

616.21:613.693

NĚKTERÉ ORL PROBLÉMY V LETECTVÍ

Podplukovník MUDr. Vladimír MALČÍK, Ústav leteckého zdravotnictví, Praha

Podmanění vzdušného prostoru člověkem musilo mít nutně za následek vznik zvláštního vědního oboru, který by zkoumáním nově se objevivších činitelů zaručoval lidskému organismu pobyt a život v prostředí, na které dosud nebyl zvyklý. Vznikla tak nová disciplína, letecké lékařství, jehož převážnou náplň tvoří biologie, fyziologie, patofyziologie a hygiena. Avšak i klinické obory se zde setkaly s četnými jevy, dříve neznámými, které musí řešit, aby zajistily bezpečnost, zdraví a životy osádek letounů a cestujících. Můžeme říci, že není lékařského oboru, který by ve větší nebo menší míře nemusel řešit problémy vzniklé létáním. Těchto úkolů přibývá úměrně k tomu, jak se zvyšuje rychlost a dostup letounů, jak se komplikuje jejich vybavení, jak se zvyšují nároky na zdravotní stav osádek a technického personálu a jak se zvyšují počty přepravovaných cestujících nejrozličnějšího věku a ne vždy plného zdraví, ba často těžce na zdraví poškozených.

Prudký rozvoj letectví vojenského i civilního vyžaduje proto i v medicíně výchovu odborníků, obeznámených s problematikou létání, a to nejen leteckých lékařů ve vlastním slova smyslu, ale i kliniků nejrozličnějších oborů. Nechci tím tvrdit, že by měly vzniknout nové, úzce specializované obory, jako např. letecká otorinolaryngologie nebo letecká neurologie a podobně. Tento názor by byl zásadně mylný. Existuje jen jedna nedílná otorinolaryngologie nebo neurologie atd., ale je letecká problematika v otorinolaryngologii, neurologii, chirurgii, očním, interním lékařství apod.

Z tohoto hlediska jsem přistoupil k zpracování tohoto sdělení, ve kterém se chci zmínit o některých otorinolaryngologických problémech v letectví. Vzhledem k velkému vojenskému významu letectva je třeba si uvědomit, že některé informace jsou neúplné z důvodů utajení, hlavně pokud se týká raketových letadel, raket a umělých družic.

Jak ukazuje praxe, je správná funkce ORL

orgánů jednou z nejdůležitějších v otázce plné výkonnosti letce. Důkazem je statistické šetření vykonané J. Lottem z US Air Forces v r. 1951 ve Far Eastern Air Forces u létajícího personálu. V průběhu tohoto roku bylo zjištěno ve zmíněné skupině amerického letectva 6042 případů různých onemocnění, z čehož připadlo na ORL orgány 2614 případů, tj. plných 43 %. Těmito onemocněními byla způsobena celková ztráta 49 004 letových dnů a z toho ztráta způsobená onemocněním ORL orgánů je 18 869 letových dnů, tj. 38,5 %. Těmito čísly je jistě dostatečně potvrzena důležitost otorinolaryngologie v letectví.

Nepřehlízíme-li k onemocněním ORL orgánů, způsobených infekcí, zraněním nebo jinými činiteli, zbývá pro pracovníka v leteckém lékařství řada výzkumných úkolů při onemocněních z létání, jež musí řešit. Tyto problémy můžeme rozdělit v soulase s Lottem do čtyř skupin:

1. přímé účinky velkých výšek,
2. změny atmosférického tlaku,
3. orientace a rovnováha,
4. spojení (dorozumívání) a hluk.

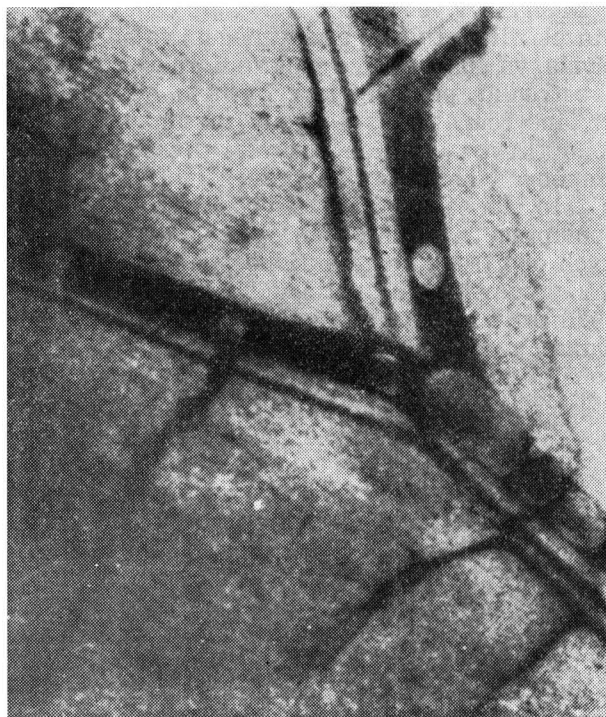
V každé této skupině lze najít řadu výzkumných problémů, které je nutno objasnit.

K bodu 1. Škodlivé účinky velkých výšek se mohou projevit několikerým způsobem. Důležitým problémem je explozivní dekomprese, jež souvisí těsně s problémy přetlakové kabiny. Vzniká náhlou netěsností přetlakové kabiny, jež zaviňuje prudké snížení tlaku uvnitř kabiny na hodnotu barometrického tlaku ve skutečně výšce letu. Letí-li letadlo například ve výši 10 000 m, je tlak okolní atmosféry 198 mm Hg. V přetlakové kabině dopravního letounu je v tomto případě s pomocí kompresorů udržován tlak asi 540 mm Hg, což odpovídá výšce asi 2750 m a zaručuje cestujícím určitý komfort, aniž by museli užívat kyslíkového dýchače. Za těchto okolností je tedy rozdíl tlaků uvnitř a vně letounu 342 mm Hg.

Explozivní dekomprese může vést i k havárii letadla a byla příčinou katastrofy britského dopravního tryskového letadla „Comet“ u ostrova Elby v r. 1954, kdy náhlou netěsností okna kabiny došlo k rychlému vyrovnání tlaků v kabině a zevní atmosféře, při čemž prudký a mocný proud vzduchu tak závažně poškodil letadlo, že se jeho část odtrhla a letoun se zřítil. V jiném případě byl cestující, sedící v těsné blízkosti náhle vzniklé netěsnosti kabiny, vysát z letadla a spadl do moře. K zničení letadla tehdy nedošlo. Účinky explozivní dekomprese na organismus se projevují těmito základními jevy: hypoxií, podmíněnou snížením pO_2 , za druhé desaturací tkání organismu, tj. vylučováním N_2 a za třetí traumatizací předměty uvedenými v pohybu při vyrovnání tlaku, při čemž velmi důležitým faktorem pro závažnost tohoto stavu je čas, ve kterém explozivní dekomprese proběhla.

Kromě závažných účinků na celý organismus je důležité i působení na ORL orgány.

Náhlou změnou tlaku dojde k prudkému vyrovnávání tlaků v dutinách středoušních a vedlejších dutinách nosních. Při nedostatečné průchodnosti dochází k poškození.



Obr. 1. Explosivní dekomprese — plynové bubliny v cévách (Armstrong)

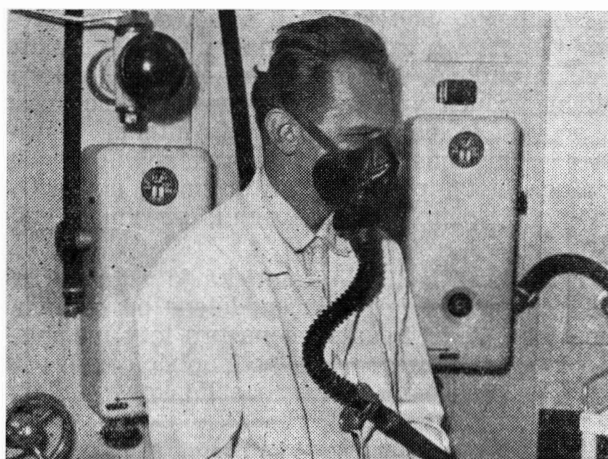
Stejným mechanismem dochází k unikání vzduchu z plic, kde vzniká bezprostředně po začátku explozivní dekomprese značný přetlak vůči okolí. Je-li ztížen průtok vzduchu tracheou nebo laryngem, jak je tomu i za zcela fyziologického stavu tohoto orgánu, tehdy, je-li glottis uzavřena nebo jen mírně otevřena, může dojít při dostatečném přetlaku v plicích k porušení plic, popřípadě k traumatu laryngu.

Vnitřní ucho může být při explozivní dekompresi poškozeno plynovou embolií, vzniklou z uvolněného N_2 , jež přerušuje v malých cévách ucha krevní oběh (obr. 1). Z tohoto poškození vzniká závrať, nausea, zvracení a poruchy sluchu.

Život na velkých výškách je možno uchovat jen za předpokladu, že alveolární napětí O_2 má alespoň 45 mm Hg, k čemuž přistupuje tlak CO_2 v plicních sklípcích 40 mm Hg a napětí vodních par 47 mm Hg, tj. celkový nutný tlak vdechovaného kyslíku 132 mm Hg. Tento tlak odpovídá výšce asi 12 000 m. Aby byl zaručen spolehlivý pracovní výkon, je nutné udržovat dílčí tlak kyslíku v alveolárním vzduchu asi 100 mm Hg a v krajním případě asi 80 mm Hg.

Tyto požadavky splňuje výškový dýchač s maskou, který dodává organismu kyslík (obr. 2). Na kyslík jsou kladeny některé požadavky, které nejsou vždy v souladu s požadavky medicinskými. Kyslík musí být suchý a nesmí obsahovat více než 0,02 mg vody v 1 l kyslíku při 760 mm Hg a teplotě 20°C. Při vyšší vlhkosti je nebezpečí zamrznutí ventilů dýchače.

Další nevýhodou je, že kyslík je vdechován značně studený a bylo by třeba jej poněkud předehřívát, kterýžto požadavek lze těžko splnit.



Obr. 2. Výškový dýchač s polomaskou

Chladný a suchý kyslík dráždí sliznici dýchacích cest a poškozuje zuby. Tento problém je ožehavější při prodlužujícím se pobytu ve velkých výškách, za podmínek používání výškových dýchačů. Bylo by třeba zjistit stav sliznice dýchacích cest klinicky, histologicky i bakteriologicky a navrhnout účinná opatření preventivní i léčebná.

Od výšky 12 km nestačí ani dýchání čistého kyslíku a k dostatečné saturaci krve je nutné užít přetlakového dýchače, který dodává kyslík organismu pod tlakem až 1000 mm H₂O. Při tomto způsobu dýchání se škodlivý účinek suchého, studeného kyslíku na sliznice cest dýchacích projeví pravděpodobně mnohem zřetelněji a kromě toho vzniká nebezpečí poškození středního ucha a vedlejších dutin nosních barotraumatem, eventuálně může vzniknout poškození po návratu na zem, kdy čistý kyslík, který vyplňoval tyto dutiny se vstřebal a při nedostatečné průchodnosti nebyl nahrazen vzduchem, čímž vzniká značný rozdíl tlaků v dutinách a okolním prostředí. Při přetlakovém dýchání je také značně ztíženo mluvení, neboť se děje proti přetlaku až 1000 mm H₂O. Mluvit lze pouze při zesíleném výdechu a větu je třeba dělit na malé skupiny slov. I tak je mluvení namáhavé a poměrně špatné srozumitelné.

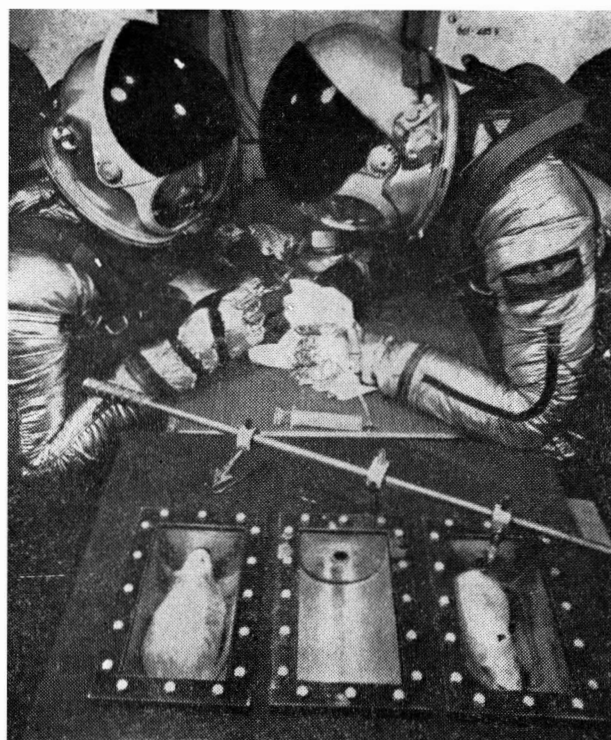
Výšek nad 15 km je možné dosáhnout jen s přetlakem větším, než je organismus schopen snést bez celkové vnější kompenzace. Tuto kompenzaci je možno zajistit dvojím způsobem, a to buď mechanickým stlačením končetin i trupu s pomocí výškového tlakového oděvu čili poloskafandru, nebo tlakem plynu na povrch těla, jak je tomu ve skafandru. Výškový tlakový oděv neboli poloskafandr je těsně přiléhající oděv z pevné látky, který se přesně přizpůsobí obrysům těla utažením tkanicemi (obr. 3 a 4). Nahuštěním vzduchu v systému trubic se dosáhne požadovaného tlaku na povrch těla. Oděv je doplněn přetlakovým dýchačem s polomaskou anebo utěsněnou přilbou. Letecký skafandr je v podstatě vzduchotěsný oblek z gumového hedvábí, opatřený nahoře helmicí z umělé hmoty s okénkem pro oči (obr. 5). Skafandry jsou



Obr. 3. Výškový tlakový oděv čili poloskafandr s polomaskou pro přetlakové dýchání



Obr. 4. Detail poloskafandru



Obr. 5. Letecký skafandr
(*Journal of Aviation Medicine*)

dvojiho typu, a to ventilační nebo regenerační. V obou případech je tlak na povrch těla způsoben plynem nahromaděným mezi skafandrem a tělem. U skafandru ventilačního je vzduch vháněn pod skafandr samostatným kompresorem, nebo kompresorem od motoru. Je to běžný typ skafandru, kterého se používá v letecké praxi. Naproti tomu skafandr regenerační, v němž se mikroklima regeneruje, je méně obvyklý, užívá se většinou jen při pokusech a je určen pro lety do velkých výšek a snad v budoucnu i do meziplanetárního prostoru. V tomto typu je vzduch obohacený o kyslík; kyslíčník uhlíčitý a vodní páry jsou pohlcovány v nádobě s nátronovým vápnem a po opětovém obohacení kyslíkem se koloběh opakuje.

Otorinolaryngologa bude zajímat vliv této mikroatmosféry na sliznice dýchacích cest, dále vliv na střední ucho a vedlejší dutiny nosní a dorozumívání prostřednictvím sluchu i řeči.

Jiným prostředkem k dosažení velkých výšek jsou přetlakové kabiny, které dávají výhody dobře snesitelného barometrického tlaku a dovolují současně řešit i jiné problémy, jako ventilaci, dorozumívání, vytápění a podobně. Jsou dvojiho druhu — ventilační a hermetické. U přetlakové kabiny ventilační se přetlak proti okolí udržuje s pomocí kompresoru.

I zde je mnoho problémů, ke kterým má otorinolaryngolog co říci, i když některé úkoly bude muset řešit ve spolupráci s hygienikem. Jsou to otázky mikroklimatu kabiny, především suchost vzduchu, který je priváděn kompresory ze zevní atmosféry a je ohříván z -50°C na $+20^{\circ}\text{C}$, má relativní vlhkost blízkou 0 % a je třeba jej umě-

le zvlhčovat. Současně při stlačování kompresory je vzduch zahříván, takže má vyšší teplotu než je vhodné, a je nutno ho chladit. Horký a suchý vzduch vysušuje sliznice dýchacích cest a snižuje jejich resistenci vůči infekci. Ventilace kabiny musí být zařízena tak, aby udržovala vzduch čistý, při čemž kritériem je obsah O_2 , CO_2 , CO , přítomnost zápachu, prachu a mikrobů.

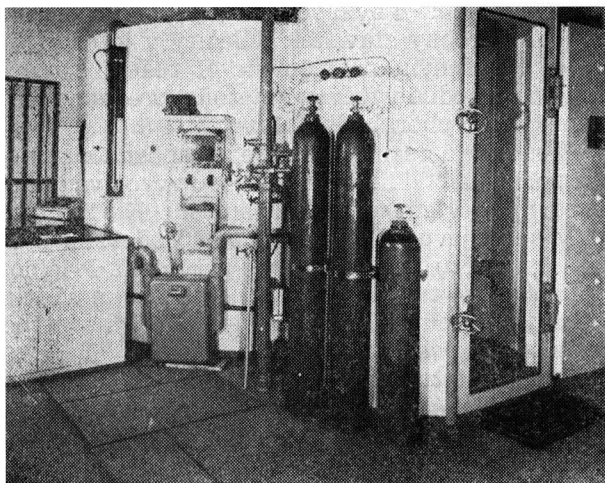
Přetlaková kabina hermetická je vzduchotěsně uzavřena, a tak úplně oddělena od okolního prostoru. Je určena zejména pro lety meziplanetární. V laboratorních podmínkách byly již vykonány úspěšné pokusy i s lidskou osádkou. V přetlakové kabině hermetické jsou pro otorinolaryngologa problémy k řešení v souvislosti s vytvořením umělé atmosféry, jak se jí někdy v těchto typech kabiny užívá. Místo normálního složení, jež je zhruba 20 % kyslíku a 80 % dusíku, je v umělé atmosféře dusík částečně nebo úplně nahrazen heliem a množství kyslíku je zvětšeno až na 60 %. Jsou pro to dva důvody: helium se uvolňuje z tkání do krve značně pomaleji než dusík, a tím se tedy zabráňuje vzniku plynových bublin v cévách. Vyšší procentuální obsah kyslíku je výhodný z hlediska saturace krve proto, že v kabině nemusí být tak vysoký přetlak vůči okolí, jakého by bylo třeba při obvyklém procentu, tj. 20 % kyslíku. Bude zajímavé zjistit vliv helia a vysokého obsahu kyslíku na sliznice dýchacích cest. Dále bude třeba objasnit příčiny nápadné změny hlasu při pobytu v této umělé atmosféře. Hlas mění svůj charakter a stává se nápadně vysokým.

Umělá atmosféra v hermetické přetlakové kabině však není pravidlem a v sovětské družici jí nebylo použito (podle Kuzněcova), nýbrž složení vzduchu bylo stejné jako na zemi.

Nakonec do této skupiny stavů vzniklých účinkem velkých výšek spadá i otázka zvýšení sluchového prahu následkem hypoxie. Je třeba se zabývat vlivem různého stupně hypoxie na slyšitelnost a srozumitelnost a odlišovat, do jaké míry je zhoršení sluchu závislé na partiálním tlaku O_2 a do jaké míry trpí slyšení zhoršeným přenosem zvukových vln v řídicím prostředí než na zemi. Rozpoznání by snad napomohlo vyšetřování sluchu při dýchání chudé směsi, kdy si předem připravíme směs kyslíku a dusíku v libovolném poměru tak, aby složení odpovídalo zvolené výšce. Stejně zajímavé bude zjišťování prahu sluchu v umělé atmosféře.

K bodu 2. Druhou skupinu výzkumných úkolů představují stavy vyvolané změnou barometrického tlaku. Jde o otázky Eustachovy trubice, středouší a vedlejších dutin nosních. V této oblasti bylo ve světové literatuře publikováno již mnoho prací. U nás je významným příspěvkem Kimlova monografie „Činnost Eustachovy trubice“. Problémem zůstává správná ventilace za bojových nebo jiných situací, kdy zaujetím pro jiné úkoly dochází při manévrech spojených se změnou výšky k zapomenutí na včasné vyrovnání tlaků ve středouší.

Určitou nesnáze způsobuje také to, že v přetlakové kabině dochází k stálému malému kolí-



Obr. 6. Podtlaková komora

sání tlaku, které obvykle nijak neruší. Překročí-li toto kolísání tlaku určitou mez, obtěžují letce nepříjemné pocity z uší tak značně, že tento stav ovlivňuje jeho výkonnost.

V civilním letectví je nejčastější příčinou barotraumatu hluboký spánek za nočních letů, bezvědomí nebo jiné těžké stavy u nemocných a raněných, dopravovaných letadly. Zvláštní pozornost je nutno věnovat dětem, které nedovedou Eustachovu tubu otevírat. Při předpokládaném zvýšení letecké dopravy na čtyřnásobek v nejbližší době, bude těchto případů přibývat a lékaři budou s nimi přicházet stále častěji do styku.

Klinické zjištění průchodnosti tuby nestačí k posuzování ventilační výkonnosti. Je třeba opakovat vyšetření v podtlakové komoře, sestupy z různých výšek a různou rychlostí (obr. 6).

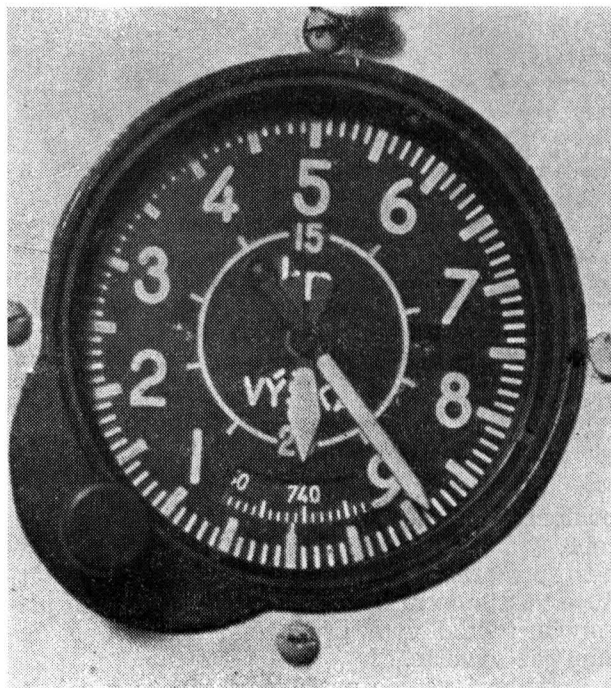
S častějším používáním letecké dopravy, kdy jsou ve stále větším počtu přepravovány i osoby s různými onemocněními horních cest dýchacích, může pravděpodobně docházet ve větší míře k středoušním zánětům, vznikajícím proniknutím infekce tubou při sestupu, prudším pohybem vzduchu. Zde by bylo třeba provádět systematická šetření.

Stejným problémem jsou i barotraumata vedlejších dutin nosních, kdy při nedostatečné ventilaci je vyrovnání tlaku porušeno za výstupu i sestupu letadla. V prvním případě je sliznice anemisována zvýšeným tlakem, v druhém vzniká překrvení, prosáknutí sliznice, až i krevní výlevy s odchýlnutím sliznice. Především bývají postiženy dutiny čelní. Za druhé světové války byli tímto onemocněním postiženi především letci přeložení na leteckou základnu s jiným klimatem, než na které byli zvyklí.

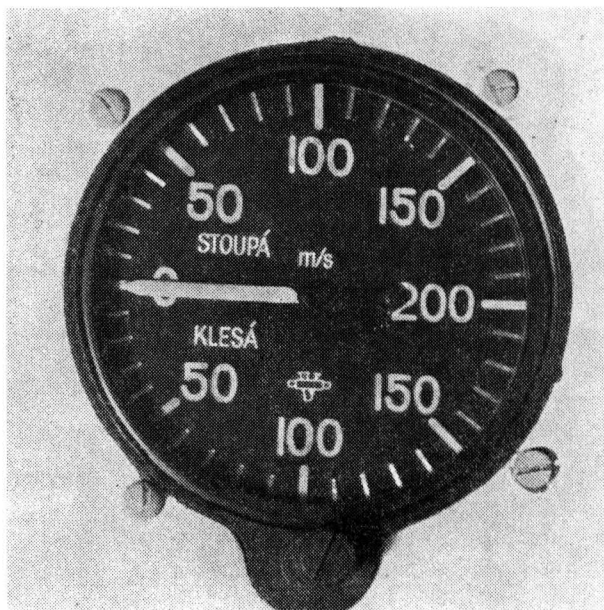
Zvláštní opatření preventivní i léčebná bude nutné provádět u vojenských letců, kde situace si někdy vynutí plnit úkol i tehdy, když budou trpět akutním onemocněním horních dýchacích cest. Zatím se v těchto případech používá látek anemisujících k zajištění nosní průchodnosti.

Tím však není problém vyřešen a bude třeba se touto otázkou systematicky zabývat a navrhnout uspokojivé řešení,

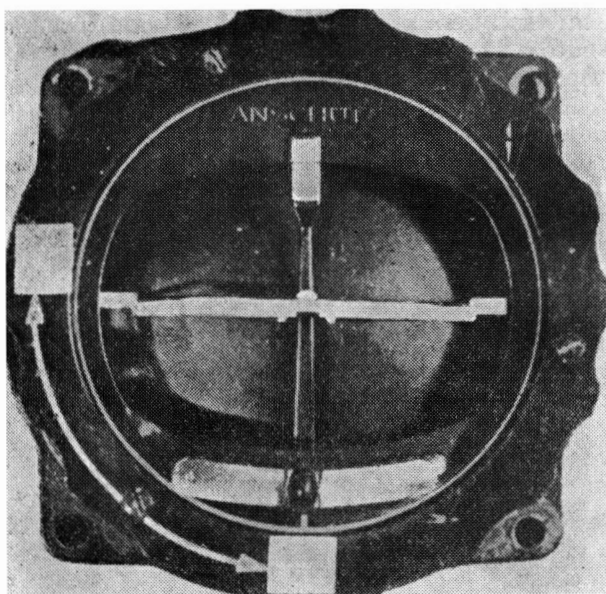
K bodu 3. V otázce orientace a rovnováhy je nejdůležitějším činitelem letadlová nemoc, iluze neboli pocity klamně polohy a celý problém letu bez vidu, tj. letu bez zrakové kontroly okolí, jak je tomu v noci, mlze a mracích, kdy řízení letounu a jeho udržení v rovnováze je možné jedine



Obr. 7. Přístroje pro kontrolu letu: Výškoměr. (Malá ručička ukazuje výšku v kilometrech, velká ve stovkách metrů. Přístroj je nutno před startem seřídit na nulu podle barometrického tlaku letiště)



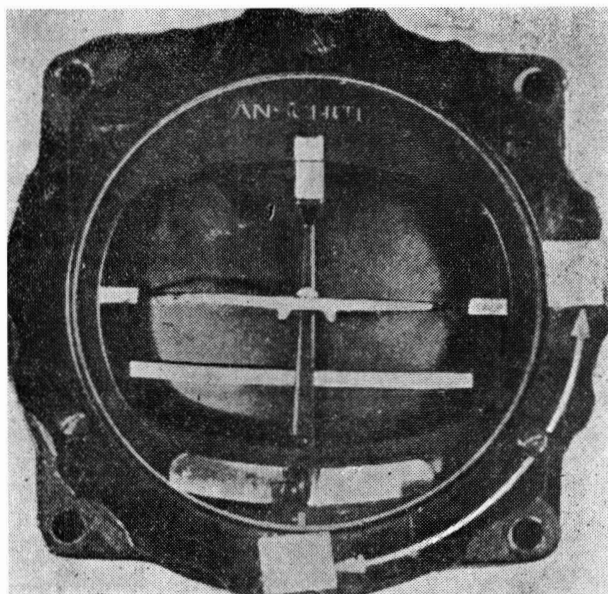
Obr. 8. Přístroje pro kontrolu letu: Variometr. (Přístroj, ukazující stoupání nebo klesání v metrech za vteřinu)



Obr. 9. Přístroje pro kontrolu letu bez vidu: Umělý horizont. (V tomto případě ukazuje let přímý v horizontální rovině, poněvadž čára umělého horizontu a silueta letadla se kryjí.) (Čapek)

pomocí přístrojů umístěných na palubní desce (obr. 7 až 11). Zde jsou četné výzkumné možnosti pro otorinolaryngologa, neboť se zde uplatňuje vestibulární aparát, a to svým vlivem příznivým i škodlivým, především vzhledem k ilusím, jež vyvolává.

Letadlová nemoc patří mezi kinetosy a je to soubor příznaků charakterisovaných projevy nevolnosti, jimž podléhají někteří cestující při dopravě. Důležitým, ne však jediným orgánem pro vznik onemocnění je vestibulární aparát. Otázce

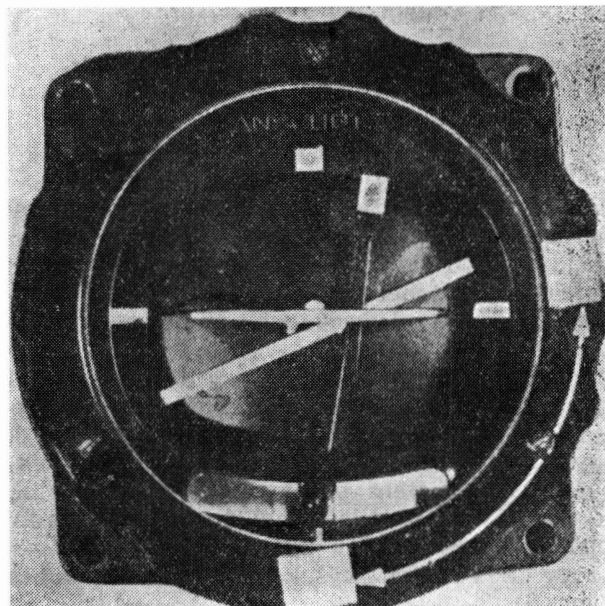


Obr. 10. Přístroje pro kontrolu letu bez vidu: Umělý horizont. (V tomto případě ukazuje stoupání, poněvadž čára umělého horizontu udržovaná v poloze gyroskopem je nad siluetou letadla.) (Čapek)

letadlové nemoci bylo věnováno mnoho prací, ale tento chorobný stav, tak důležitý v letectví, je stále otevřeným problémem. K řešení zůstává i nadále vhodná výběrová metoda, prevence i léčení tohoto chorobného stavu.

Prostorová desorientace je způsobena klamnými pocity neboli ilusemi, jež jsou vyvolávány nesprávnými vjemy z našich smyslů. Klamně pocity se objevují i na zemi, ale především a ve velkém počtu je pozorujeme při létání. Příčinou je pohyb v trojrozměrném prostoru a vratká stabilita letounu, který stále, byť i nepatrně, mění svoje postavení.

Iluse při letu můžeme definovat jako nesprávné, zkreslené představy o reálné skutečnosti, které vznikly za ztížených letových situací, na základě chybných nebo nejasných vjemů, které se nedají jinými smysly ověřit, nebo tehdy, jest-

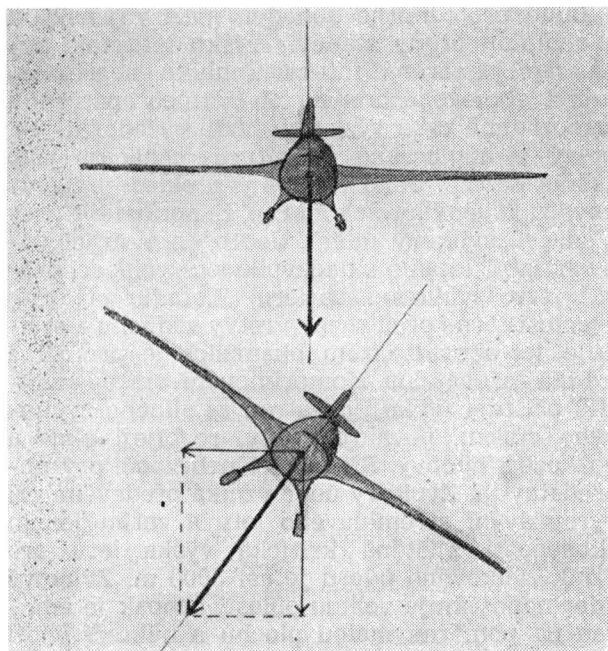


Obr. 11. Přístroje pro kontrolu letu bez vidu: Umělý horizont. (V tomto případě ukazuje mírnou stoupavou zatáčku doprava. Čára umělého horizontu opět nemění svoje postavení vůči skutečnému horizontu a silueta letadla je nad ním nakloněna doprava. Současně velká ručička zatáčkoměru a sklonoměru je vychýlena doprava.) (Čapek)

liže si vjemy z různých smyslových orgánů odporují.

Důležitou úlohu v prostorové desorientaci má závrat a pocity zdánlivé rotace, které jsou vyvolávány z krist ampulárních, různým mechanismem za rozličných letových situací. Na zemi je působení přitažlivosti totožné s osou vzpřímeného těla, v letadle je totožné jen při přímém letu (obr. 12). V zatáčce je relativní přitažlivost výslednicí skutečné přitažlivosti a centrifugální síly. Její směr je určen různým působením obou sil a není možné podle ní určit správnou polohu, neboť určuje polohu těla a letadla k relativní přitažlivosti.

Pomalou zrychlovanou rotace nemusí být vnímána při zavřených očích, zatímco při zrakové kontrole se pozná změna o zlomek stupně. Semi-



Obr. 12. Směr působení přitažlivosti za horizontálního letu a relativní přitažlivosti při letu v zatáčce.

cirkulární kanály neodpovídají okamžitě na otáčivý pohyb těla, neboť jejich práh podnětu je vyšší. Zůstávají v poznání za očima. Proto při obrazech v mlze nebo mracích nemůže pilot vnímat přesný směr rotace a stupeň náklonu, pokud nemá přístroje.

Výkon letecké služby ve velkých výškách, za každého počasí a v každé době, nutí osádky vykonávat lety podle přístrojů stále ve větší míře. Za těchto okolností se nebezpečí ilusí potencuje a mohou být vážným předpokladem pro havarijnou situaci. Je proto nutné jim věnovat zvýšenou pozornost a kromě psychologa, do jehož kompetence tyto jevy především patří, musí se výzkumem těchto stavů zabývat i otorinolaryngolog, zvláště tam, kde z mechanismu vzniku iluse je zřejmé, že je vyvolána z vestibulárního aparátu.

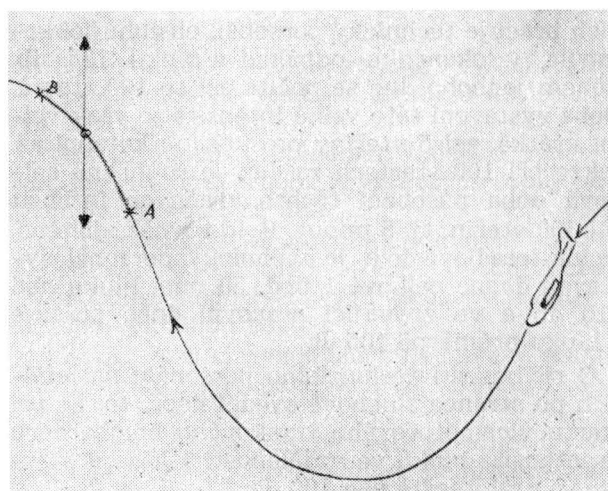
Zajímavé problémy se vynořují při stavech bez tíže. Stavy bez tíže, to je situace, kde se neprojevuje přitažlivost zemská, buď tím, že bychom se dostali mimo její působnost, nebo bychom ji zrušili stejně velkou silou centrifugální, působící v opačném směru, nebo konečně při volném pádu, je zatím možno navodit na poměrně velmi krátkou dobu. Byly získány určité zkušenosti v pokusech na zvířatech; velmi cenné jsou jistě poznatky sovětských pracovníků z pokusů na psech v raketách a jsou již také známe výsledky experimentů na lidech. Byly vykonány lety letadly s dostatečnou rychlostí a podařilo se při zvláštním způsobu letu na určité části letové dráhy navodit beztlížný stav (obr. 13 a 14). Jeho trvání bylo při prvních pokusech udáváno řádově v sekundách a nyní již v desítkách sekund. Nejdelší nám známá doba trvání stavu bez tíže v experimentu s člověkem je 40 vteřin. V raketách odpálených sovětskými vědci trval

beztlížný stav asi 6 minut a pes lajka, umístěný v sovětském Sputniku, byl ve stavu bez tíže pět dní. Problematika je to zajímavá a důležitá, především z hlediska přípravných prací pro dosažení planetárního prostoru. Výzkumné práce jsou v samém začátku a vestibulologa zde čeká ještě mnoho úkolů. Pokusy se stavem bez tíže se dají provádět i v šachtách a výškových budovách.

K bodu 4. Do čtvrtého bodu spadá otázka spojení, tj. dorozumívání se letce se zemí nebo letců navzájem mezi sebou v jednom nebo více letadlech a dále otázka hluku v letectví.

Otázka hluku se zdá být velmi důležitou k řešení, neboť podle údajů Armstronga trpí 25 % letců poškozením sluchu.

Důležitost tohoto problému se zdá být potvrzena i obsahem jednání na XV. mezinárodním kongresu vojenských lékařů v srpnu 1957 v Bělehradě, kde hluk a boj proti němu byl spolu s otázkou záření ústředním bodem celého jednání.



Obr. 13. Přibližná dráha letu, při které vzniká stav bez tíže. (Mezi A—B vzniká postupně stav bez tíže, tak jak se vyrovnává centrifugální síla s přitažlivostí zemskou.)



Obr. 14. Stav bez tíže — kočka se volně vznáší v prostoru kabiny letadla. Pilot je pevně připoután k sedadlu. (Newsweek)

Intensita hluku v letectví stále narůstá a poslední údaje literatury (Borševsky) mluví o intenzitě 160 db a vyšší. V době používání vrtulových letadel byl s výjimkou zkušeben motorů maximálně zatěžován hlukem převážně létající personál. Se zaváděním velmi rychlých letounů se těžiště přeneslo především na personál pozemní, osádky letounů hluku tak značně vystaveny nebudou, s výjimkou letadel raketových, kde hluk je tak intenzivní a působí na osádku do té míry, že je považován za faktor lidskému zdraví stejně nebezpečný jako urychlení a vibrace. Škodlivý účinek hluku raketových letadel na pozemní personál je samozřejmě rovněž značný.

V tryskovém letounu pilot sedí zpravidla před motorem a při nadzvukové rychlosti letadla, která se u nejnovějších typů blíží 3000 km/hod., hluku do jisté míry uniká. Kromě toho sedí v hermetické kabině a na hlavě má leteckou kuklu se sluchátky pro příjem zpráv, čímž je hluk rovněž podstatně redukován. Těžiště péče otorinolaryngologa se proto nutně přeneslo na pozemní personál. Podle Hallovella při katapultových startech na mateřských letadlových lodích pracuje technický personál, obsluhující katapult, v okamžiku odpálení v hluku 138 db. Během jednoho dne se počítá asi se 100 startů. Doba vystavení této velké intenzitě je však velmi krátká, asi 3 vteřiny pro každou katapultáž, takže při 100 startech za den je souhrnně celková doba působení těchto značných intenzit asi 300 vteřin, tj. 5 minut. Bylo rovněž zjištěno, že na letadlové lodi je technický personál vystaven denně celkově 1 hod. 30 min. hluku nad 115 db a ve zbývajících pracovní době pracuje v hluku průměrně 105 db.

O risikovitosti technického personálu na letištích po stránce sluchové svědčí např. to, že při startu vícemotorového tryskového bombardéru je intensita hluku ve vzdálenosti 1 km od startovací dráhy ještě nad 100 db.

Pro výběr technického personálu pro letiště i různé provozy musí platit stejná kritéria jako pro výkonné letce a kromě toho bude nutné se postarat o některá opatření preventivní. Konkrétně půjde o akustické úpravy zkušeben motorů a zavedení průmyslové televize do těchto provozů, dále musí být nově určena místa pro motorové zkoušky před startem a pro technický personál zvláště při raketových startech musí být opatřeny dokonale chrániče sluchu.

Otázka velkých intenzit hluku v letectví je však důležitá i pro nezainteresované civilní obyvatelstvo. Pro značně rušivý účinek hluku bude nutno zakázat přelety některých území a vymezit nové letové prostory. Tato otázka nebude jednoduchá v hustě osídlených krajích, jako je ČSR a Evropa vůbec. V Československu bude situace zvláště svízelná, neboť v naší zemi je největší hustota leteckého provozu na světě, počítáme-li dohromady vojenské letové prostory a civilní letecké linky vnitrostátní i zahraniční. S použitím nových, silnějších, výkonnějších a tím i hlučnějších letadel a s plánovaným značným rozšířením letecké dopravy budou muset být učiněna rychlá, účinná opatření.

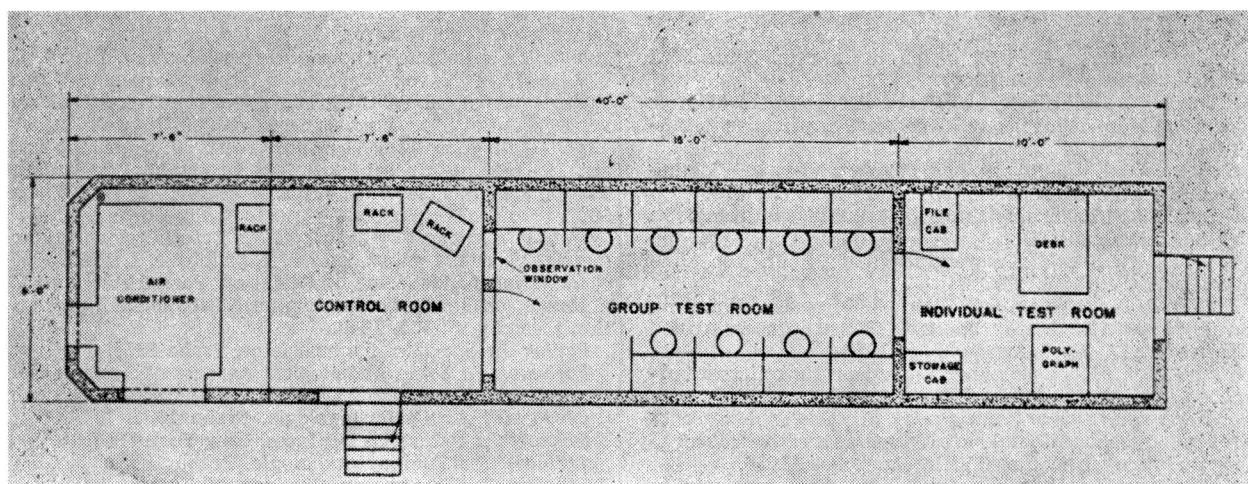
Bude proto nutné dohodou mezi vojenskými a civilními úřady stanovit výšku letu tak, aby na zemi změřená intensita hluku nepřesáhla určité stanovené hranice. Zvláštních opatření a samozřejmě také výzkumu bude vyžadovat jev, který v anglosaské literatuře označují jako „sonic boom“. Jeho doslovný překlad je „zvukové zadunění“, avšak zdá se, že správnější překlad je „zvukový úder“. Je to ohromující výbuch, když letadlo s nadzvukovou rychlostí proráží tzv. zvukovou bariéru. Letadlo při této rychlosti hrne před sebou vrstvy vzduchu a stlačuje je, až v určitém okamžiku je proráží a vzniká rázová vlna. Komprimované vrstvy vzduchu při tom unikají do stran za silného zvukového efektu, povalují osoby, rozbíjejí okna a poškozují budovy. Biologické nebezpečí prý nepředstavují. Zvukový úder vzniká především při vyrovnávání střemhlavého letu a zatím jenom zkušeností zjištěná kritická výška letu pro vznik zvukového úderu je asi 3000 m. Zvukový úder nepostihuje velkou oblast, naopak je omezen na poměrně malou plochu a někteří piloti jej dovedou umístit na předem určené místo. V Praze jsme tento jev pozorovali celkem třikrát.

Jiná otázka k řešení jsou nehlukové účinky hluku, tj. účinky na celý organismus. Z vyšetřování prováděného na palubě letadlové lodi Ticonderoga ve Středozemním moři po dobu 7½ měsíce, při čemž bylo provedeno 1500 katapultáží, se ukázalo, že největší stížnosti posádky lodi byly na předrážděnost, napjatost, strach a nemožnost se dohovorit a spojit s jinými členy posádky pro velký hluk.

Z vyšetřování zaměstnanců na hlučných pracovištích je známo, že trpí záživacími porucha-

November 23, 1957		Class 16 57A				Testers J.W.G.					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
250 R	30	00	42	42	30	42	36	00	36	46	46
	30	00	40	40	32	38	30	00	34	40	40
250 L	32	00	34	44	28	40	44	00	32	30	30
	32	00	36	42	28	38	40	00	34	36	36
500 R	48	00	56	54	44	54	62	00	46	56	56
	48	00	58	54	46	54	64	00	50	56	56
500 L	50	00	46	68	46	56	58	00	42	56	56
	48	00	48	66	40	54	56	00	50	56	56
1000 R	54	00	62	74	50	60	64	00	56	64	64
	54	00	70	76	44	62	66	00	58	66	66
1000 L	52	00	64	64	50	60	68	00	60	64	64
	52	00	66	78	42	60	68	00	56	62	62
2000 R	58	00	58	90	52	64	76	00	66	66	66
	58	00	58	72	56	58	70	00	62	64	64
	60	00	60	70	54	64	72	00	58	62	62
2000 L	60	00	64	76	56	50	70	00	60	62	62
	52	00	58	68	46	52	70	00	54	54	54
4000 R	40	00	62	78	44	54	70	00	58	60	60
	42	00	60	80	40	58	72	00	62	60	60
4000 L	36	00	58	68	42	54	58	00	66	56	56
	38	00	50	70	46	50	64	00	70	56	56
8000 R	00	00	26	34	00	50	42	00	46	48	48
	00	00	20	32	00	48	44	00	46	48	48
8000 L	16	00	18	52	24	44	48	00	48	50	48
	08	00	14	46	10	42	46	00	48	48	48

Obr. 15. Skupinový audiogram. Užívá se psychofysické metody jednoduchého sestupu. Hodnoty jsou v db zeslabení pod počáteční hladinou testujícího tónu.
(Medical Journal United Army Forces)



Obr. 16. Schéma pojízdné audiologické laboratoře pro skupinovou audiometrii.
(Medical Journal United Army Forces)

mi, průjmy, nechutenstvím, nespavostí, zamlklostí, nemluvností, uzavřeností, apatií a celkovou povahovou změnou. Tento soubor příznaků se označuje jako „hlukový syndrom“.

Bude třeba se zajímat, jak tyto stavy probíhají u letců a výzkum v tomto směru ještě rozvinout do hloubky a šířky. Bude nás jistě zajímat vliv velkých intenzit hluku na pracovní výkonnost letců, ovlivnění pozornosti a její distribuce mezi řízení letounu a jinou činnost, dále únava sluchu a tělesná a duševní únava letce, biochemické změny v organismu a jiné problémy, které se vyskytnou v průběhu výzkumu.

Zvýšená péče o letce, technický personál a zaměstnance leteckého průmyslu bude vyžadovat kromě jiného i nové přístroje. Bude nutno opatřit hlukoměry s rozsahem mnohem větším než dosud používané, které dovozovaly měření jen do 130 db. Bude zapotřebí přístrojů, jimiž budeme moci zjistit vlastnosti spojovacích zařízení v letadle i na zemi, a na základě provedených měření požadovat zdokonalení pojítek, zaručujících dobrý přenos zpráv a rozkazů. Vzhledem k stoupajícím intenzitám hluku letadel je nutné klást zvýšené požadavky na akustický útlum leteckých kukel.

Při vyšetřování všech letců, techniků a zaměstnanců leteckého průmyslu, jak při výběru, tak i při kontrolách, bude nutno rozšířit dosavadní metodiku a dbát ve větší míře na prevenci poruch sluchu.

Pro systematické vyšetřování sluchu by bylo vhodné používat moderních audiometrů. Při velkém počtu vyšetřovaných budou asi vhodnější audiometry automatické, jak o nich referoval dr. Kiml, kde si vyšetřovaný na plně zautomatizovaném přístroji zhotoví audiogram zcela sám. Ještě výhodnější by byl skupinový audiometr, o němž je zmínka v práci Hallowellové, který vyšetřuje současně 10 osob a je poloautomatický. Audiogram pro obě uši u 10 osob je hotov za 10–15 minut (obr. 15 a 16).

V celém světě se nyní pozornost soustřeďuje na tyto úkoly:

a) Systematické audiometrické vyšetřování letců pozemního personálu a žadatelů do leteckých škol a průmyslu.

b) Při vstupních prohlídkách žadatelů vyšetřovat unavitelnost sluchu a vyřazovat osoby se zvýšenou citlivostí na hluk.

c) S pomocí letecké slovní audiometrie v hluku zjišťovat způsobilost k letecké službě vůbec a způsobilost nedoslýchavých zkušených letců pro další výkonnou službu.

d) Vyzkoušení chráničů sluchu v letecké praxi a doporučení nejvhodnějších k zavedení do letectva.

e) Zjištění hlukových poměrů v jednotlivých typech letadel, v jejich okolí v hangárech, na letištích ve zkušebnách motorů apod.

f) Zavedení průmyslové televize do nejhluchnějších provozů.

Ostatní úkoly bude možné řešit postupně, neboť je velmi málo otorinolaryngologů zabývajících se přednesenou problematikou a na všechny úkoly nestačí personálním a někdy ani přístrojovým vybavením.

Pisemnictví

Ades H. W. a ost.: Non-auditory Effects of High Intensity Sound Stimulation on Deaf Human Subjects. Journal of Aviation Medicine Vol. 29, No 6, str. 454, r. 1958.

Armstrong H.: Principles and Practice of Aviation Medicine. Baltimore 1952.

Bauer L. H.: Aviation Medicine. London, Oxford university press 1943.

Bergin K. G.: Aviation Medicine. Bristol 1949.

Borshevsky J. Y.: Sovremenie aviacionnie šumy i borba s nimi. Vestnik otorinolaryngologii 4, str. 37, r. 1958.

Broadbent D. E.: Effects of Noise of High and Low Frequency on Behaviour. Ergonomics Human in Work Machine Control and Equipment Design Vol. 1, No 1, str. 21, r. 1957.

Čapek D.: Fysiologie letce, Praha 1954.

Černý E., Malčík V.: Otolaryngologické a vestibulární vyšetřování letců a žadatelů do leteckých služeb. Vojenské zdrav. listy č. 6, příloha č. 3, str. 14, r. 1957.

Farland Mc.: *Human Factors in Air Transport Design*. New York 1946.

Fen'in R.: Aero — otitis media in Infants. *Journal of Aviation Medicine* 2, 150, 1950.

Frenzel H.: Funktionen des Vestibularapparates in ihrer Bedeutung für das Fliegen. *Luftfahrt medizinische Abhandlungen* 1936/37.

Geratewohl S. J.: Physics and Psychophysics of Weightlessness. *Journal of Aviation Medicine* 1952, 23, 373.

Goldin J.: Otoneurologické symptomy a syndromy. St. zdr. nakl., Praha 1953.

Graybiel A.: Spatial Disorientation in Flight. *The Military Surgeon* 1951, 4, 287.

Hallowell D.: Effects of High — Intensity Noise on Naval Personnel. *Medical Journal United States Armed Forces*, Vol. IX, No 7, str. 1027, r. 1958.

Chilov K. L.: Kora Golovnogo mozga v funkcii vestibuljarnogo analizatora. Moskva 1952.

Chalupa B., Karen A., Pospíšil P., Ševčík M.: Práce v hluku a poškození hlukem u zaměstnanců ve služebně motorů. *Pracovní lékařství VIII.*, str. 269, r. 1956.

Kafka Martyn: Passenger and Pilot Ear Problems in Aircraft Flight. *Medical Times*, Vol. 82, No 7, str. 439, r. 1954.

Kiml J.: Činnost sluchové trubice. Praha 1951. Ochrana sluchu ve vojsku. *Vojenské zdrav. listy*, str. 112, r. 1953.

Kovář M.: O experimentální dočasné únavě sluchu. *Pracovní lékařství*, ročník VIII., str. 182, r. 1956.

Langraf F.: Actualités otologiques en aéronautique. *La Médecine aéronautique* str. 21, r. 1955.

Lott James: Ear Nose and Throat Problems in the Uni-

ted States Air Force. *Annals of Otolaryngology and Rhinology*, Vol. 63, No 1, str. 116, r. 1954.

Malčík V.: Letadlová nemoc. *Vojenské zdrav. listy* č. 10, 459, 1957. — Převoz raněných a letadlová nemoc. *Vojenské zdrav. listy* č. 12, 562, 1957. — Přípravek IV. a prevence letadlové nemoci. *Vojenské zdrav. listy* č. 12, 564, 1957. — Iluze za letu. *Voj. zdrav. listy* č. 6, příloha č. 3, str. 19, 1957. — Snášenlivost letu ve vztahu k výsledkům vestibulárních vyšetření. *Vojenské zdrav. listy* č. 5, 200, 1957.

Malčík V., Pospíšil A., Zatočil F.: Letecká slovní audiometrie. *Vojenské zdrav. listy* č. 1, příloha č. 1, 1958.

Malméjac J.: *Médecine de l'aviation*, Paris 1948.

Mendelson J.: Turbo Jet Engine Noise. *Journal of Aviation Medicine* 5, 365, 1948.

Pavlok J.: *Speciální hygiena letce*. Praha 1954.

Pothoven J.: Some Audiological Aspects of Aircraft Noise. *Journal of Aviation Medicine* 2, 140, 1950.

Přecechtěl A.: *Otolaryngologie*. Praha 1953.

Sataloff J.: *Industrial Deafness*, New York 1957.

Sedláček K.: *Základy audiologie*. Praha 1956.

Schafer G. E.: Sensory Illusions of Flying. *Journal of Aviation Medicine* 1956, 6, 207.

Schnell W.: *Luftfahrtmedizin*. Berlin 1935.

Vojáček V. J.: *Válečná otolaryngologie*. Praha 1956.

German Aviation Medicine World War II., Washington 1955.

Winacke E.: Illusions Experienced by Aircraft Pilots While Flying. *Journal of Aviation Medicine* 1942.

Within H. A.: Studies in Space Orientation. *J. Exper. Psychology* 1948, 38, 603.