

613.693:616.28-008.1-008.615-072.7

VYŠETŘOVÁNÍ UNAVITELNOSTI SLUCHU U ŽÁKŮ LETECKÉHO UČILIŠTĚ

Major MUDr. JIŘÍ STÁREK, Ústav leteckého zdravotnictví

Úvod

Při vyšetřování sluchu výkonných letců, stejně jako pracujících v hlučném průmyslovém prostředí, pozorujeme postupně vznikající percepční nedoslýchavost, končící v některých případech hluchotou. Při vývoji této sluchové poruchy je nápadná individuální variabilita. Mezi našimi vyšetřovanými je dopravní pilot s více jak 15 000 hodinami letu, se sluchovým prahem přiměřeným jeho věku, i žáci leteckého učiliště s nápadným vývojem percepční nedoslýchavosti po 50 hodinách. U těchto jedinců při negativním ORL nálezů a anamnéze usuzujeme na zvýšenou vnímavost sluchového ústrojí na hluk, abnormální unavitelnost, která je předpokladem pro tak rychlý vývoj traumatické nedoslýchavosti. Pokusili jsme se experimentálním vyvoláním této únavy odhad-

nout zranitelnost sluchového ústrojí žáků leteckého učiliště a zlepšit tak výběr žadatelů.

Zvýšení sluchového prahu jako projev únavy popsal již roku 1881 Urbantschitsch. V období kolem druhé světové války zabývali se tímto problémem Davis, Geršuni, Peyser, Wilson a u nás Kiml. V novější době Langenbeck, Lüscher a Zwislocki, Tanner a řada dalších. K stimulaci užívali čistého tónu nebo spojitého hluku. Maximum zvýšení sluchového prahu nacházeli nikoli na frekvenci unavujícího tónu, nýbrž o $\frac{1}{2}$ až $2\frac{1}{2}$ oktávy nad ní. Pod touto frekvencí se někdy objevilo snížení sluchového prahu (Kňazeva).

Analogicky jako u jiných smyslových orgánů mluvíme při změně citlivosti sluchu účinkem sluchového podráždění o adaptačních jevech. V průběhu trvání dráždění vzniká adaptace perstimulační, která se projeví sníženou hlasitostí zvuku,

po skončení dráždění adaptace poststimulační, projevující se zvýšením sluchového prahu. Při nadměrném podráždění přetrvává zvýšení sluchového prahu delší dobu a mluvíme o únavě. Zvýšení citlivosti sluchu je označováno jako sensibilizace (Sedláček).

Výklad vzniku adaptačních jevů není zcela jasný. Vedle uplatnění ochranného reflexu středoušních svalů dochází pravděpodobně k únavě vláken a buněk, k chemickému procesu v nervových elementech hlemýždě nebo sluchového nervu, kdy chemická látka vzniklá stimulací je postupně odstraňována. Nepochybný je i účinek ochranného útlumu vznikajícího v mozkové koře. Tanner poukazuje na vliv vegetativní nervové soustavy, neboť lidé, kteří se stanou předčasně nedoslýchavými, vyznačují se často vegetativní labilitou. Působením vegetativně účinných farmak dokazuje, že převaha parasympatického tonu vede ke zkrácení poststimulační adaptace a únavy a k prohloubení perstimulační, která zřejmě představuje ochranné zařízení. Usuzuje se na zlepšené prokrvení Cortiho orgánu. Dle Seymoura a Tappina je příčina ve změnách sekrece endolymfy. Langenbeck se domnívá, že adaptace a únava má rozličný fyziologický mechanismus. Únava je způsobena jistými změnami ve vláskových buňkách, ve smyslu odbourávání substance podporující podráždění. K podobným výsledkům došel i Hood při srovnání vzniku sluchové únavy s hydrodynamickým modelem. Naproti tomu adaptace pravděpodobně závisí na mechanické alteraci elasticity membrana tectoria nebo vlásků smyslových buněk Cortiho orgánu.

Lokalizace změn na frekvenci vyšší než je frekvence unavujícího tónu je vykládána činností vírů, vznikajících v endolymfě, které přetahují při hlubších tónech basiální membránu směrem k helikotrematu, takže stimulace nastane na místech adekvátních pro vyšší tóny. Ale i zde je nutno předpokládat centrální vlivy. Sensibilizaci, zvýšení sluchové ostrosti pod unavujícím tónem, vysvětluje Geršuni centrálními vlivy. Ohnisko útlumu v koře má za současné indukce za následek zvýšenou citlivost pro okolí.

Experimentální část:

Vyšetřili jsme celkem 270 žáků leteckého učiliště průměrného věku 18 roků s 50 až 100 hodinami letu. Vyšetření byla prováděna audiometry Pedersen, Maico a MA-3 Clamann. Použito bylo převážně čistého tónu, částečně šumu. Změny prahu jsme zjišťovali na frekvencích 1000, 2000 a 4000 Hz. Vyšetřovací místnost byla jen nedokonalé zvukově izolována, celkem ale tichá. Všichni vyšetřovaní byli podrobeni zevrubnému ORL vyšetření včetně rtg zjištění rozsahu pneumatizace výčňelků. Byla s nimi sepsána podrobná otologická anamnéza, ve které jsme se zaměřovali na infekční a ušní onemocnění, úrazy hlavy, otravy, práci v hlučném prostředí, počet nalétaných hodin apod.

1. Na přístroji MA-3 Clamann jsme vyšetřili celkem 27 žáků. Po zjištění prahu jsme provedli zatížení sluchového orgánu ze sluchátka audiometru spojitým šumem intenzity

80 dB po 4 minuty postupně po obou stranách. Po 15 vteřinové přestávce jsme znovu měřili prah. V sedmi případech byl rozdíl prahů 10 dB, alespoň na jedné straně a jedné frekvenci, v jednom případě 15 dB.

Stimulace spojitým šumem 80 dB po 4 min.

Celkový počet: 27			
Diference prahu po stimulaci	0—5 dB	10 dB	15 dB
Počet případů	19	7	1

Tab. 1

2. Audiometrem Pedersen jsme odhadovali kvalitu perstimulační adaptace 31 vyšetřovaných. Jednu stranu jsme ohlušovali termálním šumem 110 dB po 5 minut, do druhého ucha jsme přiváděli 3—5 krátkodobých impulsů na frekvenci 500 Hz a jejich intenzitu jsme tak dlouho měnili, až vyšetřovaný udával stejnou hlasitost v obou uších. Impulsy následovaly po minutových intervalech. Po skončení ohlušování byl opět měřen prah. V 7 případech byl prah zvýšen o 10 dB alespoň na jedné straně, v jednom případě o 15 dB (tab. č. 2). Dobrou perstimulační adaptaci (podle Tannera), tj. vyrovnání na 80 dB a níže, mělo 25 vyšetřovaných, z nichž u 23 byla rovněž krátká poststimulační únava (tab. 3, 4).

Stimulace termálním šumem 110 dB po 5 min.

Celkový počet: 31			
Diference prahu po stimulaci	0—5 dB	10 dB	15 dB
Počet případů	23	7	1

Tab. 2

Odhad perstimulační adaptace podle vyrovnání hlasitosti.

Celkový počet: 31				
Hodnota vyrovnání s ohluš. šumem	110-90 dB	90-80 dB	80-70 dB	70 dB a méně
Počet případů	1	5	18	7

Tab. 3

Srovnání mezi perstimulační adaptací a poststimulační únavou.

	Perstim. adaptace	Poststim. únava	
Hodnota vyrovnání s ohluš. šumem	„špatná“ 110—85 dB	„špatná“ 10 dB a více	Rozdíl prahu po odeznění ohluš. šumu
Počet případů	6	8	Počet případů
Hodnota vyrovnání s ohluš. šumem	„dobrá“ 80 dB	„dobrá“ 0—5 dB	Rozdíl prahu po odeznění ohluš. šumu
Počet případů	25	23	Počet případů

Tab. 4

3. Největší skupinu jsme vyšetřili zatížením čistým tónem 100 dB na 1000 Hz po 3 min. a opětovným zjišťováním prahu po přestávce 15 vteřin. Bylo to celkem 212 žáků. Zvýšení prahu alespoň na jedné frekvenci do 5 dB mělo

59 vyšetřovaných, 10 dB 87, 15 dB 42, 20 dB 13, a u 11 došlo k zvýšení prahu o výše jak 20 dB, z toho u 3 dokonce o 30. Zvýšení bylo zaznamenáno o jednu až dvě oktávy nad unavujícím tónem, nejvyšší hodnoty na frekvenci 4000 Hz. Na nejnižší vyšetřované frekvenci, tj. 1000 Hz, bylo zjištěno 76krát snížení prahu o 5 dB, 1krát o 10, a 1krát o 15 dB. Na frekvenci 2000 Hz 24krát o 5, a 1krát o 15 dB.

Stimulace čistým tónem 100 dB, 1000 Hz po 3 min.

Diference prahu po stimulaci	Celkový počet : 212				
	0-5 dB	10 dB	15 dB	20 dB	25 dB a více
Počet případů	59	87	42	13	11

Pozn.: Změny prahu zjišťovány na frekv. 1000, 2000 a 4000 Hz

Tab. 5

U této největší skupiny jsme provedli podrobný rozbor otologické anamnézy a vyšetření. 33 vyšetřovaných prodělalo středoušní zánět, nebo mělo nález na bubínku (jizvy, vápenné inkrustace). Z nich pouze u 8 byla zvýšená unavitelnost nad 15 dB. Z 39 pracujících v hlučném prostředí 14, z 67, kteří prodělali infekční onemocnění, 22, z 39 vyšetřovaných, u kterých byla zjištěna utlumená pneumatizace výčnů, mělo zvýšenou unavitelnost 8. 58 vyšetřovaných s negat. otologickou anamnézou mělo zvýšenou unavitelnost 19krát.

Rozbor otologické anamnézy :

		zvýšená poststimulační únava
ušní onem.	33	8 (24 %)
inf. onem.	67	22 (33 %)
v hluku	39	14 (36 %)
útlum pneumatizace	39	8 (20 %)
negat. otolog. anamn.	58	19 (33 %)

Tab. 6

Naproti tomu z 24, kteří měli 20 a více dB vzestup prahu, 7 nemělo nic pozoruhodného v anamnéze. Ze 3 s 30 dB ztrátami byl 1 bez nálezu, 1 stav po středoušním zánětu, 1 se spalnicí v anamnéze. Pneumatizace výčnů byla u všech dobrá. 11 z 24 s takto zvýšenou unavitelností mělo lehkou percepční nedoslýchavost.

Rozprava

Při zahájení našeho vyšetřování jsme si byli plně vědomi nedokonalosti všech použitých vyšetřovacích metod. Protože ale komplexní vyšetřování žáků učiliště, za použití nejširších výběrových metod, byl úkol nečekaný a přesně termínovaný, nerozpakovali jsme se nad tímto krokem. Byli jsme omezeni jednak přístrojovým vybavením, jednak časovou tísni. Náš test musel být co nejkratší a co nejrychlejší. Vzhledem k tomu, že vyšetření spojitým hlukem jsme z technických příčin mohli provádět jen v omezeném

rozsahu, použili jsme v podstatě jen dvou odlišných vyšetřovacích metod. Modifikovanou metodu podle Tannera, který se domnívá, že dobrá perstimulační adaptace, projevující se nízkou hodnotou vyrovnání hlasitosti, je přirozenou ochrannou sluchového orgánu a je nepřímou úměrná poststimulační únavě. Tannerovi při vyšetřování švýcarských pilotů vyšly 100% výsledky. Rovněž u našich výsledků je nápadná shoda mezi dobrou perstimulační adaptací s krátkou poststimulační únavou. Metoda je značně závislá na subjektivních údajích vyšetřovaného. Zaslouží ale dalšího sledování.

Převážnou část našich vyšetřovaných jsme pokusně zatěžovali čistým tónem, jak již dříve prováděl Davis, Peyser, Kiml a další. Za patologické jsme považovali změny prahu od 15 dB výše, alespoň na jedné frekvenci a jedné straně. Bylo to celkem ve 31 %.*) U těchto osob předpokládáme zvýšenou zranitelnost sluchového ústrojí na hluk. Ponechali jsme je ale v dalším výcviku a máme možnost je sledovat spolu s velkou kontrolní skupinou po celou dobu jejich letecké činnosti. Dále jsme provedli srovnání s výskytem infekčních a ušních onemocnění, prací v hluku, rozsahem pneumatizace, lehkými percepčními nedoslýchavostmi, ale nenalezli jsme žádnou podstatnou souvislost.

Domníváme se, že vyšetřování unavitelnosti sluchu má velký význam v prevenci chronických sluchových poruch, zejména při výběru budoucích letců, kde usilujeme o výběr nejdokonalejší. Rovněž Bunch považuje toto vyšetřování za prvořadý požadavek při výběru pilotů amerického letectva. Metodiku je ovšem třeba dále zdokonalovat. Spojitý šum, popřípadě hluk leteckého motoru, jak již prováděl Davis, bude jistě vhodnější, protože napodobuje přirozené podmínky a působí na sluchový orgán v širším rozsahu. Zapojení slovní audiometrie do vyšetřování unavitelnosti znamená další pokrok, neboť nás může informovat o stavu centrálního analyzátoru, který se jistě výrazně uplatňuje. Dále vyšetřování vyšší nervové činnosti a vegetativní nervové rovnováhy ve vztahu k patologické sluchové únavě. Přesné měření perstimulační a poststimulační adaptace a únavy jemným elektronickým přístrojem, jak je provádí Langenbeck a Kietz, je pro exaktní objektivní metodu rovněž nezbytné.

Souhrn

Při vývoji chronické percepční nedoslýchavosti z hluku je nápadná individuální variabilita. Je usuzováno na abnormální unavitelnost, zvýšenou vnímavost na hluk. Popsaná terminologie a výklad vzniku adaptačních jevů. Byla vyšetřována unavitelnost sluchu u 270 žáků leteckého učiliště několika různými metodami a uvedeny výsledky. V závěru bylo poukázáno na důležitost této vyšetřovací metody zejména při výběru

*) V 9,9 % byla zjištěna zvýšená unavitelnost obou uší u téže osoby, v 6,5 % jen ucha pravého, ve 14,6 % jen ucha levého.

budoucích pilotů a naznačen směr, jak možno tato vyšetřování zdokonalit.

Резюме

При развитии обусловленного шумом хронического понижения слуха по звуковоспринимающему типу бросаются в глаза индивидуальные различия. Автор приходит к выводу, что в данном случае решающее значение имеют чрезмерная утомляемость слуха и повышенная чувствительность органа слуха к шуму. Приведена терминология и дано объяснение возникновения явлений адаптации. Утомляемость слуха была исследована у 270 курсантов авиаучилищ. Определялась утомляемость разными методами; приведены полученные результаты. В заключение подчеркнута важность этого метода исследования, в особенности при отборе будущих летчиков, и намечены пути его усовершенствования.

Summary

In the development of noise-induced impairment of hearing an individual variability is striking. An abnormal fatigability and an increased

susceptibility to noise are considered to be the cause. The terminology and an explanation of the development of adaptation processes are given. In 270 cadets of the school of aviation, the fatigability of the organ of hearing was examined using different methods; the results are reported. The importance of such an examination, particularly in the selection of pilot-cadets is stressed and prospective measures to improve the method are mentioned.

Pisemnictví

1. Davis H. a spol.: Acta Otolaryng. Suppl. 88, 1950, 1.
2. Geršuni G. K. a spol.: Fiziol. žurn. SSSR 32, 1946, 293.
3. Hood J. D.: Annals of Otolaryng. 64, 1955, 507.
4. Kietz H.: Zeitschrift f. Lar. Rhino. Otol. 37, 1958, 471.
5. Kiml J.: VZL XVI, 1947, 235.
6. Kovář M.: Pracovní lékařství VIII, 1956, 182.
7. Langenbeck B.: Zeitschr. f. Lar. Rhino. Otol. 38, 1959, 88.
8. Langenbeck B.: Leitfaden der praktischen Audiometrie, Stuttgart 1956.
9. Lüscher E.: Lehrbuch der Ohrenheilkunde, Wien 1952.
10. Peyser A.: Acta Otolaryng. XXVIII, 1940, 443.
11. Peyser A.: Acta Otolaryng. XXXI, 1943, 351.
12. Peyser A.: Acta Otolaryng. Suppl. XCV, 1950, 99.
13. Sedláček Karel: Základy audiologie, Praha 1956.
14. Tanner K.: Acta Oto-Laryngologica 45, 1955, 65.
15. Tanner K., Müller A.: Prakt. Oto-Rhino-Laryng. 22, 1960, 123.
16. Wilson W. H.: Arch. of Otolaryng. 40, 1944, 52.