

614.892:612.858.7

VLIV REZONANČNÍCH CHRÁNIČŮ SLUCHU NA SLYŠENÍ ČISTÝCH TÓNŮ A ROZUMĚNÍ ŘEČI

Podplukovník MUDr. Josef DOMINIK, MUDr. Zdeněk KRESA
otolaryngologické oddělení vojenské nemocnice, Plzeň

Naše denní zkušenosti z praxe i údaje z literatury nám ukazují, že poškození sluchu hlukem je častým zjevem zvláště v armádě. Zvýšení hlasitosti výcvikového prostředí, vyvolané rozvojem bojové techniky a vzrůstem palebné síly, podmiňuje také větší výskyt sluchových poruch. Chceme-li zabránit poruchám sluchu, je nutno v armádě chránit sluch hlavně před jednorázovým nebo opakovaným hlukem, který má ráz třesku nebo exploze, v některých případech též před hlukem působícím delší dobu, jako jsou letecké motory, jízda v tanku apod.

Na našem oddělení se zabýváme podrobněji problémem ohlušení a možnostmi jeho prevence a v rámci pokusu o komplexní řešení této otázky jsme také sledovali, do jaké míry ovlivní použití rezonančních zvukovodových chráničů slyšení čistých tónů a rozumění řeči.

Podle Sedláčka jsou rezonanční chrániče ve formě akustických filtrů vhodným ochranným prostředkem pro převážnou většinu osob pracujících v hluku. Kombinací rezonančních prostorů a průchodu vzduchu těsnými otvůrkami nebo trubičkami je možno selektivně potlačit ze zvuku na základě rezonance některé frekvence více než druhé. Potlačeny jsou hlavně nejvíce škodlivé vysoké tóny, zatímco hlubší tóny, nutné pro rozumění řeči, procházejí v dostatečné míře.

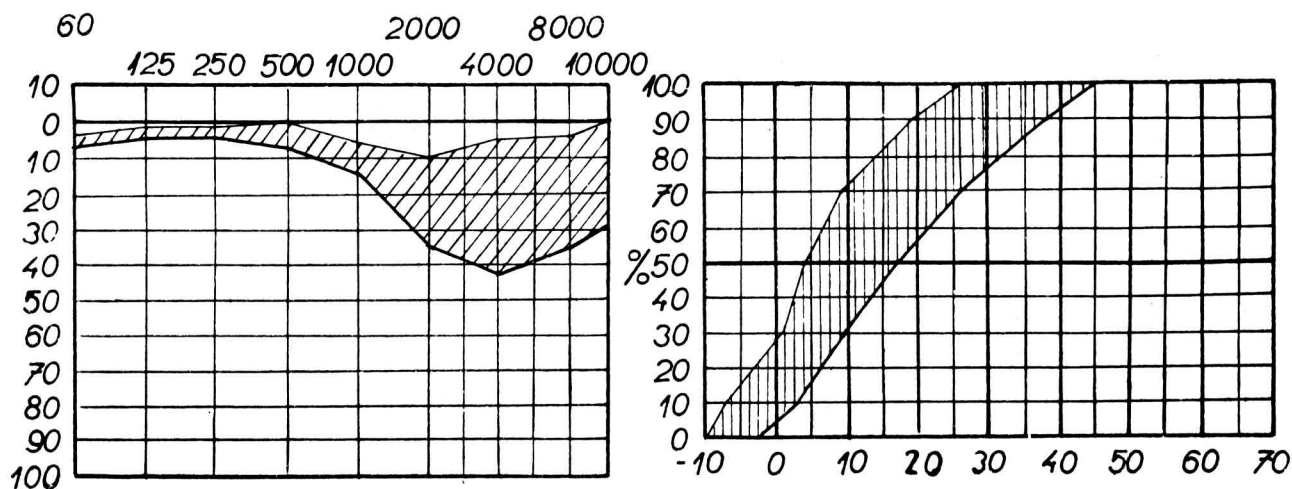
Rezonanční chrániče sluchu typu Selectone, sestrojené Lüscherem a Zwislockim, jsou běžně známy a osvědčily se. Na tomto principu sestro-

jili u nás Sedláček a Jírů československý rezonanční chránič, který je proti Selectone jednodušší. Tyto chrániče byly podrobeny audiometrickému přezkoušení, sledoval se jejich tlumivý vliv na percepci čistých tónů a vesměs se prokázaly dobré vlastnosti těchto chráničů. Zabývala se tím řada autorů jako Sedláček, Pachner a Pick, Kiml, Zbořil a Novák, Hlaváček a spol., takže v tomto směru jsme si při naší práci jen ověřovali údaje z literatury.

Zbořil a Novák jednak zkoumali, jak chrání čs. chránič vojáka před akustickým traumatem a barotraumatem a jednak si všímali slyšitelnosti a rozumění řeči a povelů při použití chrániče. Po zhodnocení objektivních vyšetření (vyšetřovali vojáky audiometricky před střelbou a po ní) uzavírají, že čs. chrániče sluchu chrání sluchový orgán před škodlivými účinky výstřelu. V otázce slyšitelnosti a srozumitelnosti dospěli k poznání, že chrániče zachovávají slyšitelnost mluvené řeči. K tomuto závěru ovšem došli pouze na podkladě subjektivních údajů vyšetřovaných. Hlaváček uvádí, že pacienti používající rezonanční chrániče si velmi často stěžovali na ztížené dorozumívání při práci. Kiml doporučil už v r. 1955 zavedení chráničů do armády po vzoru švýcarské armády, kde se údajně osvědčily.

Na podkladě těchto různých údajů dochází ke sporu o dorozumívacích schopnostech při používání chráničů sluchu. Při hodnocení vlivu chráničů na rozumění řeči se zatím všichni autoři

Graf 1



omezovali jen na subjektivní údaje vyšetřovaných. V armádě je však nutný požadavek, aby až do poslední chvíle před výstřelem byla zachována vysoká srozumitelnost mluvené řeči a povelů. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli vyzkoušet vliv rezonančních chráničů na rozumění řeči.

Vyšetřili jsme celkem 120 uší u 68 osob hospitalizovaných na našem oddělení, z nichž bylo 51 mužů a 17 žen. Vyšetřování byli ve stáří 16 až 28 roků, průměrný věk byl 23 roků.

Všechny pacienty jsme vyšetřili běžně otorinolaryngologicky včetně vyšetření sluchu ladičkami a tónovou i slovní audiometrií. Podle výsledků tónové, event. slovní audiometrie jsme rozdělili vyšetřované do několika skupin.

Do první skupiny jsme zařadili pacienty s normálním sluchem nebo s lehkou nedoslýchavostí, u nichž ztráta na některé frekvenci nepřesahovala 15 db. V této skupině bylo 42 případů.

Do druhé skupiny jsme zařadili percepční a kombinované nedoslýchavosti s převahou percepční složky (47 případů).

Do třetí skupiny byli zařazeni pacienti s převodní a kombinovanou nedoslýchavostí s převahou převodní složky (26 případů).

Zvláštní skupinu tvořilo 5 případů, kde došlo

při zavádění chrániče k ucpání trubičky mazem.

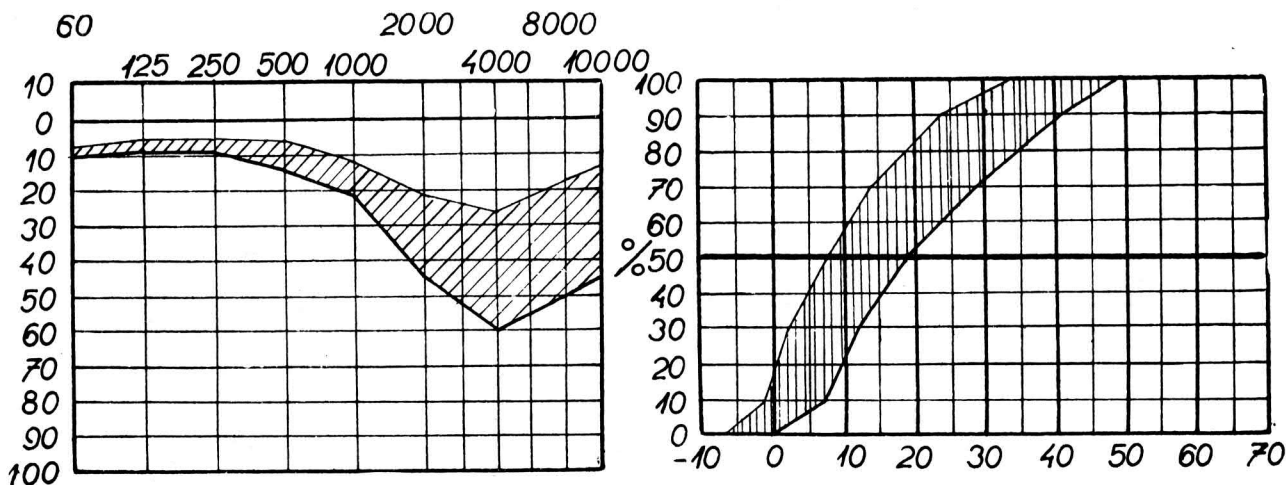
U každého pacienta byl v jednom sezení proveden tónový i slovní audiogram, a to jak bez chráničů, tak se zavedenými chrániči sluchu. V převážné většině jsme postupovali v tomto pořadí: Bezprostředně před vyšetřením jsme provedli otoskopii a zvukovody zbavili přebytečného mazu. Potom jsme nejdříve provedli tónový a pak slovní audiogram bez chráničů sluchu a v druhé části slovní a na konec tónový audiogram se zavedenými chrániči. S chrániči nebylo tedy během celého vyšetřování manipulováno. Vyšetření bylo prováděno na přístroji Pedersen, použito bylo 2. sestavy slovní audiometrie z magnetofonového záznamu.

Výsledky vyšetření tlumivého efektu chráničů u všech zmíněných skupin jsou uvedeny na grafech 1—6.

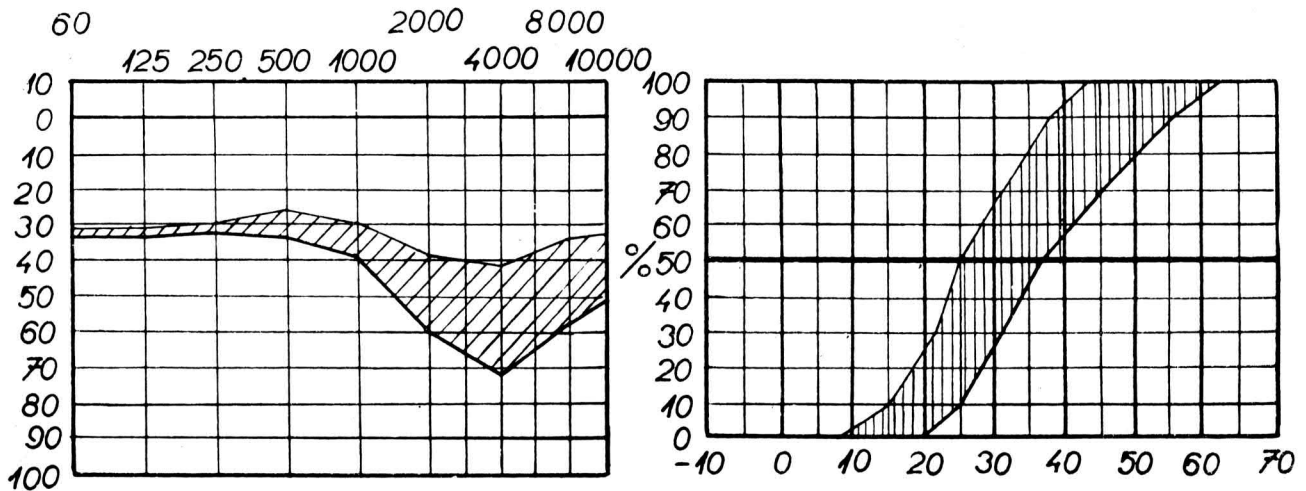
V první skupině byl průměrný práh na frekvenci 2000 Hz 10 db. Největší tlumivý efekt byl na 4000 Hz, a to 37 db, na 8000 Hz 31 db a na 10 000 Hz 29 db. V hluboké oblasti činil tlumivý efekt 3—6 db.

V druhé skupině byl průměrný práh na nižších frekvencích 5—12 db, na 2000 Hz a výše se pohyboval od 14 do 27 db. Tlumivý efekt byl nej-

Graf 2



Graf 3



vyšší rovněž na 4000 Hz, a to 33 db, na 8000 Hz činil 32 db, na 10 000 Hz 31 db, na 2000 Hz 24 db, zatímco v hluboké oblasti činil efekt jen 3–7 db.

Ve třetí skupině byl průměrný práh snížen v celém rozsahu o 30–40 db. V hluboké oblasti činil tlumivý efekt 2 db, v řečové oblasti 10–20 db, v oblasti 4000 Hz 31 db a u 8000 Hz 24 db.

U osob, u nichž došlo při zavádění chrániče k ucpání trubičky mazem, byly výsledky značně odlišné. Přestože šlo o malý počet osob s různými sluchovými vadami, pozorovali jsme značný tlumivý vliv chrániče ve všech oblastech; v nízkých frekvencích to bylo 14–20 db, ve vysokých 31–45 db. Tlumivý efekt se tedy značně zvýšil v nízkých frekvencích, ve vysokých jen nepatrně. Chránič ztratil tím svou rezonanční podstatu a fungoval pouze jako plný obturátor zvukovodu.

Křivky na grafu 5 nám ukazují průměry ze všech 120 měření. Na grafu 6 vidíme, že tlumivý efekt u různých druhů nedoslýchavosti je při zkoušce čistými tóny velmi podobný s výjimkou shora uvedených případů ucpání chráničů mazem. Celkem byl průměrný tlumivý efekt chráničů na frekvencích 60 až 250 Hz 3 db, na frekvencích 500 až 1000 Hz 7 a 10 db, zatímco na

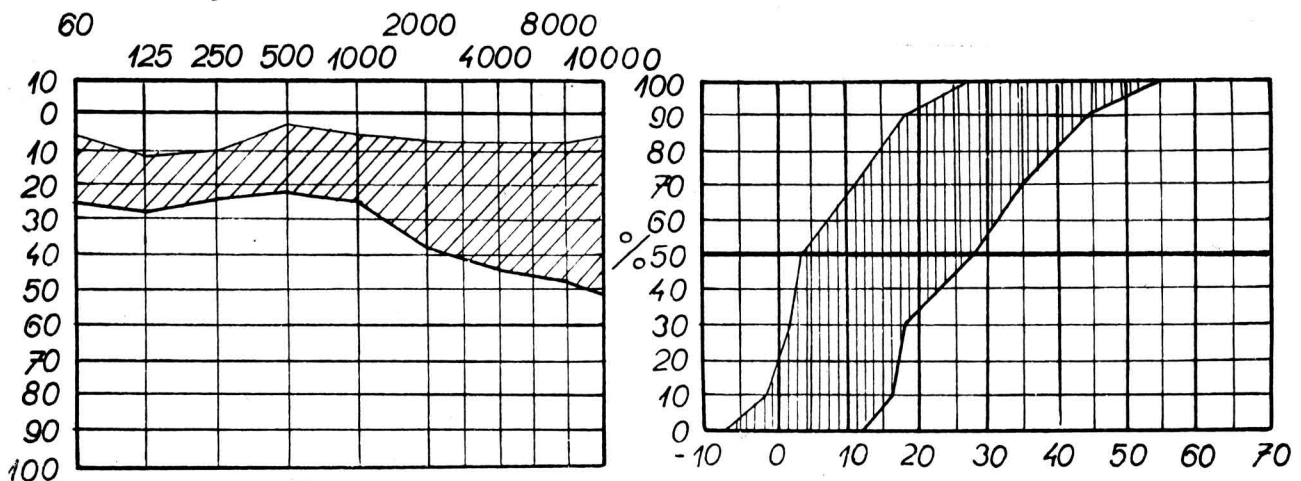
frekvencích 2000 až 10 000 Hz činil 24–34 db. Maximum tlumivého efektu bylo na frekvenci 4000 Hz, a to 34 db.

Tyto zjištěné hodnoty odpovídají údajům v literatuře. Tak např. Pachner a Pick udávají na frekvencích 250 a 1000 Hz tlumivý efekt 9–12 db, zatímco na vyšších frekvencích 21–31 db. Hlaváček prokázal u 50 normálně slyšících osob na frekvencích 125 až 250 Hz při použití chráničů tlumení v průměru 5 db, v řečové oblasti 10–30 db, zatímco ve vysokých kmitočtech dosahovalo 40 db.

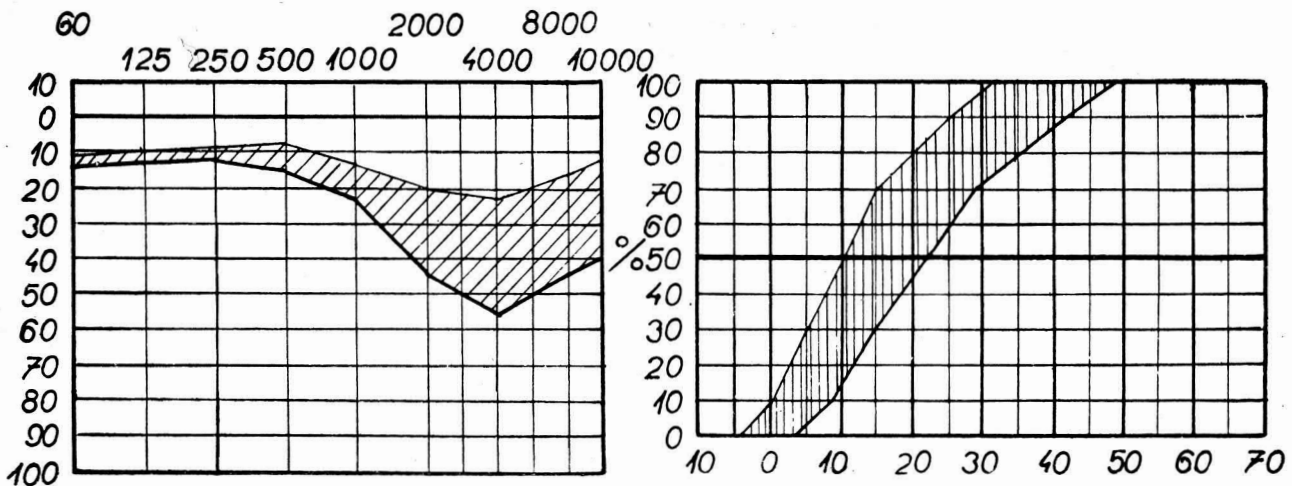
Vyšetření čistými tóny nám sloužilo jako podklad i kontrola k vlastní naší práci, tj. ke zjištění, jak rezonanční chrániče ovlivňují rozumění řeči. Výsledky těchto vyšetření, prováděných slovní audiometrií, jsou znázorněny rovněž na grafech 1–6. K větší přesnosti a názornosti jsme použili méně obvyklého způsobu spojování křivky úsečkami místo proložené esovité křivky.

V první skupině vyšetřovaných, tj. u osob s normálním sluchem nebo s lehkou nedoslýchavostí do 15 db, byl práh slyšitelnosti –10 db, práh srozumitelnosti byl u 4 db, což odpovídá prahu naměřenému při tónové audiometrii. 100% srozumitelnost je u 26 db. Vlivem použití chráničů

Graf 4



Graf 5



Sluchový práh a ochranný efekt chráničů u všech 120 případů.

došlo k posunu prahu slyšitelnosti o 8 db, prahu srozumitelnosti o 13 db a 100% srozumitelnosti o 19 db. Dochází tedy vlivem chráničů sluchu zároveň k mírnému sklonění křivky doprava.

V druhé skupině (nedoslýchavost percepční a kombinovaná s převahou percepční složky) byl práh slyšitelnosti -7 db, práh srozumitelnosti 8 db, 100% srozumitelnost byla u 33 db, tedy posunuta o 8 db doprava proti normální hodnotě. Vlivem chráničů došlo k posunu prahu slyšitelnosti o 8 db, prahu srozumitelnosti o 11 db, 100 % srozumitelnosti o 16 db. Zde došlo k mírnému sklonění křivky dvakrát. Poprvé vlivem percepční nedoslýchavosti zároveň s posunem prahu srozumitelnosti doprava, podruhé vlivem chráničů.

Ve třetí skupině (kombinovaná nedoslýchavost s převahou převodní složky) byl práh slyšitelnosti 9 db, práh srozumitelnosti 25 db, 100 % srozumitelnosti u 43 db (posunut o 18 db). Vlivem chráničů došlo k posunu prahu slyšitelnosti o 11 db, prahu srozumitelnosti o 12 db, 100 % srozumitelnosti o 20 db. Zároveň se křivka opět mírně sklonila doprava.

Ve čtvrté skupině (chrániče ucpané cerumínem) byl práh slyšitelnosti -7 db, práh srozumitelnosti 4 db, 100 % srozumitelnosti 26 db. Vlivem ucpaných chráničů došlo k posunu prahu slyšitelnosti o 19 db, prahu srozumitelnosti o 23 db, 100% srozumitelnosti o 28 db. Zde tedy bylo zhoršení srozumitelnosti řeči největší, podstatně se lišilo od zhoršení obvyklého, takže již během vyšetřování bylo pojata podezření, že došlo k ucpaní trubičky chrániče mazem. Ucpaný chránič působil jako plný obturátor zvukovodu. Toto zjištění má pro praxi ten význam, že je nutno upozornit na tuto okolnost všechny uživatele chráničů zároveň s poučením, jakým způsobem je nutno ucpaný chránič čistit, aby nedošlo k ucpaní bočního otvoru v trubičce a aby tím chránič neztratil rezonanční vlastnosti.

Hodnotíme-li výsledky vyšetření všech 120 případů dohromady, byl práh slyšitelnosti -4 db, práh srozumitelnosti 10 db, 100 % srozumitelnosti

u 32 db. Vlivem chráničů došlo k posunu prahu slyšitelnosti o 8,5 db, prahu srozumitelnosti o 12 db, 100 % srozumitelnosti o 18 db. Došlo tedy rovněž k mírnému sklonění křivky doprava. (Viz graf 5)

Souhrnné grafické znázornění je na grafu 6. Zde vidíme, že chrániče působily na srozumitelnost řeči přibližně stejně u různých sluchových poruch, že ji zhoršovaly o 11-13 db posunem prahu a že zároveň skláněly křivku mírně doprava. Podstatně víc zhoršovaly srozumitelnost ucpané chrániče (o 23 db) a také zde došlo k mírnému sklonění křivky doprava.

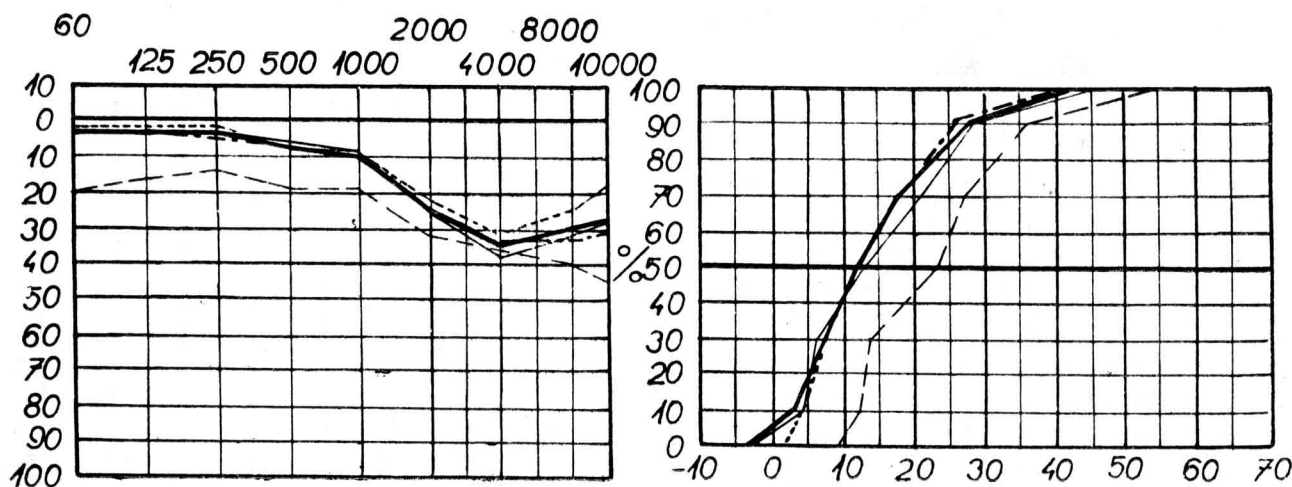
Dále nás zajímalo, jak chrániče ovlivňují interval slovního audiogramu. V první skupině byl interval 35 db, vlivem chráničů vzrostl na 45 db, tedy o 10 db. V druhé skupině vzrostl o 7 db z 42 db na 49 db, ve třetí skupině z 35 na 42 db, tedy rovněž o 7 db, ve čtvrté skupině z 36 na 44 db, tedy o 8 db. U všech 120 případů dohromady vzrostl interval z 38 na 46 db, tj. o 8 db. Krajiní hodnoty zvětšení intervalů u jednotlivých skupin byly 7 až 10 db, s průměrem 8 db.

Nakonec jsme se zabývali otázkou, jak ovlivní chrániče relativní srozumitelnost slov se středními, hlubokými a vysokými formanty. Sledovali jsme proto poměr rozuměných slov středních, hlubokých a vysokých k celkovému počtu rozuměných slov. Tento poměr by měl být v ideálním případě u normálně slyšících osob 40 : 30 : 30, tak jak jsou zastoupena slova ve 2. sestavě slovní audiometrie. Zde nás zajímalo, jak se bude tento poměr měnit vlivem chráničů (samozřejmě při potřebném zvýšení intenzity přehrávání sestavy slov).

V celé sestavě nebyl ideální poměr, tj. 40 : 30 : 30, ale vlivem větší nebo menší percepční nedoslýchavosti změněn na 43 : 32 : 25. Vlivem chráničů došlo u celého souboru ke zhoršení relativní srozumitelnosti vysokých slov o 3 %, u hlubokých došlo ke zlepšení relativní srozumitelnosti o 3 %, u středních slov se relativní srozumitelnost nezměnila.

V první skupině došlo ke zlepšení srozumitel-

Graf 6



Ochranný efekt chráničů u různých druhů nedoslýchavosti.

- případy s normálním sluchem
- · · · · případy s percepční nedoslýchavostí
- případy s převodní nedoslýchavostí
- - - - - případy s ucpanými chrániči
- ochranný efekt u všech 120 případů

nosti u hlubokých o 3 %, zhoršení u vysokých o 3 %, u středních zůstalo nezměněno. V druhé skupině byly poměry obdobné, zlepšení a zhoršení tu činilo 2 %. Ve třetí skupině došlo ke zhoršení o 3 % u vysokých, ke zlepšení o 3 % u hlubokých, srozumitelnost středních zůstala nezměněna. Ve čtvrté skupině (u ucpaných chráničů) došlo ke zhoršení u středních slov o 7 %, ke zlepšení u hlubokých o 4 %, u vysokých o 3 %. Výsledky poslední skupiny budou však pravděpodobně ovlivněny chybou malých čísel (viz tab. 1).

Celkem tedy vliv chráničů na poměrnou srozumitelnost slov se středními, hlubokými nebo vysokými formanty nebyl veliký, mírně se zlepšila relativní srozumitelnost u hlubokých, zhoršila se u vysokých a nezměnila se u středních.

Shrneme-li výsledky našich vyšetření, můžeme říci, že tlumivý efekt rezonančních chráničů na slyšení čistých tónů odpovídal při našem vyšetření údajům z literatury. Činil v nízkých frekvencích 3 db, ve středních 7—10 db, ve vyšších frekvencích 24—34 db s maximem na 34 db na frekvenci 4000 Hz. Při zkoušce čistými tóny jsme nezjistili podstatné rozdíly v tlumivém efektu u různých druhů nedoslýchavosti.

Při vyšetřování vlivu rezonančních chráničů na rozumění řeči slovní audiometrií bylo zjištěno, že chránič posunuje křivku slovního audiogramu u prahu slyšitelnosti v průměru o 8,5 db, u prahu srozumitelnosti průměrně o 12 db a u 100% srozumitelnosti průměrně o 18 db. Zároveň přitom sklání křivku mírně doprava. Vliv na rozumění řeči je přibližně stejný u různých druhů nedoslýchavosti i u normálního sluchu.

Interval slovního audiogramu se zvýšil vlivem chráničů průměrně o 8 db.

Při zkoumání poměrů relativní srozumitelnosti slov se středními, hlubokými a vysokými formanty bylo zjištěno, že vlivem chráničů se zhoršuje relativní srozumitelnost slov vysokých o 3 %, zlepšuje se relativní srozumitelnost slov hlubokých o 3 %, u středních slov zůstává nezměněna.

Tab. 1

Relativní srozumitelnost slov se středními, hlubokými a vysokými formanty v % a její změny vlivem chráničů.

Skupina podle sluchu	Střední formanty		Hluboké formanty		Vysoké formanty		Zhoršení nebo zlepšení relativní srozumitelnosti		
	Bez chr.	S chr.	Bez chr.	S chr.	Bez chr.	S chr.	Střední form.	Hluboké form.	Vysoké form.
Normální	43	43	32	35	25	22	0	+3	-3
Percepční	43	43	33	35	24	22	0	+2	-2
Převodní	43	43	31	34	26	23	0	+3	-3
Ucpané chr.	48	41	30	34	22	25	-7	+4	+3
Celkem u 120	43	43	32	35	25	22	0	+3	-3

Na podkladě našich vyšetření a hlavně na podkladě výsledků získaných slovní audiometrií můžeme tedy uzavřít, že rezonanční chrániče sluchu mírně zhoršují rozumění řeči, a to v průměru asi o 12—18 db. Vzhledem k tomu, že klidná konverzace se pohybuje v intenzitě 40—60 db a že povely jsou pronášeny v intenzitě 60 až 80 db, lze jednoznačně soudit, že použití rezonančních chráničů prakticky nezhoršuje rozumění řeči a povelů. Rezonanční chrániče splňují v podstatné míře hlavní požadavky kladené na dobrý chránič sluchu a jsou tedy vhodným prostředkem k prevenci akustického traumatu i z hlediska rozumění řeči.

Souhrn

U 120 uší 68 osob bylo sledováno, do jaké míry ovlivní použití rezonančních zvukovodových chráničů slyšení čistých tónů a rozumění řeči.

Tlumivý efekt rezonančních chráničů na slyšení čistých tónů činil v nízkých frekvencích 3 db, ve středních 7—10 db, ve vyšších frekvencích 24—34 db, s maximem 34 db na 4000 Hz. Nebyly zjištěny podstatné rozdíly v tlumivém efektu u různých druhů nedoslýchavosti.

Při vyšetřování vlivu rezonančních chráničů na rozumění řeči slovní audiometrií bylo zjištěno, že chránič posunuje křivku slovního audiogramu u prahu slyšitelnosti průměrně o 8,5 db, u prahu srozumitelnosti průměrně o 12 db a u 100% srozumitelnosti průměrně o 18 db. Zároveň přitom sklání křivku mírně doprava. Vliv na rozumění řeči je přibližně stejný u různých druhů nedoslýchavosti i u normálního sluchu.

Při zkoumání poměrů relativní srozumitelnosti slov se středními, hlubokými a vysokými formanty bylo zjištěno, že vlivem chráničů se zhoršuje relativní srozumitelnost slov vysokých o 3 %, zlepšuje se relativní srozumitelnost slov hlubokých o 3 %, u středních slov zůstává nezměněna.

Rezonanční chrániče splňují v podstatné míře hlavní požadavky kladené na dobrý chránič sluchu a jsou tedy vhodným prostředkem k prevenci akustického traumatu i z hlediska rozumění řeči.

Выводы

На 120 ушах (68 лиц) изучалось, до какой степени применение резонансных противошумов оказывает влияние на восприятие чистых тонов и речи.

Задерживающий эффект резонансных противошумов при восприятии чистых тонов составлял в области низких частот 3 db, в области средних частот 7-10 db, в области высоких частот 24-34 db, с максимумом (34 db) на частоте 4000 гц. Заметной разницы в задерживающем эффекте при разных видах тугоухости не было выявлено.

На речевой аудиограмме противошум повышает порог восприятия речи на 8,5 db, порог разборчивости на 12 db, порог 100% разборчивости на 18 db. Вся кривая при этом слегка наклоняется в правую сторону.

Что касается относительной разборчивости, то под влиянием противошума у слов, содержащих высокие форманты, она ухудшается на 3%, у слов, содержащих низкие форманты, улучшается на 3%, у слов, содержащих средние форманты, не меняется.

Summary

The authors examined at 120 ears to what a degree influences the use of resonance ear protectors the hearing of clear tones and the understanding of spoken words. The damping effect of resonance protectors on hearing of clear tones was in the low frequencies 3 db, in the middle ones 7—10 db and in the higher frequencies 24—34 db, with the maximum of 34 db at 4000 Hz. No special differences were found in the damping effect of different kinds of deafness.

In the verbal audiogram increases the protector the threshold of audibility by 8,5 db, the threshold of intelligibility by 12 db and the threshold of 100 % intelligibility by 18 db. The curve is slightly bent to the right.

The relative intelligibility becomes due to the protector at sounds with high formants worse by 3 %, improves at low sounds by 3 % and does not change at sounds of mean formants.

Literatura

- Hlaváček V. a spol.: Poškození krčních, nosních a ušních orgánů vlivem zaměstnání. SZdN, Praha 1962.
 Kiml J.: Voj. zdrav. listy 22, 112—118, 1953.
 Pachner P., Pick J.: Pracov. Lék. 9, 8, 525—527, 1957.
 Sedláček K.: Základy audiologie. SZdN, Praha 1958.
 Zbořil M., Novák J.: Voj. zdrav. listy 27, 530—532, 1958.