

Filozofski fakultet, Zagreb
Centar za rehabilitaciju sluha i govora

Dr Petar Guberina, profesor

METODOLOGIJA VERBOTONALNOG SISTEMA

I

Verbotonalna metoda sastavni je dio jednog sistema koji u istraživanju koristi riječi i slušanje riječi.¹ Dosad se istraživanje zasnivalo na efektima filtriranja; na transmitiranju u dva ili više vremenskih intervala frekvencijskih isječaka koje proizvode glasovi; na emisiji glasova u funkciji vremena i na slušnoj percepciji koja proizlazi iz gornjih transformacija. Te su transformacije, također, rezultat eksperimentiranja s drugim parametrima govornih glasova do kojih se dolazi na osnovi ovakvog istraživanja, tj. na osnovi istraživanja parametara govornih glasova. Naročita je važnost u tim istraživanjima poklonjena funkciji tijela kao cjelini, koje djeluje kao receptor i kao transmitter (u slobodnom polju kao i preko slušalica ili vibratora postavljenih na razne dijelove tijela, npr. dlan, zapešće, lakat, sternum, clavicula, obraz, zubi temporalna kost, mastoid, vertex itd.).

U uobičajnim istraživanjima fizička se analiza sastoji u tome da se prouče komponente emitiranih govornih glasova koje služe onda i kao osnovica za razumijevanje fenomena slušanja ili fenomena percepcije na kortikalnom nivou. Moglo bi se misliti da je osnovna pretpostavka verbotonalnog istraživanja u suprotnosti s osnovnim postavkama dosada uobičajenog istraživanja koje se odnosi na percepciju zvučnih signala, kao što npr. proizlazi ako se usporede rezultati analiza verbotonalnog sistema s rezultatima sonografskih i kimografskih analiza. U stvari istraživanje po verbotonalnom sistemu predstavlja proširivanje dosadašnjeg istraživanja.

Nema nikakve sumnje da postoje četiri karike u komunikacionom lancu: emisija, transmisija, percepcija i reprodukcija, te da su te karike međusobno povezane. Emisija — (re) produkcija prouzrokuje percepciju na isti način kao što je percepcija rezultat emisije → (re)produkcije. Zbog toga ne može biti ni-

¹ Termin »verbotonalna metoda« koristi se uglavnom kad se verbotonalni sistem primjenjuje na područje gluhoće (verbotonalna audiometrija, verbotonalna rehabilitacija sluha). Teorija verbotonalnog sistema zasniva se na verbotonalnim parametrima i njihovoj primjeni na svim mogućim područjima, kao npr. na području korekcije govornih mana, korekcija izgovora u učenju stranih jezika, u telekomunikacijama ili u teoriji slušanja uopće.

kakve kontradikcije u komunikacionom lancu između fizičke strane emisije i strukturalne strane percepcije (slušanja govora).

Verbotonalni sistem zasniva se na proučavanju kako mozak percipira govor na osnovi osjeta sluha za govor. On niti negira niti uključuje psihološke faktore koji izravno ili neizravno utječu na razumijevanje govora. Verbotonalni sistem često koristi kao stimulus, u nekim svojim istraživanjima, logatome (riječi bez smisla) da bi odstranio utjecaj psiholoških faktora. Iako verbotonalni sistem stoji na stanovištu da nema kontradikcije između fizičke strane emisije i strukturalnog rezultata percepcije, metodologija istraživanja je drugačija. Materijal koji se koristi za testiranje zasniva se na svim komponentama govornog glasa; inače bi istraživanje komunikacionog lanca sa stanovišta slušne percepcije bilo nestvarno. Istraživački postupak zasniva se na upotrebi govornih glasova kao stimulusa: na taj se način može istražiti percepcija govornih glasova bez obzira na emitirane forme tih glasova, što je osnovni kriterij dosadašnjih istraživanja koje polazi od percepcije govora u funkciji širokog spektra frekvencija koji inherentan emitiranoj formi govornih glasova. Osim toga, treba istaći da se fizička analiza emitiranih glasova u dosadašnjim istraživanjima definira linearnim kriterijima: pri tome da se koriste razni analizatori frekvencija, tj. metode koje zanemaruju strukturalnu vrijednost riječi. U takvim analizama mogu se dobiti jedino podaci o fizičkim parametrima glasova u funkciji vremena i intenziteta, a u stanovitim slučajevima, kao npr. u spektrografskim analizama, mogu se sagledati intenziteti i frekvencije govornih glasova u funkciji vremena. Rezultati takvih istraživanja su nepotpuni, a mogu dovesti do krivih zaključaka.

Mi smo svjesni da je teško kvantificirati osnovne premise verbotonalnog sistema jer se on ne zasniva (1) niti na stimulusima čistoga tona koji se može naučno definirati, niti (2) na fizičkim komponentama govornih glasova koji se mogu kvantificirati pomoću uobičajenih analizatora glasova.

Ipak, eksperimenti u okviru verbotonalnog sistema dali su stanovite objektivne podatke. Prije svega treba uočiti da se komponente emitiranih glasova mogu promatrati sa strukturalnog stanovišta, tj. stanovišta koje nije zasnovano na linearnim analizama. Istraživanje komponentata emitiranih glasova u verbotonalnom sistemu zasniva se (1) na njihovu međusobnom odnosu, (2) na upotrebi najefikasnijih dijelova glasa (dakle kvantitativno ograničenje!), (3) na transmisiji u intervalima frekvencijskih isječaka koje proizvode govorni glasovi, (4) na efektima slušanja i razumljivosti transmisije govornih glasova pomoću nelinearnih sistema. Zaključci do kojih dolazimo takvim postupcima u istraživanju otkrivaju fizičke komponente govornih glasova koje ne otkrivaju ni dosadašnje metode ni dosadašnji analizatori. Budući da su percepcija i emisija govornih glasova u međusobnoj vezi, struktura koju pronalazimo putem percepcije otkriva u glasu ne samo postojanje i veličinu fizikalnih komponentata, kao što su akustička snaga i formanti, nego otkriva i diskontinuirane kombinacije različitih isječaka svake komponente govornog glasa. Kao primjer takvih rezultata možemo uzeti one rezultate koji se dobivaju (1) iz kombinacije frekvencijskih područja ispod i povrh konverzacione zone dok su istovremeno konverzaciona područja eliminirana, ili (2) iz diskontinuirane kombi-

nacije dvaju ili više područja konverzacione zone koji su u međusobnom nelinearnom odnosu sa stanovišta intenziteta.

Verbotonalni sistem, istražujući prvenstveno na osnovi percepcije, tj. sa strukturalnog stanovišta, ističe (1) da je vrijeme strukturalni faktor, (2) da su ograničena frekvencijska područja dovoljna da se pod određenim uvjetima govor razumije, (3) da kombinacije frekvencija i intenziteta u diskontinuiranoj formi i sa stanovišta frekvencija i sa stanovišta intenziteta dovode do razumljivosti govora, (4) da čitavo tijelo radi i kao receptor i kao transmiter, (5) da je napetost rezultat agonističkih i antagonističkih mišića i (6) da pauza predstavlja aktivnost. Ove osnovne komponente govornih glasova kombinirane na poseban način stvaraju bogatije mogućnosti za njihovu fizičku strukturu i tada ne dolazi do kontradikcije sa samom percepcijom govornih glasova.

Ova se suglasnost dobiva ako se uzme percepcija kao osnovni kriterij u procjavanju slušanja i razumijevanja govora. Parametri koji se odnose na govorne glasove (vrijeme, frekvencija, intenzitet, tijelo u smislu tjelesne vodljivosti ili koštane vodljivosti, napetost i pauza) korišteni u strukturalnom smislu sačinjavaju osnovne parametre istraživanja u verbotonalnom sistemu kojemu je polazna tačka percepcija. Ovi parametri imaju u verbotonalnom sistemu posebno značenje i posebne mogućnosti međusobnih kombinacija i integracija pa ćemo ih sada pokušati objasniti.

II

INTENZITET

Intenzitet se može proučavati pomoću parametara koji nisu u skladu s akustičkom snagom sa stanovišta jednog određenog fizičkog nivoa. Možemo kazati da isječak akustičke snage glasa —i— koji se obično ne uzima u obzir kao npr. dio spektra od 3200 Hz — 6400 Hz može biti od veće važnosti nego svi drugi dijelovi spektra glasa —i—. Tako, ako propustimo vokal —i— kroz oktavni filter opazit ćemo da oktava 3200 Hz — 6400 Hz daje najbolju razumljivost vokalu —i—. Ako propuštamo isti vokal kroz druge oktave koje imaju akustičku snagu mnogo većih amplituda, glas —i— čut će se kao —u— između 150 Hz i 300 Hz, kao —o— između 300 Hz i 600 Hz, kao —a— između 800 Hz i 1600 Hz i kao —e— između 1600 Hz i 3200 Hz.

Tako, ako proučavamo intenzitet sa stanovišta percepcije možemo otkriti da postoje akustička snaga ili intenzitet na frekvencijskim područjima gdje se inače to ne opaža ako se koriste uobičajeni analizatori frekvencija. S druge strane ista amplituda akustičke snage može proizvesti različite fiziološke efekte. Kao dokaz može nam poslužiti različita osjetljivost ljudskog sluha na tonalitete koje proizvode različiti govorni glasovi. Tako, ako hoćemo da razumijemo glasove —s— kao u riječi see ili —š— kao u riječi shoe ne trebamo istu veličinu akustičke snage koja nam je potrebna da bismo razumjeli vokal —o—. Drugim riječima, akustička snaga govornih glasova treba da bude fizički definirana ne samo sa stanovišta jednog fizičkog parametra (kao npr. 0.0002 mikrobara) nego također, što je mnogo važnije, u funkciji one akustičke snage koja je potrebna za razumljivost. To je od velike važnosti zbog toga što će se stvoriti i fizička saturacija i fiziološka distorzija ako glasove —s— ili —š— prenosimo preko jednog sistema koji daje jednaku akustičku snagu za sve glasove.

Intenzitet koji proizlazi iz kombinacije diskontinuiranih frekvencijskih područja, kao u slučajevima gdje se eliminira konverzaciona zona, može da proizvede razumljivost. Ako se od glasa —i— prenese s dovoljnom akustičkom snagom jedino frekvencijsko područje od 2400 Hz — 4800 Hz, normalno će uho percipirati glas —i—. Utišavajući ovo frekvencijsko područje dolazimo do nivoa ispod praga razumljivosti i glas —i— ne može se više percipirati. Ako sada propustimo frekvencijsko područje od 200 — 400 Hz zajedno s utišanim frekvencijskim područjem od 2400 — 4800 Hz dolazimo do praga razumljivosti vokala —i— i percipiramo tako dobro —i— kao da ni jedno frekvencijsko područje nije bilo niti eliminirano niti utišano. Tako opažamo da — ako kombiniramo jedno područje niskih frekvencija s jednim područjem visokih frekvencija jednog glasa ili jednog sloga, dok istovremeno eliminiramo frekvencijsko područje koje se obično smatra kao konverzaciono područje — akustička snaga ima u najmanju ruku s fiziološkog stanovišta drugačiju vrijednost nego što to pokazuju uobičajeni analizatori.

Ako koristimo frekvencijsko područje koje proizvodi glas —i—, kao npr. područje od 2400 — 4800 Hz koje ima akustičku snagu ispod praga razumljivosti, zajedno s drugim frekvencijskim područjem, kao što je područje od 200 — 400 Hz, opaža se da je kombinacija ovih područja važna za razumljivost. Treba istaći da normalno uho percipira vokal —u— ako se vokal —i— prenosi samo preko područja 200 — 400 Hz. Ako se frekvencijsko područje 2400 — 4800 Hz prenosi istovremeno s nižim područjem, iako je akustička snaga višeg područja nedovoljna za razumljivost, normalno će uho percipirati —i— kao da je čitav frekvencijski spektar prenošen nefiltrirano. Da se bolje uočī problematika navest ćemo slijedeće: vokal —i— percipira se kao —i— ako ga propustimo s dovoljnom akustičkom snagom samo kroz više područje (2400 — 4800 Hz). Međutim, ako nisko područje, kao što je područje 400 — 800 Hz, prenesemo istovremeno s gore spomenutim višim područjem (2400 — 4800 Hz) normalno će uho percipirati vokal —e—.

Iako spomenuti rezultati nisu za sada dovoljno razumljivi, očito je da kombinacija diskontinuiranih frekvencijskih područja utječe na parametar intenziteta. Ovakvi rezultati će se, također, opaziti ako se u slične uvjete postave parametri frekvencije i vremena. Znamo sada da percipiramo vokal —e— ako glas —i— prenosimo istovremeno preko frekvencijskih područja 400 — 800 Hz i 2400 — 4800 Hz, dok ako transmitiramo taj isti vokal —i— istovremeno kroz područja 200 — 400 Hz i 2400 — 4800 Hz tada percipiramo glas —i—. Međutim, glas —e— s visinskog stanovišta niži je od glasa —i—. Iz toga proizlazi da struktura koja rezultira iz kombinacije diskontinuiranih frekvencijskih područja ima posebne zakone koje je moguće definirati.

NAPETOST

U teoriji verbotonalnog sistema napetost je definirana kao rezultat suprotstavljanja između agonističke i antagonističke grupe mišića u proizvodnji govornih glasova. Napetost je, prema tome, faktor koji predstavlja za normalnu osobu uvjetovan refleks pri čemu bitno posreduju servo-mehanički faktori (kinestetski, slušni, taktilni, proprioceptivni), dok neki od ovih faktora nedostaju ili su u distorziji kod osoba s oštećenim sluhom.

PAUZA

U izražavanju naših misli pauza je uključena u intonaciju, ritam i napetost. Posebno je važna u efektivnom izrazu gdje se ona očituje u produženju konsonanata (naročito u bezvučnim okluzivnim konsonantima) ili između rečenica koje su u logičkoj vezi (ne mogu ići van, previše je vruće). U ovim slučajevima, kao i u onim gdje pauza označava prelaz ili prekid, fizička baza pauze je prisutna i možemo je uvijek uočiti zajedno s drugim fizičkim parametrima kao što su frekvencija i (odnosno) vrijeme. Ritmička uloga pauze je od naročite fiziološke važnosti i funkcionira kao **da** ili **ne**, a može se i fizički definirati.

VRIJEME

Fizički parametar vremena općenito se promatra samo sa stanovišta kontinuiteta kao što to vidimo u uobičajenim analizatorima govora. Uzmimo za primjer spektrografsku analizu frekvencije i intenziteta u funkciji vremena. Drugi načini vremenske analize jesu analize trajanja sloga ili reakciono vrijeme u smislu proteklog vremena između stimulusa i odgovora.

Uloga vremena može biti istraživana s drugog stanovišta: npr. mi možemo prenijeti različita frekvencijska područja jednog glasa u različitim vremenskim intervalima (jedno frekvencijsko područje prenosi se kasnije od jednog drugog). Ako prenosimo u dva različita i određena vremenska intervala (koja saznajemo eksperimentalnim rezultatima zasnovanim na percepciji), različita frekvencijska područja dvosložnog sissi, vrijeme percepcije frekvencija je suprotno vremenskim intervalima u kojima je izvršena emisija i transmisija dotičnih frekvencija (pogledaj u slijedećem poglavlju).

FREKVENCIJA

Govorni glasovi proizvedeni govornim organima uz moduliranje zračne struje, dok prolazi kroz nazalne i usnene šupljine, obično se analiziraju u funkciji frekvencija za vrijeme emisije, a prije njihove transmisije i percepcije. Može se, dakle, reći da su obično frekvencije glasa proučavane sa stanovišta emisije, dok se zanemaruje proučavanje percepcije frekvencija koje proizvode govorni glasovi. Većina misli da su visina glasa i intonacija osnovani na prvom formantu koji proizlazi iz vibracije glasnica uz pobuđivanje stanovitih rezonantnih prostora kao što su larinx i farinx. Važnost različitih formanata (središta energije govornih glasova) istraživana je na osnovi akustičke snage formanata i na osnovi broja formanata i to onako kako pokazuje linearna i kontinuirana frekvencijska analiza, o čemu smo govorili ranije. Npr. mnogi istraživači su došli do zaključaka da su prva tri formanta najvažnija za raspoznavanje određenih glasova, dok bi prva dva formanta bila najvažnija za neke druge glasove itd. Važno je zapaziti da uglavnom nije bilo ništa spominjano o relativnoj važnosti istovremenog kombiniranja nižih formanata s višim formantima uz eliminiranje onih koji su između gornjih i donjih. Prije nekoliko godina istraživači, koji su težili razvoju umjetnih glasova, posumnjali su u gore spomenute opće zaključke budući da takva metodologija nije omogućavala veće uspjehe sintetiziranja govornih glasova.

Što se tiče muzičkih tonova bilo je dokazano, s različitog stanovišta (Schouten), da se osnovni ton čuje iako je eliminiran tehničkim sredstvima. To bi značilo da struktura preostalih tonova dovodi do percepcije osnovnog tona.

Ako se govorni glasovi proučavaju sa stanovišta percepcije, kao što to čini verbotonalni sistem, frekvencije koje proizvode glasovi mogu biti istraživane s drugog stanovišta. Prije su sva istraživanja na području verbotonalnog sistema omogućila da se dođe do zaključka da svi dijelovi govornog spektra imaju perceptivnu vrijednost iako u nekim slučajevima dosadašnji analizatori frekvencija nisu mogli da utvrde postojanje tih frekvencija. Drugo, istraživanje diskontinuiranih frekvencijskih područja govornih glasova može dovesti do zaključka da percepcija govornih glasova proizlazi iz diskontinuirane kombinacije različitih formanata ili iz diskontinuirane kombinacije svih govornih parametara o kojima smo govorili ranije. Npr. kombinacija jednog određenog formanta uz komponentu »prelaza« ili »pauze« može dovesti do percepcije toga govornog glasa. Vidjeli smo da najbolje percipiramo vokal —i— ako ga istovremeno propuštamo kroz oktavna područja između 200 — 400 Hz i 2400 — 4800 Hz.

Proučavanje formanata i drugih parametara govornih glasova sa gore spomenutog stanovišta, tj. sa stanovišta percepcije dovelo je do zaključka da frekvencije koje proizvode govorni glasovi uglavnom ne odgovaraju akustičkoj snazi ili linearnoj podjeli frekvencija kao što to pokazuju uobičajeni analizatori frekvencija. To se može dokazati činjenicom što npr. vokal —i— proizvodi najveću amplitudu akustičke snage između 200 — 400 Hz, a na tom području mi ne čujemo glas —i— samo ako ga propuštamo kroz oktavno područje 2400 — 4800 Hz ili 3200 — 6400 Hz, a na tim je područjima akustička snaga glasa —i— sasvim neznatna.

Ako glas —i— propuštamo kroz niža oktavna područja nego što je oktavno područje 2400 — 4800 Hz, mi nećemo percipirati vokal —i—, nego druge vokale kao što su —e—, —a—, —o—, —u—. Ovaj način istraživanja pokazuje također da je vokal —i— najviši sa stanovišta percepcije glasovnih visina. Redosljed vokala sa stanovišta visinskih percepcije idući od nižih prema višima jest slijedeći: —u—, —o—, —a—, —e—, —i—.

Pokazano je također da frekvencije koje su inherentne govornim glasovima mogu proizvesti percepciju glasova koji se razlikuju od emitiranog glasa ako su frekvencije emitiranog glasa transmitirane različito u funkciji vremena. Percepcija frekvencija proizvedenih govornim glasom, također će varirati u funkciji vremena emisije glasa u odnosu na druge glasove. Na primjer ako vokali —a—, —e—, —i—, —o—, —u— prolaze kroz frekvencijsko područje od 400 — 800 Hz bit će svi percipirani kao —o— ako je njihova emisija izvršena u stano vitim minimalnim razmacima vremena kao što je to npr. razmak od 2 sekunde (frekvencijsko područje 400—800 Hz je optimalno za razumljivost vokala —o—). U takvim uvjetima jedan glas neće utjecati na percepciju drugog glasa kao da su svi proizvedeni izolirano. Naprotiv, ako su emitirani samo 100 — 200 msec. prije ili poslije drugoga, percepcija će biti izmijenjena čak ako su svi glasovi pušteni kroz isto frekvencijsko područje kao prije. Tako je poznavanje rezultata —a— koje stvara vrijeme pri emitiranju govornih glasova redom i —b—

koje stvaraju pojedina frekvenzijska područja u transmisiji glasova omogućilo bolje razumijevanje percepcije govornih glasova, kao i bolje razumijevanje naše kontrole nad emisijom i transmisijom govornih glasova.

TIJELO KAO RECEPTOR I PRENOSNIK

Polazci sa stanovišta percepcije, osjetljivost receptora uha, kao i čitavog tijela, od najveće je važnosti. Obično se važnost percepcije glasa promatra samo u odnosu na uho. Koštana vodljivost (ponekad nazvana i tjelesna vodljivost) uzima se samo kao put do uha ili slušnog receptora. Verbotonalna istraživanja, koja se odnose na percepciju glasova govora, pokazala su da je čitavo tijelo angažirano u percepciji glasova govora, a naročito u slučajevima teških oštećenja unutrašnjeg uha. Opće je poznato da tijelo vibrira vrlo niskim frekvencijama od 7 — 12 Hz i da je osjetljivost tijela na više frekvencije uvijek u jednom određenom odnosu prema osjetljivosti tijela na spomenute vrlo niske frekvencije. Osim toga, različiti dijelovi tijela ne vibriraju jednako. Razlike se opažaju naročito kad se proučava osjetljivost tijela na različite frekvencije. Polazeći s ovog stanovišta pri proučavanju osjetljivosti na frekvencije koje proizvode govorni glasovi treba voditi računa o vibracijama tijela kao cjeline i o vibracijama pojedinih dijelova tijela. Važnost, koju smo dali ranije, treba da bude sagledana u funkciji tijela kao cjeline koja služi najprije kao receptor, a onda kao prenosnik.

Udaljenost pojedinih dijelova tijela od centra percepcije i fizičke ili mehaničke karakteristike dotičnih dijelova tijela utjecat će na krajnju percepciju govornih glasova. Zato je pri konstruiranju aparata za teške nagluhe i uopće za proučavanje percepcije govornih glasova potrebno pridati veliku važnost gore navedenim faktorima koji se odnose na tijelo. Osnovna istraživanja verbotonalnog sistema i njegova primjena u rehabilitaciji sluha zasnovana su na stanovištu da čitavo tijelo služi kao receptor i prenosnik. Zato aparati verbotonalne metode omogućuju linearnu transmisiju s različitim mogućnostima prigušenja pojedinih frekvenzijskih područja — od 1 Hz na više, da bi se uključio frekvenzijski spektar vibracija tijela.

Parametri koji se odnose na percepciju govornih glasova (frekvencija, intenzitet, vrijeme, pauza, napetost i tijelo) proučavani su sa stanovišta percepcije u verbotonalnom sistemu, formiraju jedinstvenu cjelinu ili strukturu. Zbog toga je postavljena hipoteza da se eksperimenti, koji se odnose na optimalnu percepciju govornih glasova, mogu vršiti tako da se proučavaju varijante jednog parametra, dok se istovremeno prati ponašanje drugih parametara glasa. Budući da je svaki parametar povezan s ostalim parametrima, struktura koja daje optimalnu percepciju može pretpostaviti mnogo varijanata. Zato možemo reći da kombiniranjem parametara govornih glasova otkrivamo razne fizičke osnovice za percepciju glasova i da, u krajnjoj liniji, na taj način uspijevamo razumjeti fizičke parametre glasa. Da bismo bolje shvatili osnovnu misao ističemo ponovo da akustička snaga prvog formanta vokala —i— dobija svoju perceptivnu vrijednost jedino ako eliminiramo sve frekvencije između 400 i 2400 Hz, te ako istovremeno propuštamo frekvencije između 200 — 400 Hz (prvi formant) i 2400 — 4800 Hz. Samo u takvoj diskontinuiranoj formi vidimo važnost prvog formanta vokala —i—. Optimalna struktura parametara govornih glasova

je, naravno, uvjet dobre percepcije, ali elaboracija parametara i njihovo strukturiranje može biti izvedeno u toku transmisije. Zato je, kad se radi o percepciji, kontrola transmitiranog signala veoma važan postupak u istraživanjima po verbotonalnom sistemu.

Iz gore navedenog gotovo samo po sebi izlazi da možemo intervenirati u toku transmisije govornih glasova dok proučavamo percepciju. U stvari time obogaćujemo kvalitet i kvantitet parametara govornih glasova sa fizičkog stanovišta. Poznavajući osnovne percepcije i znajući da percepcija može funkcionirati samo ako postoje fizičke stimulacije, mi možemo intervenirati za vrijeme čitave transmisije emitiranih signala pomoću raznih emitiranih signala, pomoću raznih fizičkih faktora potrebnih za korekturnu percepciju. Nije potrebno da daleko tražimo dokaze za ovu tvrdnju. Sistem telefona funkcionira na osnovi percepcije, uz intervenciju u transmisiji, jer su eliminirane veoma važne frekvencije sa stanovišta fizičke, linearne, kontinuirane i kvantitativne analize emitiranih govornih glasova. Kad slušamo radio, gdje možemo sistemom kontrole tona djelomično eliminirati najviše frekvencije osnovne za sistem HF, tada tom intervencijom u toku transmisije vrlo često dobijemo ugodno slušanje, a katkada i najbolje razumijevanje govora.

Da bi gore navedeni rezultati, postignuti u toku transmisije emitiranih glasova koja utiče na percepciju, postali obuhvatniji u funkcionalnom smislu, potrebno je povezati čitav lanac komunikacije i kibernetički krug: od emisije ili (re)produkcije do percepcije i odatle ponovo na emisiju (re)produkcije koja nastavlja komunikacioni lanac.

Rečeno je da međusobni odnosi fizičkih parametara govornih glasova mogu biti istraživani ako se proučavaju glasovi sa stanovišta percepcije. Mislimo da takav postupak omogućava bolje razumijevanje odnosa koji postoje između fizičkih parametara nego kad se proučava percepcija govora pomoću uobičajenih analiza frekvencije — vremena. Na toj osnovi verbotonalna istraživanja otvorila su put za sistematsko otkrivanje važnih fizičkih podataka koji se odnose na percepciju govornih glasova.

III

Rezultati do kojih je došao verbonalni sistem u odnosu na slušanje su slijedeći:

1. Svaki glas, riječ i rečenica ima svoje optimalno frekvencijsko područje. U kontinuiranoj formi to područje obuhvaća jednu oktavu.

2. Izvan svoje optimalne oktave glas je percipirao kao jedan drugi glas ako se usporedi sa svojom emisijom. On se mijenja u funkciji optimalnih područja glasova. Na primjer glas —i— čut će se kao —u— na optimalnom području —u—, a kao —a— na optimalnom području —a—.

3. Ova promjena, također, ovisi o vremenskom intervalu koji protiče u emisiji glasova. Vokali —a—, —e—, —i—, —o—, i —u— nemaju ista optimalna područja kad su emitirani jedan iza drugoga uz pauze različite duljine.

4. Optimalna frekvencijska područja raznih glasova ne odgovaraju nužno formantima tih glasova koje sagledavamo na uobičajenim analizama amplitude i frekvencija, što se vrši kontinuirano kroz slušni spektar frekvencija.

5. Glasnoća određenog glasa ne ovisi o fizičkom intenzitetu emisije, već o frekvenzijskom području koje je više ili manje optimalno za određeni glas.

6. Diskontinuirana forma (kad su neka frekvenzijska područja eliminirana) obogaćuje mogućnost slušanja zasnovanog na transformacijama u toku transmisije govora. Ovaj diskontinuitet, koji može biti smatran kao bitan faktor slušanja govora, otkriva se preko: a) frekvencija, b) intenziteta, c) vremena. Diskontinuitet vremena otkriva se na osnovi faze i vremenskog delaya.

7. Vremenski delay frekvencija iste riječi postaje u izvjesnim slučajevima i pod izvjesnim uvjetima bitan za slušanje čitavog ili djelomičnog spektra glasa. Tako visoka riječ kao npr. -si- ili logatom -sisi-, transmitirani diskontinuirano kroz pojasne filtre bit će percipirani kao da su emitirani linearno (bez faktora) ako je nisko područje (300–600 Hz) emitirano od 50–200 msec. prije visokog dijela (3200–6400 Hz). Značajno je da čujemo visoki dio prije niskog dijela iako smo fizički niske frekvencije transmitirali sve do 200 msec. prije visokih. S druge strane, ako transmitiramo niski slog kao npr. -mumu- pod istim uvjetima pod kojima smo slušali -sisi-, rezultat neće biti isti. Mi ćemo u ovom slučaju čuti prije niske frekvencije. Delay visokih frekvencija do 50 msec. u odnosu na niske frekvencije ne utječe dakle na raniju percepciju visokog frekvenzijskog dijela govornog glasa kad se radi o niskim glasovima. Ova činjenica dovodi do dva veoma važna zaključka:

a) percepcija visine glasova govora »usklađena« je u mozgu i fizički delay djeluje samo pod određenim uvjetima;

b) visoke frekvencije proizvedene glasovima govora percipiramo najmanje 25–50 msec. prije nego niske frekvencije. Što je viši glas mi ranije percipiramo visoke frekvencije glasa. To može ići i do 300 msec. kad se radi o (delay) transmisiji kroz dva pojasna područja. Što je glas niži manja je mogućnost da se ranije čuje viši frekvenzijski isječak glasa.

8. Prigušivanje frekvencija glasa može biti promatrano i u funkciji vremena (različito gušenje različitih frekvencija ima utjecaja na fazu). Prigušenje pojedinih frekvencija ne stvara slušne efekte samo u vezi (kao posljedica filtriranja), prigušivanje frekvencija, već percepcija u tim slučajevima ovisi o različitoj vremenskoj strukturi. Ovo je u vezi s ranijom tvrdnjom da se visoke frekvencije percipiraju prije niskih frekvencija. To stvara razlike u vremenu, a kao što smo već prije napomenuli diskontinuitet u vremenu može funkcionalno stvarati veći ili manji spektar frekvencija u funkciji slušanja. Ovdje možemo ponovo navesti slušanje u sistemu telefona.

IV

Rezultati verbotonalnog sistema, obogaćujući naše poznavanje o normalnom slušanju, mogu da se primjene na područje patologije sluha i na područja rehabilitacije sluha i govora. Slušanje je osnovna karika u komunikativnom lancu. Ako je percepcija (slušanje) normalna, sticanje i funkcioniranje govora ne predstavlja nikakav problem. Naprotiv, ako je percepcija deficitarna govor će trpjeti, a emisija će biti deformirana. Na području normalne funkcije vidjeli smo kako emisija može imati različite forme zato što postoje mnogobrojne mogućnosti strukturiranja percepcije (slušanja).

Znamo već s analitičkog stanovišta da je nagluhi deficijentan s obzirom na njegovu osjetljivost na stanovite frekvencije. Isto tako poznato je da je strukturalno vrijeme drugačije kod nagluhих kao i kod najteže gluhih. Praktički potpuno gluha djeca pokazuju za vrijeme rehabilitacije veću osjetljivost da čuju pojedine glasove, nego čitavu riječ. Vremenski faktor kod te djece ne dozvoljava im korisnu upotrebu strukturalnih zakona mozga. Manjkavost normalnog strukturiranja predstavlja važan problem za tešku gluhoću, kao da najprije čuju posljednji glas jedne rečenice. To je zbog toga što ne mogu obuhvatiti vrijeme ili sekvencu događaja u rečenici. To se možda događa zbog nerazvijene memorije i kao posljedica toga oni reproduciraju zadnji glas ili jedan od zadnjih glasova rečenice koju smo im emitirali.

Ponavljanje iste rečenice omogućuje da oni malo-pomalo čuju čitavu rečenicu od kraja prema početku. Ali teški gluhač ipak može na osnovi slušanja da percipira govorne glasove. Što je više deficijentna transmisija preko uha, to više dotični individuum postaje osjetljiv preko tjelesne vodljivosti. Mi upotrebljavamo izraz tjelesna vodljivost da bismo je distingvirali od klasičnog izraza koštana vodljivost koja je uspješna samo ako dobro funkcionira unutrašnje uho. U tom slučaju vibrator je položen na mastoid. Naprotiv, teški gluhač ima obično oštećeno unutrašnje uho i zbog toga postavljanje vibratora na mastoid ne bi moglo donijeti mnogo koristi.

U slučajevima perceptivne gluhoće ili duboke gluhoće (praktički potpune gluhoće) čini se da tjelesna vodljivost funkcionira bolje i na toj osnovi tijelo gluhe osobe u mogućnosti je da »hvata« valove zvučnih izvora koji se mogu tijelom nadalje uspješno transmitirati ako dobro strukturiramo emisiju i transmisiju. Nije slučajno što je gluha osoba osjetljiva na niske frekvencije koje se obično nazivaju »vibracije«. Ove vibracije ipak su frekvencije. Uistinu mi znamo da je ljudsko tijelo osjetljivo na ritam, specijalno tijelo gluhoga. Ritam se prenosi putem niskih frekvencija. Čak i lica normalna sluha primaju ritam, intonaciju i melodiju — čak i uzlaznu melodiju — preko vrlo niskih frekvencija. To znači da različite strukture vremena, intenziteta, frekvencija, napetosti, »pauze«, ritma tijela i vibracije različitih dijelova tijela imaju veliku važnost u percepciji i strukturiranju govornih glasova. Uistinu različiti dijelovi tijela vibriraju niskim frekvencijama, njegova osjetljivost prema drugim, višim frekvencijama u različitim je odnosima prema ovim najnižim frekvencijama. Tijelo osobe oštećena sluha naročito je osjetljivo na zvučne izvore što se prenose preko pojačala koja imaju mogućnost prenosa vrlo niskih frekvencija. Osim toga, vibratori s različitim akustičkim karakteristikama mogu igrati veliku ulogu u percepciji govornih glasova kad se radi o osobama koje imaju teške gubitke na visokim frekvencijama. Čak i vibracije vanjskog dijela slušalice koje se drže u ruci ili blizu ruke mogu igrati važnu ulogu u percipiranju glasova. Karakteristike vibratora i slušalice koje se koriste u transmisiji frekvencija govornih glasova preko pojačala s mogućnošću prijenosa vrlo niskih frekvencija kombiniraju se s rezonantnim frekvencijama dijelova tijela na kojima su postavljeni vibrator ili slušalice da bi se stvorile, uz vremenski faktor, različite integrativne strukture. Ove strukture mogu biti vrlo važne za rehabilitaciju gluhe osobe.

Ovo su samo neke od mogućih kombinacija u emisiji, a naročito u transmisiji kad pristupamo problemu slušanja sa stanovišta percepcije, naročito kad se radi o oštećenom uhu.

V

Načela i primjene spomenute u prednjem paragrafu proizašle su iz istraživanja verbotonalnog sistema, a primjenjuju se u testiranju i rehabilitaciji sluha. Ova metoda najprije testira prag sluha sa stanovišta strukturalnog. Zbog toga govorni glasovi i riječi umjesto čistih tonova koriste se kao stimulus. Ovi govorni glasovi generiraju frekvencije i ispituje se osjetljivost sluha pomoću oktavnih područja počevši od vrlo niskih frekvencija (18,5–37 Hz) sve do 12.800 Hz.

Verbotonalna metoda ne mjeri osjetljivost na jednu frekvenciju, nego na oktavna područja budući da je oktava forma optimalne za svaki jezični glas. To je, prema tome, fiziološki test. Takav test omogućava da se odredi gdje je optimalna osjetljivost nagluhog i teško gluhog. Frekvencijsko područje, na koje je sluh najviše osjetljiv, zove se zato optimalna. Oktavna područja, koja su u kombinaciji s već spomenutim faktorima (vrijeme, intenzitet) najosjetljivija za osobu oštećena sluha, prave optimalno slušno polje. Za ispitivanje razumljivosti verbotonalna metoda koristi strukture koje se sastoje od govornih glasova, rečenica, riječi sa smislom ili bez smisla.

Specijalni aparati sagrađeni sa stanovišta verbotonalnog sistema omogućuju da se provjeri optimalno slušno polje koje dobijamo na osnovi praga uha. Tako saznajemo da deficitarno uho dolazi do razumljivosti uz intenzitete koji općenito nisu veći od intenziteta potrebnog za normalno slušanje. Nikakva akustička karakteristika nije unaprijed preodređena da bude optimalno slušno polje. Diskontinuiteti sa stanovišta frekvencija vremena i intenziteta igraju važnu ulogu u stvaranju optimalnog slušnog polja. Već od početka pažnja je usredotočena na one frekvencije na koje je nagluhi slabo osjetljiv ako mu se šalju kao izolirani stimulus, ali koje postaju za njega osjetljivije ako se kombiniraju s optimalnim područjem. To omogućuje upotrebu šireg spektra frekvencija u kontinuiranoj ili diskontinuiranoj formi. U slučajevima praktički potpune gluhoće, ili u slučajevima gdje ne postoji govor zbog gluhoće, treba se služiti kompleksnim strukturama u emisiji i transmisiji.

Test za prag sluha uključuje upotrebu vibrirajućeg izvora da bi se odredio odgovor različitih dijelova tijela (dlan, prsti, nokti, zapešće, lakat, clavicula, sterum, obrazi, različite tačke na glavi i različite tačke na nozi). Za razumljivost ili za rehabilitaciju sluha potrebno je imati elektro-akustičke aparate konstruirane prema verbotonalnoj metodi i principu optimalnih slušnih polja. Ti aparati treba da imaju mogućnost da prenose frekvencije od 0 Hz na više jer treba voditi računa o osjetljivosti tijela na niske frekvencije i o ritmu mozga. Zbog toga pojačala treba da prenose i infra zvuk, a isto tako potrebno je da imaju mogućnost različitog gušenja različitih frekvencija.

Treba ipak istaći da frekvencije same po sebi, barem što se tiče najtežih slučajeva gluhoće, ne igraju odlučujuću ulogu. U ovim slučajevima vrijeme igra osnovnu ulogu i to pod raznim oblicima. Npr. različito vrijeme u emisiji govornih glasova, riječi i rečenica (različite pauze u emisiji iz istog zvučnog izvora), vrijeme koje je inherentno brojalicama ili muzičkom ritmu, korištenje diskontinuiranog vremena u transmisiji pojedinih frekvencijskih isječaka glasa ili riječi. Strukturiranje drugih parametara glasa s vremenom od naročite je važnosti. Budući da lica koja imaju teško oštećeni sluh posjeduju ostatke sluha

samo na vrlo niskom području, ili čuju bolje niske tonove nego visoke, potrebno je da niske frekvencije govornih glasova budu poslate ranije nego visoke frekvencije. Koji put će lice oštećena sluha percipirati visoke glasove ili riječi ako su niske frekvencije poslate 50 msec. ranije nego visoke frekvencije. Za druga lica percepcija može biti efikasna ako se niske frekvencije pošalju 100–150 msec. ili još ranije nego visoke frekvencije.

Od velike je važnosti, također, mjesto na tijelu gdje se postavlja vibrator ili slušalice. Vibrator i slušalice treba da budu osjetljive na niske frekvencije, treba znati koje se frekvencije prenošene preko verbotonalnog aparata najbolje kombiniraju s akustičkim karakteristikama vibratora, kao i s vibracijama različitih dijelova tijela na kojima se postavlja vibrator ili slušalice. Tako u jednom slučaju optimalno slušno polje tražit će upotrebu vibratora na otvorenom dlanu, dok će drugiput trebati zatvoriti šaku.

Nadalje, u pojedinom slučaju može biti najbolje da se postavi vibrator na prstima, noktima, člancima prstiju, zapešću, čelu, nosu, obrazu, na području kralježnice ili na vanjskom dijelu uha. U teškim i najtežim slučajevima gluhoće obično je od male koristi ako u početku rehabilitacije stavimo vibrator na mastoid. U takvom slučaju gluhe osobe će samo reći da samo osjećaju vibracije ili neku iritaciju, ali ne percipiraju govorne glasove ako se stimulira mastoid. U teškim slučajevima gluhoće može se doći do dobrog rezultata ako se istovremeno postave slušalice na uho, a vibrator u ruku (ili negdje drugdje), ili se postave slušalice tako da ih gluha osoba drži u ruci ili nekoliko centimetara povrh dlanova.

Tako smo došli do zaključka da je nužno pri stvaranju optimalne strukture parametara glasa odrediti odnose tih parametara u okvirima emisije, transmisije i percepcije. Možemo koristiti osjetljivost tijela u većem stupnju ako se služimo različitim vrstama ritma, na primjer ritam u oponašanju radnje, ritmičke vježbe, ali naročito muzičke ritmove i specifične cjeline tjelesnih ritmičkih pokreta u funkciji jezičnog glasa. Zanimljiva je pojava da lica oštećena sluha mogu čuti glasove pjevane s manjim jačinama nego ako ih normalno govorimo. Pomoću ritmičkih pokreta tijela, brojalica i muzičkih ritmova najuspješnije počinjemo rehabilitaciju sluha i govora. Ova činjenica je od velike važnosti budući da će kasnije percepcija glasova mnogo ovisiti o tome u kakvom su odnosu reprodukcija glasova i percepcija. Strani jezik se često koristi u kasnijim stadijima da se olakša usvajanje normalne artikulacije i normalnog glasa. Prve godine učenja artikulacije materinskog jezika gluho dijete ne može percipirati, prema tome ne može ni artikulirati govorne glasove na normalan način. Tako, iako verbotonalna metoda usmjerava svoj rad idući od percepcije, gluho dijete koje nema normalne navike artikulacije počinje reprodukciju govornih glasova nesigurno s neizrađenom artikulacijom, a često i s lošim registrom.

Poslije 2–3 godine učenja dijete počinje imitirati fonetski sistem stranog jezika, a istovremeno nastavlja učenje materinskog jezika. Budući da se novi sistem uvodi kad je već dijete učinilo veliki napredak u percepciji glasova, postoji veća mogućnost da se tačno artikuliraju glasovi i da se dobije dobar registar. Prema tome, strani jezik se koristi kao postupak u individualnom i grupnom radu da bi se popravio registar i artikulacija glasova. Strani jezik se koristi, također, da se poboljša artikulacija one djece koja su prethodno bila

demutizirana mimo slušanja. Ako hoćemo da se postigne dobra artikulacija u tim slučajevima najbolji je put da stimuliramo mozak pomoću struktura koje neće podsjećati na loše navike artikulacije.

Ovo su principi primjene verbotonalne metode u rehabilitaciji sluha. Kao što se vidi, ova metoda uvijek koristi akustičko-perceptivnu stranu jezika. Putem progresije u slušanju vrši se čitava rehabilitacija po ovoj metodi.

Verbotonalna metoda primjenjuje se u svim tipovima gluhoće, kongenitalne ili stečene bez obzira na težinu gubitka sluha. Metoda ipak postiže bolje rezultate ako se počinje rehabilitacija u predškolskoj dobi. Za odrasle ova se metoda koristi ili da im funkcionalno popravi sluh ili da im se adaptira slušna proteza prema njihovom optimalnom slušnom polju. Proteze se daju mladima i starijima samo onda ako mogu preko specijalnog aparata verbotonalne metode da razumiju govor, najprije transmitiran preko ograničenih frekvencijskih područja, a zatim preko sistema čije frekventne karakteristike naliče uobičajenim protezama. Rehabilitacija osoba oštećena sluha koristi elektro-akustičke aparate koji su izgrađeni prema principima verbotonalne metode. Preko tih aparata mogu se naći optimalna slušna polja. Osim toga nastavnik treba da zna kako da koristi audiovizuelnu globalnu strukturalnu metodu koja je poznata pod imenom »audiovizuelna metoda St. Cloud« ili »audiovizuelna metoda St. Cloud, Zagreb«.

Pedagoška strana ove metode, uz opće znanje i formaciju nastavnika, od velike je važnosti u rehabilitaciji po verbotonalnoj metodi. Nastavnik treba da govori normalno. Ako katkada treba da govori sporije, to treba da bude u okvirima normalnog govora. Nikada ne valja koristiti preveliku jačinu. Nikada nastavnik ne smije biti nervozan, nikada ne smije da mijenja ritam i intonaciju emisije zbog svojih vlastitih raspoloženja ili nezadovoljstva što je dijete loše izgovorilo ili loše čulo. Učitelj mora da pozna ritam brojalica i da ima opće pojmove o muzici. On mora da opaža kako dijete napreduje u risanju. Kada dijete više ne riše ukočeno, to je znak da će dijete brže popravljati artikulaciju govornih glasova. To isto vrijedi za ritmičke pokrete tijela za vrijeme ritmičkih vježbi.

Međutim, da bi se dobili dobri rezultati u govoru i sluhu vrlo je važno da se ograniči školski program u prve dvije godine rada po ovoj metodi. Ova metoda zahtijeva da dijete ne ponavlja samo riječi. Treba koristiti audiovizuelni sistem i dnevne situacije u skladu s dobi djeteta. Kad se sluh i govor razvije (obično nakon 2 godine) tada će djeca vrlo brzo napredovati u svom školskom programu. Tada će već mnoga od njih moći korisno nositi slušne proteze. Iako u početku nisu imala nikakvu mogućnost da čuju, iako je audiogram ostao tipičan za duboku gluhoću i poslije rehabilitacije po verbotonalnoj metodi, ipak će moći da čuju preko svog optimalnog slušnog polja, a početak će percipirati glasove na kraće udaljenosti (30 cm) bez ikakva aparata. Proteza se daje kad je dijete učinilo veliki napredak u percepciji i artikulaciji govornih glasova. Prije toga radi se pomoću aparata verbotonalne metode.

Da bi se postigli gore spomenuti rezultati potrebno je da se bez prestanka vježba individualno i u grupama, ali ipak tako da ne dođe do zamora. Na individualnom radu pronalazi se optimalno slušno polje, popravljajući i razvijajući sluh. Isto tako u individualnom radu otkriva se optimalno vrijeme za razumijevanje govora. Ovo vrijeme nije isto za sve i treba biti toga svjestan u indi-

vidualnom radu. Nadamo se da će u budućnosti verbotonalna metoda dati više objektivnih podataka nego što to može učiniti danas. To će, naravno, ovisiti o tome koliko će tehnika razviti mjerne instrumente s parametrima tipičnim za strukturu govornih glasova.

Faculty of Arts, University of Zagreb
Center for the Rehabilitation of Hearing and Speech

Profesor Dr. Petar Guberina

THE METHODOLOGY OF THE VERBO TONAL SYSTEM

SUMMARY

The Verbo Tonal System in its research makes use of the word and listening to the word.

The research is based on the effects of filtration, transmission of fragments of frequencies produced by voice in two or more intervals of time, on the emission of speech sounds in function of time and the auditory perception which derives from the above said transformations. Special importance in this research has been given to the function of the body as a whole which functions both as receptor and transmitter.

The fundamental supposition of verbo tonal research is at variance with the proposition of other methodologies which relate to the perception of speech.

This can be readily seen if, for instance, we compare the conclusions arrived at and, the results obtained in the analysis of the Verbo Tonal System with the results of somographic analysis, although both the analyses treat the same sound material.

The Verbo Tonal System does not assert that there exists a contradiction between the physical side of emitting and the structural side of perception (listening to speech). The researches carried out by the Verbo Tonal System indicate that the components of speech sound have been interpreted in a non structural way i. e. regardless of the structural functioning of the brain on the level of perception.

Although the Verbo Tonal System advocates the view that there is no contradiction between the physical side of emitting and structural results of perception, the methodology of research is quite new. The material for testing is based on all the components of the spoken word. Perception of speech sounds is studied regardless of their emitted forms (which is the fundamental criterion of the studies based on the principle of speech in the function of a wide spectrum of frequencies inherent in the emitted form of speech sounds).

The Verbotonal System in carrying out the research before all on the basis of perception, i. e. from the structural standpoint, stresses 1) that time is a structural factor 2) that limited frequency ranges are sufficient, under definite conditions, for speech intelligibility 3) stresses the relation of intensity in discontinued form in combination with frequency ranges in discontinued form

4) that the whole body functions both as receptor and transmitter 5) that tension is the result of agnostic and antagonistic muscles and 6) that a pause represents activity. These fundamental components of speech sounds structured in a special way will create richer possibilities for the physical structure and will not be in contradiction with the perception of speech sounds.

Therefore, in the field of research by means of the Verbo Tonal System these parameters are of special significance and possess special possibilities of reciprocal combinations and integration, as will be presented in detail in the lecture.