

629.13.007:159.923;616-009.93:(159.942.4

**RYSY OSOBNOSTI PILOTA A EMOČNÍ ZÁTĚŽ
PŘI NADZVUKOVÉM LÉTÁNÍ**

Plk. MUDr. Jaroslav TŮMA, CSc., MUDr. Vladimír DOLEŽAL, CSc.
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Zaváděním stále výkonnější letecké techniky do čs. vojenského letectva stoupají nejen nároky na znalosti pilotů, na praktické osvo-

jení komplexu návyků pro specifickou leteckou činnost, ale též na jejich odolnost vůči nepříznivým faktorům nadzvukového létání.

Tyto vlivy, především však emoční zátěž, mohou za určitých podmínek stressově působit na chování a jednání pilota.

V důsledku zátěžové situace se v organismu obecně prokazuje řada změn. Dochází např. ke zvýšení sedimentace erytrocytů, snižuje se hladina plazmatického Fe, mění se koagulační a fibrinolytická aktivita séra. Již dlouhou dobu je prokázáno, že vlivem emoční zátěže dochází ke stimulaci sympatoadrenálního systému a adrenokortikálních funkcí. Zpočátku se vyplavují do krve hormony, které mobilizují energetické zdroje pro zachování homeostázy organismu. Jsou to především katecholaminy, kortikoidy a tyroxin. Stoupá vylučování 17-hydroxykortikosteroidů, 17-ketosteroidů a metabolitů katecholaminů močí. Adrenokortikální hormony zvýšeně uvolňují z tukové tkáně neesterifikované mastné kyseliny, které se v játrech inkorporují do triglyceridů a v důsledku toho stoupá hladina lipoproteinů v krevní plazmě.

První systematické studie emočně podmíněného vylučování volných katecholaminů (KA) a jejich metabolitů močí u pilotů byly provedeny v roce 1954 EULEREM a LUNDBERGEM. Tito autoři použili chromatografickou techniku ke stanovení KA pomocí hydroxidu hlinitého. Nalezli selektivní vzestup vylučování adrenalinu (A) a nepatrnou změnu v hodnotě noradrenalinu (NA) u skupiny vojáků, kteří byli transportováni letadly, zatímco piloti vykazovali za letu vzestup u obou těchto látek. ELMADJIAN a jeho spolupracovníci (1956) použili rovněž chromatografické metody a zjistili u dobře trénovaných pilotů vzestup močových katecholaminů a kyseliny vanilmandlové (dále VMK), a to na psychické stimuly; při fyzickém zatížení bylo vylučování těchto látek nižší. Autor našel u vojenských pilotů významné zvýšení KA a VMK v moči po 45 minut trvajícím supersonickém letu ve stratosféře. COLEHOUR a spol. (1963) našli rovněž vzestup A a NA u zdravých osob vystavených akrobatickým letům. Tato reakce se však nedostavovala u lidí s defekty labyrintu. Autoři se proto domnívali, že vestibulární orgán je zahrnut do reakce sympatoadrenálního systému zdravých osob. Zvýšené vylučování KA močí pozoroval ULVEDAL a spol. (1963) u pilotů také během vyšetření v simulátoru kosmické kabiny. Přesto, že chybí přímá klinická pozorování, bylo zaznamenáno, že zvýšené vylučování A má vztah k nenadálým stressujícím příhodám, jako např. k poruchám palubních přístrojů apod. U vojenských pilotů prováděli měření vylučování KA např. DEBIJADJI a spol. (1970), DOLEŽAL a spol. (1971) při supersonických letech ve stratosféře; při průletu bouřkovými mraky Mc KENZIE a spol. (1967) a jiní. V těchto stressových situacích nebyly nalezeny rozdíly mezi piloty začátečníky a piloty zkušenými. U parašutistů při seskocích z letounů nebo z věže zjistil BLOOM a spol.

(1963) značný vzestup A a NA, KVETŇANSKÝ a spol. (1975) zjistili u parašutistů po seskoku z letadla padákem zvýšenou aktivitu dopamin-beta-hydroxylázy v plazmě. Zvýšená aktivita tohoto enzymu koreluje přímo se zvýšeným vylučováním katecholaminů. Po nervové stimulaci tedy dochází nejen k uvolňování noradrenalinu, ale procesem exocytózy se uvolňují i specifické proteiny, z nichž je znám např. výše uvedený enzym.

Pokud jde o psychiku člověka, byly zkoumány především vztahy mezi biochemickým vyjádřením stressu a psychickými stavy vyvolanými zátěží. Mnohem méně pozornosti bylo však zatím věnováno relaci biochemických odpovědí na stressory ke stálejším charakteristikám psychiky, jako jsou její vlastnosti v oblasti osobnosti (rysy, dimenze apod.). Přitom se lze oprávněně domnívat, že lidský organismus odpovídá na stressové podněty nejen na základě svého aktuálního stavu, ale i podle svého individuálního typologického uspořádání.

Také v našem ústavu se zabýváme dlouhodobě tímto úsekem psychoendokrinologie, který je dnes jinak reprezentován především tvůrčím úsilím skupiny kolem LEVIHO (von EULER, FRANKENHAEUSEROVÁ, PÁTKAIOVÁ a jiní). Některé naše experimentální zkušenosti jsou obsahem tohoto sdělení.

Charakteristika vzorku, použité metodické postupy

Výsledky, o kterých je dále referováno, se týkají skupiny pilotů létajících nadzvukové typy letounů ($N = 46$, věk v průměru $33,2 \pm 3,70$). Jejich profesionální zkušenost byla značná, „rozlétanost“ se jevila jako přiměřená. Piloti byli otestováni pomocí metod diagnostikujících některé rysy nebo faktory osobnosti (16 PF podle CATTELLA, MMQ podle EYSENCKA, dalšími dvěma postupy zaměřenými na hodnocení emoční, neurovegetativní stability a individuální psychovegetativní reaktibility, které jsou u nás dlouhodobě používány při psychofyziologickém vyšetřování letců — dotazníky A, DIR).

Biochemicky byly u tohoto vzorku sledovány hodnoty močí vylučovaných metabolitů katecholaminů — kyseliny vanilmandlové a homovanilové (VMK, HVK). Jejich stanovení bylo prováděno dvourozměrnou papírovou chromatografií modifikovaným postupem již dříve publikovaným (DOLEŽAL, LUXA 1967). Vzorky moče byly odebírány za situací časově závislých na létání: z noční porce před létáním, z porce předletové, z 1. porce poletové (do 2 hodin po skončení letu), z 2. porce poletové (do 3 hodin po prvním poletovém odběru).

Výsledky a diskuse

Korelační koeficienty mezi parametry hodnocení osobnosti a biochemickými hodnotami VMK a HVK byly převážně nízké. Jen byla-li

prokázána statistická významnost vztahu na hladině $P < 0,01$, teprve tehdy byla prováděna další analýza pomocí regresivních rovnic. V těchto případech byla rovněž prohloubena analýza výsledků výpočtem parciálních korelací, neboť sledovaný vzorek pilotů nebyl dostatečně homogenní co do věku a pilotní zkušenosti.

Výsledky ukázaly, že interference působená věkovým faktorem je zcela zanedbatelná. Avšak matematicky homogenizovaná doba pilotní zkušenosti na nadzvukovém typu letounu přispěla ke zvýšení zjišťovaných korelačních vztahů o 10 až 31 %. Rozdílná profesionální zkušenost zasahuje tedy rušivě do vztahů mezi biochemickými parametry letecké zátěže a charakteristikami osobnosti nadzvukových pilotů.

Oba sledované metabolity KA (VMK, HVK) se lišily v prokazovaných vazbách k oblasti osobnosti pilotů zásadně v tom, že:

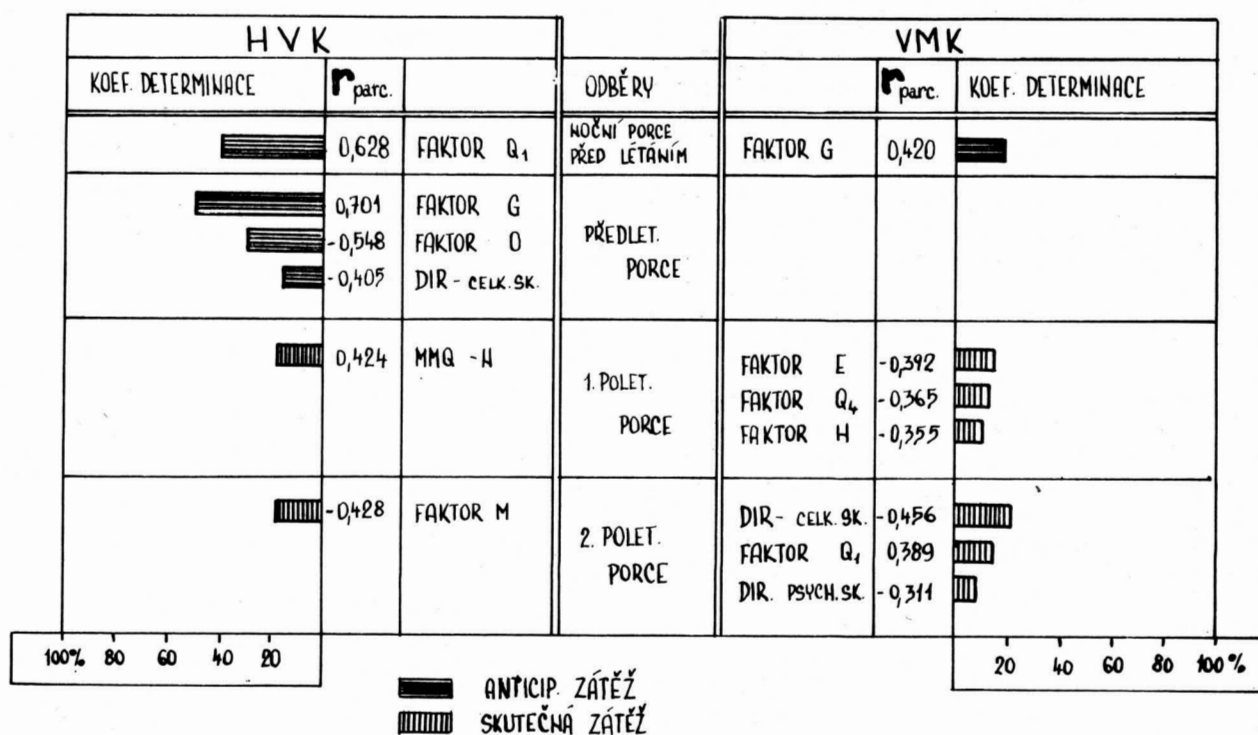
nejdou z hlediska interakce zátěže z létání proti vlastnosti osobnosti rovnocenné. Tuto skutečnost, jež není jinde literárně zachycena, zjišťujeme přitom již opakovaně.

Oba metabolity KA nejsou však ekvivalentní ani v citlivosti na interakci rysů osobnosti s anticipovanou nebo reálnou zátěží z létání. Podle našich výsledků intervenuje oblast osobnosti do vylučování HVK relativně více ve stádiu očekávání letové zátěže, v případě VMK je však těžiště významných vazeb s oblastí osobnosti posunuto do hodnot reprezentujících odezvu organismu na skutečnou zátěž.

Při eliminaci nestejně pilotní zkušenosti způsobem, jak bylo výše uvedeno, byla prokázána u skóre individuální psychovegetativní reaktivity (metoda DIR) až překvapivě silná relace k hodnotám metabolitů KA z některých situací odběru.

Uváděné vývody je možno ilustrativně souhrnně předstírat v grafické podobě (viz graf).

DETERMINACE BIOCHEM. STANOVENÉ ZÁTĚŽE Z LÉTÁNÍ OSOBNOSTNÍMI PARAMETRY PILOTŮ



- Hodnoty HVK mnohem těsněji korelovaly s osobnostními parametry než hodnoty VMK (přitom je třeba zdůraznit, že tento fakt se opakuje také v další, zde neuváděné studii);
- Významné korelace se týkaly v případě HVK převážně hodnot z předletových odběrů, u VMK naopak převážně hodnot z poletových porcí.

První zjištění by svědčilo pro hypotézu, že oba metabolity KA v naší studii sledované

U daného souboru pilotů bylo tedy prokázáno, že při odezvě organismu na emoční zátěž působenou létáním, pokud je vyjadřována na biochemické úrovni hodnotami HVK a VMK, hrají podstatnou úlohu některé rysy osobnosti. Vyjádříme-li statistické vztahy verbální diskriminací, pak tedy naše výsledky je možno shrnout do těchto tvrzení:

vylučované hodnoty HVK jsou tím vyšší

v noční porci moče před letem:

čím je pilot relativně:

— kritičtější (faktor Q_1)

v předletové porci:	— emočně vyzrálejší, odpovědnější, svědomitější (faktor G) méně syčen celkovou anxiózitou (faktor O) s nižší celk. skóre v DIR
v poletových porcích:	— s vyšším neuroticismem (MMQ-N) méně zdravě realistický (faktor M)
vylučované hodnoty VMK jsou tím vyšší	
v předletové porci moče:	— čím je pilot relativně: emočně vyzrálejší, odpovědnější, svědomitější (faktor G)
v poletových porcích:	— méně dominantní (faktor E) citlivější k ohrožení (faktor H) méně dráždivý, méně vnitřně napjatý (faktor více kritický (faktor Q ₁) méně psychovegetativně labilní (DIR) méně psychicky labilní (DIR)

Výjimečné postavení zaujímá faktor G. Koreluje velmi značně s hodnotami HVK i VMK (0,701; 0,420) v předletových porcích. Korelace jsou takové úrovně, že tímto faktorem by bylo možno samostatně snad i predikovat předletovou aktivaci při nadzvukovém létání.

Stojí však za povšimnutí, že zvláště korelační vazby metabolitů KA z poletových odběrů svou různorodostí nesměřují ke sjednocující hypotéze výkladu vztahu mezi konkrétními rysy osobnosti a vylučováním katecholaminů po stressové zátěži, působené skutečným létáním. Vysvětlení se pokoušíme hledat ve dvou skutečnostech.

Především bylo již jinými autory experimentálně prokázáno, že vylučování KA odráží spíše intenzitu, stupeň nervové zátěže, než její kvalitativní stránku, že je tedy obecně vyjádřením nespécifického stupně aktivity — „arousal“. Zvýšené hodnoty vylučování metabolitů KA při létání mohou tedy souviset stejně se zápornými jako i s kladnými emocemi spojenými s leteckou činností, tedy i s různě zaměřenými rysy pilota.

Mnozí autoři docházejí proto k názoru, že při sledování emočně stressové zátěže je třeba usilovat o diferencované sledování vylučování adrenalinu a noradrenalinu, neboť jejich vzájemný vztah, poměr, podléhá výrazným přesunům právě podle osobnostních charakteristik sledovaných osob, vedle míry jejich angažovanosti na činnosti vyvolávající stress.

V tomto ohledu se tedy ukazuje sledování katecholaminů prostřednictvím vylučovaných hodnot HVK a VMK jako méně výhodné, neboť tímto způsobem nelze podíl adrenalinu a noradrenalinu diferencovat.

Dalším vysvětlením oné různorodosti mohly by však být i rozdíly v dynamice vylučování

metabolitů KA po expozici emočně nervové zátěže, které jsou dány nervovým typem sledovaných jedinců, jak jsme prokázali v jiné práci již dříve (Tůma a spol., 1965). Doložili jsme, že osobnostní charakteristiky mohou významně ovlivňovat dynamiku vylučování katecholaminů po zátěži. U osob s neurotickými rysy se měnil v porovnání s ostatními v den zkouškové zátěže podstatně rytmus vylučování katecholaminů ve srovnání s klidovou kontrolou. Ještě 1 hodinu po zkoušce byly nalézané zvýšené hodnoty jako výraz protahované excitace adreno-hypofyzární osy.

Podobně, hodnotíme-li výslednou reakci pilota na prožitou zátěžovou situaci letu, je nutno její subjektivní odraz dát do vztahu s objektivními ukazateli, např. ve sféře humorální. Pociťuje-li pilot stressovou zátěž jako ohrožení, prokáže se v humorální oblasti vysoké vylučování katecholaminů, později i kortikoidů a steroidů. Naproti tomu pilot, který prožívá stejnou rizikovou situaci a subjektivně si ji méně uvědomuje, prožívá ji odlišným způsobem a v biochemické odezvě nalezneme jen nepatrné, nebo žádné změny. Naproti tomu některé situace, charakterizované piloty jako běžné, může některý z nich prožívat jako ohrožující, tedy stressující.

Dnes je nesporné, že původně značně zjednodušené názory na sledování stressového zatížení člověka pomocí katecholaminů, doznaly značného rozvrstvení právě zásluhou výzkumů na rozhraní mezi biochemií a vědami o psychice člověka. Sledování katecholaminů při zátěžích z létání je velmi cenným objektivním přístupem; ukázaly to i naše výsledky. Jeho interpretační přednost je značně odvislá od hodnocení psychického, především osobnostního profilu letce. Tento profil zasahuje zatím dosti nepřehledně rovněž dynamiku, dozrívání stressových odpovědí na biochemické úrovni. Závislost průběhu těchto biochemických reakcí na typu osobnosti zasluhuje proto další ověřovací údaje.

Souhrn

Autoři studovali u skupiny pilotů vztah mezi metabolity katecholaminů vyloučených močí v závislosti na létání na nadzvukové technice a některými stálejšími charakteristikami psychiky v oblasti osobnosti.

Sledované metabolity KA (kyselina vanilmandlová a homovanilová) se lišily ve vazbách k oblasti osobnosti pilotů v tom, že hodnoty HVK těsněji korelovaly s osobnostními charakteristikami nežli VMK. Významné korelace byly zjištěny u HVK z hodnot předletových odběrů u VMK převážně z hodnot poletových odběrů. Z hlediska interakce zátěže z létání nejsou oba metabolity KA rovnocenné k vlastnostem osobnosti a nejsou ani ekvivalentní v citlivosti s anticipovanou nebo reálnou zátěží z létání. Oblast osobnosti intervenue do vylučování HVK více ve stadiu očeká-

vání letové zátěže, u VMK je těžiště významných vazeb s oblastí osobnosti posunuto do hodnot reprezentujících odezvu organismu na reálnou zátěž. Faktor G koreluje významně s hodnotami HVK i VMK v předletových porcích moče do té míry, že tímto faktorem by bylo možno samostatně predikovat předletovou aktivaci při nadzvukovém létání.

Sledování KA při zátěžích z létání je velmi cenným objektivním ukazatelem, ale jeho interpretační přesnost je odvislá od hodnocení osobnostního profilu letce.

Literatura

- Bloom, G. et al.: Catecholamine excretion and personality traits in paratroop trainees. *Acta Physiol. Scand.*, 58, 1963, č. 1, s. 77.
- Colehour, J. K. et al.: Excretion of 17-hydroxycorticosteroids, catecholamines and uropepsin in the urine of normal persons and deaf subjects with bilateral vestibular defects following acrobatic flight stress. *Joint Rep. US Naval School Aviat. Med.*, 10, May 1963.
- Debijadji, R. et al.: Evaluation of the sympathoadrenal activity in pilots by determination of urinary catecholamines during supersonic flight. *Aerospace Med.*, 41, 1970, č. 6, s. 677.
- Doležal, V. et al.: Posuzování výkonnosti pilota z hlediska humorálních reakcí organismu na stress. *Závěr. zpráva ÚLZ č. 117*, 1967, s. 51, část I., metodiky.
- Doležal, V. et al.: Excretion of 3-methoxy-4-hydroxymandelic acid and 3-methoxy-4-hydroxyphenylacetic acid by pilots in relation to flying. *Physiol. bohemoslov.*, 20, 1971, č. 2, s. 199.
- Elmadjian, F. et al.: Excretion of adrenalin and noradrenalin in human subjects. *J. Clin. Endocrin.*, 16, 1956, č. 1, s. 222.
- Euler, U. S. et al.: Effects of flying on the epinephrine excretion in air force personel. *J. Appl. Physiol.*, 6, 1954, č. 2, s. 551.
- Kvetňanský, R. et al.: Dopamin-beta-hydroxylasa v plazme ako indikátor sympatickej aktivity u ľudí. *Voj. zdrav. Listy*, 44, 1975, č. 1, s. 22.
- McKenzie, J. M. et al.: Stress responses of pilots to severe weather flying. *Aerospace Med.*, 40, 1967, č. 6, s. 310.
- Tůma, J. et al.: Některé změny VNČ a sledování biochemických ukazatelů při zkouškové zátěži vysokoškolských posluchačů. *Activ. nerv. sup.*, 7, 1965, č. 2, s. 181.
- Ulvedal, F. et al.: Steroid and catecholamine studies on pilots during prolonged experiments in a space cabin simulator. *J. Appl. Physiol.*, 18, 1963, č. 6, s. 1257.