на спектъра като по-продължително остават невъзстановени високо-честотните компоненти около 0.3 Hz.



Фиг. 2. Спектри на R-R интервалите от ЕКГ преди, по време и след полет

Обикновено след сън физиологичните показатели се подобряват, в това число и тези на сърдечно съдовата система - сърдечната честота най-често намалява, пулсът се успокоява. По време на космически полет на борда на станцията Мир възстановителната роля на съня се отразява в структурата на спектрите на R-R интервалите и се представя в мощностния спектър чрез слабо изразени промени в отделните части на спектъра (Фиг. 3).



Фиг. 3. Спектрален анализ на R-R интервали от различни стадии на съня

## Обсъждане

Нашите изследвания потвърждават резултатите от провеждани до сега изследвания. Доказано е влиянието на геофизичните индекси и на различните видове колебания в геомагнитното поле върху отделни физиологични показатели или функционални системи (Doronin, at all, 1998, Ghione, at all, 1998). В своите изследвания Доронин и колектив (Doronin, at all, 1998). установява наличие на корелация между осцилациите на К-индекса и промените в алфа ( $\alpha$ ) -ритъма от човешката мозъчна електрична активност. Доказано е също (Николаев, 1982) изразеното отрицателно влияние на пълното изчезване на кратко-периодичните колебания на геомагнитното поле върху централната нервна система. Тези колебания се смятат като главен екологичен фактор на биосферата. Тяхното намаляване по амплитуда до пълно изчезване има особено силно отрицателно (неблагоприятно) въздействие. В свои обшир-

ни изследвания (Guliaeva, 1998) доказва, че има нарастване на смъртността с 30 % в годините на висока слънчева активност. Зайцева и Пудовкин (Zaitseva, Pudovkin, 1995), установяват положителна корелация в тези години със смъртността и отрицателна с раждаемостта. Установена е също зависимост между промените в К-индекса и производството на мелатонин, който има отношение към нормалното протичане на съня на човека (O'Connor, Persinger, 1996, Доказано е също, че съществува корелация между броя на извършените престъпления и промените в стойностите на планетарните индекси (Avdonina, Samovichev, 1995, Chibrikov, at all 1995).

В космически условия, нашите резултати показваха дифузни промени във всички части на спектъра на участъците от 128 последователни R-R интервала. Структурата на спектрите от периодите преди, по време и след космически полет е различна, което е показателно за промени в балансирането между отделните части на вегетативната сърдечна регулация - симпатиковата и парасимпатиковата регулации. По продължително не се възстановяват високо-честотните компоненти на спектъра (0,3 Hz), което е показателно за предимно (по - чувствително) реагиране на парасимпатиковата система. която се представя във високо-честотните компоненти от спектъра (0,15-0,4Hz).

Отчетените промени преди и след сън в условия на космически полет показват от една страна полета на съня в тези условия за протичане на възстановителните процеси и от друга възможността, чрез прилагане на спектрален анализ, да се охарактеризират количествено дисрегулаторни отклонения, което се постига по-трудно чрез други рутинни физиологични методи за анализ. Промяната в спектрите под влияние на космическите условия, при липса на други промени, може да бъде алармен сигнал за акумулирани отклонения в сърдечната дейност.

Проведените изследвания и получените резултати подкрепят необходимостта от изследвания в тази насока, които могат да са особено полезни в изработване на стратегия за предпазване на застрашените индивиди от вредното въздействие на геомагнитните фактори от една страна и от друга за поддържане нивото на работоспособност при здравите хора.

## Литература

- Здравев Т., И. Стоилова, 1997, Цифрова обработка и анализ на аналогово регистрирани биологични сигнали от лабораторни и космически експерименти. - Сб. Докл. IV нац. конф. на ЦЛСЗВ, БАН, София, 88-90.
- Николаев, Ю., Рудаков, Я., Мансуров, С., Мансурова, Л., 1982. Секторная структура междупланетного поля и нарушения деятельности центральной нервной системы. - Проблемы космич. Биологии, 43, М., Наука, 51-59.
- Avdonina, E., Samovichev, E., 1995, Some heliogeophysical characteristics of a series of especially dangerous crimes. - Biofizika, 40 (5), 1060-3.
- Berntson G. G., J.T. Brigger, D. L. Eckberg, P. Grossman. P. G. Kaufmann, M. Malik, H. N. Nagaraja, S. W. Porges, J. P. Saul, P. H. Stone, and M. W. Van Der Molen. 1997, Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. - Psychophysiology, 34, Cambridge University Press, 623-648.

- Charles J.B., M.W.Bungo, 1986, Cardiovascular Research in Space: Consideration for the Design of the Human Research Facility of the United States Space Station. - *Aviat.Space Environ.Med.*, 57, 1000-1005.
- Chibrikov, V., Samovichev, E., Kashinskaia, I., Udal'tsova, N., 1995, Dynamics of social processes and geomagnetic activity. 1. Periodic components of variations in the number of recorded crimes in Moscow – *Biofizika*, 40 (5), 1050-3.
- Ghione, S., Mezzasalma, L., Del Seppia, C., Papi, F., 1998, Do geomagnetic disturbances of solar origin affect arterial blood pressure? – *J. Hum Hypertens*; 12 (11), 749-754.
- Guliaeva, T., 1998, Lethal manifestations of meteorological and cosmic factors: *Biofizika*. - 43(5) - 833-839.
- Doronin, V., Parfentev, V., Tleulin, S., Namvar, R., Somsikov, V., Drobzhev, V., Chemeris, A., 1998, Effect of variations of the geomagnetic field and solar activity on human physiological indicators. – *Biofizika*. - 43 (4), 647-653.
- Mansier P., Clairambault J., Charlotte N., Medigue C., Vermeiren Ch., Lepape G., Carre F., Gounaropoulou H., Swynghedauw B. 1996, Linear and non-linear analysis of heart rate variability.. *Cardiovasc. Res.* 31, 371-379
- Martin, C.B., 1978, Regulation of the fetal heart rate and genesis of FHR patern. *Semin. Perinat.* 2; 131, 136.
- O'Connor, R., M. Persinger, 1996, Increases in geomagnetic activity are associated with increases in tyroxine levels in a single patient: implications for melatonin levels. - *Int. J. Neurosci.*, 88 (3-4), 243-7.
- Randall, W. C., 1994, Efferent sympathetic innervation of the heart. In J. A. Armour & J. L. Ardell (Eds.). - *Neurocardiology*, New York, Oxford University Press, 77-94
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. – *Circulation*, 93, 1043-1065.
- Tsuji H.F., J. Venditi, E.S. Manders, J.C.Evans, M.G.Larson, C.L.Feldman, D.Levy, 1994, Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. - *Circulation*, 90, 878-883.
- Zaitseva, S., Pudovkin, M., 1995, Effect of solar and geomagnetic activity on population dynamics among residents of Russia. – *Biofizika*, 40 (4), 861-864.

Препоръчана за публикуване от  
катедра "Приложна геофизика", ГПФ