

613.693.007:616—034[:547.588.11]

VYLUČOVÁNÍ 3-METOXY-4-HYDROXY-MANDLOVÉ KYSELINY U PILOTŮ

MUDr. Vladimír DOLEŽAL, CSc., major inž. Josef LUXA,
 technická spolupráce Božena Svačinková, Zdeňka Zemanová, František Rybák
 Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Není pochyb o tom, že různé stressy a emoce, které se během subsonického a supersonického letu vyskytují, mohou nepříznivě ovlivnit pracovní výkonnost pilota. Z literatury je známo, že při letech na proudových strojích dochází k zvýšené činnosti nadledvinkové kůry (Pinkus a Hoagland 1943, Domanski 1957, Barr a spol. 1959). Zvýšenou aktivitu nadledvinkové dřene našel u koček po zrakovém stimulu již v r. 1929 Cannon. V pozdější době Euler a spol. 1954, Bloom a spol. 1963 našli zvýšené vylučování adrenalinu a noradre-

nalinu u pilotů po letech a u parašutistů po seškokách padákem. Podobně Elmadjian a spol. 1956 našli zvýšenou exkreci katecholaminů v různých druzích stressu. Zvýšení vylučování katecholaminů bylo dále zjištěno u studentů před zkouškami (Euler 1959), během těžké fyzické práce (Kärki 1956, Levi 1961), při emočních stressech (Euler a spol. 1959) a v souvislosti s psychologickými testy (Frankenhauserová a Postová 1962).

V této práci referujeme o vylučování katecholaminů a mukoproteinů močí u pilotů přeškolených se na nový typ supersonických letounů.

Tabulka 1

**VYLUČOVÁNÍ KYSELINY
 3-METOXY-4-HYDROXYMANDLOVÉ (VANILMANDLOVÉ)
 (Přehled výsledků)**

Jméno	Hodnoty vyloučené kyseliny vanilmandlové v $\mu\text{g}/\text{hod}$			
	kontrolní dny		letové dny	
	04 — 12 hod.	15 — 04 hod.	15 — 04 hod. (noc před letem)	04 — 12 hod. (po létání)
Kl.	37,3 98,5	31,4 40,1	142,0 156,0	153,0
Ko.	135,0	118,0	124,0	137,0
Hr.	63,0	48,5	85,5 98,5	92,0
Ro.	62,0	—	31,4	157,0
No.	92,5	—	220,0	89,0
Za.	94,0	—	100,0	156,0
Ky.	40,4	85,5	188,0	164,0
St.	99,0 60,0	53,5	103,0	144,0
Ar.	88,0 42,0	—	—	197,0
Da.	88,6	36,4	61,7	94,3
Vr.	73,6	56,0	—	178,0
Mo.	98,5 31,5	—	—	134,0
Be.	142,0	—	200,0	120,0
∅	71,7	58,6	125,0	131,0

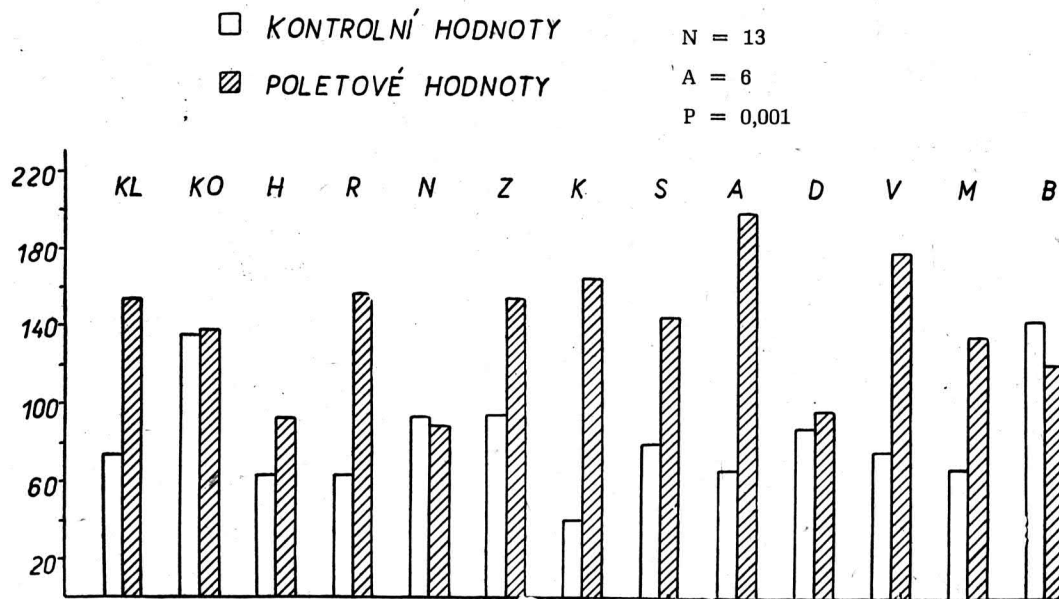
Metoda

Na letišti jsme vyšetřovali skupinu pilotů, kteří poprvé létali na supersonických strojích. Pilotům byla odebrána moč opakovaně v letové a neletové dny v 3hod. — 6hodinových intervalech. Metabolity adrenalinu a noradrenalinu (kyselinu 3-metoxy-4-hydroxy-mandlovou) jsme stanovovali chromatograficky na papíře metodikou popsanou Dubovským a Petráškem (1962), mukoproteiny v moči kolorimetricky podle Tayera (Doležal a spol. 1959). Vylučování vanilmandlové kyseliny jsme vyjadřovali v mikrogramech/hod. První lety trvaly průměrně 30 minut, další lety byly uskutečněny za 60—90 minut po prvním. Během kontrolních i letových dnů letci nepožívali ani alkohol, ani kávu. Výsledky byly hodnoceny statisticky Hájkovým alfa-testem (1955).

Výsledky

Přehled naměřených hodnot vanilmandlové kyseliny je uveden v tabulce 1. Poletové hodnoty vanilmandlové kyseliny byly srovnávány s klidovými hodnotami, naměřenými v kontrolní dny v týchž časových intervalech. Hodnoty poletové byly vysoce významně vyšší ($N = 13$, $\alpha = 6$, $p < 0,001$). Graficky jsou znázorněny absolutní hodnoty v grafu 1. U jednoho pilota nebyl nalezen rozdíl mezi hodnotou kontrolní a poletovou, avšak hodnota noční před letem byla téměř 3krát vyšší než poletová. U dalšího pilota, u něhož byla naměřena hodnota poletová nižší než hodnota kontrolní, stanovená v moči odebrané ve stejném

Graf 1



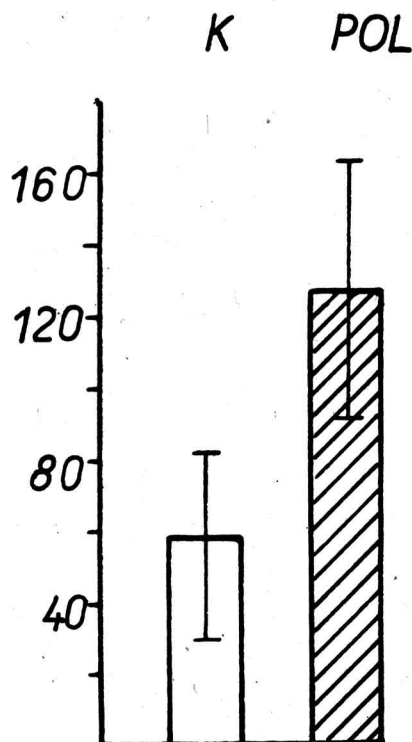
Vylučování vanilmandlové kyseliny u pilotů v mikrogramech za hodinu v kontrolní dny (prázdné sloupečky) a po letech (šrafované sloupečky). Velká písmena nad dvojicemi sloupeček značí začáteční písmena jména pilotů

Tabulka 2

VYLUČOVÁNÍ MUKOPROTEINŮ U PILOTŮ

Jméno	Klidové hodnoty	Poletové hodnoty
Kl.	4,0	9,5
Ko.	7,1	7,0
Hr.	10,0	13,0
Ro.	2,5	1,0
No.	0	2,0
Za.	3,5	8,0
Ky.	10,3	10,0
St.	5,2	5,5
Ar.	12,0	3,0
Da.	4,0	15,0
Vr.	6,0	12,0
Mo.	2,0	10,0
Be.	4,0	9,0

Graf 2



Průměrné hodnoty vanilmandlové kyseliny vyloučené v noci v kontrolní dny (prázdný sloupec) a v noci před letovým dnem. Vertikální úsečky značí směrodatnou chybu měření. Vanilmandlová kyselina je vyjádřena v mikrogramech za 1 hodinu.

časovém intervalu, byla hodnota noční před letem také téměř 2krát vyšší než hodnota poletová.

Ostatní noční hodnoty vanilmandlové kyseliny před létáním byly signifikantně vyšší u všech pilotů ve srovnání s nočními hodnotami, naměřenými v klidové, kontrolní noci. Průměrné hodnoty noční předletové a noční-kontrolní jsou znázorněny v grafu 2.

Velikost hodnot v závislosti na počtech letů a dynamika vylučování vanilmandlové kyseliny před letem a po něm vzhledem k uvedeným zvý-

šeným nočním hodnotám před letem budou předmětem dalšího studia.

Vzestup hodnot mukoproteinů v moči po létání ve srovnání s hodnotami kontrolními byl zjištěn u 9 pilotů ze 13. Tento vzestup hodnot byl statisticky vysoce významný ($N = 13$, $\alpha = 10,5$, $p < 0,01$). Přehled hodnot mukoproteinů před létáním a po létání viz v tabulce 2.

Diskuse

Podle našich výsledků vyplývá, že lety na supersonickém letounu představují značné psychické i fyzické zatížení pro piloty. Důkazem toho je významné zvýšení vylučování vanilmandlové kyseliny po letech proti hodnotám kontrolním. Zvýšení bylo pozorováno již v noci před létáním, a to o dvojnásobek proti hodnotám naměřeným opakovaně v kontrolní noci v neletové dny, jako důsledek předletové emoce.

Vzestup vylučování katecholaminů močí po letu byl pozorován u všech pilotů bez rozdílu počtu nalétaných hodin nebo kvalifikace. Pouze u jednoho došlo k vyššímu vylučování v noci před letem jako k projevu předstartovní emoce a u jednoho se hodnota poletová nelišila od hodnoty kontrolní. Euler a spol. (1959) na základě diferenciace katecholaminů rozlišil osoby na dva typy. Osoby, které měly strach v emoci, měly zvýšené vylučování adrenalinu, osoby, které se v dané stressové situaci chovaly aktivně, měly vzestup vylučování noradrenalinu. Tyto výsledky by svědčily pro to, že ve stressových situacích, kde převládá složka emocionální, je především aktivována dřeň nadledvinek, kdežto k aktivaci kory dochází zejména ve stressu fyzikální povahy. I když během letů převládá složka emocionální, uplatňuje se i zde zatížení svalové, např. při přetížení, při křečovitém držení řídicí páky, strnulé poloze při řízení letounu apod. Nález zvýšeného vylučování mukoproteinů močí po letech v našich pokusech svědčí o tom, že při letu v supersonickém letounu je složka neuromuskulární také do značné míry aktivována.

O stupni zatížení (emočním i fyzikálním) se nemůžeme zatím vyjádřit, protože nám chybějí

srovnávací hodnoty z jiných druhů stressů. Cílem naší další práce bude srovnat zatížení letců různými letovými situacemi a při letech na různých typech letounů za tím účelem, abychom se mohli vyjádřit o stupni ovlivnění pracovní schopnosti pilotů stressovými situacemi během letu na supersonických strojích.

Závěr

U pilotů přeškolujících se na supersonické letouny byla stanovena 3-metoxy-4-hydroxy-mandlová kyselina (kyselina vanilmandlová). Bylo zjištěno, že vylučování vanilmandlové kyseliny po letech stoupalo o 80 % proti hodnotám kontrolním, stanoveným v témže časovém intervalu. V nočních vzorcích moče před letem byl zjištěn dvojnásobný vzestup vylučování vanilmandlové kyseliny proti hodnotám naměřeným ve vzorcích moče odebrané v kontrolní, neletové dny, jako projev předletové emoce. Rovněž vzestup vylučování mukoproteinů ve vzorcích moče po letech byl ve srovnání s kontrolním vyšetřením významný.

Literatura

1. Bloom G., Euler U. S., Frankenhauser M.: Catecholamine excretion and personality traits in paratroop trainees. *Acta physiol. scand.*, 58, 77-89, 1963.
2. Cannon W. B.: The sympathetic division of the autonomic system in relation to homeostasis. *Arch. Neurol. Psychiat.*, 22, 282-294, 1929.
3. Doležal V., Procházková O., Zemanová Z.: Příspěvek ke stanovení únavy u pilotů. *Voj. zdr. listy*, 28, 20-23, 1959.
4. Domanski T. J.: The stress concept applied to flying. *Aviat. Med.* 249, June 1957.
5. Dubovský J., Petrášek J.: Fenolické kyseliny v moči. *Sborník lékař.*, 64, 69-97, 1962.
6. Elmadjian F., Hope J. M., Lamson E. T.: Excretion of apinephrine and norepinephrine in various emotional states. *Fed. Proc.*, 15, 1, 1956.
7. Euler U. S., Lundberg U.: Effect of flying on the epinephrine excretion in air force personnel. *J. Appl. Physiol.*, 6, 9, 1954.
8. Euler U. S., Gemzel C. A., Levi L., Ström G.: Cortical and medullary adrenal activity in emotional stress. *Acta Endocrinol.*, 30, 567-573, 1959.
9. Frankenhauser M., Post B.: Catecholamine excretion during mental work as modified by central acting drugs. *Rep. Psychol. Lab., Univ. Stockholm*, No 102, 1961.
10. Hájek J.: Někteří požadová rozdělení a jejich použití. *Čas. pro pěstování matematiky*, 80, 17-27, 1955.
11. Kärki N. T.: The urinary excretion of noradrenaline and adrenaline in different age groups, its diurnal variation and the effect of muscular work. *Acta physiol. scand.*, 39, suppl. 132, 1956.
12. Levi L.: A new stress tolerance test with simultaneous study of physiological and psychological variables. *Acta Endocrinol.*, 37, 38-44, 1961.
13. Pincus G., Hoagland H.: Steroid excretion and the stress of flying. *J. Aviat. Med.*, 14, 173-193, 1943.