

AKUTNÍ KARDIOVASKULÁRNÍ PŘÍHODY A MEZIPLANETÁRNÍ PROSTŘEDÍ

Jaroslav Střeščík

Jan Sitar

Martin Novák

Summary:

Acute cardiovascular accidents and the interplanetary medium

Daily numbers of direct coronary angioplastics at acute heart infarctions performed at the I. Medical Clinic in the Faculty Hospital St. Ann in Brno have been compared with daily values of some quantities of the interplanetary medium. A slight increase of the incidence of infarctions has been observed in the days with higher solar wind velocity and even more in the following days. Significantly higher incidence of infarction has been found in the days when protons arrived from the direction shifted more to the North from the ecliptic plane. In contrary, the incidence of infarctions decreases in the day following the days with the increased proton density and in the days with increased intensity of solar radio flux on the frequency 2800 MHz (wave length 10.7 cm). In both these cases the effect was stronger in the following day.

Abstrakt:

Denní počty provedených direktních koronárních angioplastik u akutních srdečních infarktů na I. interní klinice Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně byly porovnávány denními hodnotami některých veličin meziplanetárního prostředí. Mírně zvýšený výskyt infarktů byl pozorován ve dnech s vyšší rychlostí slunečního větru a především v den následující. Významně vyšší výskyt infarktů byl zjištěn ve dnech, kdy protony přicházely ze směru severněji od roviny ekliptiky. Naopak, nižší výskyt infarktů byl pozorován ve dnech s vyšší koncentrací částic ve slunečním větru a ve dnech se zvýšenou intenzitou slunečního rádiového toku na frekvenci 2800 MHz (vlnová délka 10,7 cm). V obou těchto případech byl větší efekt v následující den.

Autoři se již od konce minulého století zabývají výzkumem možných souvislostí změn sluneční činnosti a kosmického počasí s výskytem náhlých kardiovaskulárních onemocnění a úmrtností na tato onemocnění (např. Sitar, 1989, 1991, Střeščík, Sitar, 1994, 1996). Jejich výsledky naznačovaly, že mimozemské vlivy na uvedená onemocnění skutečně existují. Tato práce navazuje na práce předchozí, přičemž datový soubor medicínských dat byl rozšířen. Na rozdíl od jiných prací se pozornost soustřeďuje pouze na parametry meziplanetárního prostředí.

Použit byl datový soubor denních počtů direktních koronárních angioplastik u akutních infarktů myokardu (AIM), provedených za šest let (1999-2004) na I. interní kardio-angiologické klinice Fakultní nemocnice v Brně u sv. Anny (přednosta prof. MUDr. J. Vítovec, CSc.), oddělení invazivní a intervenční kardiologie (prim. MUDr. L. Groch, as. MUDr. Hor-

ňáček). Toto oddělení pracuje v nepřetržitém provozu, takže soubor je homogenní (nejsou zde např. umělé rozdíly mezi pracovními dny a víkendy ani výpadky v době dovolených). K tomu byla přiřazena různá meziplanetární data získaná z internetu. Vybrána byla rychlost slunečního větru (SV, v km/s), koncentrace protonů ve slunečním větru (počet protonů v 1 cm^3) a směr přichodu protonů vzhledem k rovině ekliptiky. Tento směr se od roviny ekliptiky odchyluje až o několik stupňů, jako by částice přicházely poněkud od severu nebo od jihu. Průměr slunečního disku je $\frac{1}{2}$ stupně, pozorovaná odchylka tedy není způsobena např. heliografickou šířkou zdroje SV. Dále hodnota slunečního rádiového toku (SRF) na frekvenci 2800 MHz (vlnová délka 10,7 cm = vodíková čára H α) podle pozorování ze stanice Pentec-ton v Kanadě. Všechny tyto veličiny byly určeny pro každý den.

Nejprve byl celý soubor rozdělen na čtyři části podle počtu AIM v daný den: žádný AIM, jeden, dva, tři a více (dnů s počtem AIM = 4 a více bylo příliš málo na to, aby mohly vytvořit samostatnou skupinu). V každé skupině pak byly spočítány průměrné hodnoty všech ostatních veličin. Určena pak byla významnost rozdílu mezi průměry v krajních skupinách, tj. mezi skupinami pro žádný AIM a pro AIM = 3 a více, pomocí Studentova parametru t . Připo-

meňme, že podmínkou pro to, aby byl rozdíl považován za významný (na 95% úrovni), je hodnota $t > 1,96$ a pro vysoce významný (na 99% úrovni) $t > 2,58$. Obdobně byly spočítány průměrné hodnoty všech ostatních veličin ve dnech předcházejících vybraným dnům a opět určena významnost rozdílu mezi hodnotami v krajních skupinách. Spočtené průměrné hodnoty a uvedené hodnoty parametru t jsou seřazeny v Tab. 1.

Tabulka 1. Průměrné hodnoty meziplanetárních veličin ve dnech s uvedeným počtem AIM (posuv=0) a ve dnech jim předcházejících (posuv=1). Studentův parametr t v posledním sloupci udává významnost rozdílu mezi hodnotami pro AIM=0 a AIM>2.

veličina	jednotka	posuv	AIM = 0	AIM = 1	AIM = 2	AIM > 2	t
rychlost SV	km/s	0	454,7	458,2	459,1	468,7	1,87
		1	448,7	454,4	465,1	465,3	2,31
směr příchodu	stupně	0	0,25	0,38	0,41	0,65	4,09
		1	0,31	0,38	0,44	0,43	1,26
koncentrace	prot/cm ³	0	6,61	6,82	6,52	6,17	2,10
		1	7,08	6,76	6,35	6,11	3,14
SRF x 10 ²²	W/m ² /Hz	0	157,7	153,6	154,1	150,5	2,45
		1	166,5	153,3	154,9	150,6	5,49

Ve dnech s vyšším výskytem AIM je pozorována vyšší rychlost slunečního větru, vzrůst je plynulý, avšak rozdíl mezi oběma krajními skupinami není dostatečně významný. Vyšší rychlost SV je pozorována také ve dnech předcházejícím dnům s vyšším výskytem AIM. Vzrůst je opět plynulý, přírůstek je větší a v tomto případě rozdíl mezi oběma krajními skupinami je již významný. Zajímavá je závislost na směru příchodu částic, kde se při větší odchylce od roviny ekliptiky směrem k severu vyskytuje více AIM a tento rozdíl je vysoce významný. Častější je příchod poněkud od severu, proto jsou všechny průměry kladné. Čím více je směr odkloněn od roviny ekliptiky k severu, tím je více AIM. Významný rozdíl je i při porovnání skupin 1 a 3, resp. 0 a 2. Při posuvu o jeden den je závislost slabá a nevýznamná. Pro koncentraci částic ve slunečním větru vychází závislost obrácená. Ve dnech s nulovým počtem AIM a zvláště ve dnech před nimi je pozorována vyšší koncentrace částic, a tento rozdíl je významný. Obdobná, ale ještě významnější je závislost na

intenzitě SRF. Ve dnech s vyšším výskytem AIM je intenzita toku významně nižší. Ještě větší (a také významnější) je rozdíl v případě jednodenního posuvu – před dny s nulovým počtem AIM byla pozorována výrazně vyšší intenzita SRF.

Podobné třídění bylo provedeno také obráceně, kdy byl určen průměrný denní počet AIM ve dnech, kdy byla pozorována hodnota vybraného parametru vyšší nebo nižší než určitá zvolená hranice, a také průměrný počet AIM v den následující. V těchto případech byl soubor dělen vždy pouze na dvě skupiny a jako dělicí mez vybrána taková hodnota, aby rozsah obou částí byl přibližně stejný. Vždy byla posouzena významnost nalezeného rozdílu. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 2.

Významnosti v Tab. 2 jsou v některých případech o poznání nižší než pro obdobnou závislost v Tab. 1. To proto, že na rozdíl od předchozího třídění je celý soubor rozdělen pouze na poloviny a nikoliv na více skupin jako v Tab.1, kde jsou pak porovnávány krajní skupiny. Bylo by ovšem možné takové dělení také provést

a porovnávat pak krajní skupiny. Rozdíly v průměrných počtech AIM pak budou větší, ale tyto skupiny budou mít vždy menší rozsah, takže se významnost (hodnota parametru t) zvýšit nemusí. Několik příkladů je zařazeno do Tab. 2. Pro ostatní veličiny je rozdíl příliš malý.

Vcelku lze vyčíst z Tab. 2 stejné zákonitosti jako z Tab. 1. Vyšší výskyt AIM odpovídá vyš-

ším rychlostem slunečního větru (více v předcházející den) a příchodu protonů více od severu (pouze tentýž den). Korelace s koncentrací protonů a s intenzitou SRF, na rozdíl od výsledků v Tab. 1, je celkově slabší, pro SRF je významnější s jednodenním posuvem.

Tabulka 2. Průměrné počty AIM ve dnech s uvedenými hodnotami meziplanetárních veličin a ve dnech následujících..

Veličina	podmínka	posuv	průměr AIM	t
rychlost SV	>440 km/s	0	1,15	1,96
	<440 km/s	0	1,06	
Rychlost SV	>440 km/s	1	1,16	2,19
	<440 km/s	1	1,05	
směr příchodu	>0° (severní)	0	1,16	2,98
	<0° (jižní)	0	1,01	
směr příchodu	>1° (více severní)	0	1,25	2,52
	<-1° (více jižní)	0	1,03	
směr příchodu	>0° (severní)	1	1,13	1,56
	<0° (jižní)	1	1,05	
konc. protonů	>5,5 prot/cm ³	0	1,08	0,91
	<5,5 prot/cm ³	0	1,13	
konc. protonů	>5,5 prot/cm ³	1	1,05	2,09
	<5,5 prot/cm ³	1	1,16	
konc. protonů	>6,0 prot/cm ³	1	1,06	2,13
	<5,0 prot/cm ³	1	1,18	
SRF x 10 ²²	>150 W/m ² /Hz	0	1,03	2,76
	<150 W/m ² /Hz	0	1,16	
SRF x 10 ²²	>150 W/m ² /Hz	1	1,05	1,89
	<150 W/m ² /Hz	1	1,14	

Závislost počtu AIM na různých parametrech vnějšího prostředí lze získat také metodou překládání epoch. Je však třeba upozornit, že body, z nichž jsou sestavovány příslušné grafy, jsou vlastně průměry spočítané z mnohem menšího datového souboru než v případě třídění do skupin. Velikost souboru je dána počtem přeložených epoch a těch bývá od několika desítek do několika málo stovek, zatímco při třídění byl počet dní v každé vybrané části 1000 až 2000. Proto jsou grafy obvykle zatíženy vysokou úrovní šumu a průběh navíc nemusí být pravidelný. Čím přísnější kritérium pro výběr referenčních bodů zvolíme, tím výraznější odezvu lze očekávat, ale takový výsledek bude podložen menším počtem přeložených epoch a i když vzrůst či pokles se bude zdát velký, nemusí

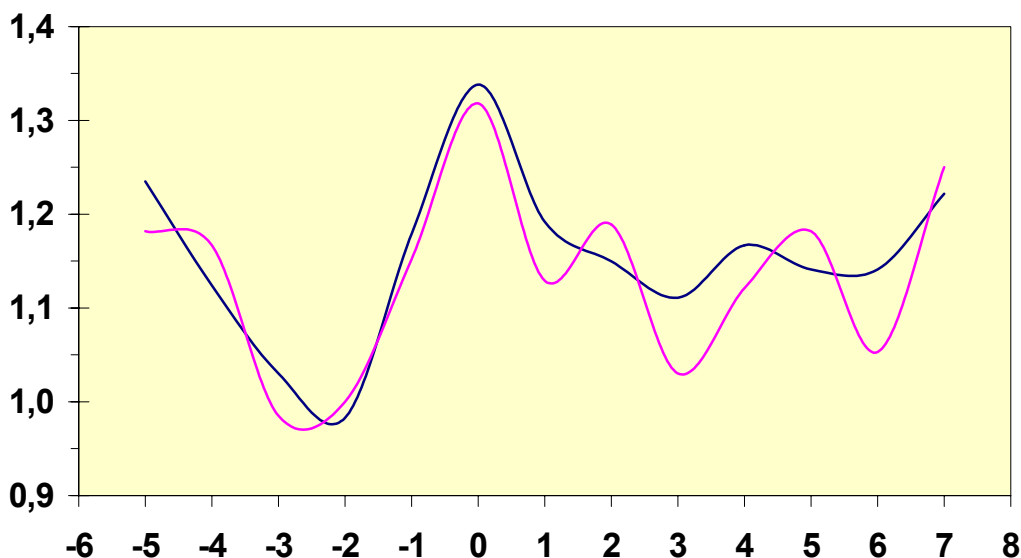
splňovat podmínky významnosti, a navíc úroveň šumu může být vysoká.

Právě takové výsledky dostaneme, použijeme-li jako referenční body dny, kdy rychlost slunečního větru přesáhla např. 500 nebo 600 nebo 700 km/s. Na takových grafech lze vidět jisté zvýšení počtu AIM v den s vyšší hodnotou rychlosti slunečního větru, avšak pro žádnou takovou volbu jeho významnost nedosahuje požadovaných hodnot, třebaže v Tab. 1 a 2 rozdíly mezi skupinami byly významné nebo se alespoň požadované mezní hodnotě parametru t blížily. Výrazně vyšší nebo naopak nižší počty AIM se objevují náhodně ve dnech často vzdálených od vybraného dne, což sotva má žádný reálný podklad a významnost takových zvýšení je v každém případě malá. Rozptyl je i při vel-

kém počtu epoch tak velký, že předpokládaná odezva v něm zcela zaniká.

Významné je však zvýšení počtu AIM ve dnech, kdy je směr příchodu protonů odkloněn od roviny ekliptiky směrem k severu. Na obr. 1 je nakreslen průběh průměrného počtu AIM v okolí dní, ve kterých byla zmíněná odchylka větší než dva stupně nebo dva a půl stupně. Rozdíly mezi oběma grafy jsou malé, vzrůst

mezi dny s čísly -2 a 0 je významný v obou případech ($t = 3,49$, resp. $2,47$). Při volbě odchylky nad tři stupně (82 případů) je již průběh doprovázen neúměrně vysokou úrovní šumu a zvýšení se již dostane pod mez významnosti, kdy $t = 1,86$. Obrázek souhlasí s údaji v Tab. 1 a 2, kde se ukazuje vyšší počet AIM při větší odchylce směru příchodu protonů od roviny ekliptiky.

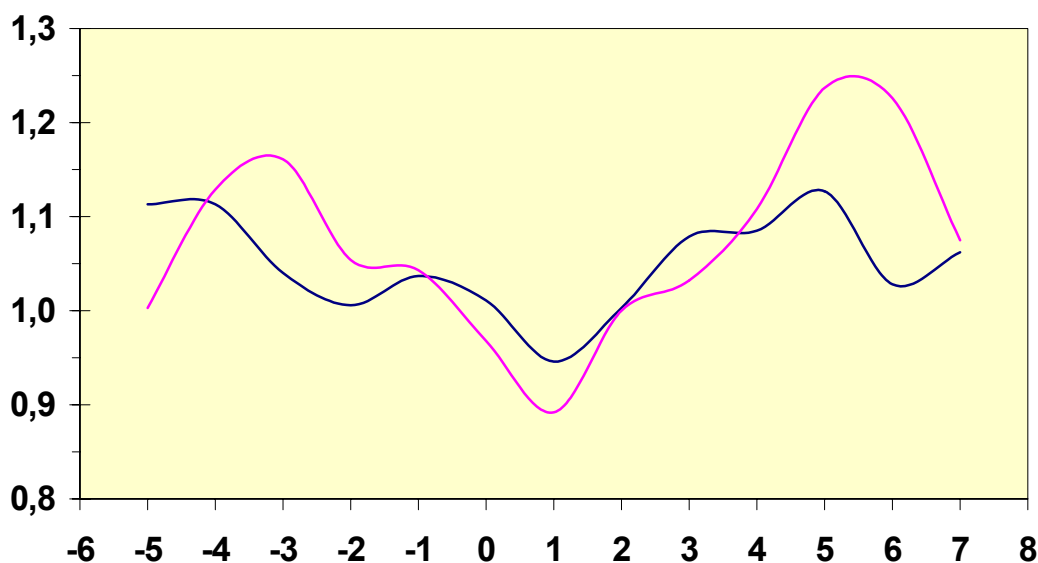


Obr. 1. Průměrné počty AIM ve dnech v okolí dne (označen číslem 0), kdy se směr příchodu protonů odchýlil od roviny ekliptiky směrem severním o více než 2 stupně (celkem 234 případů, tmavě modrá), resp. o dva a půl stupně (celkem 132 případů, fialová).

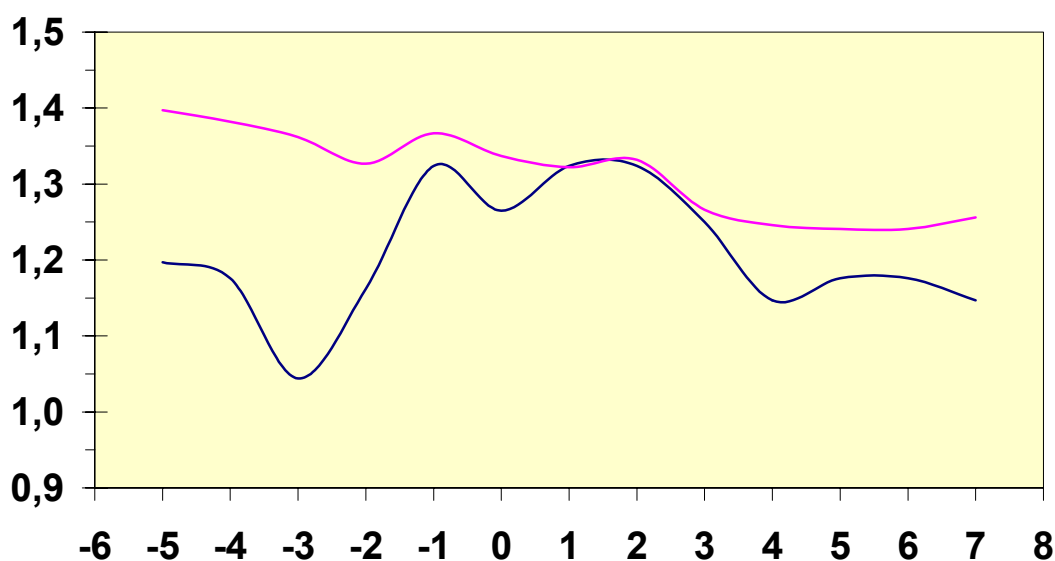
Na obr. 2 je nakreslen průběh průměrných počtů AIM v okolí dní, kdy koncentrace protonů byla větší než 10 nebo 15 protonů v 1 cm^3 . Nápadný je pokles počtu AIM ve dni následujícím a to především pro volbu vyšší mezní koncentrace. V dalších dnech pak následuje zvýšení. Tyto rozdíly však nejsou dostatečně významné (pro pokles mezi dny s čísly -1 a $+1$ je $t = 1,14$ pro druhou volbu a pro první ještě méně). Větší významnost by byla dosažena pro porovnání dní s čísly -3 a $+1$, nebo $+1$ a $+5$, avšak tak velké časové posuvy pravděpodobně nemají reálný podklad.

Poněkud jiná situace je u slunečního rádiového toku. Protože počet AIM je vyšší při nižší intenzitě rádiového toku, byly vybrány dny, kdy byla tato intenzita nižší než $90 \times 10^{22} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$. Průběh průměrného počtu AIM je ukázán na

obr. 3. Zvýšení kolem vybraného referenčního dne je značné, ale vzhledem k malému počtu epoch nedosahuje jeho významnost požadované hodnoty (zde je pouze $t = 1,46$). Zajímavé však je, že i přes malý počet epoch je graf poměrně hladký. To proto, že snížení (a také zvýšení) intenzity rádiového toku obvykle trvá několik po sobě jdoucích dní a proto jsou průměry AIM pro dny s čísly -1 , 0 , $+1$ a $+2$ vyrovnané. Toto by mohla být příčina nesouhlasu těchto výsledků s údaji v tabulkách – trvá-li snížení intenzity rádiového toku více dní, je výsledný efekt na grafu „rozmazán“ do více dní, což se při třídění podle intenzity neprojeví. Při volbě dní s intenzitou nižší než $100 \times 10^{22} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$ silně vzroste počet případů (na 199), avšak značně se sníží pozorovaný vzrůst počtu AIM a také jeho významnost.



Obr. 2. Průměrné počty AIM ve dnech v okolí dne (označen číslem 0), kdy byla koncentrace částic ve slunečním větru větší než 15 protonů v 1 cm³ (celkem 93 případů, fialová), resp. větší než 10 protonů v 1 cm³ (354 případů, tmavě modrá).



Obr. 3. Průměrné počty AIM ve dnech v okolí dne (označen číslem 0), kdy byla hodnota slunečního rádiového toku nižší než 90 x 10²² W/m²/Hz (celkem 68 případů, tmavě modrá), resp. nižší než 100 x 10²² W/m²/Hz (celkem 199 případů, fialová).

Podle současné studie je tedy průměrný počet akutních srdečních infarktů vyšší ve dnech, kdy byla pozorována vyšší rychlost slunečního větru a ve dnech následujících. Naopak ve dnech, kdy byla větší hustota částic slunečního větru a kolem těchto dnů se počet AIM snižuje. Vý-

znamné je – a to je nový poznatek – zvýšení počtu akutních infarktů ve dnech, kdy částice slunečního větru přicházely více od severu vzhledem k rovině ekliptiky. Pokud se tyto výsledky zčásti liší od některých dřívějších, může to být proto, že některé předchozí studie zpra-

covávaly náhlá kardiovaskulární úmrtí a nikoli (jako v této práci) akutní srdeční infarkty, kdy pacienti většinou ataku nemoci přežili.

Abychom mohli správně posoudit vliv jednotlivých mimozemských faktorů na výskyt AIM, a obecně na všechny děje v živé přírodě, je třeba zhodnotit vzájemnou vazbu mezi jednotlivými faktory. Dávno známá je např. vysoká korelace je mezi denními hodnotami rychlosti slunečního větru a indexy geomagnetické aktivity. Dále existuje významná záporná korelace mezi rychlostí SV a hustotou protonů, korelační koeficient je roven $-0,39$ (hladina 95% významnosti u tak velkých souborů je jen 0,06). Pro jednodenní posuv (rychlost dnes vs. hustota zítra) je korelace mnohem větší: $-0,55$. Tento posuv se odráží také v korelaci AIM s těmito faktory. Zatímco odezva po zvýšení či snížení hustoty protonů nastává s posuvem jeden den, odezva po zvýšení rychlosti SV nastává až po dvou a více dnech.

Všechny další vzájemné korelace mezi ostatními faktory jsou velmi nízké a i když některé dosáhnou hodnoty až 0,1 a tedy formálně splňují podmínku významnosti, nelze je považovat za podstatné. To znamená, že směr příchodu protonů a hodnota slunečního rádiového toku jsou veličiny nezávislé na rychlosti SV, na hustotě částic a také vzájemně mezi sebou. Významné korelace AIM s těmito faktory jsou tedy výsledky nové, které nelze odvodit ze skutečností již známých.

Směr příchodu protonů vykazuje pravidelnou roční variaci, která je dána vzájemnou polohou Slunce a Země na oběžné dráze. Osy rotace Slunce i Země jsou skloněny k rovině ekliptiky a jejich vzájemná poloha se tedy v průběhu

roku mění. Konkrétně v zimě je směr příchodu protonů od severu i od jihu vcelku vyrovnaný, v létě vysoce převládá směr od jihu (průměr za zimu je kolem nuly, za léto $0,75^\circ$ od jihu). Průměr za celé období není nula, ale $0,37^\circ$ ve směru od jihu – důvod této anomálie není znám. Ostatní mimozemské parametry – rychlost SV, koncentrace protonů, rádiový tok – nevykazují žádnou roční variaci. Poněkud překvapivé je, že ani výskyt AIM nevykazuje žádnou roční variaci, i když by se dala očekávat. V úmrtnosti, zvláště starších ročníků, taková variace existuje s významným maximum brzo na jaře (v březnu). Také zde platí, že počty úmrtí a počty AIM není jedno a totéž a že výsledky pro tato dvě pozorování mohou být různé. Pro naše výsledky to znamená, že vysoká korelace mezi počty AIM a směrem příchodu protonů je reálná a není dána případným shodným průběhem roční variace obou veličin.

Vznik odchylky směru příchodu protonů od roviny ekliptiky by možná mohl souviset s polaritou meziplanetárního magnetického pole, přesněji jeho vertikální složky B_z . Víme, že při jižní orientaci B_z je vyšší geomagnetická aktivita atd., tedy i více AIM. Ale vztah mezi směrem příchodu protonů a orientací B_z (příp. také B_x a B_y) a také případnou roční variaci hodnot B_z , B_x a B_y bude třeba ještě zkoumat.

Toho času je zřejmé, že čím více pronikáme do tajemství biogenních účinků sluneční aktivity, tím více se množí další otázky. Asi bude nutno postupovat analyticky, sledovat některé jevy izolovaně a posléze se snad podaří složit velkou mozaiku poznání; bude to zřejmě ještě velmi obtížné. Jsme však optimisty.

Literatura

- J. Sitar, 1989: Vliv sluneční činnosti na lunární změny kardiovaskulární úmrtnosti. Čas. Lék. Čes. 128, č. 14, str. 425-428.
- J. Sitar, 1991: Korelace některých parametrů slunečního větru a náhlé kardiovaskulární úmrtnosti. Čas. Lék. Čes. 130, č. 2, str. 44-47.
- J. Střeščík, J. Sitar, 1994: Některé souvislosti mezi vybranými heliogeofyzikálními a meteorologickými jevy a kardiovaskulární úmrtností. XVI. seminář „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, sborník referátů, Úpice, 123-127.
- J. Střeščík, J. Sitar, 1996: The influence of heliogeophysical and meteorological factors on cardiovascular mortality. Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology, Ljubljana, Part 2, Vol. 3, 166-173.

Přístupové adresy internetu, odkud byla stažena některá data:

<http://www.spaceweather.com>

<http://umtof.umd.edu/pm/>
<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/>