

613.693:616-008.84-057(629.136.3)-074

NĚKTERÉ HUMORÁLNÍ ZMĚNY U PILOTNÍCH ŽÁKŮ PŘI PRVNÍCH LETECH NA PROUDOVÝCH LETOUNECH

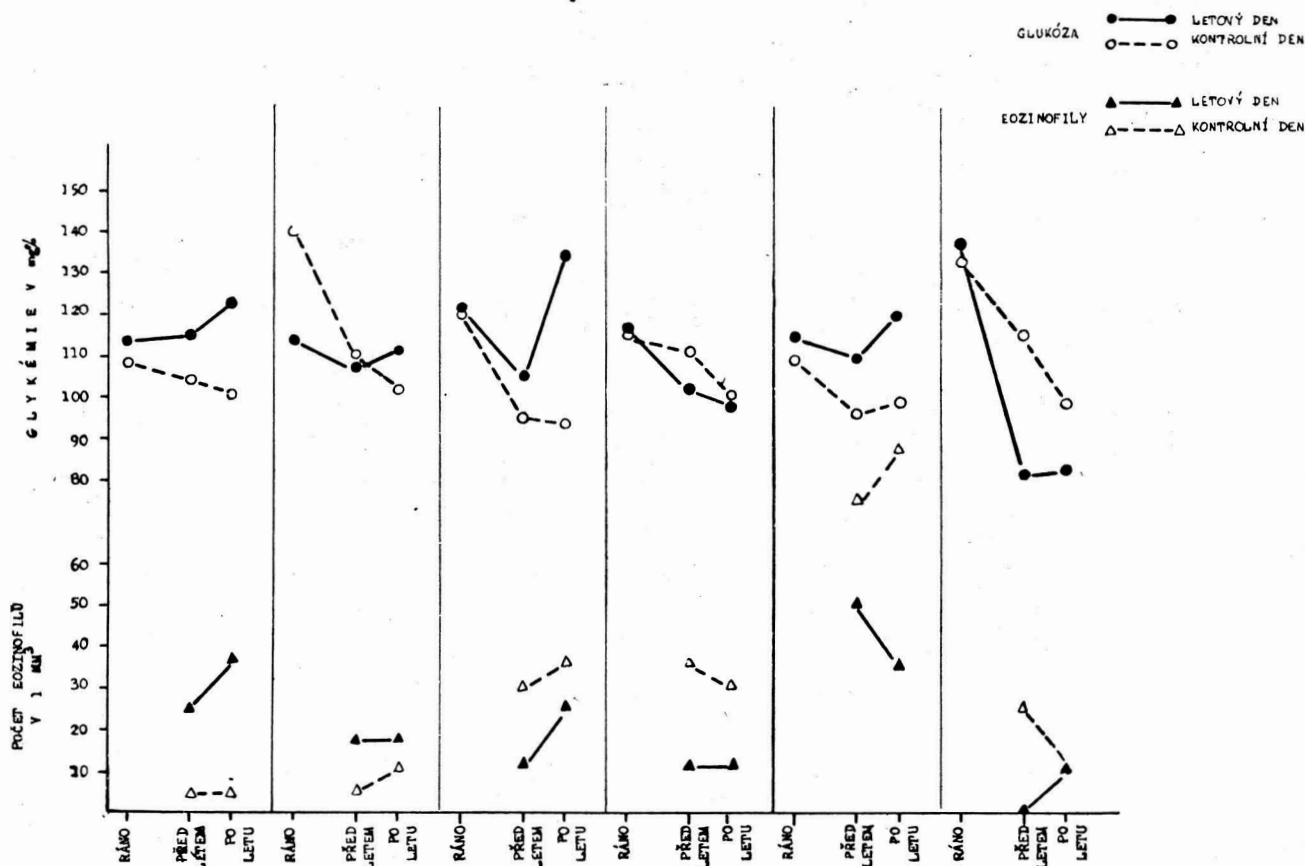
MUDr. Vladimír DOLEŽAL, CSc., a pplk. MUDr. Miloslav PÍPAL, CSc.,
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha
techn. spolupráce František Rybák, Božena Trégllová

Kvantitativní hodnocení stressové reakce u pilotů je dnes předmětem velkého zájmu jak z hlediska získání informací o ovlivnění funkcí organismu nepříznivými situacemi, tak i z hlediska možnosti výběru osob vhodných pro zvlášt náročné úkoly a poslán. Za letu se pilot dostává do situací, které vyžadují často maximální úsilí

k jejich zvládnutí. Opakované psychické zatížení je jistě nepříznivým faktorem, který vede k brzkému vzniku únavy letce a k chybám pilotáže. Stanovení stupně tohoto „emočního stressu“ u letců, létajících na různých typech letounů, zejména v podmínkách rutinních letů, má velký praktický význam pro stanovení norem letecké

Graf 1

GLYKÉMIE A EOZINOFILY V KAPILÁRNÍ KRVÍ
V 1. DEN LETOVÝ A KONTROLNÍ



činnosti a pro stanovení režimů letů. Kromě toho je řešení těchto otázek významné např. pro konstrukci pilotní kabiny, palubní desky apod.

V těchto emocionálních stavech se mobilizují mechanismy neurovegetativní a humorální. Díky zdokonalené technice přenosu a registrace tepové frekvence z letadla na zem pomocí telemetrie (Hospodář 1964) je známo, že během startu, přistání a v některých fázích letu dochází k značné tachykardii (Isaakian 1963) jako výraz „emočního stresu“, dále se pozorují reakce vazomotorické (Vanderhoof, Clancy 1962), změny TK, dechové frekvence a kožního galvanického odporu (Morávek 1959, 1962). Od doby, kdy byl Selyem (1950) objeven vztah mezi aktivitou adrenokortikálního systému a stresem, byla nalezena řada dalších vztahů a korelací mezi jednotlivými humorálními komponentami. Tak byla např. nalezena lineární nepřímá korelace mezi kortikoidy a počtem eozinofilů v krvi (Klein a spol. 1962, Brüner a spol. 1961). Bloom a spol. (1962) zjistili vysoce významný pokles eozinofilů a vzestup adrenokortikálních hormonů v krvi u parašutistů před seskoky padákem z letadla a vzestup vyloučených kortikoidů v moči. Dreyfuss a Feldman (1952), Fin Rud (1959) pokládají počet eozinofilů v krvi za měřítko aktivity nadledvinkové dřeně. Nalezli vysoce významnou eozinopenii u sportovců před závody, u studentů před zkouškami a u letců (Domanski 1957) před zvláště obtížnými lety. Podle počtu

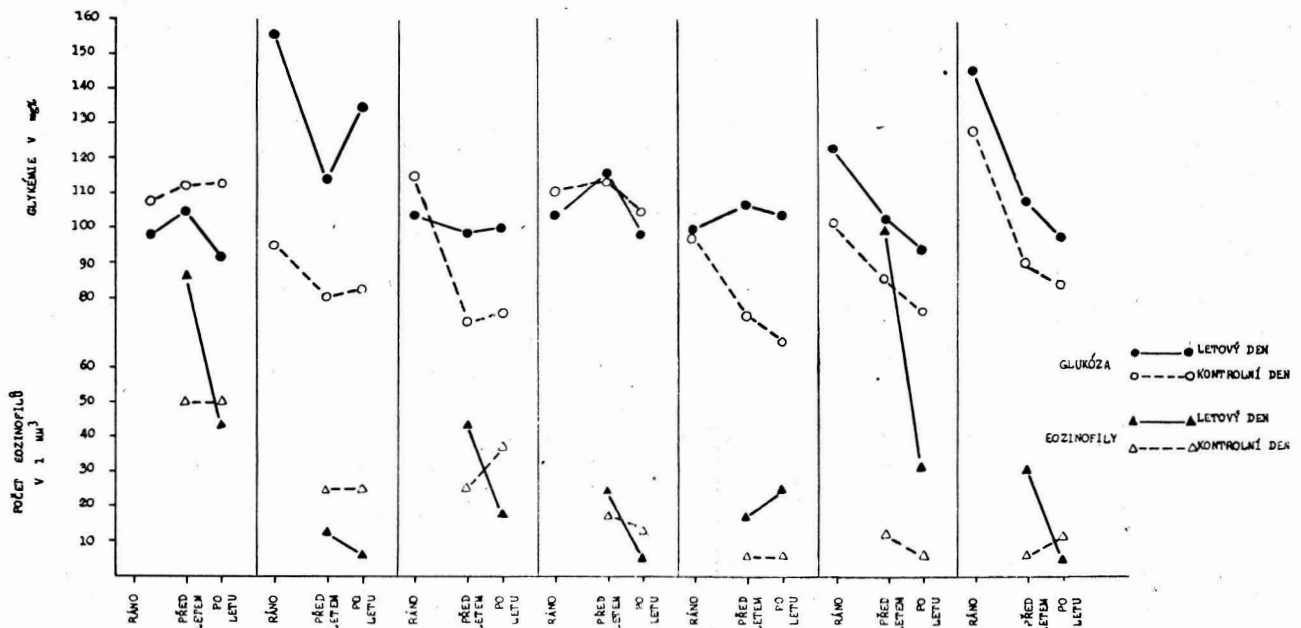
eozinofilů v krvi nalezl autor rozdíly mezi učitelé a žáky. Na letounech typu B-47, který klade zvýšené požadavky na pilotáž, nalezl eozinopenii u 60 % letců, na typech B-29 u 25 % letců. Rozdíl v eozinopenii byl v obou případech významný.

Vliv letu jako zátěže na hladinu krevního cukru není dosud objasněn. Taylor (1960) např. nalezl pokles glukózy po letu o více než 60 mg% u 15 pilotů z celkového počtu 193 při průměrném poklesu o 18 mg%. Tyto lety trvaly déle než 1 hodinu. Rovněž Arutjunov (1962) nalezl pokles glykémie po letu průměrně o 35 mg%. Robbins a spol. (1959) zjistili u 3 žáků ze 45 poletový pokles glykémie při průměrném poklesu o 6 mg%. Avšak Arutjunov pozoroval rovněž podstatné zvýšení hladiny krevního cukru před letem, což vysvětluje především emocionálním vlivem v období před letem. Údaje ostatních autorů se od sebe liší v důsledku různých podmínek, za nichž byla glykémie sledována.

Má se za to, že množství mukoproteidů močí vyloučených je výrazem zvýšené aktivity svalů a únavy. Vzestup vylučování mukoproteidů v moči u letců nalezli francouští autoři Malméjac (1954) a Lavandier (1956) po namáhavých a náročných letech. Vzestup vylučování uropepsinu močí nalezli Suwa a spol. (1962) u schizofreniků v období krize. Zvýšení přetrvávalo několik dní při celkovém sledovaném období 60 dnů. Současně se vzestupem vylučovaného uropepsinu stoupaly 17-OH-ketosteroidy a v krvi byla

Graf 2

**GLYKÉMIE A EOZINOFILY V KAPILÁRNÍ KRVÍ
V 2. DEN LETOVÝ A KONTROLNÍ**



eozinopenie. Bauner (1957) našel vzestup vyloučeného uropepsinu u pilotů létajících na proudových strojích po velmi náročném nočním cvičení.

Cílem této práce bylo zjištění zatížení pilot-

ních žáků při prvních letech na proudových letounech. Jako měřítko adrenokortikální aktivity jsme použili počtu eozinofilů v periferní krvi, pro doplnění jsme sledovali glykémii a v moči uropepsin a mukoproteidy jako měřítko svalové aktivity během letu.

Tabulka 1

Výsledky vyšetření v letové dny

Letový den	Jméno	Uro-pepsin	11 hod.	Gly-kémie		Eozino-fily		Muko-proteiny		Uro-pepsin	
				těsně př. letem	po letu	před letem	po letu	před letem	po letu	před letem	po letu
I.	P.	49	113	115	122	25	37	4	9	153	32
	L.	53	137	81	83	0	12	3	11	35	42
	K.	110	113	108	120	50	37	4	3	30	30
	L.	103	114	107	112	18	18	1	3	46	25
	V.	40	119	103	97	12	12	4	8	57	35
	S.	42	122	105	134	12	25	—	—	—	—
II.	P.	22	104	117	98	25	6	0	0	23	24
	V.	37	156	114	135	12	6	2	8	32	27
	K.	37	98	107	92	90	44	0	0	36	40
	Lo.	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Lh.	129	147	108	98	34	6	0	0	—	21
	Sk.	31	123	103	95	100	31	0	0	27	29
	Sa.	28	104	98	100	43	19	0	1	20	25
	R.	24	100	107	104	18	25	3	0	21	27
III.	N.	81	75	89	91	87	62	—	—	—	—
	V.	32	106	98	96	19	6	2	5	23	21
	Sk.	30	—	—	—	—	—	0	1	24	36
	K.	29	104	97	76	6	6	0	1	29	26
	P.	19	121	85	86	25	12	0	3	29	14
	St.	25	85	74	66	19	12	1	1	28	22

Metoda

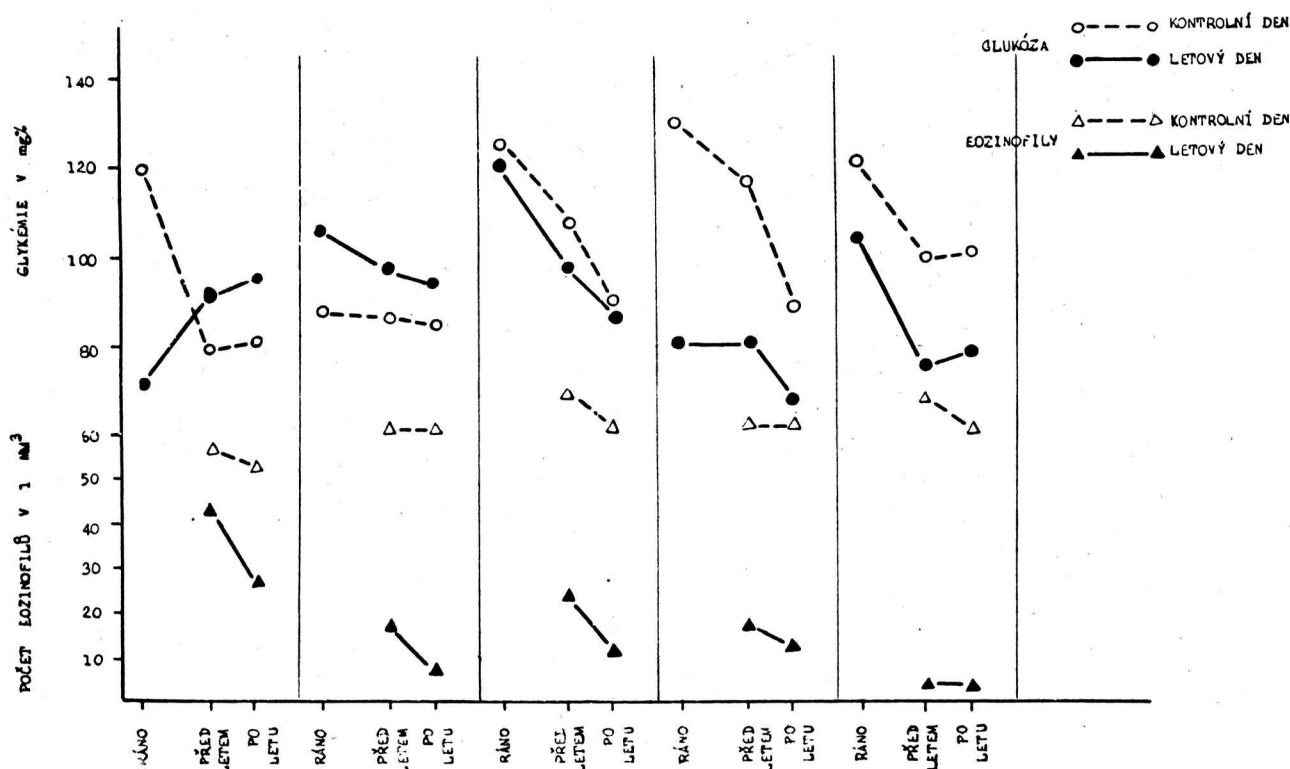
V leteckém učilišti jsme vyšetřovali opakovaně 18 pilotních žáků, kteří létali poprvé s instruktory na proudových letounech typu Mig - 15. Pilotní žáci a jejich učitelé byli vyšetřováni jednak v dny letové, jednak v dny neletové (kontrolní) ve stejnou dobu. Eozino-fily byly stanoveny metodou podle Dungera z kapilární krve těsně před letem a 5 minut po přistání. Hodnoty krevního cukru byly zjišťovány podle Somogyie-Nelsona z kapilární krve těsně před letem a po něm. Mukoproteiny v moči stanovené nepřímo Donaggiovou reakcí (Doležal a spol. 1959) byly stanoveny ráno, před letem a po letu. Uropepsin byl stanoven metodou podle Westa a vyjadřován v jednotkách uropepsinu vyloučeného za 1 hodinu, ve stejnou dobu jako mukoproteiny. Doba vlastního letu byla 30 minut. Výsledky byly vyhodnocovány statisticky α -testem podle Hájka (1955).

Výsledky

V tabulce 1 je uveden přehled naměřených hodnot u pilotních žáků v letové dny a následující neletové dny jako kontrolní (tabulka 2). Během prvního letového dne, kdy se žáci seznamovali se základními prvky pilotáže za letu, učitel startoval a přistával, pouze během letu předával řízení na krátkou dobu žákům. Eozinopenická reakce byla v tento den vyznačena

Graf 3

GLYKÉMIE A EOZINOFILY V KAPILÁRNÍ KRVI
V 3. DEN LETOVÝ A V DEN KONTROLNÍ



u všech 6 žáků, počet elementů v 1 mm^3 byl menší než 50. Tato eozinopenická reakce přetrvává i další den — kontrolní, 2. letový den a kontrolní. Nejvýrazněji byla eozinopenická reakce vyznačena 3. letový den, kdy počet eozinofilů v 1 mm^3 dosahoval minima. V následující kontrolní den počet elementů vystoupil na více než 50 buněk v 1 mm^3 . Eozinofily během letu dále poklesly. Při statistickém vyhodnocení α -testem podle Hájka jsme zjistili, že tento pokles byl významný ($N = 18$, $\alpha = 35$, $p < 0,05$). Rovněž v letový den byl počet eozinofilů významně nižší než v den kontrolní ($N = 18$, $\alpha = 37$, $p < 0,05$).

Krevní cukr první letový den se zvýšil během letu téměř u všech žáků (kromě jednoho). Maximální vzestup byl o 29 mg%. Druhý a třetí letový den hladina krevního cukru naopak během letu klesala, maximální pokles byl 19 mg%. Graficky jsou tyto vztahy znázorněny v grafu č. 1, 2 a 3. Při statistickém vyhodnocení glykémie před letem a po něm v letový den jsme nezjistili významné změny ($N = 18$, $\alpha = 96$, $p > 1$), avšak v den kontrolní, kdy byla glykémie prováděna ve stejnou dobu a za stejného režimu příjmu potravy, došlo za 1 hodinu k významnému poklesu glykémie ($N = 18$, $\alpha = 23$, $p < 0,01$). Tento pokles lze přičítat pravděpodobně denní periodicitě změn glykémie.

Mukoproteiny v moči stoupaly po letu významně u všech učitelů první letový den. Učitelé absolvovali tento den 6–8 letů s několika žáky. U žáků stoupaly mukoproteiny v moči ve 3 případech z celkového počtu 6 první letový den. Během dalších letových dnů nedocházelo k vý-

znamným změnám ve vylučování mukoproteinů močí ani u žáků, ani u učitelů ($N = 17$, $\alpha = 72,5$, $p < 0,05$). Vylučování uropepsinu močí u žáků

Tabulka 2

Výsledky vyšetření v neletové dny (kontrolní)

Neletový den (kontrolní)	Jméno	Uropepsin v 6 hod.	v 6 hod.	Glykémie		Fozinofily		Mukoproteiny		Uropepsin	
				před letem	po letu	před letem	po letu	před letem	po letu	před letem	po letu
I.	P.	55	110	96	93	6	6	5	6	18	
	Lh.	47	134	114	98	25	12	3	3	10	
	K.	40	108	97	99	75	87	7	9	15	
	La.	41	140	120	93	6	12	4	1	26	
	V.	48	118	112	100	37	31	10	8	15	
S.	33	120	95	93	31	37	10	0	12		
II.	P.	18	111	114	105	19	12	5	0	19	
	V.	15	94	80	81	25	25	6	1	32	
	K.	15	127	94	81	50	50	5	6	29	
	Lh.	10	102	90	84	6	12	10	0	10	
	S.	12	118	86	76	12	6	5	1	25	
	Sa.	20	98	73	75	25	37	7	0	20	
R.	—	95	73	68	6	6	6	0	—		
III.	N.	45	120	79	78	87	81	4	4	45	
	V.	26	88	87	85	62	62	8	5	26	
	P.	28	135	108	85	69	62	7	8	18	
	S.	23	130	116	87	62	62	2	3	23	
	K.	29	122	97	100	69	62	0	1	29	

a učitelů se v závislosti na letech významně neměnilo ($N = 17$, $\alpha = 35$, $p > 0,05$).

Diskuse

Eozinopenická reakce nalezená u všech žáků během letových dnů a dnů kontrolních, které následovaly po dnech letových, svědčí pro emocionální zatížení během letových výcviků. Důsledkem toho je vzestup počtu eozinofilů během posledního kontrolního dne, po němž měli žáci 2 dny volna. V tento den vystoupil počet eozinofilů na normální hodnoty — průměrně na 60 elementů v 1 mm^3 . Rovněž v dny kontrolní mezi jednotlivými letovými dny byl počet eozinofilů vyšší než v dny letové.

Toto zjištění odpovídá údajům citovaným v literatuře. Hoagland (1955) např. našel u zkušebních pilotů menší množství vyloučených 17-ke-tosteroidů a menší pokles eozinofilů v krvi ve srovnání s piloty-začátečníky nebo piloty unavenými. Zdá se, že eozinopenická reakce je dobrým indikátorem „emočního stresu“, jak plyne také z četných údajů v písemnictví (Dreyfuss a spol. 1952, Humpries a spol. 1950, Markkanen a spol. 1956, Domanski 1957, Barr a spol. 1952, Fin Rud a spol. 1959, Aschkenazy 1957, Mc Donald 1960 aj.). Kromě eozinopenické reakce, která se vyskytovala u všech sledovaných žáků během letových dnů, byl nalezen ještě další pokles eozinofilů po letu ve srovnání s hodnotou naměřenou těsně před letem. Tento poletový pokles v počtu eozinofilů byl nejvíce vyznačen 2. letový den, kdy počet eozinofilů klesl po letu o 57 % a 3. letový den o 36 %. Tento pokles byl způsoben „emočním stresem“ při samotném plnění letových úkolů. Domníváme se, že největší zjištěná eozinopenie 2. letového dne byla způsobena také tím, že učitelé prováděli při tomto letu s žáky některé prvky vzdušné akrobacie.

Glykemická reakce ve smyslu stressového zatížení se projevila jen prvý letový den, kdy u 1 žáka došlo ke zvýšení glykémie o 30 mg% po letu, v další letové dny jsme pozorovali spíše pokles glykémie po letu. Při srovnání rozdílů hodnot krevního cukru s hodnotami před letem a po letu jsme však zjistili, že hladina krevního cukru klesala v tomto časovém úseku pomaleji v dny letové než v dny neletové, což může být způsobeno rovněž vlivem emoce.

Množství vyloučených mukoproteinů v moči může být ukazatelem svalového zatížení organismu (Bunsch-Welkens 1961, Heremans 1957, Kashii-Yukinari 1956, Doležal a spol. 1959). Také u letců je během letu složka svalová zapojena, např. během přetížení, při křečovitém držení řídicí páky, při strnulé poloze v kabině letounu apod. Kromě toho se udává vzestup mukoproteinů v moči v souvislosti s výskytem únavy (Lavandier 1956, Malméjac 1954). V sestavě, kterou jsme pozorovali, byla vyznačena zejména složka emocionální, a to u žáků. První letový den vzhledem k významnému vzestupu hodnot mukoproteinů v moči u učitelů lze předpokládat, že se projevila únava po několikahodinovém létání.

Tato otázka však vyžaduje ještě další výzkum.

Zdá se, že exkrece uropepsinu močí má určitou setrvačnost v tom, že vzestup jako projev zvýšené sekrece pepsinogenu se projeví až po delší době. To odpovídá nálezům japonských pracovníků (Suwa a spol. 1962), kteří pozorovali psychiatrické pacienty po dobu několika měsíců. Během atak spočívajících v zhoršení stavu (záchvat hysterie, deprese apod.), trvajících několik dnů, se vylučování uropepsinu významně zvýšilo. Avšak také Danhoff a Steggerda (1961) našli vzestup vyloučeného uropepsinu v moči u pilotů po několikahodinových náročných letech. Během krátkodobého působení emocionálního zatížení u zdravých jedinců nemusí dojít ke zvýšenému vylučování uropepsinu močí. Vzestup vylučování uropepsinu nebyl pozorován v našem případě po letu ani v jednom případě (žáků, učitelů).

Závěr

Během prvých letů pilotních žáků na proudových letounech došlo k určitým změnám humorálním, které lze pokládat za stressové. Zejména eozinopenická reakce byla v této době jasně vyjádřena. Glykemická reakce zvláště při prvém letu, ale i při dalších ukazuje na emoční vliv těchto letů.

Souhrn

V leteckém učilišti byly u 18 pilotních žáků sledovány eozinofily, glykémie v kapilární krvi a mukoproteiny a uropepsin v moči v závislosti na prvních letech na proudových letounech typu MiG-15 s učiteli. Někde hodnoty (mukoproteiny a uropepsin) byly sledovány také u učitelů.

Během letových dnů byla u všech žáků pozorována eozinopenie, která byla po letech ještě výraznější. V kontrolní den, po němž měli žáci volno několik dní, počet eozinofilů u všech vystoupil na hodnoty normální. Glykémie během letu stoupala 1. den, 2. a 3. den byl pozorován pokles. Mukoproteidy v moči stoupaly významně pouze u učitelů 1. letový den. U žáků nevykazovaly významné změny.

Vylučování uropepsinu močí se v závislosti na letech neměnilo.

Резюме

В авиационном училище у 18 летчиков-курсантов определялись эозинофилы, гликемия в капиллярной крови, мукопротеиды и уропепсин в моче в зависимости от первых полетов на реактивных самолетах типа МИГ-15 с инструкторами. Некоторые показатели (мукопротеиды и уропепсин) определялись и у инструкторов.

Во время летных дней у всех курсантов наблюдалась эозинопения, которая с течением лет становилась более отчетливой. В контрольный день, после которого у курсантов в течение нескольких дней наступал перерыв в работе, количество эозинофилов у всех курсантов падало, достигая нормы. В первый день полетов гликемия повышалась, на второй и третий день наблюдалось ее понижение. Заметное повышение мукопротеидов в моче наблюдалось только у инструкторов в первый летный день. У курсантов заметных изменений не наступало.

Summary

They followed at 18 pilot-cadets in an Air Force training center the eosinophils, glycemia, the mucoproteins and uropepsin in the urine in relationship to their first flights in training jet-planes of the MIG-15 type. They followed also the level of mucoproteins and uropepsin at their teachers.

They observed eosinopenia at all pupils at the days of active flights, which increased after the flight was finished. At the control day, after which the pupils had some days off, returned the number of eosinophils in all cases to normal levels. Glycemia increased during the flight on the first day, on the 2nd and 3^d day was a decrease observed. The mucoproteins in the urine increased significantly only at the teachers on the 1st day of flight. No significant changes were found at the pupils. The excretion of uropepsin in the urine showed no changes in connection with the flights.

Literatura

1. Arutjunov G. A.: Voенно-med. žurnal, 1963, čís. 1, str. 60—64.
2. Aschkenazy A.: Rev. Française d'Etud. Clin. Biol., 2, 1957, čís. 10, str. 1013—1024.
3. Barr N. L., Schapp B. E., Yarczower M., Standaerd F. G.: Aviat. Med., May 1959, str. 334.

4. Bauner R. H.: Wright air develop. center air. res. and develop. com. USAF Project, Dec. 1957, 7220.
5. Bliss E. L., Migeon C. J., Brauch C. H., Samuels L. T.: Psychosom. Med., 43, 1956, čís. 1, str. 56—76.
6. Bloom G., Euler U. S.: Acta Physiol. Scand., 1963, čís. 58, str. 77—89.
7. Brůner H., Jovy O., Klein K. E.: Aerospace Med., 32, 1961, čís. 11, str. 1009—1018.
8. Bunsch-Welkens K.: Pol. Arch. Med. Wewn., 1961, čís. 31, str. 11.
9. Doležal V., Procházka O., Zemanová Z.: Vojenské zdravotnické listy, 28, 1954, čís. 2, str. 20—31.
10. Domanski T. J.: Aviat. Med., Jun 1957, str. 249.
11. Danhof I. E., Steggerda F. R.: Aerospace Med., 32, 1961, čís. 6, str. 520—29.
12. Dreyfuss F., Feldman S.: Acta med. Scand., 144, 1952, čís. II, str. 107.
13. Fin Rud.: Acta psychiat. Kbh., suppl. 40, 1959.
14. Hájek J.: Čas. pro pěstování matematiky, 80, 1955, str. 17.
15. Hospodář J.: XIII. fyziologické dni v Plzni, 22. ledna 1964.
16. Humphries R. J., Raab W.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1950, čís. 74, str. 302.
17. Hoagland H., Berger J. R., Bloch E., Elmadian F., Gibree N. R.: J. Appl. Physiol., 8, 1955, čís. 2, str. 149—154.
18. Heremans J.: Rev. Belg. Path., 26, 1957, čís. 5, str. 127.
19. Isaakijan L. S.: Aviacionnaja i kosmičeskaja medicina. Akad. Med. Nauk SSSR, materiály konferencii, Moskva 1963.
20. Klein K. E., Brůner H., Jovy D., Wegmann H. M.: Aeronaut. Cosmonaut. Med. Congress, XI-th European Congress, Madrid 8-12th Oct., 1962.
21. Kashii-Yukinari: J. Physiol. Soc. Japan, 18, 1956, čís. 10.
22. Lavandier M.: Med. Aeronaut., 11, 1956, čís. 1, str. 107—118.
23. Markkanen A., Pallaromem K., Pulkkinen K., Simola P. E.: Acta Physiol. Scand., 1956, čís. 35, str. 225—239.
24. Morávek M.: Acta nerv. superior, 1959, čís. 3.
25. Morávek M.: Závěrečná zpráva ŮLZ, 1962.
26. Malméjac J.: Med. Aeronaut., 9, 1954, čís. 2, str. 135—143.
27. McDonald R. D., Yagi K.: Psychosom. Med., 1960, čís. 22, str. 149.
28. Taylor E.: J. Aviat. Med., 3, 1959, str. 206.
29. Robbins J. H.: J. Aviat. Med., 30, 1959, str. 268-272.
30. Taylor E.: Aerospace Med., 31, 1960, čís. 6, str. 462.