

Verbotonalna audiometrija

Guberina, Petar

Other document types / Ostale vrste dokumenata

Publication year / Godina izdavanja: **1999**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:257:015106>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[SUVAG Polyclinic Repository](#)

PETAR GUBERINA

VERBO-TONALNA AUDIOMETRIJA



Poliklinika SUVAG, Zagreb

ŠTAMPANO KAO RUKOPIS
SVA PRAVA PRIDRŽANA

Umnoženo u Studentskom centru, Zagreb, Savska 25.
Zagreb, 1962. g.

Pretisak
Poliklinika SUVAG, Zagreb,
1999.

Poznato je kako postoje mnogobrojna neslaganja u krivuljama tonalnog i vokalnog audiograma u prvom redu na području perceptivne gluhoće i centralne gluhoće. Zbog toga je vrlo teško ustanoviti stvarni gubitak osjetljivosti uha čije se posljedice toliko osjećaju u kliničkim pretragama, koliko u određivanju proteza i u institutima za reedukaciju gluhih.

Razlozi, koji su doveli audiometriju u takav bezizlazni položaj proizlaze iz samih principa na kojima počivaju tonalna i vokalna audiometrija.

Ovi principi, kako ćemo to kasnije vidjeti, prouzrokuju proturječje između cilja ispitivanja i metode ispitivanja.

Da bismo ispitali osjetljivost sluha, osnovno je da znamo, kako se uho odnosi prema percepciji govora; naročito je potrebno ispitati osjetljivosti uha na razne visine, koje se nalaze u govornom glasu.

Međutim, tonalna audiometrija ispituje osjetljivost uha na čisti ton, a zanemaruje ispitivanje osjetljivosti uha na tonove koje ostvaruju riječi.

Prema tome, tonalna audiometrija polazeći od čistih tonova, koji ne postoje u ljudskom govoru, ne može nam dati podatke o osjetljivosti uha na visinu, intenzitet i trajanje ljudskih glasova. Tonalna audiometrija, koja na prvi pogled izgleda kao idealna metoda da se odredi odnos uha prema visini kao i osjetljivosti uha prema raznim visinama uopće, potpuno je neuspješna na područje govora, koji je stvarno osnovni razlog ispitivanja sluha.

S druge strane, vokalna audiometrija, iako testira riječi govora, zapostavlja u izboru riječi i u onom što zovemo liste riječi, kriterije visina ("ton"), intenziteta i trajanja, a to su osnovni elementi ljudskih glasova što je prvenstveno potrebno saznati, kad se ispituje osjetljivost uha.

Ovo ograničenje metoda vokalne audiometrije proizlazi iz dva razloga: jedan je povezan s tonalnom audiometrijom, a drugi sa historijskom "slučajnošću", proizašlom iz jedne lingvističke grane (vidi str.).

Kako je tonalna audiometrija omogućila da se mjeri osjetljivost uha za čiste tonove uz variranje intenziteta, mislilo se prećutno, da je problem osjetljivosti uha za visine i za intenzitete, kao i za "tonove" govora riješen. Budući da ispitivanje osjetljivosti uha ide najprije za time da ustanovi kako se uho odnosi prema visinama, tonalna je audiometrija u prvim godinama svog razvoja (između 1929. i 1941.) zasjenila vokalnu. Međutim, kad su audiloški problemi ponovno postavili riječ kao osnovni test za precizno ispitivanje gubitaka sluha i pojačanje intenziteta, da se dođe do slušanja (tokom drugog svjetskog rata), postojala

je u fonetici i lingvistici uopće, uz neobično razvijenu fizičku analizu glasa (na pr. radovi Fletchera) metoda statističkih studija jezika u smislu njegove sintetske strukture. Ta metoda, raširena osobito u Americi, u času kad se naučna vokalna audiometrija našla na istoj razvojnoj tački sa modernom tonalnom audiometrijom, prouzrokovala je slijedeće: počelo se sastavljati liste riječi bazirajući se na statističkim podacima učestalosti glasova i riječi u datom jeziku. Iako statistička metoda može dati izvrsne rezultate, ona je nedovoljna, ako se ne uzme kvalitet glasova u govoru.

Bilo bi netočno i neoprezno podcjenjivati značajne rezultate tonalne i vokalne audiometrije, ali slijedeći imperativ time ne može nestati, tj. treba uvijek na bazi razumljivosti riječi utvrditi stvarnu sposobnost za slušanje. Ova razumljivost opet u velikome ovisi o mogućnostima, koje uho posjeduje, da čuje bolje ili lošije niska, srednja ili visoka frekvencijska područja.

Čini se da bismo mogli riješiti problem i doći do rezultata, koji bi više zadovoljavali kad bismo pomoću tonalne audiometrije dobili audiogram bliži “tonovima” govora, i kad bismo uspjeli odrediti visine “tonova”, koji se ostvaruju u govoru na osnovu samih riječi.

Drugim riječima sveukupni zbroj analitičkih opažanja mjerenja rezultata tonalne audiometrije trebalo bi da dade sintezu, koja bi odgovarala kvaliteti riječi (a posebno njihovoj visini “tonovima”), dok bi riječi u listama riječima morale dati podatak, kako uho direktno preparira različite visine i intenzitete, koji strukturiraju glasove riječi.

II Historijski pregled rješavanja problema

Problem koji smo gore iznijeli nije nov. U doba, kad se služilo samo glazbenim viljuškama za određivanje osjetljivosti uha za razne tonove, postavljalo se već otolozima sa isto toliko žestine kao danas, kad tonalna audiometrija ispituje istu tu osjetljivost pomoću aparata baziranih na modernim rezultatima elektrotehnike i specijalno primjenjene elektroakustike. Zbog toga nalazimo u raznim epohama pokušaje, koji su težili da pronađu grupe riječi, koje bi odgovarale određenim visinama i tako bi omogućile ispitivanje osjetljivosti uha za visine, koje karakteriziraju i ostvaruju u velikom dijelu riječi ljudskog govora.

Wolf, Bezold, Bloch, Reuter, Barany upotrebljavali su već od prošlog stoljeća sve što im je tadašnja nauka stavljala na raspoloženje, kako bi ispitali slušanje na osnovi visine i intenziteta glasova govora. Praktički rezultati do kojih su došli njihovi pokušaji bili su vrlo skromni usprkos ispravnosti principa, koje su zastupali, jer je poznavanje visine glasova bilo još daleko od rješenja u njihovo doba.

Treba posebno istaknuti predšasnike naše generacije, Papala i Marage. Papale se dosjetio da kombinira fizičko ispitivanje visine glasova na osnovu samih glasova. On je proučavao razumljivost riječi, kad su se rezale stanovite harmonike glasova, koje sačinjavaju dotične riječi. Papale nije mogao doći do zadovoljavajućih rezultata, jer su njegova istraživanja vršena sa prejednostavnim sredstvima. U to doba nije imao na raspolaganju ni filter ni analizatore frekvencije glasova.

Francuski naučenjak Marage opazio je, da instrumentalni akumetri, bazirani u biti na istim principima kao tonalna audiometrija, ne daju precizne indikacije o osjetljivosti uha za riječ. Onda je dao konstruirati aparat nazvan "vokalska sirena". Taj je aparat trebao pokazati kako se riječ čuje i omogućiti dijagnosticiranje bolesti uha. Klasirajući vokale u redu: u, o, a, e, i, Marago je empirijskim putem ušao u frekvencijska područja. Pošto je također izmjerio intenzitet uz koji se svaki vokal čuje, on je testirao, djelomično pomoću vokala, visine i intenziteta, te ne samo vokale, kako je on to mislio.

Ovo iskustvo pokazuje kako je važan kriterij visine glasova ljudskog govora u ispitivanju slušanja. Marage je tako došao do nekih rezultata, a da se nisu očitovale slijedeće činjenice, koje se tiču vokala, a koje su od najveće važnosti:

- 1) nije opazio da čujnost vokala nije ista za sve stupnjeve intenziteta;
- 2) on je ukinuo, kako sam kaže "uzgredne vibracije, koje nastaju u supralaringalnim rezonatorima, sačuvavši samo sastavne vibracije". (Marage, *l'Audition et ses variations*, chez l'auteur, Paris, 1923, str. 18.), što je očito izobličavalo vokale i mijenjalo područje njihovih frekvencija.

Od 1930. mogli su se koristiti rezultati elektronike i akustike uopće za istraživanje visina i intenziteta glasova ljudskog govora. Za zadnje dvije dekade raširili su se analizatori frekvencija tonova i filteri, te su mnogo pomogli u fizikalnim laboratorijima i laboratorijima telekomunikacija. Ali zbog razloga, koje smo naveli u prvom poglavlju, a koji proizlaze koliko iz precjenjivanja tonalne audiometrije, toliko iz statističke metode u lingvistici, na području audiologije došlo je do zastoja u istraživanjima visine i intenziteta glasova.

Za vrijeme i poslije Drugog svjetskog rata, tj. u času, kad se ponovno počela pridavati važnost govoru kao testu za ispitivanje sluha, pokušalo se odrediti odnose između rezultata tonalne audiometrije i rezultata postignutih listama riječi. Ali ta su se istraživanja malo obazirala na područja frekvencija ljudskog govora. Zbog toga nije napredak elektronike i akustike, napose pak napredak, koji je učinjen u konstruiranju aparata koji analiziraju ili

filtriraju frekvencije i područja frekvencija glasova, bio dovoljno primjenjen u audiloškim istraživanjima. Rezultati u vezi s visinom i intenzitetom glasova samo ljudske riječi mogli bi dakle biti daleko bolji.

Treba ipak privući pažnju na slijedeće činjenice, koje se tiču problema, kojim se bavimo:

1) na području telekomunikacije istražuje se kako riječi dobivaju i gube na razumljivosti kad su određena područja frekvencija odrezana ili dodana;

2) audiolozi nastoje da utvrde postotak gubitka sluha sa socijalnog stanovišta i tako u stanovitoj mjeri primjenjuju princip korespondencije između percipiranih visina (“tonova”) i razumljenih riječi.

Iz toga slijedi, da i u prošlom stoljeću i danas, kad je izgledalo da tonalna audiometrija rješava sve probleme ispitivanja sluha, problem visina i intenziteta glasova ljudskog govora nije nikada ostavljen po strani.

Citirat ćemo nekoliko radova koji su napisani zadnjih godina i koji brane u listama riječi principe visina i intenziteta čujnosti, primjenjujući ih na testove određene za ispitivanje osjetljivosti uha. Radi se o radovima g. Bocca, Palva i gđe. Borel-Maisonny, koji su sastavljajući liste riječi istakli na razne načine kriterije visina glasova ljudskog govora i njihovu čujnost. U svojoj listi talijanskih riječi g. Bocca se pozabavio funkcijom čujnosti, a da međutim nije zanemario fizičku stranu visina glasova. Treba priznati da je ova tačka istaknuta jedino na teoretski način, jer u njegovoj listi riječi osnovni je princip čujnost. U svojoj listi francuskih riječi namjenjenoj ispitivanju sluha kod djece gđa. Borel-Maisonny uvodi principe visine i čujnosti bazirajući se naročito za čujnost na oscilografskim podacima, a za visine na različitim podacima uvijek sa gledišta fizike. Što se tiče g. Palve, on je istakao princip visina u sastavljanju liste riječi, a u listi finskih riječi koju je sastavio, on ističe ideju, da treba izbjegavati slijed riječi, čija su područja frekvencija smještena previše visoko ili previše nisko.

Dok su g. Bocca, gđa. Borel-Maisonny i g. Palva pokušali da riješe problem proturječnosti između čistog tona i govora pomoću samih riječi, g. Manfredi je pronašao metodu baziranu na tonovima, bez obaziranja na riječi, pod uvjetom da ti tonovi predstavljaju “tonove” koje nalazimo u glasovima govora. Pošto su glasovi ljudskog govora kompleksni tonovi, g. Manfredi je uzeo za sastavljanje svog testa “tonove čija je harmonična kompozicija poznata”, dakle kompleksne tonove. “Jedan oblik vala, kaže on, pokazao se vrlo pogodan: val nazubljen kao pila”. (A. Manfredi: Examen auditif avec tons complexes, Comte rendu des séances du

Ier Congrès de la Société internationale d'audiologie, str. 58). Njegova istraživanja kao i ona prof. Hugo Bombellia dozvolila su im da zaključe da se audiometar sa kompleksnim tonovima približava vokalnoj audiometriji (op.cit.str. 59, 67.). G.H. Bombelli podvlači ipak da je “interesantni dio audiograma sa kompleksnim tonovima ograničen na srednje frekvencije, tj. na frekvencije čiji se osnovni tonaliteta kreće od 500 do 2000 Hz (op.cit.str. 63). Nasuprot tome niske i visoke frekvencije nadilaze mogućnost audiometrije sa kompleksnim tonovima “budući da niske frekvencije imaju jednoliko kretanje, i da postoji tendencija k identificiranju sa elementarnom tonalnom audiometrijom što se više približujemo visokim frekvencijama.” (op.cit.str. 68). Usprkos ograda koje su istakli samo branitelji audiometrije kompleksnih tonova i usprkos drugih problema u vezi s ovom vrstom audiometrije – kasnije ćemo se vratiti na to pitanje - audiometrija kompleksnih tonova je jedina tonalna audiometrija koja se djelomično približuje ljudskom govoru. Iako se nije služio riječima g. Manfredi je nastojao ispitati osjetljivost uha prema “tonovima” riječi. On se tako pridružuje grupi učenjaka, koji su bili uvjereni, da samo ispitivanje osnovano na tonalitetu riječi može dati zadovoljavajuće rezultate na području audiometrije.

Ipak, sva rješavanja problema visine intenziteta – čujnosti glasova govora, koja smo dosada nabrojili, nisu riješila pitanje. Prvi pokus Wolfa, Bezolda, Blocha, Reutera, Baranya, Papalea i Maragea bazirali su se na podacima eksperimentalne fonetike i fizike; samim tim oni su bili ograničeni pošto su te nauke tada bile nedovoljno razvijene. U nedavnim istraživanjima gđa Borel-Maisonny, g. Bocca i Palva susreli su se na svom putu sa fizičkom analizom frekvencija glasova, i oni su joj poklonili previše povjerenja, a njihova je metoda dakle postala ograničena zbog razloga dijametralno suprotnih. I doista oscilografska i spektografska analiza mogu nam otkriti elemente od kojih su djelomično sastavljeni glasovi ljudskog govora, ali kako ti aparati daju samo fizičke i analitičke rezultate, mi ne poznajemo područja frekvencija na kojima se najsintetičnije ostvaruje riječ ili glas; s druge strane čujnost glasova ljudskog govora ne odgovara amplitudama valova, kako ih vidimo na grafikonima elektronskih aparata (elektro-akustičkih; za spektrograf vidi str.).

Audiometrija kompleksnih tonova g. Manfredia također ne rješava problem, jer zvuk na kome je bazirana audiometrija kompleksnih tonova ne nalazi se u kompleksnim tonovima glasova riječi. Kompleksni tonovi zvuka su stacionarni proces, dok su tonovi govora tranzitorni proces. Osim toga g. Manfredi nužno izvlači zaključke iz usporedbe vokalne audiometrije i audiometrije kompleksnih tonova, pozivajući se na tip vokalne audiometrije,

koja se općenito primjenjuje. Međutim, ta vokalna audiometrija ne vodi računa, općenito uzevši, o “frekvencijama” (visinama) riječi.

Iz toga slijedi da se zaista ne može usporediti audiometrija kompleksnih tonova g. Manfredia i audiometrija bazirana na “tonovima” riječi. Odatle nije daleko do toga, da se postavi pitanje: ne može li kompleksni ton biti proizveden pomoću same riječi, da šum sa svojom tonalnom karakteristikom, ne nalazi li se u glasovima ljudskog govora čije slušanje mi želimo ispitati?

Upravo tako ćemo nastojati da riješimo ovaj problem ispitujući osjetljivost uha za razne visine (“tonove”) koje se nalaze u istovjetnom kvalitetu u govoru.

Jasno je, da nas je ovaj pravac naših istraživanja doveo do toga da najprije ispitamo neka pitanja u vezi s visinom, intenzitetom i čujnošću glasova ljudskog govora.

III Patologija uha

Metoda eksperimentalne fonetike

Problem visine tonova ljudskog govora ukazao nam se u dvostrukom aspektu: ponajprije u svojoj funkciji u listama riječi, a zatim u ocjeni tonalne audiometrije.

Pred tri godine profesor dr. Šercer, šef otorino-laringološke katedre Medicinskog fakulteta u Zagrebu, predložio nam je da sastavimo liste srpsko-hrvatskih riječi za ispitivanje osjetljivosti uha pomoću vokalne audiometrije. S obzirom na važnost koju pridajemo kriteriju visina glasova i riječi, htjeli smo naprije iskoristiti rezultate eksperimentalne fonetike specijalno akustičke fonetike, te eksperimentalne fizike. Ali, ako možemo zahvaljujući ovim naukama dobiti dovoljno jasnu predodžbu visine vokala i nekih konsonanata (na pr. s), nije to moguće za visine velikog broja konsonanata, osobito ako se ne zaboravi vrlo važna istina, tj. da je visina glasa vrlo usko povezana sa problemom intenziteta – čujnosti i trajanja. Kako to kaže J.B.Malmberg, vrlo vrstan fonetičar, koji se bavio svim eksperimentalnim metodama, koje bi mogle riješiti problem glasova: “Mi smo još slabo obavješteni o akustičkoj strukturi nekih konsonanata”. (La Phonetique, P.U.F. 1954. str. 19/.¹ Prema tome, ako danas želimo dobiti krivulju, koja tačno odražuje osjetljivost uha na glasove ljudskog govora i njegove sastavne elemente, posebno na njihove visine i intenzitet, ne možemo se zadovoljiti rezultatima

¹ Isto tako: F.Winckel; Analyse der Sprechlaute. Funk und Ton, Berlin, Band 8, Nos.1-2

akustičke analize glasa, iako je osobito spektrogram glasa unaprijedio naše poznavanje frekvencija i intenziteta formanata glasa.²

Mi ne znamo prema analizatoru frekvencija koje je od formanata (visoki ili niski, sa manjim ili većim amplitudama) najvažniji u percepciji glasova, t.j. u slušanju riječi. Sa svoje strane amplitude formanata ne pokazuju “snagu” čujnosti, jer čujnost nije samo funkcija intenziteta.

Što se tiče “Bellovog spektrografa” manja ili veća zasjenjenost kao oznaka intenziteta, ne otkriva također, a zbog istog razloga, čujnost glasova.

Prema tome ni visina, ni čujnost glasova u sintetičkom smislu, jedinom koji vrijedi u upotrebi jezika, nisu nam cjelovito dani najnovijim akustičkim analizatorima, a njihovi rezultati nisu mogli donijeti rješenje koje mi tražimo.

Mi smo dakle nastojali pronaći metodu koja bi nam mogla dati podatke o nizu svih glasova (izoliranih ili u riječima) i ukazati nam put gdje bismo našli eksperimentalni dokaz sinteze glasova kao što se čuju u jeziku.

Tokom poduzetih istraživanja na području ispitivanja osjetljivosti uha, mi smo se obratili na samo uho, odlučivši da istražujemo visinu glasova na bazi bolesti raznih dijelova uha. Budući da, u principu, transmisiona gluhoća ima kao posljedicu veću osjetljivost prema višim glasovima, a perceptivna gluhoća osjetljivost prema dubokim glasovima, ova iskustva, do kojih smo došli u suradnji sa J. Gospodnetićem i dr. I. Padovanom, pokazala su da bolesnici kod kojih je gluhoća dozvoljavala da lakše čuju visoke tonove, čuju bolje **t** nego **k** ili **p**, **m**, **b**, **v**. Nasuprot tome bolesni sa perceptivnom gluhoćom, koja omogućuje lakše slušanje dubokih tonova bolje primaju **b**, nego **p**, **p** nego **k**, **k** nego **t**, najteže glas **s**. Zna se uostalom, da su glasovi **š**, **s** najviši.

Tako je patologija uha postala metodom eksperimentalne fonetike (i fizike).

Značajni rezultati (iako do sada ograničeni), koji su postignuti na području onoga što se naziva “sintetski jezik”, a u vezi su sa sintetskom stranom glasa, mogu biti ovdje od koristi, ako se citiraju. Pozivam se na članak G. Frya, direktora Fonetskog instituta u Londonu: The recognition of synthesised speech sounds, u kome su skupljeni rezultati postignuti u Haskinskom laboratoriju u New Yorku. G. Fry nam kaže, da se konsonanti **t**, **k**, **p** mogu sintetizirati, ako se realizira kratko emitiranje glasa u trajanju od 15/1000 sekunde, a koji sadrži pet uzastopnih harmonika u seriji od 120 Hz. Kratko izbacivanje frekvencija od 360 Hz

² M. Durand: La perception des consonnes occlusives, *Studia Linguistica*, str. 110.

dovodi općenito do prepoznavanja konsonanta **p**; sva izbacivanja oko 3000 Hz daju utisak glasa **T**, dok između 720 i 2500 ima se utisak **p** ili **k** prema emitiranom vokalu. Rezultati koje objavljuje g. Malmberg u knjizi koju smo gore citirali, a koji se tiču visine glasova pokazuju paralelizam³ sa iskustvima koja su postignuta na bazi patologije uha.

Trebalo je samo ponoviti uz pomoć aparata pokuse napravljene uz pomoć bolesnog uha. U obzir su dolazili samo oni aparati, koji su dozvoljavali sintetske eksperimente. Nije dolazilo u pitanje da se upotrebe oscilografi, spektografi, jer ovi aparati daju samo analitičke rezultate, koje smo prevazišli posluživši se patologijom uha kao metodom eksperimentiranja.

Ing. Jelaković, docent Univerziteta u Zagrebu, predložio je, da se pomoću oktavnog “filtra” (passe-bande) provjere rezultati dobiveni na bazi patologije uha. Taj je aparat veoma pogodan, jer dozvoljava da se provjeri na kojim se frekvencijskim područjima neki glas ili riječ najpotpunije percipira. Drugim riječima, frekvencijsko područje, koje omogućuje najbolju razumljivost glasa ili riječi i koje prema tome prouzrokuje najmanje izobličenja, predstavlja najvažnije frekvencije u određivanju visine (“tona”) glasova i riječi o kojima se radi.

Filtar je potvrdio naša opažanja i rezultate bazirane na patologiji uha. Tako među okluzivima filter je pokazao, da je najbolja razumljivost konsonanta **p** na frekvencijskim područjima nižim od onih gdje je najrazumljiviji konsonant **k**, dok su najpovoljnija frekvencijska područja za konsonant **t** iznad onih za konsonant **k**. Filter je ponovno potvrdio opće poznatu činjenicu da su **s**, **š** najviši glasovi.

Treba osim toga upamtiti, da kad se radi o osjetljivosti uha (“mjerenoj”) u principu na bazi frekvencija, Hz), svaki glas (i svaka riječ) imaju ne samo svoje optimalno frekvencijsko područje, gdje se također očituje i optimalni intenzitet, nego da se i svako mijenjanje frekvencijskog područja t.j. udaljivanje od onog koje daju optimalnu razumljivost, dovodi do izobličavanja glasa. To se događa iako je izvor glasa ili riječi (a to je speaker) isti. Tako na pr.

³ A. Libermann, P. Delattre and F. Cooper, The role of selected stimulus-variables in the perception of unvoiced stop consonants. The American J. Psych., LXV, oct. 1952. Str. 467-516; A. Libermann, P. Delattre, F. Cooper and L. Gerstman, The role of consonant vowel transitions in the perception of stop and nasal consonants, Psychological monographs, No.379, 1954. Vol. 68, No.8; Jakobson, Fant and Halle, Preliminaries to Speech Analysis, Acustics Laboratory, M.I.T., Technical Report, No.13, 1951; M. Durand, La perception des consonnes occlusives, Studia linguistica, p. 113, 114; Eli-Fischer-Jorgensen, Acoustic Analysis of Stop Consonants, Miscellanea Phonetica, II 1954.

Ovi se radovi baziraju osobito na analitičkim (fizičkim) istraživanjima glasova ljudskog govora. Ipak treba podvući da “Sintetski govor” i važnost koju pridaju g. Durand i E.Fischer-Jorgensen receptivnoj strani govora (osobi koja sluša) nadilaze područje fizičke analize glasova. G.J.F. Schouten (Philips Technische Rundschau, Heft 10, oct. 1940) sa svoje se strane direktno pozabavio sintetskim faktorom percepcije visina.

ako izgovaramo i snimimo vokal **u**, Filtar (passe-bande) će nam omogućiti da ga čujemo kao **u** samo na jednom području niskih frekvencija. A treba podvući, da je upravo na tom istom području čujnost najjača, t.j. intenzitet izvora se najjače osjeća.

Ako se penjemo u frekvencijskim područjima, t.j. ako počnemo ukidati područje niskih frekvencija i puštamo svaki puta sve viša i viša područja, čut ćemo jedan za drugim sve vokale u ovom redu: **o, a, e, i**, dok intenzitet izvora opada s gledišta čujnosti. Isti je slučaj sa svim vokalima. Magnetska će vrpca propustiti isti snimak (t.j. snimljeni vokal), ali ako je povezana s filtrom koji propušta svaki puta samo jedno frekvencijsko područje, čut ćemo vokal koji smo snimili samo na jednom području, dok ćemo na drugim područjima čuti druge vokale (koji nisu bili snimljeni). Uzmimo na pr. vokal **o**: frekvencijsko područje niže od područja koje dozvoljava najbolju razumljivost, dat će da čujemo vokal **u**; viša frekvencijska područja od onog, koje omogućuje njegovu optimalnu razumljivost dat će nam da čujemo jedan za drugim vokale u ovom redu: **a, e, i**. Uzmimo vokal **a**: područja niža od onog optimalne razumljivosti pretvaraju se u **o**, a zatim u **u**, dok ga viša područja pretvaraju u **e**, pa i u **i**. Što se tiče vokala **e, i**, njih razumijemo kao **a, o, u**, odnosno kao **e, a, o, u**, na frekvencijskim područjima koja su ispod njihovog područja optimalne razumljivosti, dok se na frekvencijskim područjima, koja su iznad njihovog područja optimalne razumljivosti **a** čuje kao **i**, a **i** koji je najviši vokal neće više čuti kao **i**.

Ista se opažanja mogu donijeti u vezi sa konsonantima i riječima. Ima samo jedno područje frekvencija na kome glas i riječ imaju optimalnu razumljivost. Na svim ostalim područjima oni su izobličeni, oslabljeni. Na nekim područjima razumijemo drugi glas ili drugu riječ, a na nekim nastaje potpuna iskrivljenost, te možemo samo raspoznati da se radi o glasovima ljudskog govora. I ova distinkcija ("percepcija") nastaje ako smanjimo intenzitet izvora i tada uho hvata samo šum, a da ne razabire da se radi o glasu.

Razne kombinacije, realizirane tako da propuštamo različita područja frekvencija, što ima za posljedicu da čujemo različite glasove premda je izvor jednak (prije filtra), omogućuju nam da uočimo važnost visina za stvaranje i razumijevanje glasova ljudskog govora.^(3 Bis) Ako se ta

(3 Bis)

Istraživanja i rezultati H. Fletchera postignuti pomoću filtara (tip i postupak: passe-bas, passe-haut), a tiču se izobličavanja glasova jezika (vidi H. Fletcher, Speech and Hearing in communication, D. Van Nostrand, New York, 1953, shap. 18) mogu poslužiti kao indirektan dokaz za naša istraživanja i rezultate koji se tiču optimalnog područja frekvencija za svaki glas ljudskog govora. Mi smo se poslužili Siemensovim oktavnim passe-bande filtrom (Oktav-Bandpass Rel misl. 19-b).

pojava može objasniti sa stanovišta fizike, i ako interesira tu nauku samo po svojoj teoretskoj strani, audiologija treba da joj posveti punu pažnju iz više razloga, od kojih evo glavnih:

1) Ova pojava objašnjava zašto nagluhi zahvaćajući različite visine, različito razumiju i izobličavaju neke glasove ljudskog govora, iako je izvor (izgovorena riječ) isti.

2) Ona pokazuje da razne bolesti uha imaju kao posljedicu da bolesnici različito čuju razna frekvencijska područja i da kriva interpretacija nije djelo slučaja.

3) Ona upućuje u kome smjeru nagluhi tendira da razumije (što nas vodi dijagnosticiranju).

4) Pomoću filtra može se promatrati da li nagluhi bolje čuje ili razumije, ako propuštamo riječ kroz područje niže ili više prema onome, koje je optimalno za normalno uho. Tako dolazimo do problema izobličavanja i protuizobličavanja intenziteta, a osobito izobličavanja i protuizobličavanja frekvencija.

IV – Nova metoda ispitivanja sluha

Verbo-tonalna metoda

A. – Principi

Sa dvije posljednje tačke prethodnog poglavlja prevazišli smo teoretske zaključke, koje smo mogli donijeti na temelju promatranja bolesnog uha, a uz pomoć filtra i prelazimo na područje ispitivanja sluha na bazi frekvencija (Hz), čiji su izvori bili u glasovima ljudskog govora (riječi i rečenice), dakle u jeziku.

Budući da:

1) Možemo percepcijom (sintezom) odrediti područje frekvencija (oktava, polu-oktava, itd.) na kome je svaka riječ najrazumljivija;

2) Upravo to područje sa stanovišta visina (Hz) oblikuje tu riječ;

3) Svaki puta možemo odrediti kroz koja područja riječ prolazi;

4) Uspijevamo, pomoću riječi, smanjujući intenzitet emitiranja i varirajući područja po volji, stvoriti izvor određen u frekvenciji i intenzitetu, zaključujemo da se audiometrička ispitivanja sluha mogu izvršiti na bazi frekvencijskih područja (Hz) stvorenih pomoću glasova ljudskog govora. S obzirom na mogućnost filtra, ovim putem mogu se ispitivati i detekcija (prag

čujnosti) i distinkcija (gornji supraliminarni prag).⁴ Takva audiometrička metoda dovodi nas do audiometrije koja se bazira na područjima frekvencija i na glasovima ljudskog govora (riječima). Zbog toga smo ovu metodu nazvali “verbo-tonalnom audiometrijom”, a aparat koji je konstruiran na bazi te metode “verbo-tonalnim audiometrom”.

Verbo-tonalna audiometrija ispituje detekciju (prag čujnosti), distinkciju (percepciju glasova: donji supraliminarni prag) i razumljivost (gornji supraliminarni prag) pomoću glasova ljudskog govora, čija su frekvencijska područja, koja im daju optimalnu razumljivost, unaprijed poznata, zahvaljujući filtru, ili koja omogućuju da znamo koje je frekvencijsko područje kod kojeg su glasovi (riječi) kao testovi propušteni. Na pr. područje između 600-900 Hz, 600-1200 Hz, 600-1500 Hz i t.d.

Ispitivanje se vrši pomoću riječi reproduciranih na magnetofonskoj vrpci, - intenziteti, koji se mogu mjeriti, su različiti. Glasovi – riječi su u principu emitirani – reproducirani na određenim frekvencijskim područjima (Hz) i tako se u stvari mjeri osjetljivost uha na te frekvencije.

Nivo “nula” intenziteta reprodukcije je različit za svaku oktavu (za svako frekvencijsko područje); drugim riječima uzima se onaj nivo na kome normalno uho čuje prvi šum glasa (riječ, rečenice) – odnosno, ako je to praktičnije – onaj na kome je najbolja razumljivost glasa (riječi, rečenice).⁵ Polazeći od minimuma intenziteta, koji postepeno raste, najprije se pojavljuje detekcija (prag čujnosti “treshold”), a da se još ne zna da li se radi o glasovima ljudskog govora. Kad se pojačava intenzitet, dolazi se do distinkcije (percepcije glasova: donji supraliminarni prag): tj. postajemo svjesni da se radi o glasovima ljudskog govora, ali se još ne razumije riječ. Tek pošto se još pojača intenzitet, dolazi do razumijevanja riječi. Detekcija, distinkcija “percepcija” i razumljivost riječi variraju s gledišta intenziteta reprodukcije iz oktave u oktavu.

⁴ Više volimo termin distinkcije nego percepcije, jer se tu radi o mogućnosti distingviranja (razlikovanja, shvatanja), da imamo posla s glasovima ljudskog govora. Termin percepcije može dovesti do pomutnje, jer se u biti primjenjuje u svim pragovima čujnosti.

Što se tiče pridjeva donji i gornji, koje smo dodali uobičajenim terminima supraliminarnog praga, uveli smo ih stoga što je bilo potrebno istaknuti da distinkcija glasova predstavlja nivo intenziteta vrlo različit od praga razumljivosti glasova. Kako ćemo kasnije vidjeti, ova dva testa isto tako predstavljaju dva različita mjerenja osjetljivosti uha.

⁵ Budući da se nivo nula uspostavlja na bazi normalnog uha isto tako kao i apsolutni nivo (svaki prag posebno), te relativni nivo (razlika u decibelima između raznih pragova), mjerenje može biti izvršeno u principu na temelju bilo kog praga.

Rezultat se postiže prema odgovoru, t.j. prema stupnju intenziteta (veličini intenziteta kojom je riječ reproducirana na magnetofonskoj vrpci) na kojem je subjekt uhvatio zvuk (imao detekciju), osjetio glas ljudskog govora (distingvirao, imao percepciju, distinkciju), razumio (imao razumljivost) glasova ljudskog govora, riječi izabраниh po tonalnom principu.

B. Aparat: Verbo-tonalni audiometar

Konstruirali smo “verbo-tonalni audiometar”, koji odgovara zahtjevima verbo-tonalne audiometrije. Ovo su karakteristike tog aparata.

Akustičke se vibracije pretvaraju pomoću mikrofona (1) u električne vibracije pojačane pomoću predpojačala (2), prolaze kroz filter (električni passe-bande, oktavni filter, poluoktavni, trećinskooktavni, filter od oktave i pol i t.d. (3). Zatim u pojačalu snage (4) pojačavaju se i ponovo pretvaraju u zvučniku u zvučne vibracije (5). Pojačalo ima instrument čija se ljestvica za mjerenje intenziteta reprodukcije penje po jedan decibel (vidi sliku 1/. (5).

Ispitivanja koja su izvršena po ovoj metodi, pokazala su da svaka riječ ima svoju “zonu” frekvencija (oktavu, i t.d.) u kojoj se najbolje vrši njena detekcija, distinkcija i razumljivost. Rijetki su slučajevi da je ta “zona” šira od jedne oktave. Iako možemo naći riječi, čija se na pr. optimalna razumljivost nalazi na frekvencijskom području poluoktave ili čak manjem, nije apsolutno potrebno, da smanjimo oktavu, jer nam veličina oktave omogućuje da istaknemo više formanta jednog glasa (osobito kod glasova, koje nazivamo kompaktnima).

Ako se za ispitivanje detekcije i distinkcije (“percepcije”) namjerno služimo područjima koja ne daju optimalnu razumljivost određenim glasovima, oktava ili nešto slično ostaje ipak za preporuku zbog vrlo neodređenog karaktera tonaliteta glasova.

Primjera radi, dat ćemo nekoliko riječi frekvencijskih područja na bazi oktave, koja im daju maksimalnu razumljivost. Ispitivanja su vršena pomoću Siemensovog “Oktav-Bandpass” (Rel misl 19 b) filtra. Iako je ovaj filter vrlo koristan za vrijeme istraživanja, bolje je da se ne upotrebljava za snimanje verbo-tonalnim audiometrom, jer ima samo dvije mogućnosti kombinacija oktava, a njegovo prigušivanje izvan propusnog područja (osobito kad se radi o najvišim frekvencijama) ne odgovara uvijek u potpunosti zahtjevima cjeline verbo-tonalne metode.

Povećanje prigušivanja – izvan propusnog područja – prema prigušenju postignutim gore spomenutim Siemensovim filtrom ne predstavlja nikakve tehničke poteškoće.

Preporučujemo filtre koji prigušuju za 60 decibela izvan propusnog područja.⁶

Sa Siemensovim filtrom moguće su ove dvije kombinacije oktava. Mi smo ih upotrebili za naša ispitivanja:

Dajemo primjere frekvencijskih područja optimalne razumljivosti za neke francuske riječi:

ou	-	III a	qui	-	VI b
vous	-	IV b	chien	-	VII b
dé	-	V a	scie	-	VIII a
pipe	-	VI a			

Najniža frekvencijska zona (područje) ovih riječi nalazi se između 15 – 300 Hz (III a), a najviša između 4.800 – 9.600 Hz (VIII a) riječ scie).

Dajemo isto tako frekvencijske zone bazirane na oktavi nekoliko srpsko-hrvatskih riječi:

beba	-	IV a	kapa	-	VI a
medo	-	IV b	ti	-	VII a
pada	-	V a	sići	-	VIII a ⁷

C. Testovi

Pošto nam verbo-tonalni audiometar omogućuje ispitivanje detekcije (šuma) glasova, distinkcije (percepcije) i njihove razumljivosti, testovi se dijele u tri kategorije: a) test detekcije, b) test distinkcije (percepcije), c) test razumljivosti.

⁶ Htjeli bismo ovdje zahvaliti g. Pierre Chavasseu, direktoru laboratorija telekomunikacija, što nam je omogućio isprobavanje nekoliko filtara, te smo tako mogli ocijeniti njihovu vrijednost.

I a	-	37,5	-	75 Hz	I b	-	50	-	100 Hz
II a	-	75	-	150 Hz	II b	-	100	-	200 Hz
III a	-	150	-	300 Hz	III b	-	200	-	400 Hz
IV a	-	300	-	600 Hz	IV b	-	400	-	800 Hz
V a	-	600	-	1200 Hz	V b	-	800	-	1600 Hz
VI a	-	1200	-	2400 Hz	VI b	-	1600	-	3200 Hz
VII a	-	2400	-	4800 Hz	VII b	-	3200	-	6400 Hz
VIII a	-	4800	-	9600 Hz	VIII b	-	6400	-	12800 Hz

⁷ Htjeli bismo naglasiti da se do ovih rezultata došlo u toku istraživanja i samo pomoću uha istraživača. Moguće je, da su pokusi za određenje frekvencijskih područja optimalne razumljivosti napravljeni u uvjetima potrebnim u momentu konstrukcije aparata s najvećom osjetljivošću, mogli donekle izmijeniti frekvencijsko područje nekih riječi, ali potpuno je razumljivo da to ništa ne mijenja u našem izlaganju, kao ni u principima verbo-tonalne audiometrije.

a) Test detekcije (prag čujnosti)

Budući da detekcija znači hvatanje prvog šuma kompleksnog tona govora u njegovom prvom javljanju, možemo se poslužiti izoliranim riječima, riječima sa ili bez smisla (logatomima) i malim rečenicama. S obzirom na stanje naših ispitivanja najbolje je da se uzmu jedan ili dva logatoma, koji prolaze kroz sva područja ili kroz gotovo sva i koji snimljeni kroz frekvencijska područja filtra, predstavljaju svaki puta visine (Hz), određeno frekvencijsko područje dano glasovima govora. Predlažemo čak da se uvedu jedan ili dva logatoma, koji bi mogli poslužiti za ispitivanje detekcije (praga čujnosti) bilo koga bez obzira na materinski jezik.

Test za detekciju mogao bi se sastaviti i na bazi transfera, tj. na bazi nove sinteze glasova, koji se osnivaju na sastavnim elementima glasova (implozija, eksplozija, aspiracija). Tako bi se dobilo eksperimentalno mjerilo, kod koga bi ipak izvor ostao glas ljudskog govora, riječ.

U stvari se ispituje osjetljivost za kompleksni ton i to je jedino što detekcija hvata.

Ipak treba imati neku mjeru za detekciju na osnovi frekvencija, koje daju najbolju razumljivost stanovitim riječima u slučaju, kad bi ispitanik imao izobličenje u intenzitetu i u frekvencijama (potanje o tome na str.).

Ako se u ispitivanju detekcije služimo vokalima: u, o, a, e, i (iza kojih slijede riječi kao chien, scie), treba paziti na različitu čujnost vokala u času snimanja. Inače je ispitivanje pomoću vokala i nekih konsonanata kao š vrlo zgodno, jer kako poznajemo njihova frekvencijska područja, mogu se snimati na magnetofonsku vrpcu bez filtra (potanje o tome na str.).

Služeći se i metodom transfera možemo eksperimentalnim putem doći do spoznaje kakav je auditivni sistem bolesnog uha.

Ali kako smo već prije rekli, baždarenje treba obaviti vrlo pažljivo, jer u protivnom možemo doći do neispravnih rezultata.

Što se tiče dužine riječi, dobro je da se služimo jednosložnim riječima ili dvosložnim sa dva jednaka sloga. Preporučamo opreznost, jer nam detekcija treba dati sliku o tome kako subjekt čuje jedno frekvencijsko područje emitirano pomoću glasova ljudskog govora. A dobro je da to frekvencijsko područje bude što više jedinstveno. Jasno je da tamo gdje bi drukčije postavljeni cilj zahtijevao šira područja, ova sugestija ne bi više važila.

b) Test distinkcije (“percepcije”)

Test distinkcije (“percepcije”) treba dati subjektu izvor, koji bi omogućio ispitivaču da vidi počevši od kog stupnja intenziteta subjekt počinje shvaćati, da se radi o glasovima ljudskog govora.

Test distinkcije ima vrlo veliku važnost: poznato je naime kako zbog mnogih razloga neka riječ postaje razumljiva iako zapravo subjekt nije čuo sve glasove, može se dogoditi i protivno. Prema tome ispitivanje sluha mora raspolagati mjerom koja omogućuje da se čuju glasovi govora uz razumijevanje, osobito kad imamo mogućnost da vršimo takvo ispitivanje u željenom frekvencijskom području.

Rezultat ispitivanja percepcije bit će nam s druge strane jedini putokaz da odredimo u slučajevima dislalije, da li se radi pri lošem razumijevanju dislaličara o poremećajima govora ili o poremećajima sluha.⁸

Filtrirani test:

Da bismo bili sigurni da ispitujemo distinkciju “percepciju” glasova govora u određenom tonalitetu, izabrane se riječi propuštaju kroz određena područja filtra tj. reproducira se takav izvor pomoću magnetske vrpce.

Budući da ima slučajeva da neko uho može doći do razumljivosti riječi, dok je intenzitet reprodukcije tek na stupnju distinkcije, preporučuje se upotreba jedne ili dvije riječi bez smisla (logatoma), te da ih se propušta kroz razna frekvencijska područja. Na taj način riječ će biti manje razumljiva, dok distinkcija (“percepcija”) neće biti ometana. Rezultat, koji se dobije, daje nam diagram osjetljivosti uha na glasove ljudskog govora u određenom frekvencijskom području.

Test distinkcije sa riječima koje prelaze kroz frekvencijsko područje koje im daje optimalnu razumljivost, potreban je također iz dva razloga: 1) da bi se znalo kako i s kojom razlikom u decibelima subjekt prelazi od percepcije k razumijevanju riječi; 2) da bi se možda konstatiralo, da se radi o “recrutementu”. U tom slučaju razumljivost riječi može doći na

⁸ Htjeli bismo privući pažnju na važnost ispitivanja osjetljivosti uha ne samo na razne tipove gluhoće nego i za poremećaje u govoru. Efekt će se osjetiti pri reedukciji. Ako dislaličar ponavlja na pr. stalno k iako mu se govori k i t dok u diktatu razlikujemo ta dva glasa, poremećaj će se moći objasniti njegovim posebnim slušnim sistemom. Zadatak reedukatora i audiologa bit će prvenstveno u tome da otkrije taj sistem.

nekim područjima (ili na svim područjima) na nivou intenziteta na kojem se javlja distinkcija (“percepcija”).

Da ne bi došlo do izraza mentalno dopunjavanje (*la suppléance mentale*) i različita čujnost glasova, bolje je služiti se logatomima.

Nefiltrirani test:

Iako je bolje, da se test distinkcije (“percepcije”) glasova filtrira, jer tako dobivamo tonalnu sliku, korisno je ipak ispitivati distinkciju (“percepciju”) i pomoću nefiltriranih riječi, ali za koje smo unaprijed odredili frekvencijsko područje njihove optimalne razumljivosti. Rezultati, do kojih dolazimo ovakvim testom, ne daju nam potpuno tačnu sliku percepcije tonaliteta, ali saznajemo na kom nivou intenziteta subjekt razlikuje glasove sa svim njihovim sastavnim elementima.

Riječi za testiranje mogu biti sa jednim ili dva sloga, sa ili bez smisla. Bolje je služiti se jednosložnim logatomima, da bi se psihološki faktori sveli na minimum. Međutim, jasno je, da treba testirati sa jedno ili dvosložnim riječima, koje imaju smisla, ako želimo znati točnu razliku u decibelima, koja je u običnom govoru potrebna da uho pređe od percepcije k razumljivosti.

Ako se služimo vokalima (iza kojih slijede riječi tipa *chien, scie*), treba i u ovom slučaju dodati istu primjedbu kao kod testa detekcije.

C. Test razumljivosti

Izvor su testa riječi čije je frekvencijsko područje optimalne razumljivosti poznato. Postignuti rezultat daje nam diagram osjetljivosti uha na riječi koje se nalaze na određenim frekvencijskim područjima.

S obzirom na mentalna dopunjavanja u testovima razumljivosti i na teškoće, da se odredi intenzitet koji odgovara glasovima raznih osjetljivosti, premda asimilacije čujnosti igraju važnu ulogu, bolje je da se testira više serija riječi.

Filtrirani test. – Budući da ovaj test treba dati istinski diagram socijalne funkcije uha, služimo se prije svega riječima koje imaju smisao.

Katkad je korisno služiti se također logatomima, da bi se bolje mogli kombinirati odnosi čujnosti visina i čujnosti glasova koji sastavljaju riječi. Logatom osim toga, kako je poznato, umanjuje ulogu mentalnog dopunjavanja.

Izabrane riječi, sa ili bez smisla, mogu biti jedno ili dvosložne. Kako se obično u listama riječi služimo dvosložnim riječima, verbo-tonalna audiometrija zadržava isti broj slogova kad ispituje razumljivost.

Brzo i uspješno ispitivanje može se izvršiti pomoću filtriranih vokala iza kojih slijede kratke riječi sastavljene od glasova vokala **e, i** (na pr. thé, shien, scie). Da bi filtrirana riječ bila što manje defomirana, bolje je da se kod snimanja na magnetofonsku vrpcu služimo filtrom koji omogućuje više kombinacija oktava (vidi str.) ili poluoktava.

Nefiltrirani test. – Budući da je svaka riječ razumljiva na određenom frekvencijskom području i da mi želimo pronaći koji je nivo intenziteta potreban, da subjekt čuje riječ tako, kako je ona dana u govoru, ispitivanje razumljivosti vrši se isto tako pomoću nefiltriranih riječi, međutim, treba unaprijed odrediti koje im frekvencijsko područje daje optimalnu razumljivost.

Na prvi pogled izgleda, da su vokali najprikladniji za ovo ispitivanje. Međutim, iako mi radimo takav test zbog brzine i praktičnosti, treba da budemo oprezni i da ne zaboravimo slijedeće karakteristike: 1) vokali su po trajanju duži nego konsonanti, te zato postignuti rezultat ne daje pravu sliku sluha; 2) kad se vokalima daje intenzitet koji oni imaju u običnom razgovoru, mnogo se bolje čuju nego konsonanti. Specijalno vokali, koje nazivamo kompaktnima (kao **u**) pokazuju fizičke kvalitete, koje u mnogome olakšavaju njihovo slušanje – primanje.

Kad se na magnetsku vrpcu snimaju vokali, koji treba da posluže za ispitivanje razumljivosti, treba vrlo pažljivo izmjeriti intenzitet kod početka emitiranja dotičnog vokala, te kontrolirati zvučnost i zvučnu snagu na izlazu.

Što se tiče logatoma za njih je još mnogo važnija primjedba koju smo stavili povodom testova razumljivosti ostvarenih nefiltriranim riječima. Nefiltrirana se riječ lakše čuje i zato postoji opasnost od mentalnog dopunjavanja.

Važnost filtra u testovima razumljivosti. - Kako možemo odrediti frekvencijsko područje optimalne razumljivosti za svaku riječ, moglo bi se iz toga zaključiti, da je dovoljno testirati razumljivost nefiltriranim riječima. Dva su važna razloga koja se tome protive:

1) Mjerenje frekvencija (Hz) ostvaruje se samo globalno pomoću nefiltriranih riječi; osim frekvencijskog područja koje daje riječi optimalnu razumljivost javljaju se manje važni formanti. Dok to za normalno uho nije važno, bolesno uho, koje se ponaša po “svojim zakonima” može katkada biti osjetljivo za neki formant, koji nije nikad odlučujući za normalno uho. To se vidi iz činjenice, da nagluhi, bez obzira kakvo je oboljenje, čuju najbolje vokale.

To se objašnjava time, što su vokali najniži glasovi. Ali to ne odgovara istini, jer vokali pokrivaju skoro sve tonalitete govora. A osim toga može se zapaziti, da čim vokalima oduzmemo pomoću filtra jedno frekvencijsko područje, oni sasvim mijenjaju akustički aspekt (perceptivni aspekt) i to na izrazitiji način nego konsonanti. Filtrirani izvor vokala može se osjetiti samo na jednom frekvencijskom području, i upravo to područje daje mu optimalnu razumljivost.

Prema tome tonaliteti ne mogu imati odlučujuću važnost pri najboljem primanju vokala. To što se nefiltrirani vokali bolje čuju, što vokali koji imaju dulje trajanje spram konsonanata i periodičniji oblik, ističu za uho sve svoje formante na vrlo osjetljiv način, a slušanje samo jednog formanta, makar i najmanjeg, može dovesti do razumljivosti vokala.

Trajanje je dakle vrlo značajno za integraciju glasova.⁹

Eto zašto, iako subjekt daje zadovoljavajuće odgovore na test sastavljen od vokala, ne treba da se u to previše pouzdamo. Međutim, ako subjekt ponovi jedan umjesto drugoga, može se smatrati, obzirom na iskustva stečena s filtrom, da je uho osjetljivo u pravcu onih frekvencijskih područja koja stvaraju taj vokal, koji je subjekt mislio da je čuo. U tom slučaju test pomoću vokala može biti koristan, ali je naučno baziran samo ako se istovremeno služimo filtrima.

2) Budući da se frekvencijska područja optimalne razumljivosti određuju pomoću normalnog uha, došlo bi se do previše općenitih zaključaka za bolesno uho, kad se ne bi to isto uho podvrglo ispitivanjima drugih frekvencijskih područja na bazi razumljivosti riječi. Uopće nije dokazano, kako smo ranije rekli, da bolesno uho bolje čuje na istom frekvencijskom području, koje je za razumljivost optimalno za normalno uho. Zato, kad se vidi, da neko uho nije osjetljivo na području optimalne razumljivosti, propušta se riječ kroz druga područja i tek

⁹ Tako bi došlo do definicije slušanja (percepcije) glasova govora u zavisnosti od percepcije frekvencije, od uloge intenziteta za itegraciju glasova i percipiranju frekvencija i od trajanja, koje bi olakšavalo integraciju glasova na osnovi vrlo ograničenog broja formanata.

tako se utvrđuje optimalno područje za bolesno uho. Ovakav je rezultat od neobične važnosti kako za diagnosticiranje tako i za propisivanje proteza. Ovim se ispitivanjem može naročito otkriti i dokazati distorzija (izobličenje) frekvencija.

V Audiogrami verbo-tonalne audiometrije

Slika broj dva pokazuje formular po kome se radi verbo-tonalni audiogram.

Kako se vidi apscisa označuje označuje frekvencijska područja sa po jednom riječi tipičnom za svako područje. Intenzitet se unosi na ordinati. Vrlo je velika sličnost ovog formulara verbo-tonalne audiometrije sa formularom tonalne audiometrije.

Kao što se može vidjeti iz ove studije verbo-tonalna audiometrija omogućuje izrađivanje audiograma: a) detekcije, b) distinkcije (percepcije), c) razumljivosti riječi.

Ispitivanja koja dozvoljava verbo-tonalna audiometrija omogućuje izradu:

- a) generalnog verbo-tonalnog audiograma;
 - b) specifičnog verbo-tonalnog audiograma;
 - c) kombiniranog verbo-tonalnog audiograma.
- a) Generalni verbo-tonalni audiogram daje diagram detekcije (t.j. prag osjetljivosti na šum ljudskog govora), distinkcije (percepcije) i razumljivosti riječi. Detekcija šuma može se izvršiti vrlo brzo i ona ima u prvom redu kliničku važnost.
- b) Specifični verbo-tonalni audiogram treba pokazati u smjeru kojih visina (Hz) dolazi do distinkcije ("percepcije") i razumljivosti riječi. Zahvaljujući verbo-tonalnom sistemu možemo saznati prema kojim frekvencijama je "usmjereno" bolesno uho.

Prema tome saznajemo ne samo da je došlo do izobličenja frekvencija, nego i kakvog je tipa to izobličenje.

Isti će nas diagram (specifični) točno obavijestiti o eventualnim izobličenjima intenziteta. Specifični verbo-tonalni audiogram može nam pokazati, kad se radi o izobličenju osjetljivosti (t.j. on pokazuje da li uho čuje bolje neki glas, koji se normalno slabije čuje i u kojim uvjetima.

Na formularu se označuje znakom () osjetljivost, koja je usmjerena prema višim glasovima, koji se ujedno i bolje čuju, a znakom () protivan slučaj.

Specifični verbo-tonalni audiogram zahtjeva mnogo više vremena nego generalni verbo-tonalni audiogram, ali se vidi kolika mu je važnost za dijagnosticiranje i određivanje proteza.

c) Kombinirani verbo-tonalni audiogram postiže se tako da se kombinira verbo-tonalna metoda sa metodom liste riječi. Radi se ovako: najprije se skupljaju podaci o stanju sluha na bazi lista riječi, a zatim se izrađuju audiogrami kojima se služimo ispitujući sluh na osnovi lista riječi (vrsta vokalne audiometrije). Tek se nakon toga izravno pristupa izrađivanju verbo-tonalnog audiograma, koji se sastoji u tome, da se promotri na kojim se frekvencijskim područjima nalaze riječi koje pacijent nije razumio.

Mali priručnik u formi indeksa sadržavao bi podatke o frekvencijskim područjima, na kojima se riječi najbolje razumiju, i uputio bi audiologa, kako da izradi kombinirani verbo-tonalni audiogram. Za pojednostavljenje rada moglo bi se uz svaku riječ liste riječi označiti na kojem je području njezina optimalna razumljivost.

Kombinirani verbo-tonalni audiogram daje u stvari dobar dio podataka kao i specifični verbo-tonalni audiogram, pa se preporuča, da se radi svaki puta, kada je iz tehničkih razloga nemoguće da se izradi specifični verbo-tonalni audiogram.

Prema tome pomoću verbo-tonalnog audiometra mogu se izraditi tri vrste audiograma. Svaki za sebe čini jednu cjelinu i daje sliku sluha. Različiti ciljevi koji se postavljaju iziskivat će katkada samo izradu gneralnog audiograma, a katkad će se osim toga morati izraditi i specifični audiogram i kombinirani audiogram.

Generalni verbo-tonalni audiogram detekcije mora se uvijek izraditi, jer on daje prag čujnosti različitih "tonova" na osnovu riječi. Audiogram detekcije mogao bi se nazvati jednostavnim generalnim verbo-tonalnim audiogramom. On se dobiva, kako već znamo, ispitujući osjetljivost na šum. S obzirom na naročita frekvencijska područja, "stvorena" pomoću glasova govora (riječima) ili izabranim kombinacijama ("transferom") sastavnih elemenata glasova (vidi str.).

Ako ima mogućnosti, da to napravimo, vrlo je korisno, kad se služimo verbo-tonalnim audiometrom, osobito pri izradi specifičnog i kombiniranog verbo-tonalnog audiograma, da se snimaju na magnetofonsku vrpcu riječi testa i odgovori subjekta.

VI

Iz svih opažanja, koja su do sada učinjena, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1) Verbo-tonalni audiometar omogućio bi, da se ispitujući sluh riječima, dobije audiogram koji bi predstavljao pravo stanje sluha.

2) Verbo-tonalni audiometar olakšao bi diagnosticiranje raznih tipova gluhoće na bazi tonalnih podataka kompleksnih zvukova i šumova na osnovi glasova govora.

3) Verbo-tonalni audiometar određuje stvarni gubitak sluha u svakoj frekvencijskoj zoni, baziranoj na oktavi, polu-oktavi, i t.d.

4) Budući da možemo propuštati istu riječ kroz razne oktave i s različitim intenzitetima, kako bismo vidjeli da li subjekt pokazuje distorziju s gledišta frekvencija, verbo-tonalna audiometrija dopušta ispitivanje distorzije u frekvencijama.

5) Verbo-tonalni audiometar omogućuje isto tako ispitivanje distorzije intenziteta, uopće poznate pod imenom "recrutement". Razlika u decibelima između detekcije, percepcije i razumljivosti riječi predstavlja u osnovi pojave poznate pod imenom liminarne i supra-liminarne osjetljivosti. Detekcija predstavlja prag minimalne osjetljivosti uha; percepcija se već nalazi bliže supra-liminarne osjetljivosti nego liminarne. Razumljivost spada sasvim u supra-liminarnu osjetljivost. Može se dogoditi, da subjekt, pošto je detektirao riječ, s povećanjem intenziteta razumije odmah riječ, iako povećani intenzitet odgovara samo pragu distinkcije. Tu se javlja distorzija intenziteta. S druge strane ima slučajeva na nekim frekvencijskim područjima da se odmah dolazi do razumljivosti s intenzitetom, koji odgovara detekciji, a da se ne pojave prag detekcije i percepcije. I tu se radi o "recrutementu".

U oba slučaja treba se također pozabaviti distorzijom frekvencija (v.točku 4.)

6) Prema ovim karakteristikama verbo-tonalne audiometrije, a osobito prema zaključcima, koje smo istakli u paragrafima 4 i 5, može se zaključiti o važnosti verbo-tonalne audiometrije za izradu novih tipova proteza i za propisivanje proteza.

Zahvaljujući ovoj metodi može se u prvom redu izraditi proteza s ukidanjem stanovitih frekvencija (vidi točku 4). Budući da neka bolesna uha mogu razumjeti riječi u oktavi koja se razlikuje od oktave optimalne razumljivosti, dovoljno je da gluhoća prouzrokuje distorziju u frekvencijama, da se dotični nagluhi ponaša drukčije nego normalno uho u odnosu na oktave najbolje razumljivosti riječi. S obzirom da se glasovi, odnosno riječi, rasprostiru na visokim i niskim frekvencijama, kod gluhoće, koja je posljedica oboljenja unutarnjeg uha, subjekt vrlo

često može čuti niske frekvencije; prema tome, jasno je, da takav nagluhi može imati mogućnosti da razumije riječi s visokim glasovima (na pr. chien, VII, ili si VIII oktava) na nižim oktavama.

Percepcija svih formanata jednog glasa nije neophodna za razabiranje glasa, čak i u zoni, koju nazivamo govornom zonom. Nasuprot tome, ako zadržimo sva područja, pa čak i ona, koje bolesno uho ne može integrirati, to povećava šum, koji sprječava slušanje i integraciju formanata, koje bolesno uho može integrirati.

Proteza s eliminiranjem nekih frekvencijskih područja mogla bi možda riješiti problem društvenog života nekih nagluhih ljudi. Iz tog razloga trebalo bi ponovno preispitati važnost trajanja i pojačanje intenziteta na određenim područjima.

Pošto znamo da intenzitet utječe na visinu glasa, možemo uvidjeti množinu kombinacija da bismo došli do razumljivosti riječi metodom ukidanja nekih frekvencijskih područja.

7) Zaključci, kojima smo završili paragraf 6 dovode nas do pitanja zašto nagluhi bolje čuju ljudski glas i riječ posredstvom filtriranog mehanizma. Često je zapaženo da nagluhi bolje čuju na telefon, nego direktan glas. Osim ostalih razloga, koji se obično navode, nije neoprezno pomisliti, da telefon, režući neka frekvencijska područja, olakšava razumljivost riječi mnogim ušima. Tako bi kod primanja glasa telefonom imali u osnovi dva faktora: prvi se povezuje s time da je izvor, glasovi onog koji govori, transponiran kroz filter, a drugi se tiče slušača, koji hvata frekvencijska područja prema sistemu svojstvenom oboljelom uhu, na način koji se vrlo razlikuje od načina normalnog uha.

Dosada se tumačilo, da nagluhi katkada lakše razumije riječi preko telefona radi većeg intenziteta izvora, ali to objašnjenje ne rješava potpuno problem. Ima slučajeva, da nagluhi ne čuju riječi direktnim putem bez obzira na jak intenzitet emitiranog glasa, dok na telefonu razumije te iste riječi emitirane manjim intenzitetom.

Naša nas istraživanja dovode do zaključka, da nagluhi bolje čuju riječi prenesene preko telefona, jer telefon režući stanovita frekvencijska područja, a specijalno visoka, ukida ujedno šum, koji se kod perceptivne gluhoće stvara na visokim frekvencijskim područjima.

Telefokomunikacijskim laboratorijima bilo bi možda od koristi da na tom području vrše istraživanja.

VII Verbo-tonalna audiometrija i sada practicirana audiometrija

Kako se verbo-tonalna audiometrija služi riječima i “tonovima” (frekvencijskim područjima) kao testovima, moglo bi se u prvi čas pomisliti, da bi ta metoda mogla zamijeniti tonalnu i vokalnu audiometriju. Međutim, nije tome tako.

1) Verbo-tonalna audiometrija i tonalna audiometrija.

Pošto se verbo-tonalna audiometrija služi “tonovima” (Hz) riječi, ona se samim tim ograničava na tonalna ispitivanja, koja se ostvaruju preko riječi. Testiranje tonova, koji se ne mogu proizvesti glasovima govora, ne može se ni izvršiti. Tačno je, da se filtrirajući neku riječ dolazi do toga da se ispituje subjekt u vrlo visokim tonalitetima (frekvencijskim područjima) koja mogu preći i 8000 Hz. Međutim to je u principu moguće samo u slučajevima, kad se ispituje distorzija riječi (osobito kod detekcije i percepcije). Test razumljivosti na osnovi verbo-tonalne metode teško će preći 5000 ili 6000 Hz.

Što se tiče ispitivanja, koja se vrše bez filtra, ako se radi sa svim potrebnim oprezom, ne može se smatrati, da prelaze frekvencije od 4000 ili 5000 Hz (zbog toga što se na visokim frekvencijama glasovi jedne riječi uzajamno asimiliraju). Jedino bi testiranje izoliranim konsonantima kao što su š, s, dalo tonalni izvor iznad 4000 ili 5000 Hz; međutim, jasno je, da se ne možemo služiti često takvim testovima za ispitivanje razumljivosti riječi.

Nasuprot tome tonalna audiometrija omogućuje testiranje visine (Hz) sve do krajnje granice visine tonova, koje je uho kadro da čuje. Sveukupno iskustvo do kojeg se došlo pokusima sa čistim tonovima i njihove mnogobrojne primjene ispitivanja sluha u slučajevima traumatizma i drugim, te na području supraliminarne audiometrije (vidi o tome M. et Cl. Portmann, Précis d'audiométrie clinique, Masson, édit. 1954. str. 51-85) dokazuju, da je tonalna audiometrija vrlo dragocjena metoda i bogata smislom.

2) Verbo-tonalna audiometrija i vokalna audiometrija.

Služeći se riječima verbo-tonalna ih audiometrija upotrebljava samo da bi se proizveo izvor frekvencijskih područja za testiranje. Osim toga te su riječi u principu filtrirane i radi toga gube neke od svojih harmonika (“tonova”, “visina”, Hz), koje i za normalno uho, a pogotovo za bolesno mogu biti od velike važnosti za razumijevanje riječi. Što se tiče čujnosti glasova, koja igra često odlučujuću ulogu za razumijevanje govora, i ona je osiromašena filtriranjem, jer kako smo već rekli, čujnost i intenzitet idu paralelno sa frekvencijskim područjima optimalne razumljivosti.

Verbo-tonalna je audiometrija u biti audiometrija, koja se osniva na kompleksnom tonu i na zvuku – šumu (glasu riječi), ona predstavlja novu metodu tonalne audiometrije ili točnije “frekvencijske” (frekvencijska područja) audiometrije zbog toga što riječi, koje verbo-tonalna audiometrija upotrebljava treba da pokažu, kako je uho osjetljivo na razna frekvencijska područja emitirana tim samim riječima.

Međutim, samo vokalna audiometrija bazirana na listi riječi, predstavlja najvjerniji tip govora i slušanja preuzevši tako najznačajniju ulogu na području ispitivanja osjetljivosti uha. Tačno je, da su nas u mnogome radio i telefon navikli na filtrirani govor, ali filtriranje još nije umanjilo slušanje direktnim putem.

Time nije rečeno, da vokalna audiometrija počiva na neoborivim principima i da ne može direktno koristiti rezultate verbo-tonalne audiometrije. Već smo naglasili (v. str.) da je vrlo korisno protumačiti krivo shvaćanje testiranih riječi sa gledišta frekvencijskih područja, koja daju optimalnu razumljivost tim riječima. Postignuti rezultat ukazuje nam koja frekvencijska područja najčešće izbjegnu nekom uhu, a koja su ona, koja najčešće zauzimaju njihovo mjesto. Iz istog razloga dali smo sugestiju, da se objavi indeks koji bi dozvolio svim audiolozima da vrlo brzo upoznaju frekvencijska područja koja omogućuju najbolju razumljivost stanovitim riječima, tim više što su upravo frekvencijska područja ta koja olakšavaju razumijevanje riječi.

Ova nas je koncepcija dovela do toga, da zamislimo kombinirani audiogram (v. str.).

Jasno je, da će čak lista riječi vokalne audiometrije biti efikasnija što više vodimo računa, sastavljajući je, o faktorima, glasovima govora, na koje naše uho reagira različito po svojoj funkcionalnoj i patološkoj receptivnosti. Bilo bi dobro, da se u listi riječi uz princip statistike frekvencija glasova i riječi govora primjeni i kriterij visine i čujnosti glasova (vidi već izvršene pokušaje, str.). Da bi ocijenili čujnost glasa, treba posebno pripaziti na akcentat, koji u svim jezicima pojačava, ne samo vokale, nego i konsonante, a u jezicima gdje postoje uzlazni i silazni akcenti, akcentat, prema tome da li je uzlazan ili silazan, može pojačati konsonant koji slijedi, ili prethodi naglašeni vokal. Isti se problemi postavljaju, ako se za testiranje sluha upotrebljavaju rečenice; intenziteti intonacije mogu mnogo toga izmijeniti čak i kad se misli, da su sastavljene rečenice s neutralnim afektivnim sadržajem.

Ako dakle znamo, da je pojačanje intenziteta jedan od najvažnijih načina, da se iskuša osjetljivost uha, osobito bolesnog, onda se problem akcenta i čujnosti uopće nameće kao glavni princip u sastavljanju liste riječi. Koristeći rezultate akustičke fonetike, prema kojima

intenzitet utječe i na visinu, možemo još svjesnije iskoristiti svojstva čujnosti glasova u sastavljanju liste riječi.¹⁰

Ako se sastavi lista riječi pridajući svu potrebnu važnost citiranim faktorima i ako se naznači – kako smo to već rekli – koje frekvencijsko područje daje optimalnu razumljivost svakoj riječi na listi riječi, može se biti uvjeren, da vokalna audiometrija može korisno poslužiti kod ispitivanja sluha.

VIII ZAKLJUČAK

Verbo-tonalna audiometrija bazirana je na kriteriju frekvencijskih područja “stvorenih” pomoću glasova ljudskog govora i počiva na teoriji koju su više puta, na više načina, pokušali primijeniti u audiologiji. Može se čak reći, da principi, koji su u osnovi i vokalne i tonalne audiometrije, iako dovode do primjena sve udaljenijih od verbo-tonalne baze, ipak uvijek spadaju u teorije, koje povezuju govor i tonalnost. Ako izabrane metode nisu imale uspjeha, ili su propadajući bacile u zasjenak cilj zbog koga su one stvorene, uzrok je u nedostacima metoda, a ne u cilju, koji su sebi postavljale. I tako današnja tonalna audiometrija ne može riješiti problem osjetljivosti za frekvencijska područja, koja nalazimo u riječima, a vokalna je audiometrija previše siromašna, da bi zadovoljila na području naučnog ispitivanja frekvencijskih područja, koje je toliko važno, kad se testira uho.

Prema tome, trebalo bi verbo-tonalnu audiometriju pridodati i tonalnoj i vokalnoj audiometriji: tonalnoj bi audiometriji pružila izvor tonova, koji bi odgovarali govoru, a vokalnoj audiometriji frekvencijska područja, koja daju optimalnu razumljivost govoru. Iako verbo-tonalna metoda zadire u područje druge dvije audiometrije, sada u upotrebi, ona ostaje u svojoj osnovi i svojim primjerima prije svega na području tonalne audiometrije.

Primjene verbo-tonalne audiometrije čine nam se dovoljno bogate, pošto testovi odgovaraju fiziološkim i patološkim problemima uha. Ispitivanje detekcije, distinkcije, (“percepcije”) i razumljivosti u verbo-tonalnoj audiometriji, premda se osniva na nultom nivou normalnog uha, može se odmah pretvoriti u sistem, koji počiva na patologiji uha. To se osobito vidi u testovima distinkcije (“percepcije”) ili razumljivosti, gdje se može testirati oboljelo uho, tako

¹⁰ Pošto su pred tri godine postavljeni ovi principi za vokalnu audiometriju na bazi liste riječi, u Zagrebu je formirana radna grupa, u kojoj su bili g. J. Gospodnetić i dr. I. Padovan. Liste riječi sastavljene na temelju ovih principa i medicinske obrade dr. Padovana, pokazuje da ovako sastavljene riječi daju zadovoljavajuće rezultate. Specijalne liste riječi koje sam načinio i popratio slikama za testiranje dječjeg uha, učinjena je na bazi istih principa. I ova lista daje zadovoljavajuće rezultate, kako nam to pokazuje uspjeh postignut zahvaljujući medicinskoj obradi, koju je izvršio dr. Padovan.

da se vidi kako se ponaša prema raznim frekvencijskim područjima, kroz koja propuštamo riječ. Tako dajemo novi dokaz ideji, da bolesno uho ima svoje zakone i pravilnosti. Treba naučno zahvatiti njegov sistem. Verbo-tonalna metoda čini nam se vrlo prikladna, da otkrije strukturu bolesnog uha prouzrokovanu stanjem bolesnog uha i njegovim mogućnostima, koje su bez sumnje obogaćene posebnim ponašanjem čitavog tijela (vidi naš članak “à propos du sens tactile pour la compréhension de la parole. Journal français d’O.R.L., vol. IV., avril – mai 1955 n 3.¹¹ Omogućujući ispitivanje na svakom frekvencijskom području liminarnog praga (detekcije), donjeg supraliminarnog praga (“percepcije”) distinkcije i gornjeg supraliminarnog praga (razumljivosti), verbo-tonalna metoda može analizirati i sintetizirati polja onih ušiju, koja pokazuju distorziju. Evo zbog čega može biti vrlo uspješna u ispitivanju distorzije intenziteta i frekvencija. Protetske primjene (vidi str.). i eventualna primjena u telekomunikacijama proizlaze iz tog istog karaktera verbo-tonalne audiometrije. Tako verbo-tonalna metoda, proizašla iz proučavanja glasova pomoću bolesti uha, u svojoj se cjelokupnosti vraća k bolesnom uhu.

Iako ta metoda izgleda privlačna, treba ipak spomenuti dvije vrste poteškoća, koje je mogu oslabiti.

a) Prva vrsta poteškoća može proizići iz samog ispitivača, ili ako se zadovoljava da ispita samo detekciju, koja izgleda da je dovoljna za kliničke potrebe; ili htijući da proširi test ispita distinkciju (“percepciju”) i razumljivost samo s nefiltriranim glasovima ili riječima. U oba slučaja metoda može dati samo približni rezultat, pošto se ne koristi sveukupnost metode. A upravo ispitivanje bolesnog uha kao cjeline, daje najbolje rezultate.

Ako ispitivač smatra opravdanim, da izvrši brzi pregled osjetljivosti uha, savjetujemo mu, da ispita barem detekciju filtriranim putem. Detekcija izvršena filtriranim putem omogućiti će mu, da ustanovi prag čujnosti na bazi određenih frekvencijskih područja danih glasova govora. Taj će test biti potpuniji, ako se bazira na izvoru frekvencija preispitanim i provjerenim "Bellovim" spektrografom. “Transfer”, kako smo već rekli, bio bi naročito interesantan u tu svrhu.

b) Drugi tip poteškoća može biti tehničke prirode. Filtar treba da dozvoli snimanje na magnetofonsku vrpcu glasova govora ili govor, propuštajući ih svaki puta kroz drugo frekvencijsko područje. Filtri dakle treba da su vrlo precizni i da stvaraju prigušenje od

¹¹ U tom istom članku iznijeli smo prvi puta principe verbo-tonalne metode (oktobar 1954.).

najmanje 50 decibela izvan propusnog područja. Frekvencijska područja treba izabrati na taj način, da daju optimalnu razumljivost (ako izaberemo takav test). S druge strane riječ ili riječi, koje propuštamo kroz različita frekvencijska područja moraju se širiti kroz cijelo izabrano područje. Ako filtri ne ispunjavaju ove uvjete, i ako nema potrebnog prigušenja, rezultati mogu biti iskrivljeni.¹²

Zbog toga savjetujemo (vidi str.) upotrebu filtra sa mnogobrojnim kombinacijama frekvencijskih područja i sa prigušivanjem koje prelazi 50 decibela. Kontrola “Bellovim spektrografom” ne smije se također zapostaviti, dok će “transfer” (vidi str.) u testu detekcije i distinkcije (“percepcije”) biti naročito podesan, jer bi pružio sastavne elemente testa, koji bi odgovarali govoru, a eksperimentalno bi bili određeni. Ali jasno je samo po sebi, da će filtri s karakteristikama, koje smo gore zahtjevali (i upotrebljeni kao što je prije opisano), biti najbolja kontrola testova za verbo-tonalnu audiometriju. U slučaju neslaganja rezultata tokom provjeravanja testova, koji treba da se uvedu u verbo-tonalni audiometar, filter treba smatrati odlučujućim.

Isto je tako potrebno s tehničke strane pridati mnogo pažnje baždarenju intenziteta (zvučne snage, čujnosti), koja će se mijenjati prema frekvencijskim područjima i sastavnim glasovima izvora (testa).

Treba znati za sve testove, da je intenzitet (zvučna snaga, čujnost) jači na područjima, koja daju najbolju razumljivost glasovima, riječima. Intenzitet (zvučna snaga, čujnost) smanjuje se s udaljavanjem od područja optimalne razumljivosti.

Izrađujući test detekcije dovoljno je da konstruktor izmijeni intenzitet (zvučnu snagu, čujnost) šuma. Za distinkciju (“percepciju”) treba isto tako voditi računa o tome, da svi glasovi, usprkos istom intenzitetu izvora nemaju istu čujnost na istom području optimalne razumljivosti. Mjerenje intenziteta – čujnosti na ulazu i izlazu – treba da su još detaljnija za distinkciju (“percepciju”) nego za detekciju.

Baždarenje za razumljivost koja dostiže viši nivo intenziteta nego za detekciju i percepciju, treba da je vrlo tačno, jer u testovima razumljivosti koji se rade filtriranim riječima, propuštamo riječ kroz njihova područja optimalne razumljivosti. A ta se opet razumljivost stvara ne samo na osnovi frekvencijskih područja i fizičkog intenziteta, nego djelomično i na

¹² Ako se liječnici direktno služe filtrom vršeći ispitivanja verbo-tonalnom metodom, preporučuje se da filtri imaju istu tačnost kao i filtri, koji služe za snimke za verbo-tonalni audiometar.

bazi posebne čujnosti različitih glasova. Problem je još osjetljiviji stoga, što čujnost glasova ne ide uporedo s jačanjem intenziteta.

Intenzitet nefiltriranih riječi, koje služe kao osnova testu razumljivosti, morat će biti još pažljivije baždaren nego intenzitet filtriranih riječi, jer dok filtrirane riječi predstavljaju u većini određene cjeline, nefiltrirane riječi se ne mogu odrediti eksperimentalnim putem.

Želim podvući ove teškoće, za koje bi netko drugi pomislio da se mogu lako riješiti, oslanjajući se na činjenicu, da su svi testovi za ispitivanje sluha baždareni unaprijed i na osnovu normalnog uha.

Ima u tome dosta istine i jasno je da i mi baždarimo na temelju normalnog uha. Ali kako pridajemo mnogo važnosti mogućnosti koju pruža verbo-tonalna metoda u ispitivanju slušnog sistema bolesnog uha, htjeli smo privući pažnju na sve teškoće, koje mogu predstavljati glasovi govora.

Ako je tehnička strana riješena i ako ispitivači nastoje da se posluže svim mogućnostima verbo-tonalne metode, nadamo se da će postignuti rezultati biti ohrabrujući, kao što su bili rezultati koje smo mi dosad postigli.¹³

Ako čitav problem, koji smo nastojali riješiti nije iscrpljen, ipak mislimo da smo doprinjeli njegovom osvjtljenju, a naši će napori biti nagrađeni ako drugi uspiju da ga prodube i upotpune.

¹³ Verbo-tonalna metoda je eksperimentalno provjeravana do danas pomoću aparata opisanih na str. “La Société Electronique Médicale et Industrielle (17, rue Monbrun, Paris, XIV) i ing. Alexandre Ubersfeld upravo konstruiraju model aparata verbo-tonalnog audiometra, koji se osniva na verbo-tonalnoj metodi.