

AKTUÁLNÍ PROBLÉMY KOSMICKÉ BIORYTMOLOGIE

Kosmická biorytmologie je novým vědeckým směrem, jehož počátek lze datovat okamžikem zahájení pilotovaných kosmických letů. Spadá do širší oblasti — nauky o biologických rytmech, zvané biorytmologie (používá se též výrazu chronobiologie). V podstatě jde o nauku o životě, zkoumaném časovými aspekty. To je ovšem široké pojetí, neboť velice mnoho oborů biologie, jako např. embryologie, patologická fyziologie apod. zkoumá procesy časovými aspekty. Termín biorytmologie je vhodný zejména tam, kde chceme podtrhnout jako charakteristický znak rytmičnost procesu, tj. fenomén rytmu. V rámci kosmické biorytmologie se rodí základy vědecké organizace práce i odpočinku kosmonauta, přičemž se respektují zákonitosti rytmičnosti. Vychází se z poznání, že rytmus je základním znakem živých soustav.

Rytmické střídání spánku a bdění je nezbytnou podmínkou pro stabilní výkonnost a zdraví člověka nejen v kosmu, ale i v běžném životě. Zkušenosti z transmeridiálních letů dokazují, že narušení obvyklého režimu spánku a bdění se projevuje negativně na zdraví a výkonnosti. Občasné narušení režimu se v dopadu na organismus snadno potlačí, zatímco časté narušování pravidelného životního režimu, které lze již označit za chronické, může vyvolat závažná onemocnění.

Při kosmických letech bývá narušení pravidelného režimu spánku a bdění obvyklé. Jednak se období spánku přesouvá v rámci 24hodinového cyklu do jiné polohy a navíc dochází většinou ke zkrácení (zřídka k prodloužení) denního cyklu oproti standardní délce 24 hodin. Běžně také dochází k migraci fáze rytmu spánek—bdění v průběhu denního cyklu. Záporný efekt nepravidelného životního režimu v kosmu je rovněž podporován rozpadem zažité soustavy vnějších periodických signálů, které na Zemi regulují rytmickou činnost organismu. Při současných orbitálních letech dochází ke střídání světla a tmy (což jsou hlavní vnější časové podněty) periodicky každých 90 minut (běžná doba jednoho oběhu). Za těchto okolností ztrácí přirozeně rytmus světla a tmy schopnost synchronizovat rytmus spánku a bdění. Z toho je zřejmé, že již prosté dodržení přirozeného rytmu spánku a bdění je v kosmu mnohem obtížnější než na Zemi.

Je zajímavé, že o organizaci střídání spánku a bdění při kosmických letech přemýšlel už K. E. Ciolkovskij, jak se o tom můžeme přesvědčit v jeho populárně vědecké knize „Kolem Země“. Ciolkovskij zde shodou okolností předpokládá dobu jednoho oběhu kolem Země 100 minut, ale ústy svých hrdinů navrhuje zachovat přirozené dělení dne na 8 hodin spánku a 16 hodin bdění. Bohužel, přirozené rozdělení dne na spánek a bdění v uvedených proporcích se dnes v kosmu dodržuje jen zřídka. Je to vyvoláno v první řadě tím, že mnoho spe-

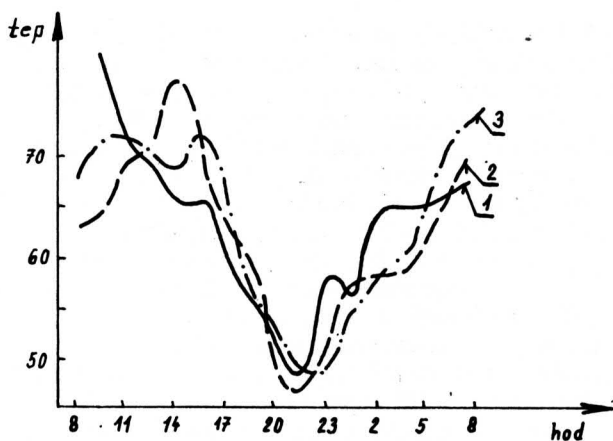
cialistů, zabývajících se organizací kosmických letů, podceňuje nebezpečí narušení funkčních schopností kosmonautů vlivem změn v jejich životním rytmu. Proto je nezbytné speciálními experimenty, při co nejvěrnější simulaci podmínek kosmického letu (zvláště je nutno vyloučit vliv přirozených fyzických synchronizátorů), zkoumat možnost přizpůsobení člověka k takovým změnám životního režimu, které jsou charakteristické pro současné kosmické lety. Jde zejména o studium vlivu migrace fáze rytmu spánek—bdění. K této problematice se úzce váže i širší problematika stanovení hranic adaptačních možností lidského organismu k dennímu cyklu neobvyklé délky. Otázka vhodného výběru účastníků pro kosmické lety je natolik závažná, že výše zmíněná adaptační schopnost je jednou z rozhodujících vlastností mezi kritérii výběru. Mezi zkoumané otázky v rámci problematiky racionálního způsobu života člena posádky kosmické lodě náleží problematika vhodného využití volného času.

V Sovětském svazu se zabývají vědci kosmickou biorytologií asi 10 let. Teoretické základy jsou publikovány v monografii B. S. Aljakrinského „Základy vědecké organizace práce a odpočinku kosmonautů“, která byla vydána v roce 1975. Práce S. I. Stepanové je naproti tomu zasvěcena analýze experimentálního materiálu z letů sovětských kosmonautů, společných letů sovětských a amerických kosmonautů, včetně letů orbitálních stanic Saljut a Skylab. Výsledky této analýzy budou podkladem pro sestavení řady doporučení k organizaci způsobu života člověka v kosmickém prostoru.

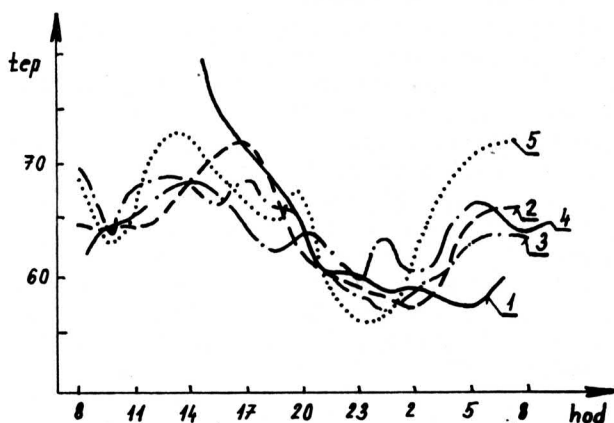
Zajímavým experimentálním materiálem je sledování dynamiky tepové frekvence kosmonautů lodí Sojuz 3 — Sojuz 9 během 24 hodin. Například u velitele kosmické lodě Sojuz 3 G. T. Beregového bylo možno pozorovat typický denní rytmus tepové frekvence až 3. a 4. den letu, zatímco v 1. a 2. dnu se rytmická zákonitost dynamiky tepové frekvence neprojevila.

Výrazný a značně shodný denní rytmus tepové frekvence byl zaregistrován u členů posádky Sojuz 4 a 5 (obr. 1). Na obrázku jsou vykresleny 3 denní cykly letů. Každá z křivek je zobrazením středních hodnot tepové frekvence všech členů posádky.

Poněkud jinak se projevila rytmičnost tepové frekvence u členů posádky lodí Sojuz 6—8 (obr. 2). Denní rytmus tepové frekvence (opět porovnáním středních hodnot všech kosmonautů) vykazoval výraznou shodu 2., 3. a 5. den letu. První den se projevilo výrazné snížení tepové frekvence po startu, kdy byla tepová frekvence značně vysoká. Čtvrtý den letu byl rytmus tepové frekvence nevýrazný (tepová frekvence byla v průběhu dne značně konstantní).



Obr. 1. Rytmičnost tepové frekvence členů posádek lodí Sojuz 4 a Sojuz 5 v rámci denního cyklu (každá křivka je zobrazením střední hodnoty tepové frekvence všech kosmonautů) 1, 2, 3 — dny letu; osa úseček — moskevský čas (v hod.) osa pořadnic — tepová frekvence za 1 minutu



Obr. 2. Rytmičnost tepové frekvence členů posádek lodí Sojuz 6 — 8 v rámci denního cyklu (každá křivka je zobrazením střední hodnoty tepové frekvence všech kosmonautů)

1, 2, 3, 4, 5 — dny letu; osa úseček — moskevský čas (v hod.); osa pořadnic — tepová frekvence za 1 minutu

U členů posádky kosmické lodě Sojuz 9 se projeví výrazné odchylky oproti každodenní charakteristické rytmičnosti tepové frekvence (posuzováno na základě středních hodnot všech kosmonautů) na začátku letu (1. až 3. den), uprostřed letu (11. den) a na konci letu (16. a 17. den). Nejnižší hodnoty tohoto funkčního ukazatele se projeví v předepsané době spánku a jejich migrace souhlasila s migrací předepsané doby spánku ve směru proti otáčení hodinových ručiček. Tak v 1. den letu byla nejnižší tepová frekvence registrována mezi 11.00—14.00 hod., 11. den mezi 10.00 až 11.00 hod., 17. den mezi 5.00—6.00 hod. moskevského času.

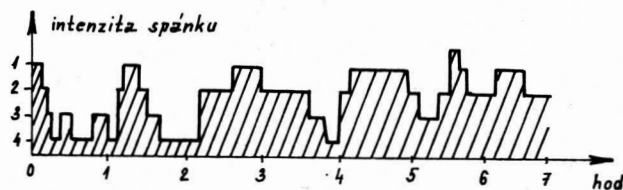
Uvedli jsme tedy výsledky rytmičnosti tepové frekvence členů posádek lodí Sojuz 3—9. Periodicita vykazuje značnou stálost, přesto v některých dnech se projevil výrazný odklon. Zdánilivě nahodilé porušení rytmičnosti tepové frekvence je však nutno přičíst značnému

zatížení organismu kosmonautů, neboť četné pokusy na Zemi prokázaly, že fáze rytmu tepové frekvence rychle kopíruje fázi rytmu spánek—bdění. Změna v denním režimu členů 2. posádky stanice Saljut 4 se negativně odrazila v některých reakcích organismu a projevilo se rovněž narušení spánku. U palubního inženýra této stanice V. I. Sevast'janova se projevila ospalost v době vymezené programem k práci. Sevast'janov později v rozhovoru naznačil, že trpěl nedostatkem spánku. Je zřejmé, že kosmonauta znepokojovala ospalost, kterou pociťoval v období stanovené bdělosti. Překonával ji 10—15minutovým spánkem, po kterém pociťoval osvěžení. Tento stav lidského organismu je typický pro nedostatečný noční spánek.

Zvýšená zátěž organismu, které jsou kosmonauti vystaveni během letu, se mimo jiné projevuje zvýšením střední hodnoty tepové frekvence v celém průběhu letu. Sledováním stavu kosmonautů lodí Sojuz 3—9 po ukončení letů bylo zjištěno, že po několik hodin pociťovali kosmonauti celkovou slabost, zvýšenou únavu při nevelkém fyzickém zatížení, narušení koordinace pohybů při chůzi, náladovost apod. V dalších dnech po skončení letu tyto jevy postupně mizely. Jestliže let nepřesáhl 3 dny, zmizely výše uvedené potíže za několik hodin. Při letech od 3 do 5 dnů zmizely až po několika dnech (1—3 dny). Při 18denním letu trvaly potíže i více než 14 dní po ukončení letu.

Také u amerických kosmonautů byl režim práce a odpočinku naplánován v různých variantách. Byly voleny varianty plánovaného spánku a bdění velmi blízké standardnímu pozemskému životu, ale také varianty záměrně značně odlišné. Například posádka lodí Gemini 4 měla naplánovaný spánek v neobvyklém období v denní dobu. Posádka pociťovala během letu únavu a špatně spala. Naopak posádka lodí Gemini 5 měla určený spánek v pásmu nočních hodin mysu Canaverall. Velitel lodí spal od 18. hod. do 24. hod., 2. pilot od 24. do 06 hod. ráno. Kromě toho každý kosmonaut mohl spát ještě 2 hodiny během dne. Perioda spánku délkou odpovídala charakteristické délce spánku v normálních podmínkách, rušivě se však co do intenzity projevilo střídání spánku obou kosmonautů, neboť v podmínkách kosmického letu působí i sebemenší šum značně rušivě na spícího kosmonauta. Při 14denním letu lodě Gemini 7 byl naplánován společný spánek pro oba kosmonauty a v období spánku se provedlo vždy zatemnění kabiny. Kosmonaut Borman nemohl vsedě usnout a na základě záznamů lze říci, že v počátcích letu většinou bděl i v období určeném ke spánku. Cítil stále větší únavu a teprve po značné době tvrdě usnul, poté opět dlouhodobě bděl, dokud ho prohlubující se únavu neuvedla opět do tvrdého spánku. Záznam encefalografu dokazuje, že 1. den letu Borman vůbec nespál, pomineme-li krátkodobé okamžiky usínání, občas přecházející do stádia lehkého

spánku, výjimečně do stavu hlubokého spánku. Po 34. hodině letu se dostavil lehký spánek, který vzápětí nabyl střední intenzity a poté se po 20 minutách projevil hluboký spánek v důsledku předchozí deprivace spánku. Spánek, trvající od 34. hodiny do 41. hodiny letu (7 hodin), byl charakterizován krátkodobou bdělostí, která se objevovala každých 90–100 minut. V 90minutových mezidobích spánku byl registrován spánek lehké, střední i hluboké intenzity. Graf 7 hodin trvajícího spánku kosmonauta Bormana je na obr. 3. Průměrná doba



Obr. 3. Záznam intenzity spánku kosmonauta Bormana (Gemini 7) v rozmezí 34. – 41. hodiny letu po startu 1 — usínání; 2 — lehký spánek; 3 — spánek střední intenzity; 4 — hluboký spánek

denního spánku členů posádky loď Gemini 7 byla 5,5 hodiny, přičemž období spánku bylo plánováno na přirozené noční hodiny. Kolísání tepové a dechové frekvence, stejně jako arteriální tlak, odpovídalo charakteristikám změřeným před letem v místě startu loď.

Zajímavou otázkou je jistě odvození vzorců pro výpočet hodnot charakteristik přizpůsobivosti člověka k denním cyklům různé délky.

Vycházejme z následujících počátečních podmínek:

e_0 — spotřeba energie na udržení bazálního metabolismu v kcal/1 hod.

E_{24} — celková spotřeba energie za 24 hodin v kcal

t_s — délka spánku v hodinách během 24 hodin

t_b — délka bdění v hodinách během 24 hodin

a — energetická hodnota práce v kcal, vykonané za 1 hod. v rámci 24 hod. cyklu

$$a = \frac{E_{24} - 24 \cdot e_0}{t_b}$$

n — energetická hodnota práce za 1 hodinu v rámci sledovaného cyklu (v procentech k a)

$\frac{a \cdot n}{100}$ — energetická hodnota práce za 1 hodinu v rámci sledovaného cyklu (kcal)

e_x — energetická hodnota 1 hodiny bdění v rámci sledovaného cyklu (kcal)

$$e_x = \frac{a \cdot n}{100} + e_0$$

x — délka sledovaného denního cyklu v hodinách

$$x = \frac{E_{24} - e_0 \cdot t_s}{e_x} + t_s$$

Při výpočtech se vychází z předpokladu, že energetická spotřeba bazálního metabolismu za 24 hodin je 1500–1800 kcal. Obecně platí, že spotřeba energie na udržení bazálního metabolismu je 1 kcal za 1 hodinu na každý 1 kg tělesné váhy člověka. Odtud je zřejmé, že při váze 65 kg si vyžádá základní výměna asi 1560 kcal/24 hod. S touto hodnotou lze počítat u žen, u mužů pak v průměru (při váze 77 kg) s hodnotou asi 1850 kcal/24 hod. I z těchto údajů je zřejmé, že při lehkém, sedavém zaměstnání spotřebuje člověk asi 2200 až 2400 kcal za 24 hodin, při těžké manuální práci 4500–5000 kcal/24 hod.

Samozřejmě bylo během letů sledováno mnoho dalších fyziologických funkcí, jako dynamika tělesné teploty, vylučování draslíku apod., vždy v rámci denního cyklu s cílem potvrzení rytmičnosti zkoumaných procesů. Jelikož není posláním informačního článku zabývat se podrobně všemi lékařskými aspekty kosmického letu, zaměříme se hlavně na závěry, které vyplynuly ze široké škály prováděných analýz.

Hlavním závěrem je poznání, že při současných kosmických letech je naprosto nevhodné plánovat takové denní režimy, které se délkou anebo rozložením spánku a bdění v rámci denního cyklu podstatněji odlišují od standardního pozemského způsobu života. Právě podceňování negativního dopadu často plánovaných neobvyklých režimů spánku a bdění na stav kosmonautů přivedlo vědce k nutnosti prokázat přesvědčivou, pokusy doloženou argumentací desynchronizující vliv na cirkadiánní rytmiku člověka. Je na místě připomenout výrok známého specialisty v oblasti biorytmologie J. Aschoffa, který byl pronesen na jerevanském mezinárodním sympoziu o problémech života v kosmickém prostoru: „... bylo by neodpovědné nerespektovat u pilotovaných kosmických letů cirkadiánní rytmičnost a její vliv na všechny aspekty fyziologie člověka, zvláště na jeho práce schopnost.“

Stále se prodlužující délka kosmických letů klade na specialisty v oblasti kosmické medicíny vysokou odpovědnost za ochranu zdraví kosmonautů a tím i za úspěšnost každé kosmické expedice. Je třeba usilovat o maximální potlačení všech negativních faktorů kosmického letu a v první řadě se snažit dosáhnout optimálního životního režimu kosmonautů a tím vlastně provádět profylaktiku desynchronizace. V SSSR již byla zpracována metodika biorytmologického výběru kosmonautů a tato problematika se stále hlouběji propracovává. Je třeba zdůraznit, že i když bude při dlouhodobých kosmických letech zaveden běžný pozemský denní režim spánku a bdění, stále aktuální otázkou bude dosažení stabilní vnitřní synchronizace cirkadiánní i jiné periodicity organismu v složitých podmínkách letu (v první řadě proto, že dochází k transformaci přirozené soustavy synchronizátorů). Proto bude stále aktuální otázkou výběr účastníků expedic rovněž s ohledem na stabilitu jejich cirka-

diánní periodicity. Jelikož jsou při současných letech naplánovány neobvyklé denní režimy, musí se biorytmologický výběr kosmonautů zaměřit i na jedince, kteří vykazují nejvyšší schopnost adaptace k nezvyklému životnímu režimu.

Dnes již lze předpokládat, že klíčem ke stanovení správných kritérií biorytmologického výběru je fenomén „bloudění“, akrofáze denních rytmů podél 24hodinové stupnice. Zkoumání tohoto fenoménu se zdá být velmi nadějným. Je zřejmé, že tato problematika je významná nejen v kosmonautice, ale i v mnohých jiných oblastech lidské činnosti, jako například při dlouhodobých plavbách, zvláště v ponorkách, při dlouhodobém pobytu v polárních oblastech, při transmeridiálních letech apod.

Američtí specialisté v oblasti kosmického lékařství přikládají základní význam provádění výzkumu stanovení přesných, cirkadiánních i jiných parametrů v pozemských podmínkách.

K analýze experimentálních materiálů je třeba přistupovat komplexně. Není správné zabývat se jedním nebo dvěma parametry denního cyklu. Závěry je třeba vyvozovat ze zkoumaných zákonitostí mnoha parametrů. Při zpracování výsledků různých experimentů použila autorka odlišné metodické postupy:

1. Vizuální hodnocení denních křivek — okamžitě lze rozpoznat, jak průběh odpovídá určenému režimu spánku a bdělosti,

2. Vyhodnocení číselných hodnot se záznamem akrofází v časové stupnici,

3. Vyhodnocení amplitudy (nebo maxima a minima) v případech, kdy se podrobila analýze jen část z celodenního záznamu, odpovídající stavu bdění,

4. Určení středních hodnot denních parametrů (tj. středních hodnot délky bdělého stavu) a nočních parametrů (tj. středních hodnot délky spánku) a rozdílu mezi nimi,

5. Sledování dynamiky parametrů, zjištěním jejich hodnot ve stejném časovém okamžiku jednotlivých celodenních cyklů.

Uvedený komplexní přístup k analýze experimentálních materiálů umožňuje posoudit s vysokou přesností proces adaptace denních rytmů organismu ke změněnému režimu spánku a bdění. Odchytky denního režimu při současných kosmických letech, jež jsou, jak bylo řečeno, nebezpečné tím, že vyvolávají desynchronizaci v organismu, nutí vědce vypracovat metodiku rychlé a správné diagnostiky tohoto stavu, aby bylo možno rychle a účinně vyvolané desynchronizace potlačovat. Je přirozené, že řešení tohoto úkolu je tím snazší, čím máme bohatší soubor parametrů, podle něhož vyhodnocujeme denní rytmus sledovaného funkčního ukazatele.

Diagnostika vzniku desynchronizace organismu v průběhu kosmického letu vyžaduje již nyní provádět výzkumy periodicity, alespoň z hlediska registrace nejdostupnějších funkčních ukazatelů organismu. Jde tedy především

o tepovou frekvenci, tělesnou teplotu a hodinovou diurézu. Je zřejmé, že z technického hlediska nejsou dnes takováto měření problematická. Nezbytné je zařadit při kosmických letech mezi sledované ukazatele denního rytmu exkreci draslíku a jiných komponent moči, jelikož stav denního rytmu exkrece draslíku močí je dobrým indikátorem stavu cirkadiánní soustavy.

Při zkoumání problematiky racionální organizace práce i odpočinku člověka v kosmickém prostoru není možno ignorovat otázku využití volného času. Tato otázka byla řešena z pozic některých obecných principů, jimiž je vhodné se řídit i při kosmických letech. Jde o tyto principy:

- odpovědně plánovat i organizovat volný čas

- diferencovaně přistupovat k organizaci volného času při orbitálních a meziplanetárních letech, u letů trvajících několik roků vymezit takové formy spojení se Zemí, které přesahují rámec služebních vztahů

- knihovnu stanice vybavit knihami, které popisují statečné jednání lidí v situacích, jež se z psychologického hlediska podobají situaci lidí na palubě kosmické lodi

- při sestavování programu využití volného času je třeba respektovat psychologickou individualitu každého kosmonauta.

Další rozvoj kosmické biorytmologie se bude beze sporu ubírat stejně, jako tomu bylo dosud cestou řešení praktického zabezpečení života člověka v kosmu. Z tohoto hlediska je tedy správné pokračovat ve výzkumu adaptačních schopností člověka k denním cyklům nezvyklé délky a k migrujícím cyklům, neboť jsou pro současné kosmické lety žel stále ještě dosti typické. Je nezbytné stanovit přípustnou mez adaptability člověka z hlediska migrace fáze rytmu spánku—bdění a dále stanovit, jak se mění tato mez působením nejruznějších stressových faktorů, jež jsou při kosmických letech typické

Zkoumání fenoménu dynamické migrace a jejího vlivu na organismus člověka je z hlediska organizace života kosmonautů v havarijních situacích důležité. Chaotický režim života je v těchto situacích nepřijatelný zejména proto, že vyvolává desynchronizaci stavu organismu, vyvolává rozpad sladění jednotlivých funkcí, a tím vede ke snížení jeho funkčních možností. Ovšem to není jediný problém. Přesný režim spánku, bdělosti a pracovní činnosti se stává v havarijních situacích psychologickým prostředkem důvěry v úspěšné překonání této situace. Je nezbytné, aby se kosmonauti a specialisté kosmické medicíny vzájemně přesně informovali o všech negativních následcích dynamické migrace fáze rytmu spánku a bdělosti, a proto musí kosmická biorytmologie vycházet z přesvědčivých experimentálních materiálů. Proto je studium problematiky dynamické migrace jedním

z prakticky zaměřených směrů další práce v oboru biorytmologie.

Z hlediska možnosti osídlit v relativně blízké době Mars dlouhodobými vědeckými expedicemi je nezbytné důkladně prozkoumat schopnost adaptace člověka k trvale prodlouženým denním cyklům, ačkoliv jde o „pouhých“ 36 minut. Denní obloha Marsu je temně modrá, pomineme-li krátké časové úseky, v nichž se objevují bílá oblaka. Stupeň slunečního osvětlení dosahuje na povrchu Marsu v poledne asi 1/3 hodnoty pozemské (tj. asi 60 000 luxů). Přesto, že denní cyklus je na Marsu jen o 36 minut delší než na Zemi, je třeba před uskutečněním letu na Mars vyjasnit, zda se člověk může na takové denní cykly úspěšně adaptovat. Nelze vyloučit, že adaptaci na Marsu budou napomáhat fyzické synchronizátory, především změna v přirozeném osvětlení. Proto se na Zemi provádějí pokusy v podmínkách imitujících střídání osvětlení na Marsu. Je na místě podtrhnout, že by bylo velmi nesprávné předpokládat možnou nebo dokonce snadnou adaptabilitu člověka k dennímu cyklu Marsu jenom proto, že tento cyklus je délkou blízký pozemskému. Již dříve jsme naznačili, že volně plynoucí rytmus spánku a bdělosti je náchylný k vnitřní desynchronizaci. Nelze rovněž spoléhat na to, že přirozený rytmus „světlo—tma“ zajistí na Marsu „prodlužování“ cirkadiánních periodických funkcí organismu. Důkladné experimentální zkoumání této otázky je tedy nezbytné.

Jednou z nejzávažnějších úloh je experimentální prověření hypotézy o neměnnosti „informačně energetické hodnoty“ denního cyklu. Výsledky takové prověrky umožní stanovit optimální délku cyklu spánku a bdění pro posádku meziplanetárního letu. Práce v tomto směru je zajímavá i pro organizaci života obyvatel měsíčních základů, které jistě vzniknou již v nejbližší budoucnosti. Měsíční cyklus „den—noc“ trvá 27,3 pozemských dnů, a tedy mnohonásobně převyšuje adaptační možnosti člověka. Proto je mimo diskusi, že cykly blízké 24 hodinám bude nezbytné vytvářet uměle a že kosmonauti, kteří budou na měsíční stanici pracovat, se budou muset naučit plánovat si režim spánku a činnosti podobně, jako tomu byli zvyklí na Zemi. Jestliže se potvrdí hypotéza o stálé hodnotě informačně energetického obsahu denního cyklu, nelze považovat 24 hodin za právě neoptimálnější délku denního cyklu spánku—bdění pro člověka na Měsíci. V případě platnosti uvedené hypotézy by logicky optimální délka cyklu byla proměnná podle pracovního zatížení. Přesněji řečeno, bude určena množstvím spotřebované energie a průměrným množstvím zpracované informace v hodině.

Úspěšné vyřešení uvedených problémů kosmické biorytmologie by nebylo možné bez základních výzkumů v oblasti obecné biorytmologie. V tomto směru považujeme za nejzávažnější výzkum problematiky desynchro-

nizace v nejrůznějších aspektech — klinickém, výrobním, leteckém, kosmickém. Za základní test pro zjišťování desynchronizace v podmínkách změněného životního rytmu lze jako standard doporučit inverzi rytmu spánku a bdělosti. Výhody tohoto metodického přístupu jsou zřejmé:

— inverze denního pořádku je provázena výraznou symptomatologií desynchronizace s výraznými stressovými reakcemi, které umožňují dobře sledovat vývoj zřejmé desynchronizace, přechod do stádia skryté desynchronizace, fenomén skryté desynchronizace a proces jejího potlačování, tj. sledovat etapy involuce desynchronizace od stádia znepokojení až po stav rezistence;

— z technického hlediska mimořádně snadná analýza materiálu získaného v podmínkách inverze pořádku spánku a bdělosti; zvláště je velmi demonstrativní vzájemný vztah hodnot zaregistrovaných před inverzí a po ní. Kromě toho po inverzi nastupuje běžný 24hodinový denní cyklus. To umožňuje pokládat za kritérium adaptability organismu k novému režimu obnovení původních charakteristik rytmu životních funkcí a jejich fázových úhlů.

Velmi perspektivní je výzkum na základě mnohonásobně opakované inverze rytmu spánku a bdění s cílem prozkoumat zákonitosti průběhu desynchronizace, zejména skryté, efektu její kumulace, přechodu do chronického stavu a dále i negativních následků na celkové zdraví člověka.

Významnou úlohu přirozeně mají základní výzkumy problémů kosmické biorytmologie prováděné bezprostředně v kosmu. Již v roce 1970 psali specialisté v oblasti kosmické medicíny: „... jedním ze základních požadavků začleněných do programu kosmických výzkumů Spojených států je studium fyziologických rytmů členů posádek na Zemi, Měsíci i orbitálních stanicích ...“ Američtí vědci správně předpokládali, že tyto výzkumy budou dobrým základem i pro budoucí mezinárodní spolupráci, což se počátkem sedmdesátých let plně potvrdilo. Při společném letu v červnu 1975 se prováděl v souladu s programem EPAS experiment sledování denního růstu kolonie houbovitých akteinomycetů. Zařazení tohoto experimentu do programu prvního společného sovětsko-amerického letu dokazuje, jaký význam je přikládán jak obecným, tak i kosmickým biorytmologickým výzkumům.

Kosmická biorytmologie se musí stejně jako kterýkoli jiný vědní obor opírat o pevný teoretický základ. Rozvoj teorie kosmické biorytmologie je závažným a stále aktuálním problémem, kdy rovněž platí úsloví, že nic není praktičtějšího, nad dobře propracovanou teorií. Správné směřování teoretického rozvoje biorytmologie nepochybně vyžaduje solidní filosofické pojetí problematiky a přístup k ní z dalekých pozic. V monografii B. S. Aljakrinského jsou zformulovány některé teoretické problémy biorytmologie, zejména problémy ge-

norytmu, adekvátního rytmu a desynchronizace jako komponenty stressového syndromu. Další výzkumy těchto problémů budou velmi užitečné pro řešení zásadní otázky — zabezpečit ochranu zdraví a vysokou pracovní schopnost člověka v kosmickém prostoru.

Pramen:

(Problémy kosmické biologie, díl 23.) Moskva, Nauka 1977.

S. I. Stepanová: Aktuální problémy kosmické biorýtmologie.

Zpracovala ing. O. Komárková,
MNO — HT/ZS