

ZATÍŽENÍ PILOTŮ ZA LETU

MUDr. Vladimír DOLEŽAL, CSc.
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Vylučování katecholaminů a jejich metabolitů je fyziologickým vyjádřením obecné stressové reakce na nepříznivé vlivy zevního prostředí s výrazem metabolické adaptace. Ukazuje, do jaké míry došlo k porušení homeostázy mezi vnitřním prostředím organismu a okolím. Organismus má tendenci si udržet stálou hladinu dynamické rovnováhy, i když na poněkud jiné úrovni. Důsledkem zátěže je snaha o zábranu a o zachování uspořádanosti funkcí. Všechny tyto adaptační reakce mají základ ve vzájemném vztahu mezi jednotlivými faktory prostředí a biochemickými regulacemi. Působením faktorů zevního prostředí se může ovlivnit jeden nebo několik stupňů v hierarchii metabolických regulací, a v metabolismu buněk proto nalézáme několik uzlových míst.

Biochemická adaptace k prostředí se uskutečňuje několika strategickými mechanismy. Vzájemná interakce mezi faktory zevního prostředí a metabolickou aktivitou může být velmi rychlá nebo relativně pomalá. Závisí to na tom, v jaké úrovni metabolické hierarchie se dostává informace o daném vlivu. Rychlost biochemické adaptace k nějakému nepříznivému faktoru zevního prostředí bude záviset na tom, na jakém místě došlo k realizaci této adaptace. V některých případech je umožněna téměř okamžitá adaptace modulací aktivity enzymů v buňce. Naproti tomu pro aktivaci genů a změnu fenotypového efektu je zapotřebí několika hodin nebo dnů. V krajním případě rekonstrukce DNA, kodující adaptivní genové produkty, může probíhat několik pokolení.

Podle délky trvání adaptačního procesu lze rozlišit tři typy adaptace k vnějším podmínkám:

1. Evoluční adaptace — jako nejdelší proces přizpůsobování k prostředí. Tento proces závisí na získání nových genových informací, determinujících nové adaptivní fenotypové znaky. Proces evoluční adaptace trvá řadu pokolení.

2. Aklimatizace — adaptační reakce uskutečňující se během života jedince. Pro tuto reakci potřebuje organismus několik hodin až měsíců. Probíhají-li tyto fenotypové posuny v přirozených podmínkách, označujeme tento adaptační proces aklimatizací. Protože dochází ke změně celé řady parametrů prostředí, nelze zpravidla zjistit, který z nich dává signál k adaptaci, a nedá se ani určit ke kterému parametru prostředí je adaptace vlastně potřebná.

3. Okamžitá adaptace — probíhá v mnohých případech prakticky ihned, a to rovněž na biochemické úrovni.

K biochemické adaptaci sahá organismus až poté, selžou-li všechny fyziologické způsoby, pomocí nichž by bylo možné se vyrovnat s nepříznivými vlivy prostředí. Biochemická adaptace je totiž velmi složitý proces a ze srovnávací fyziologie víme, že pro organismus je často jednodušší nalézt příhodnější podmínky k životu, např. cestou migrace, nežli přebudovat základní mechanismus buňky.

Biochemické adaptační mechanismy jsou jednak kompenzační, jednak exploatační. Pro naše účely jsou významné adaptační mechanismy kompenzační, které slouží k „nápravě“ škod, které napáchaly vlivy zevního prostředí, kterým se souhrnně říká stress. Vyvolá-li nějaký vnější faktor negativní reakci v organismu, pak v optimálním případě aktivované biochemické změny vrátí funkční schopnost organismu do původního stavu.

V praxi se setkáváme kromě pojmu stress také s pojmem zátěž. Zatím co stress je chápán jako souhrn nespecifických adaptivních reakcí, které se stereotypně vybavují bez ohledu na kvalitativní stránku zatížení organismu, pak pojem zátěž se definuje jako vztah mezi úrovní požadavků, reprezentujících vnější prostředí, a vlastnostmi individua v nejobecnějším slova smyslu. Zátěž lze tedy chápat jako narušení rovnováhy mezi vnitřním stavem systému a vnějším prostředím. Nutno mít ovšem na zřeteli, že rovnováha organismu s prostředím může mít různé úrovně. Tato rovnováha má dynamický charakter, proto je přiměřenější nazývat ji spíše „rovnovážným stavem“, který je navozován i v průběhu různého stupně činnosti organismu nebo různé intenzity informačního toku.

Porucha rovnovážného stavu mezi prostředím a systémem organismu je jednou z charakteristik zátěže. Pro stav zátěže je typické, že organismus má tendenci ustavit a udržovat si novou hladinu dynamické rovnováhy. Disbalance mezi vnějším prostředím a organismem se vyrovnává především na úkor rovnováhy uvnitř systému individua, avšak tak, že jeho nová rovnováha se ustaví na jiné hladině.

Průvodním znakem působení zátěží je tedy reaktivní udržování rovnovážného stavu — homeostáza. Tento funkční stav musí být podložen určitým stupněm uspořádanosti jednotlivých částí systémů. Důsledkem zátěže je tedy snaha jedince o zachování uspořádanosti funkcí a o zábranu poruchy organismu.

Reakce pilota během letu a na jeho průběh je složitá. Každý let je však nutno chápat jako určitou formu zátěže pro organismus pilota,

kteřá je však podmíněna individuálními rozdíly.

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. Obecně je letová situace stressová, vzniká-li nesoulad mezi požadavky vyplývajícími z charakteristik letu a vlastnostmi pilota.

Udrží-li se však za této situace určitý stupeň dynamické rovnováhy (homeostázy) různých systémů organismu, lze hovořit o zátěži v normálních mezích. Reakce pilota na zátěžovou situaci závisí tedy vždy na tom, jakými kapacitami a vlastnostmi je konkrétní jedinec pro zvládnutí požadavků letové situace vybaven. Za optimum relace mezi požadavky vyplývajícími z profesionální činnosti pilota a jeho vlastnostmi možno pokládat takový vztah, kdy v důsledku jejich dialektické interakce nevznikají žádné nepřiměřené nebo patické reakce. Z preventivního hlediska jsou tedy významné ty jevy, které leží mimo toto optimum a které působí jako nepřiměřená, škodlivá zátěž — označovaná jako stress.

Z hlediska pilota jako subjektu je možno rozlišovat dva typy zátěže, vyvolávané létáním:

a) zátěž produkovanou bezprostředně faktory zevního prostředí a profesionální činností aktivitou za letu, mající jako subjektivní korelát pocity námahy, únavy, diskomfortu, napětí apod.,

b) zátěž kognitivního typu, jako prožitek pocíťovaného nebezpečí a vitálního ohrožení integrity pilota jakožto lidského jedince.

Zátěž druhého typu je nesmírně významná. Člověk, který si neuvědomuje riziko určité situace, se chová a prožívá tuto situaci zcela rozdílně nežli ten, který si je rizika vědom. Poznávací prvek může tu mít však také zkreslující vliv, neboť např. neurotik prožívá i běžné situace jako zátěžové až stressové, tedy jako ohrožující.

Při hodnocení a posuzování zátěže pilota je možno vycházet z toho, že tato zátěž má rovněž svou vlastní „fyzilogickou“ úroveň. Je však třeba mít současně také na paměti, že za některých okolností mohou zátěžové reakce vést k přechodným nebo dokonce i k trvalejším funkčním poruchám, tedy k onemocnění somatické nebo psychické oblasti. Především působení extrémně intenzivních zátěží — stressů, které jsou spojovány s ohrožením života či existence, doprovázené výraznými emočními a humorálními reakcemi, může vyústit až v po-

škození organismu, a tedy v onemocnění hlavně psychosomatického typu.

Za letu se uplatňuje zátěž kombinovaná, fyzická i psychická. Při létání na moderní bojové technice dochází však při vzniku zátěže z létání k prevalenci emočních faktorů. Kromě toho je však nutno do emoční zátěže pilota připočítat také působení některých sociálně psychologických faktorů jeho profesionálního prostředí a také subjektivní vztahy a postoje pilotů k specifícnostem vykonávaných činností.

Emoční letová zátěž jako forma určitého neuropsychického zatížení je vázána téměř u všech pilotů jenom na některé fáze letu. Reakce na emoční napětí je však u pilota výslednicí širšího okruhu faktorů, mezi něž patří rovněž subjektivní zpracovávání letových situací a postoje k zadávaným letovým úkolům z nejobecnějšího hlediska.

Mezi faktory, které mohou účinně ovlivňovat úroveň emočního napětí při výkonu letových činností patří nejčastěji:

1. rizika spojená s létáním (bezpečnostní, hmotná),
2. míra odpovědnosti za splnění letového úkolu (morální, právní, společenská, finanční),
3. nepřiměřené nároky na profesionální činnost (přelétanost, neplnění letových cvičných norem, organizační nedostatky, nepříznivé pracovní podmínky),
4. nedobré interpersonální vztahy v leteckém prostředí (konfliktnost, problémy subordinační závislosti apod.),
5. nepříznivé společenské hodnocení profesionálního leteckého výkonu.

Při létání na stále složitější bojové technice si dnes vojenský pilot uvědomuje velmi dobře složitost své práce a rizikovost letové situace vzhledem k možným vlastním chybám, malé letové výšce a omezeném časovém limitu pro splnění některých fází letu. Známé, jakož i anticipované nepříznivé fyziologické stressy mohou leteckou činnost rovněž nepříznivě narušit. Avšak lidská kompenzační schopnost je značná, takže pilot může pokračovat v letu i tehdy, došlo-li k měřitelným fyziologickým a biochemickým změnám.

U pilotů začátečníků v závislosti na letové zkušenosti adaptační a kompenzační schopnosti stoupají, takže u vysoce výkonných vojenských pilotů nemusí dojít ke změně pracovní výkonnosti ani při rozsáhlejších zatížení.

Při hodnocení biochemické a psychofyziologické reakce pilota na let vycházíme z těchto předpokladů:

a) Každý letový úkol představuje pro pilota zátěž. Význam tohoto předpokladu spočívá v tom, že termín „zatížení“ používáme k vyjádření aktivity za normálních jakož i abnormálních pracovních situací. Jen málokterý vojenský pilot nebo osádka dopravního letounu bude tvrdit, že požadavky na ně kladené nejsou náročné nebo naopak, že každý letový úkol je krajně vyčerpávající. Účinky těchto

krátkých expozic se během letu mohou kumulovat.

b) Při hodnocení bereme v úvahu zkušenost pilota, zátěž doprovázející let, včetně fyzických, percepčních, mentálních a sociálních aspektů daného letového úkolu. U vojenského pilota nelze podceňovat složku fyzickou v důsledku abnormálního fyzikálního prostředí, jako hluk a zejména přetížení značně přesahující 1 G. Při manévrových vzdušných bojích byly naměřeny hodnoty 5–6 G.

Psychické úsilí pilota za letu spočívá především ve shromažďování a zpracovávání informací, na základě nichž provádí důležitá rozhodnutí. Další důležitou složkou psychické zátěže pilotů za letu je technická spolehlivost letounu. Avšak pilot vynakládá největší úsilí na analýzu a zpracování informací, zakončenou rozhodnutím.

Exaktní výzkum neuropsychického zatížení pilota při výkonu jeho profese je pro značnou složitost této problematiky i přes značné úsilí mnoha pracovních týmů stále co do výsledků značně otevřenou otázkou. Studium emočně stressových situací, se kterými se pilot v souvislosti s létáním nebo přímo za letu setkává, představuje ve svých hlavních složkách — humorální i psychofyziologické — stále velmi rozsáhlý komplex jevů.

Experimentálně bylo prokázáno, že vylučo-

vání katecholaminů odráží spíše intenzitu, stupeň nervové zátěže, než její kvalitativní stránku, a je tedy obecně vyjádřením nespecifického stupně aktivace. Zvýšené hodnoty vylučovaných katecholaminů mohou tedy souviset stejně se zápornými jako i s kladnými emocemi spojenými s leteckou činností, tedy i s různě zaměřenými rysy pilota. Dynamiku vylučování katecholaminů během zátěže a po zátěži významně ovlivňují osobnostní charakteristiky pilotů. U pilotů s neurotickými rysy se mění v porovnání s ostatními během letové zátěže podstatně rytmus vylučování katecholaminů. Lidský organismus odpovídá na stressové podněty nejen na základě svého aktuálního stavu, ale i podle svého individuálního typologického uspořádání a osobnostního profilu.

Je nesporné, že každý další pokrok v řešení tohoto tématu nemůže mít jiný nežli interdisciplinární charakter. Takový výzkum vyžaduje dlouholeté zaměření dobře vybavených i erudovaných laboratoří biochemických, psychofyziologických, popřípadě i dalších. Tento výzkum může však přinést nové cenné poznatky, důležité jak pro prevenci neúspěchů při leteckém výcviku, včetně prevence leteckých nehod pro selhání lidského faktoru (pilota), tak i pro prevenci řady onemocnění letců, která jsou etiologicky svázána s emoční stressovou letovou zátěží.