

615.831.2—092.22

MÁLO ZNÁMÉ ÚČINKY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ NA LIDSKÝ ORGANISMUSMUDr. Jaroslav HOVORKA, inž. J. SLEZÁK, M. NOVÁK,
technická spolupráce pplk. Jozef Leško, pilot I. třídy

Středisko pro cizokrajné choroby, Výzkumný ústav antibiotik, Kabinet letecké medicíny.

Rozvoj letecké dopravy, dosahování stále větších výšek jak vojenskými, tak civilními letouny, vzůstající počet lidských osádek ve vesmíru, lety ke vzdáleným planetám, to vše klade nové požadavky na zdravotnickou službu. Při letech atmosférou i mimo ni bude nutno chránit to nejcennější, co na Zemi vzniklo, lidský život. Jednou ze závažných otázek pracovní hygieny letcova prostředí je otázka záření. Ve své práci chceme upozornit na málo známé účinky slunečního záření, na které upozornil poprvé prof. Takata. Podle jeho tvrzení vysílá Slunce zvláštní druh korpuskulárního záření velké pronikavosti, které není zjistitelné žádnou ze známých fyzikálních metod. Účinky tohoto záření, které on nazývá „čtvrtá složka slunečního záření“, lze sledovat u lidí jediň pomocí Takatovy vložkovací reakce (TVR).

Několik základních údajů o sluneční činnosti a jejím vlivu na Zemi: za teploty několika desítek miliónů stupňů C probíhají na Slunci termojaderné reakce. Každou vteřinu vyžáří Slunce do prostoru energii rovnající se 400 000 triliónů kW. Tato energie je přenášena do okolí Slunce hlavně elektromagnetickým vlněním, rentgenovým a ultrafialovým zářením, viditelným světelným zářením a zářením rádiovým. Na naši planetu dopadá 1 miliardina veškeré energie, kterou Slunce vyzařuje.

Podle objevu našich badatelů kosmické záření ze Slunce není závislé jen na erupcích. Počet slunečních erupcí nyní klesá. Někdy je pozorováno přes 10 erupcí za 24 hodin, jindy jen 10 za rok. Při erupcích nalézáme záření gama, rentgenové i rádiové. Část záření gama proniká i do výšky 15 km. Sluneční aktivita se mění v cyklech 11letých a 80letých, nejvyšší aktivita od r. 1749 byla v roce 1957. Atmosféra Země pulsuje — nadejde se a klesá — podle sluneční aktivity v cyklu 27 dní. Vliv na vznik a udržování života sluneční činností je znám. Méně je známo, že někteří autoři popisují souvislost sluneční činnosti s takovými projevy živé hmoty, jako např. kvalita srsti u kožešinových zvířat, vliv na výskyt epidemií, na přírůstky dřeva, na kvalitu vína apod.

Takatova vložkovací reakce v séru (TVR) měla být podle svého autora používána pro různá vyšetření. Nejprve byla navržena pro použití ve stejných případech jako známá Takatova reakce (TR), a to proto, aby výsledky TR bylo možno vyjádřit číselně, a ne jen zhruba počtem křížků. Výsledné číslo FČ (flokulační číslo) udává, jaké nejmenší množství Takatova reagens — násobeno stem — přidáno ke zředěnému a zalkalizovanému séru vyvolá v něm flokulaci.

Později Takata upozornil na další možnost po-

užití TVR, jejíž hodnoty údajně kolísají u žen s hladinou hormonů. Tvrdí, že pomocí této reakce lze určit den ovulace. FČ v tuto dobu dosahuje nízkých hodnot. I zde však dosahovali jiní autoři odporující si výsledky a ani pro tento účel se TVR všeobecně nepoužívá.

Na třetí význam TVR upozornil Takata zjev, který pozoroval při sériovém sledování menstruačního cyklu žen. Počátkem října 1938 si všiml, že hodnoty TVR začaly nápadně stoupat, nepravidelně kolísaly ze dne na den, souběžně u všech vyšetřovaných žen, takže sledování menstruačního cyklu bylo znemožněno. Takata usoudil, že příčina musí být mimo sledované osoby, a po dlouhých pokusech dospěl k názoru, že příčinou je dosud neznámá složka slunečního záření.

Od té doby se již téměř čtvrt století denně věnuje systematickému sledování hodnot TVR a zjišťování, které faktory je mohou ovlivnit. Za pokusné osoby si vybírá jen mladé, zdravé muže. Nejdůležitější je, aby vyšetřující i pokusná osoba byli při odběru dokonale izolováni od země. Ke změnám TVR dochází in vivo, v odebraném vzorku krve se již tyto hodnoty nemění. Takata na podkladě svých pozorování uvádí toto:

1. Při dlouhodobém sledování každý den v přesně stejnou hodinu jsou hodnoty TVR konstantní. Během dne tvoří charakteristickou křivku. V určitých letech dochází k postupnému zvyšování hodnot TVR, nepravidelně ze dne na den. V takových obdobích dosáhnou tyto hodnoty až dvojnásobku proti hodnotám zjištěným v letech předcházejících u týchž pokusných osob. Sledované křivky jsou souběžné v čase u osob, které jsou od sebe vzdáleny (220 km), i když ovšem velikost výkyvů se od sebe u jednotlivých osob liší. Všechny křivky rozdělené do cyklů podle doby rotace Slunce vykazují určitou podobnost. K nápadnému vzestupu flokulačního čísla (FČ) dochází v době přechodu větších slunečních skvrn přes sluneční poledník. Takata mluví o období poruch TVR, které údajně souvisí s jedenáctiletou periodou sluneční činnosti, a uvádí, že maximum poruch (trvalý vzestup FČ) je asi dva roky po maximální sluneční činnosti, ale dodává, že souvislosti jsou ještě složitější. Domnívá se, že by tu mohla být souvislost s magnetickými bouřemi, které právě vrcholí dva roky po maximu sluneční činnosti. Nevylučuje ani souvislost se změnami ionosféry (vrstvy F₂), která prodělává cyklické změny během dne a roku s maximy na jaře a na podzim.
2. V období tzv. TVR poruch jeví křivky hodnot této reakce charakteristický a u všech osob

souběžný průběh. Asi 6—8 min. před východem Slunce stoupne křivka z nejnižších hodnot průměrně o 20 % a dále během dne celkem nepravidelně stoupá. Asi 10 min. po západu Slunce začne pomalu klesat opět k výchozím hodnotám. Křivka má uvedený průběh, ať je pokusná osoba venku, v budově, ve sklepě nebo v husté drátěné kleci, od níž je ovšem izolována. Východem Slunce je myšlena doba astronomického východu Slunce pro dané místo, i když skutečný východ Slunce může být v tomto místě pozdější (např. pro zastínění horizontu horami).

3. Zatmění Slunce (pozorováno celkem 3krát) způsobuje pokles hodnot TVR v těsné časové souvislosti se zatměním.
4. Změna meteorologických faktorů v době odběru nemá žádný vliv na výšku FČ.
5. Rovněž tak podávání látek působících na vegetativní systém neovlivní ani aktuální hodnoty, ani denní rytmus. Zkoušky prováděny s adrenalinem a atropinem. Právě tak nemá vliv ozáření diencefala rtg. paprsky.
6. FČ značně stoupá s výškou. Pokusy prováděny jednak na vrcholu posvátné hory Fujiyamy (3697 m) a jednak při odběrech v letadle, kde závislost hodnot TVR na výšce byla exponenciální. Byly prováděny lety do výše 7500 m a byla při nich získána neobyčejně vysoká FČ (dvojnásobná hodnota proti Zemi), již po pobytu na výšce v trvání 10—30 minut. Nejde tu o vliv sníženého atmosférického tlaku (sníženého tlaku kyslíku), jak bylo prokázáno pokusy v podtlakové komoře. Ve výšce dosahováno tak vysokých hodnot FČ, jakých nelze dosáhnout žádnými zásahy na Zemi.
7. Hodnoty TVR se zvyšují s ubývající zeměpisnou šířkou, avšak rozdíly nejsou velké.
8. Při hodinovém pobytu pod zemí v hloubce 200 m FČ značně poklesá proti hodnotám zjištěným na povrchu. Radioaktivní záření Země nemá vliv. U horníků pracujících 200 m pod zemí nebyl pozorován denní cyklus změn FČ.
9. Ozařování osoby tvrdými rtg. paprsky, paprsky gama a neutrony způsobuje stoupání FČ; ale teprve při intenzitách, jaké nelze za normálních okolností očekávat.
10. Nabití pokusné osoby na kladný potenciál vede ke značnému zvýšení hodnot FČ (průměrně o + 19). Zkoušky dělány do 450 V (opačný pól nutno uzemnit). Nabití na záporný potenciál hodnotu FČ snižuje (asi 2,6krát méně než zvýšení při kladném napětí). Podobný vliv má vdechování kladných či záporných iontů, ale změny FČ jsou malé. Uvedené jevy u uzemněné osoby nenastávají.

Takata vysvětluje uvedené jevy takto:

Kromě mnoha známých funkcí plazmatických proteinů existuje ještě další schopnost těchto bílkovin — schopnost adsorbovat na sebe ionty,

kteří v těle vzniknou po ozáření určitými paprsky, nebo při nabití osoby na nějaký potenciál proti zemi. Vlastním nositelem této schopnosti je tzv. T-frakce (Takatova), bílkovina patřící ke gama-globulinům, při vysolování vyjadávající v oblasti fibrinogenu, avšak nezúčastňující se pochodu srážení krve a přecházející nezměněná do séra. T-frakce je mimořádně citlivá na sublimát, který je účinnou složkou Takatova reagens a při pozvolném přidávání reagens ke zředěnému a zalkalizovanému séru vyjadává z něho jako první.

Takata se domnívá, že bude třeba pozměnit některé názory na biologické účinky záření. Nejúčinnější vitalizační efekt má podle něho zvláštní druh korpuskulárního záření velké pronikavosti (adsorbovaný až 200 m silnou vrstvou země) šířící se přímočaře rychlostí velmi blízkou rychlosti světla, jehož zdrojem má být Slunce, zejména určitá místa na Slunci. Není zjistitelné žádnou ze známých fyzikálních metod a jeho jediným indikátorem mají být změny FČ zjistitelné TVR. Člověk tu slouží jako „ionizační“ komůrka. Takata se domnívá, že u tohoto záření jde s největší pravděpodobností o neutrína, vznikající rozpadovými procesy v troposféře z primárního kosmického záření ze Slunce. Ze všech popsanych změn TVR při východu Slunce, jeho zatmění, z opakování křivek v periodě 28 dní (doba rotace Slunce) a dalších jevů vyvozuje Takata závěry o povaze procesů na Slunci. Není však vyloučeno, že jde však též o primární sluneční neutrony nebo neutrína.

I když Takata má vysvětlení pro všechna svá pozorování, domníváme se, že by bylo třeba ještě mnoho experimentů, než by bylo možno všeobecně přijmout jeho závěry, které nakonec předpokládají existenci některých nových jevů, s nimiž se mimo oblast TVR vůbec neseťkáváme (adsorpce iontů na novou bílkovinu, neznámé sluneční záření).

Larre použitím poněkud modifikované metody nejprve potvrdil vliv východu Slunce, později při použití vlastní Takatovy metody neměl úspěch. Bomke potvrdil vzestup hodnot TVR při východu Slunce v 73 % (100 pokusů), doprovázený změnami v albumino-globulinovém kvocientu, vymizení efektu při uzemnění i vliv nabití pokusné osoby. Reismann se svými spolupracovníky sledoval hodnoty TVR u 4 osob po dobu osmi měsíců a vliv východu Slunce, vliv výšky (lety do 4000 m) i vliv elektrického náboje, a to jak metodou Takatovou, tak Murasugiho modifikací. V žádném případě nedošlo ke změnám těchto hodnot. Konečně Gohr uvádí výsledky získané vlastní mikrometodou při nabíjení pokusných osob. Uvádí, že rozdíly před nabitím a po něm byly mnohem menší než popisuje Fujii a při záporném nabití ke změně vůbec nedošlo. Další zmínky o Takatových pokusech nalézáme u Kiepenheura, Liedentopfa, Bortelse, Berga a Lossnitzerera. Z toho vyplývá, že problémy okolo TVR nejsou ještě uzavřeny.

Část experimentální

Provádění TVR je v podstatě velmi jednoduché, ale vyžaduje značný cvik a výsledky jsou snadno ovlivnitelné mnoha těžko kontrolovatelnými faktory. Obtížnost získání reprodukovatelných výsledků zdůrazňuje většina autorů. Považujeme za nutné upozornit na tvrzení, že úspěšné provedení této zkoušky se daří jen Takatovi a jeho žákům. Je to snad přehnané, ale stupeň přesnosti a reprodukovatelnosti, jaký uvádí Takata, je opravdu stěžejí dosažitelný.

Existují čtyři podrobněji popsané modifikace: původní metoda Takata-Dolmoto, metoda Murasugihio, metoda Hatashitova a mikrometoda Gohrova.

Používali jsme originální Takatovu reakci, poněkud upravenou, protože se nám nepodařilo získat reprodukovatelné výsledky modifikací Murasugihio. 1 ml séra získaného za dodržení kautel předepsaných Takatou jsme zředili fyziologickým roztokem 1:9 a přidali 2,5 ml 10% Na_2CO_3 . Po 90 min. jsme směs rozpipetovali do 12 zkumavek (při 20° C) a „titrovali“ Takatovým reagens. Zjistili jsme, že časová délka přidávání reagens, způsob a doba promíchávání má značný význam. Postupovali jsme proto vždy stejně přesně takto: během 2 vt. jsme přidali Takatovo reagens vyfouknutím pipety. Nepřesnost v přidaném množství takto způsobená byla menší než nepřesnost způsobená různě dlouhým vytékáním reagens z pipety. Během dalších dvou vteřin jsme směs promíchali dvojnásobným obrácením prstem ucpané zkumavky. Pak jsme zjišťovali, mírně promíchávající obsah nakláněním, dobu, za níž došlo k flokulaci. Přidávané množství reagens jsme vhodně měnili a jako FČ jsme zvolili ono množství Takatova reagens, po jehož přidání se flokulace objevila za 30 vteřin. I když Takata zdůrazňuje, že je třeba flokulaci odečítat ihned, nemůže být uvedený postup v zásadě nesprávný, protože sám Takata doporučuje vyčkat s odečítáním dokonce několik minut u těch sér, u nichž pro přítomnost mukoidních látek k okamžité flokulaci nedochází. Při ověřování alkalického časového efektu jsme získali podobné výsledky jako Takata. Titrujeme-li do jedné minuty po zalkalizování, není třeba čekat 30 vteřin, protože obsah vyflokuluje buď ihned, nebo vůbec ne. Čím později po zalkalizování se titruje, tím je časové rozpětí stálosti reakce větší. Počkáme-li po alkalizaci 2 hod., nemění se výsledky aspoň 10 hodin. Proto jsme při většině pokusů pro kontrolu titrovali 2krát, a to za 2 hodiny a za 4 až 10 hodin.

Pro množství faktorů, které ovlivňují přesnost a reprodukovatelnost této metody (nepatrná hemolýza, nepatrné znečištění nádobí, různé výsledky u různých šarží této chemikálie, vliv teploty použitých nástrojů, doba centrifugace) jsme upustili od provádění dlouhodobých pokusů (např. kolísání během měsíce). Omezili jsme se na takové pokusy, při nichž bylo třeba zpracovat jen dva vzorky, jeden před působením příčiny,

kteřá měla ovlivnit FČ, druhý po jejím působení. Oba vzorky jsme zpracovávali najednou, přesně stejně. Pokud jde o lipémii, zjistili jsme, že nemá žádný vliv na výsledek, ač Takata požaduje sérum zcela čiré. Lipémii nelze zaměnit s flokulací, která je velmi zřetelná a charakteristická. Mnohokrát jsme se přesvědčili, že i sérum velmi zakalené dá týž výsledek jako sérum čisté, a proto jsme u pokusných osob neomezovali příjem potravy časově ani druhově.

Vlastní pokusy

Pokusné osoby byly vesměs mladí, zdraví muži ve věku 18—40 let. Odběry krve jsme prováděli na dřevěné podložce, dobře izolované od země pomocí 4 skleněných válců. Při odběrech v le-tadle není třeba tato izolace. Při nábojových pokusech byla vyšetřovaná osoba spojena vodivě s jedním pólem baterie, druhý pól byl dobře uzemněn. Vodivé spojení bylo prováděno pomocí kovové síťové manžety, ovinuté gázou smočenou ve slané vodě přes zápěstí.

Výsledky pokusů

a) Sledování vlivu východu Slunce. Celkový počet vyšetření 84. Nezjistili jsme žádný rozdíl mezi FČ před východem Slunce a po něm, např. východ Slunce v 07,01, odběr krve v 06,45 a 07,15 — hodnota FČ 87 (pokusná osoba B).

b) Sledování změn FČ při pobytu v dolech. Příklad: důl K. Hloubka, ve které byl odběr prováděn — 450 m, délka pobytu 60'. Hodnoty FČ v této hloubce se mění o ± 4 proti hodnotám na zemi.

Příklad: důl A. Hloubka, ve které odběr prováděn, 1600 m. Délka pobytu pod zemí 60'. Některé výsledky: Tabulka 1.

Tabulka 1

	FČ na povrchu	FČ 1600 m pod povrchem
Pokusná osoba A	69	66
Pokusná osoba B	68	71
Pokusná osoba C	66	67
Pokusná osoba D	61	63
Pokusná osoba E	68	65
Pokusná osoba F	64	66
Pokusná osoba G	67	65

Celkový počet vyšetření 47. U zbývajících vyšetření byly nálezy obdobné.

c) Sledování vlivu zatmění Slunce:

Dne 15. 2. 1961 proběhlo 92 % zatmění Slunce které mělo počátek v 07,44 (12"), maximum v 08,49 (48") a konec v 10,01 (30").

Celkový počet vyšetření — 4.
Některé výsledky viz tabulku 2.

Tabulka 2

	Čas	FČ
Maximum slunečního zatmění	08,49	
Pokusná osoba M	07,28	59
	08,50	58
	10,30	56
Pokusná osoba J	07,38	64
	08,55	65
	10,25	65
Pokusná osoba K	07,35	57
	08,31	59
	10,10	57
Pokusná osoba L	07,42	61
	09,10	59
	10,15	60

d) Sledování vlivu kladného a záporného náboje:

Celkový počet vyšetření 62, celková doba nabití pokusné osoby 60—120 min — \pm 345 V. Nebyly zjištěny žádné význačné změny FČ (kolísání \pm 3).

e) Sledování vlivu výšky nad zemským povrchem (4000 m a 12 500 m).

Celkový počet vyšetření 11 a 8.

Délka pobytu ve výšce: 90 minut a 30'.

Některé výsledky viz tabulku 3.

Tabulka 3

	Výška v m	FČ
Pokusná osoba A	100	66
	3800	66
	1900	66
Pokusná osoba B	100	68
	3600	66
	1800	65
Pokusná osoba C	100	65
	na zemi	70
	11 000	70
Pokusná osoba D	na zemi	76
	12 500	78

Diskuse

Statistika dokazuje, že existují souvislosti mezi počtem slunečních skvrn, magnetickými bouřemi a různými dalšími klimatickými jevy a výskytem embolií, infarktů, sebevražd apod. Je známé, že se obtíže neurotiků zhoršují vlivem uvedených faktorů. Je však velmi málo zjevů, které jsou s klimatickými faktory v tak těsné souvislosti, že vůbec nepotřebují statistické hodnocení. Je to

např. fibrinolytický potenciál, který reaguje na přechod front apod., nikoli však na vlivy sluneční, a má to být i TVR, která se chová právě naopak.

V žádném z našich pokusů však nepřekročily rozdíly při jednotlivých vyšetřeních podstatněji meze přesnosti metody. (Výsledky TVR byly reprodikovatelny na \pm 2, tj. 0,02 ml reagens.) Naše výsledky jsou tedy v rozporu s údaji Takaty a souhlasí s výsledky, které získal Reissman. Berg doporučuje provést současné pokusy na 2 až 3 místech (Japonsko, Amerika, Evropa), nejlépe při výstupu v letadle, kde by mělo být stoupnutí FČ největší, a při protikladných výsledcích doporučuje srovnat pokusnou techniku při společném letu. Je zajímavé, že jsme nemohli potvrdit Takatovy nálezy ani v letech 1959-60, ačkoli podle autora to byla doba pro sledování systematického vzestupu FČ neobyčejně příznivá, neboť v roce 1957 byla aktivita Slunce neobyčejně vysoká a zmíněné poruchy měly být časté v roce 1959 (dva roky po maximální sluneční činnosti). Takata tvrdí, že nápadný vzestup FČ je pozorován při přechodu slunečních skvrn přes sluneční poledník. Ani to jsme nemohli potvrdit. Pokus uváděný v tabulce 3 (pokusná osoba D) proběhl náhodně dne 10. 10. 1959, v době okolo 15,00 hod., přičemž v době od 12,00—13,00 hod. pozorovaly astronomické stanice silné skvrny na Slunci. Proč tedy tyto rozporné nálezy? Nepochybujeme o hlubokém vlivu slunečního záření na lidský organismus. V nedávné době pozoroval Šulc (Soča) v krevní srážlivosti změny nejen v závislosti na barometrickém tlaku, ale i na sluneční aktivitě. Bude nutné řešit tyto otázky nejen pro uchování zdraví pilota, pro řešení otázek jeho časnějšího „opotřebování“, ale i pro prevenci onemocnění na Zemi. Pro vysvětlení rozporů v nálezech japonských autorů a nálezu našich se nabízí jako hlavní to, že má asi pravdu Takata, když tvrdí, že provádění TVR je možno se naučit jedině u něho. Jiné vysvětlení by mohlo být takové, že popisované záření dopadá na Zemi v určitých prstencích o nestejné intenzitě, nebo že vznik T-fračky je závislý na biochemických vlastnostech žlutého plemena. Jinou otázkou je i otázka chemikálií; bylo by vhodné, kdyby si je laboratoře navzájem vyměnily. V dalších pokusech by bylo vhodné sledovat krevní obraz, neboť Takata uvádí se stoupajícím FČ i zvyšování relativního počtu lymfocytů. Též údaj Gohra o vyšší vodivosti krve při jaterních chorobách by měl stát za přezkoumáním, neboť by mohlo jít o zmnožení T-fračky u Takata pozitivních sér. Obtížné je řešení samostatné otázky, jaká je povaha T-fračky, jak vzniká a zaniká. Zvláště v poslední době je řada prací zabývajících se T-fračkou, ale bohužel publikovaných v japonštině. Bylo by vhodné sledovat změny při nočních výškových letech, vyzkoušet vliv dalších látek (hormonů, antiflogistik atd.), neboť byl zkoušen jen adrenalin a atropin. Vyšetřování je nutno provádět na větších kolektivech na různých místech, ve stejnou dobu, použít tutéž metodu, přístroje a chemikálie stejného výrobce. Sledovanou proble-

matiku by bylo možno rozšířit o sledování vlivu vdechování záporných iontů, při kterém bylo pozorováno snížení TK, tělesné teploty (až o 3,3° C), hodnot chronaxie u motoric. nervů, vyléčení nebo zlepšení rýmy, zánětů vedlejších dutin, revmatických chorob apod. Naopak při vdechování kladných iontů zvýšení TK, teploty, prodloužení chronaxie, u citlivých osob bolesti hlavy, subjektivní nepříjemné pocity. Podle Takaty, Gohra aj. je nabíjení osob na určitý potenciál ekvivalentní aerosolterapií. FČ stoupá při vdechování kladných iontů podle Takaty a mělo by tedy docházet k popsaným nepříznivým vlivům zvláště u pilotů, kteří jsou mnohem častěji vystaveni takovým podmínkám, které mají způsobit údajně vysoké hodnoty FČ. Vitalionizace při pobytu na zemi je podle Takaty zjev fyziologický, neškodný, ale je nutno podle něho sledovat účinky extrémně vysokých hodnot TVR u pilotů. Ještě

větší význam by mělo sledování těchto hodnot u osádek vesmírných lodí. Kromě Japonců sledovali změny hodnot TVR v závislosti na výšce pouze Američané. Velmi význační sluneční fyzikové (Kiepenheuer, Liedentopf), meteorologové a klimatologové považují výsledky prof. Maku Takaty za vysoce důležité pro nejrůznější vědní obory a zdůrazňují nutnost jejich ověření, zejména v různých geografických polohách.

Závěr

Provedli jsme 219 vyšetření Takatovy vložkové reakce za různých podmínek, jako je např. východ Slunce, pobyt v dole v hloubce 450 m a 1600 m, při zatmění Slunce, po nabití na kladný a záporný potenciál, ve výšce 4000 m a 12 500 m. Nepodařilo se nám potvrdit nálezy prof. Takaty.

Literatura u autora