

UDK 612.825.2

616.8:801.4

ključne riječi: percepcije govora, lateralnost (neurofonetika)

UDK 612.825.2

Stručni rad

Primljeno: 5.9.1988.

Geza DUDAŠ
Centar SUVAG, Osijek

LATERALNOST PERCEPCIJE GOVORA

SAŽETAK

Kortikalne moždane funkcije u čovjeka lateraliziraju se u pojedine moždane hemisfere. Pretpostavlja se da se i percepcija govora lateralizira, što potvrđuju mnogi anatomske podaci, zatim poznate činjenice iz audiologije i znanosti o afazijama. Istaknuta je posebna uloga desne i lijeve moždane hemisfere u percepciji i kontroli govora.

Lateralnost i dominantnost

Prema M. Sovaku (Sovak, 1968) lateralnost označava prevagu jednog od parnih organa (senzornih ili motornih) ili prevagu polovice neparnog organa (npr. jezika). Parni se organi mogu razlikovati po veličini i obliku i tada je riječ o lateralnosti veličine i oblika. Mogu se razlikovati također po funkciji i tada je riječ o lateralnosti funkcija. Smatra se da je lateralnost oblika posljedica većeg naprezanja jednog od parnih organa. Ipak, razlike u obliku ne podudaraju se uvijek s funkcionalnim razlikama.

Dominantna hemisfera funkcionalno je nadređena subordiniranoj hemisferi. Dominantna funkcija dominantne hemisfere ne odnosi se na sve funkcije vodećeg organa, nego samo na najsloženije i najrazvijenije.

Većina autora smatra da je dominantnost jedne od moždanih hemisfera urođena. Tako Sovak kaže da: »Dominaciju kao odliku jedne od moždanih hemisfera uslovljava njena anatomska kvalitetnija izgrađenost, a isto tako i funkcionalna sposobnost dotičnog nervnog tkiva. Ovaj anatomski osnov jedne od moždanih hemisfera za funkcionalnu nadređenost je u čovjeka urođen. Prema tome, dominacija je individualni urođeni faktor, predodređen biološkom strukturom CNS-a. To je primarna pojava koja se sekundarno ispoljava na periferiji tijela kao pojava lateralnosti« (Sovak, 1968, str. 5). Sovak dalje smatra da je lateralnost, kao projekcija dominacije jedne od moždanih hemisfera, podložna utjecajima socijalne okoline preko odgoja. To znači da se lateralnost može potiskivati i mijenjati odgojem, dok se dominacija ne mijenja pod utjecajem socijalne sredine.

Istodobno neki smatraju da se lateralnost stječe u toku razvoja i ontogeneze. Primjerice C. Brajović ističe da je jedna od važnih zakonitosti razvoja tendencija da se kontrole motornih i senzornih funkcija razvijaju od bilateralnosti funkcija ka njihovoj unilateralnosti. Tek rođeno dijete anatomski je i fiziološki simetrično, a kako ono raste razvija se unilateralnost funkcija. U doba ontogeneze 95 posto djece postaju dešnjaci (Brajović 1983).

Anatomske osnove slušnog osjetila

Periferni receptor sluha, Kortijev organ, smješten je unutar pužnice u kanalu koji u presjeku ima oblik trokuta. Osjetne stanice u Kortijevu organu dijele se na unutrašnje, poredane u jednom nizu i vanjske, poredane u tri niza. Osjetne stanice Kortijeva organa su tzv. sekundarne osjetne stanice, jer ne tvore neurite, nego ih inerviraju nervne niti bipolarnih ganglijskih stanica iz spiralnog ganglija. Većina aferentnih niti završava se na unutrašnjim osjetnim stanicama koje su bogato inervirane, a manje njih, oko 5 posto, na vanjskim osjetnim stanicama. Dok se na jednu unutrašnju stanicu priključuje više nervnih niti, jedna nit inervira nekoliko vanjskih osjetnih stanica.

Na osnovi tih anatomskih podataka možemo pretpostaviti da unutrašnje ciliarne (osjetne) stanice vjerojatno imaju analitičku, a vanjske ciliarne stanice pretežno monitornu ulogu pri slušanju.

Aferentni slušni put sastoji se od 5 neurona. Oko 60 do 70 posto trećih neurona prelazi na suprotnu stranu mozga, pa možemo pretpostaviti da se lateralizacija percepcije govora, ako postoji, manifestira i na perifernoj razini.

Pojedini se neuroni međusobno prekapčaju na sinapsama, pri čemu nastaje zastoj dok se prenosi impuls. Taj je zastoj, međutim, selektivan. Prosječno impuls u sinapsi zaostaje 0,5 milisekundi, ali se ponavljanjem stimulusa to vrijeme može smanjiti ili povećati. Tako mogu prema potrebi nastati procesi facilitacije ili inhibicije prijenosa impulsa. Kombinacijom tih procesa analitički se izdvajaju važni zvukovi, te se zaštićuju od nevažnih i onih koji smetaju.

U psihoakustičkim funkcijama slušanja vjerojatno važno mjesto pripada eferentnim slušnim putevima. Njih su tek u posljednje vrijeme detaljno proučavali Rasmussen, Portmann, Engström. Neki autori, kao Portmann, smatraju da su eferentni putevi bulbarnog porijekla, dok Rasmussen i Aubry ističu da su eferentni putevi povezani i s višim centrima. Svi se autori slažu da je nucleus olivaris superior vrlo važan za formiranje eferentnih slušnih puteva. Nucleus olivaris superior ujedno je i bulbarni refleksni centar za slušne reakcije. Do sada je utvrđeno oko 500 eferentnih slušnih vlakana, koja idu prema kohlei. Petina tih vlakana je homolateralnog porijekla, a četiri petine dolaze s druge strane. Stimulacija tih vlakana povećava prag za prenošenje akcionih potencijala, koji dolaze iz kohlee, i oslobađa acetilholin na sinapsama cilijskih stanica Kortijeva organa. Eferentni slušni sistem ima dvostruku ulogu: regulira perifernu funkciju sluha u procesima pažnje i diskriminacije pojedinih zvukova te regulira refleksne reakcije organizma i pojedinih njegovih organa na zvučne stimulacije.

Eferentna je inervacija bogatija na unutrašnjim cilijskim stanicama, što vjerojatno više omogućava lateralizaciju analitičkih nego monitornih funkcija slušanja.

Postoji i simpatička inervacija slušnih puteva, koja kod čovjeka još nije dovoljno proučena (Simonović, 1977).

Kortikalni auditivni centri smješteni su u Heschlovoj vijuzi temporalnog režnja, ali se šire i na njegovu neposrednu okolinu. Razlikuju se tri zone u kortikalnom slušnom centru – primarna i dvije sekundarne. Primarna je zona u Heschlovoj vijuzi u gornjem zadnjem dijelu temporalnog režnja. To su polja 41 i 52 po Brodmanu. Druga zona zauzima polje 42 po Brodmanu, a treća polje 22 po Brodmanu. Prva je zona primarni auditivni centar, dok druga i treća imaju složene psihoakustičke funkcije. Wernickov senzorni govorni centar nalazi se u zadnjem dijelu treće zone i značajan je za razumijevanje govora i u verbalnoj komunikaciji.

Lateralnost percepcije govora

Novija istraživanja potvrđuju anatomsku razliku između lijeve i desne hemisfere mozga. 1) Lijeva hemisfera je razvijenija, 2) ima više moždane mase, 3) Wer-

nickeovo područje je razvijenije (Geschwind, 1968), a 4) Silvijeva brazda je dulja i postavljena više vodoravno. S tim se slaže J. P. Changeux (Šanžc, 1986): »Geschwind i Levitsky su uočili upadljive anatomske razlike između hemisfera mozga čovjeka. Na gornjoj i stražnjoj strani slepoočnog režnja nalazi se jedno polje, planum temporalc, čija je površina veća s leve strane kod 65% pregledanih mozгова, a s desne kod 11%. Isto tako, s desne strane je nagib Silvijusove brazde strmiji, a čoni režanj ispupčeniji nego s leve. Ove razlike postoje kod ljudskog fetusa pre rođenja. Kod većine (54–77%) pregledanih fetusa i novorođenčadi planum temporalc je veći s leve strane. Anatomska asimetrija među hemisferama prethodi svakom učenju.«

Treba istaknuti da je svako uho bilateralno »prisutno« i u slušnim putevima i u moždanim slušnim centrima, a putevi i centri su međusobno povezani na svakoj razini. Neka su nervna vlakna selektivna na određene frekvencije. U sinapsi se karakteristična frekvencija određenog vlakna prenosi brže nego stimuli jednakog intenziteta, ali druge frekvencije. S druge strane, frekvencije više nego što su specifične za neko vlakno prenose se teže, a niže frekvencije nešto lakše, ali još uvijek sporije od one karakteristične za to vlakno.

Lateralnost oštećenja sluha

Lateralizacija slušnih funkcija značajna je u dijagnostici oštećenja sluha. Osnovna razlika između perifernih i centralnih oštećenja sluha jest da su oštećenja sluha koja su lokalizirana periferno od primarnih akustičkih jezgara u meduli oblongati – tipično jednostrana. Takva periferna oštećenja sluha često su povezana s vestibularnim smetnjama na istoj strani. Ako je oštećenje centralnije od primarnih akustičkih jezgara, ova pravilnost vče nije tako izražena. Oštećenje sluha je to manje jednostrano što je bliže akustičkim centrima moždane kore. Pri tome, približavajući se kortikalnim centrima, sluh ima sve složenije psihoakustičke funkcije. Po složenosti i mnogim vezama s drugim centrima u mozgu nijedan se organ ne može usporediti s organom sluha.

Oko dvije trećine niti iznad primarnih akustičkih jezgara prelazi na suprotnu stranu moždanog debla i kreće se tom stranom do korteksa, dok jedna trećina niti ostaje na istoj strani mozga. Stoga i neznatne periferne lezije uzrokuju oštećenja sluha, dok je kod centralnih lezija sluh oštećen samo ako su promjene nastale obosstrano na velikom području mozga.

Zbog specifičnosti građe auditivnih puteva svako je uho povezano s akustičkim centrima u obje hemisfere. Zato centralne lezije daju gluhoću jedino ako su obosstrane i opsežne. Jednostrano oštećenje Kortijeva organa donosi jednostrano oštećenje sluha na istoj strani, dok jednostrano oštećenje slušnih puteva u moždanom deblu, ili oštećenje akustičkih centara jedne hemisfere mozga ne moraju uopće izazvati oštećenje sluha na elementarnoj razini. Audiometrijska krivulja mijenja se tek kod obostranih centralnih lezija, ali skoro uvijek simetrično bez obzira na eventualnu različitost centralnih lezija s jedne i druge strane. U ovim slučajevima audiometrijske su krivulje perceptivnog tipa i sličnog su oblika kao i kod perifernih oš-

tećenja. To se objašnjava činjenicom da je područje percepcije visokih frekvencija u svim centrima manje i podložnije oštećenjima, nego područje niskih frekvencija. U ovakvim se slučajevima za diferencijalnu dijagnostiku perifernih i centralnih oštećenja koriste slušni testovi koji nisu vezani za elementarnu slušnu funkciju, nego se temelje na karakteristikama bihemisferalne percepcije govora.

Lateralnost moždanih funkcija i afazije

Osim primarnih slušnih centara u moždanom su se korteksu razvili i govorni centri. Senzorni centar za razumijevanje govora jest Wernickeov centar, a motorni centar za kontrolu artikulacije naziva se Brokin centar. Primarni slušni centri neposredno su povezani sa slušnim receptorima preko slušnog puta. Latencija impulsa u stanicama primarnog centra je kratka. Sekundarni slušni centri povezani su sa slušnim receptorima preko mnogo sinapsi i latencija impulsa je u tim stanicama veća. Postoje i kortikalni centri, koji ne reagiraju na neposredne zvučne podražaje, nego imaju asocijativne funkcije. U svim višim moždanim slušnim centrima neuroeni su podijeljeni prema uskim karakterističnim zonama frekvencije.

Slušni centri korteksa velikog mozga zauzimaju vanjske dijelove sljepoočnog područja. U medijalnom dijelu pojedinih polja jesu niti koje prenose impulse visokih frekvencija, a niti koje prenose impulse niskih tonova smještene su u lateralnim dijelovima. Niti oba Kortijeva organa zastupljene su u primarnim centrima korteksa obje hemisfere.

Funkcija primarnih slušnih centara nije samo prijenos slušnih impulsa, nego ti centri također produžavaju latenciju tih impulsa, pa ih je moguće analizirati.

Sekundarni slušni centri zauzimaju 11, 21. i 42. Brodmanovo polje. U tim je centrima najvećim dijelom II. i III. sloj korteksa sa stanicama koje imaju kratke aksoni. Za razliku od primarnog slušnog centra ovdje nije prisutna somatotopična struktura, tj. određene frekvencije nisu locirane na određenim mjestima. U njima izazvana ekscitacija širi se na znatno veću površinu mozga, nego ekscitacija stanica u primarnim centrima. Ako se eksperimentalno podražuju ti centri, kod ljudi nastaju složeno organizirane zvučne halucinacije (glazba, govor, glasovi) dok eksperimentalno podraživanje primarnih centara izaziva samo jednostavne osjete (Penfield, Jaspers, 1959).

Lurija (1983) spominje eksperimente I. P. Pavlova, koji su pokazali da ozljede sljepoočnog područja kore mozga kod životinja ne izazivaju gubitak sluha, nego poremećaj da se stvore uvjetni refleksi na kompleksne zvučne podražaje. To su poslije potvrdili i drugi autori. Diamond i Neff (1957) ističu da životinje sa sljepoočnom lezijom mogu percipirati različite jednostavne zvukove, ali ne mogu diferencirati složene zvučne stimuluse.

Lurija navodi rezultate radova N. N. Traugota, S. I. Kajdanova, S. V. Babenkova, L. G. Kabeljanska od 1947. do 1957. godine. Prema tim radovima bolesnici sa lezijama sekundarnih dijelova sljepoočnih slušnih centara mogu razlikovati jednostavne zvučne podražaje; malo teže diferenciraju kombinirane zvučne podražaje, a

istodobno je diferencirati složene zvučne stimulse praktično nemoguće. Sekundarni dijelovi sljepoočnog korteksa specifično su prilagođeni analizi i sintezi govornih zvukova, tj. oni su centar za fonematski sluh. Pri lokalnim ozljedama sekundarnih dijelova sljepoočnog područja čovjek više ne razlikuje jasno govorne glasove, pa nastaje tzv. verbalna akustička agnozija ili senzorna afazija. Bolesnici s takvim poremećajima mogu imati oštar sluh, a eventualno tek ispad nekih frekvencija na tonalnom audiogramu. Bolesnik prepoznaje karakteristične zvukove pojedinih predmeta (staklo, metal, itd). Značajne promjene nastaju kod prepoznavanja govornih glasova. Pacijenti sa širokim lezijama sljepoočnog područja sve govorne signale prepoznaju kao nejasne šumove i zvukove. Ako je lezija ograničena, bolesnik ne može razlikovati eventualno bliske foneme (primjerice zvučne od bezzvučnih) dok govor u cjelini može razumjeti. Takvi se poremećaji javljaju samo kad su oštećeni sekundarni dijelovi sljepoočnog područja i nema ih pri drugim ozljedama. Zato su bitni da bismo lokalizirali lezije pri afazijama. Samo ozljede auditivnog centra dominantne hemisfere izazivaju poremećaj fonematskog sluha. Ako je ozlijeđen sekundarni auditivni centar na nedominantnoj hemisferi, ili nema nikakvih posljedica ili je otežana percepcija složenih ritmičnih odnosa zvukova, odnosno kompleksnih zvučnih odnosa, a zbog čega je poremećen muzički sluh. To je tzv. senzorna amuzija (Lurija, 1983).

Senzornu afaziju je prvi put anatomski lokalizirao Carl Wernicke godine 1874. Ustanovio je da pacijent s lezijama sljepoočnih centara ne razumije govor, iako su sluh i govorna artikulacija sačuvani. Pisanje je otežano. Wernicke je upotrebljavao naziv »konduktivna afazija«, jer je smatrao da ta vrsta afazije nastaje zbog prekida nervnih niti između auditivnih i motornih moždanih centara. Mislio je da je centar za artikulaciju u frontalnom režnju, a da sljepoočni režanj služi za razumijevanje govora. Prema današnjim spoznajama Wernickeova se afazija sastoji od auditivne agnozije, vizualne verbalne agnozije i agrafije, tj. senzorna afazija je sindrom triju različitih poremećaja (Vladislavljević, 1983).

H. Jackson je smatrao da nepovezan govor kod senzorne afazije nastaje zato što kontrolnu funkciju govora preuzima desna hemisfera mozga. Formulirao je načelo evolucije i disolucije, prema kojem je razvoj funkcija CNS-a hijerarhijski i pri tome se više funkcije razvijaju poslije, a radi li se o ozljedi propadaju brže. Opisao je simptome Wernickeove afazije:

– suviše brz, flentan govor koji ne nosi uvijek i odgovarajuće značenje. Smetnje su naročito izražene ako se od pacijenta zahtijeva da odgovori na neko konkretno pitanje.

– teškoće imenovanja predmeta. Pacijent često pogrešno imenuje predmete, ali ne primjećuje svoje greške.

– javlja se parafazija, zamjena glasova u riječima i riječi u rečenicama (Vladislavljević, 1983).

O senzornoj afaziji Lurija piše: »... ako su ozlijeđeni zadnji dijelovi gornje sljepoočne vijuge, poremećaj se javlja u obliku raspadanja akustičke organizacije odgovarajućih fonematskih sistema. U relativno slabije izraženim slučajevima takvih oblika senzorne (akustičko-gnostičke) afazije poremećena je opozicija samo u ko-

relativnim fonemima. U ruskom jeziku fonemi su takvi da se razlikuju samo prema jednom obilježju: zvučno – bezzvučno (b – p, d – t), tvrdo – meko (l – l', t – t'), nazalno – nenazalno (n – t) i dr. Bolesnici s takvim poremećajima ne uočavaju pravilno razliku u slogovima »da – ta« i »ba – pa« i izgovaraju ih podjednako kao »da – da« ili »ba – ba«, izjavljujući da u oba dijela parova postoji nekakva razlika, ali da je oni ne mogu utvrditi. To se događa i kada se ukloni artikulacija, odnosno kada bolesnik treba pokazati odgovarajuća slova. To potvrđuje da se ovdje radi o senzornoj prirodi primarnog poremećaja. Kod težih poremećaja ovog tipa bolesnik ne razlikuje ni one foneme koji su udaljeni jedan od drugog, riječi za takve pacijente gube svoj smisao. Možda je za takve bolesnike najkarakterističnije da im je relativno očuvan oformljeni sintagmatski i prozodijski organizirani govor. Bolesnik koji ne pronalazi riječi može sačuvati opće konture cijele rečenice i fleksije riječi koje čine strukturu i opći intonacijsko-melodijski obrazac govora. Ako slušamo takvog bolesnika – u čijem govoru nominativne komponente ne postoje ili se javljaju u izobličenom obliku i sačuvane su uglavnom umetnute riječi, uzvici, rjeđe veznici i glagoli – možemo razumjeti njegov govor u prvom redu jer je potpuno sačuvana sintaksička i intonacijsko-melodijska struktura iskaza.« (Lurija, 1982, str. 125–136).

Još je godine 1861. Brocka uočio da motornu afaziju uzrokuje lezija lijeve hemisfere. Potvrđeno je da oko 99 posto dešnjaka ima dominantne govorne funkcije u lijevoj hemisferi. Iako bi se moglo očekivati da su kod ljevaka govorni centri u desnoj hemisferi, utvrđeno je da ni kod njih dominantnost za govor nije isključivo smještena u desnoj hemisferi, nego ili se nalazi u lijevoj ili je razmještena u obje hemisfere (Vladisavljević, 1983).

Lurija ističe da istraživanja mnogih autora pokazuju kako lezije na desnoj strani mozga kod dešnjaka nikad ne uzrokuju takve teške oblike afazija kao kada su lezije na lijevoj strani (Lurija, 1982).

Prema radovima Penfielda i Roberta (1959) od 157 osoba koje su imale operacije na lijevoj hemisferi mozga, 78 posto je dobilo afazične smetnje. Također je 72 posto ljevaka nakon operacije na lijevoj hemisferi dobilo afaziju. Na temelju tih podataka može se zaključiti da većina ljevaka ima »govorne centre« u lijevoj hemisferi mozga. Istodobno samo 0,5 posto dešnjaka i 6 posto ljevaka koji su imali operacije na desnoj hemisferi mozga oboljelo je od afazije, što potvrđuje da je lijeva hemisfera dominantna za govorne funkcije i kod većine dešnjaka i kod većine ljevaka.

Changeux ističe da svi radovi poslije Brocka, kao i suvremene pretrage obavljene visokorezolutnim rentgenskim snimanjem sukcesivnih tomograma (skanografija), potvrđuju da su govorni centri u oko 90 posto slučajeva na lijevoj strani. Oštećenje Brockovog centra (44. polje po Brodmanu) uzrokuje karakteristične govorne simptome: pacijent govori sporo, zamjenjuje glasove u riječima, najčešće upotrebljava imenice, glagole upotrebljava u infinitivu. Gramatika u govoru je reducirana. Teško piše. Može dobro pjevati, pa zaključujemo da Brokin centar nije jednostavni motorni centar za fonaciju i artikulaciju (Šanž, 1986).

Prema E. Lennebergu šezdesetih je godina na osnovi šezdesetak poznatih slučajeva zaključeno da kod djece afazija može biti posljedica oštećenja i lijeve i des-

ne hemisfere. Vjerovalo se da je to reverzibilno stanje, a da je pri rođenju jednaka mogućnost da se govorni centri razvijaju u jednoj ili u drugoj hemisferi. Njihova specijalizacija razvija se tek pri učenju govora. Roch i Lecours proučavali su afazije koje nastaju kod dešnjaka poslije lezije desne hemisfere. Na temelju istraživanja zaključili su da odrasli imaju afazije u 0,4 posto slučajeva, a djeca znatno češće – u 4 posto slučajeva. Ti podaci pokazuju da mozak u ranim stupnjevima razvoja može razviti govorne centre i na desnoj hemisferi. Ta se sposobnost poslije u toku razvoja gubi (Šanže, 1986).

M. Dennis i H. Whitaker pratili su razvoj djece kojoj je zbog teških oblika epilepsije ili tumora odstranjena jedna od hemisfera. U većini slučajeva ta intervencija nije ometala učenje govora, ali se pokazalo da u dobi od 9 do 10 godina ta djeca nemaju sve lingvističke sposobnosti zdrave djece. Ako je odstranjena lijeva hemisfera poremećeno je razumijevanje i formiranje rečenica sa složnom sintaksom, a djeca kojoj je uklonjena desna hemisfera teško rješavaju vizualne i prostorne zadatke. Prema tome, čini se da postoji urođena predispozicija za razvoj slušno-govornih centara u lijevoj hemisferi. Na prvim stupnjevima razvoja desna hemisfera može djelomice preuzeti tu ulogu, ali se ta mogućnost selektivno gubi na nedominantnoj hemisferi. Interesantno je da se slična specijalizacija moždanih hemisfera može uočiti i u vizualnoj percepciji. U japanskom se pismu upotrebljavaju dva sistema znakova. Pismo »kana« slično je evropskom fonetskom pismu, ali se znaci ne odnose na pojedine foneme, nego na čitave morfeme. »Kana« ima 69 simbola. To je dakle fonetsko-kombinatorno pismo. Istodobno je »kandži« ideografsko pismo, a ne fonematsko. Svaki znak ima svojstven smisao. Znak je svojevrsna slika riječi, a odnos između znaka i zvuka riječi potpuno je proizvoljan. »Kandži« ima mnogo znakova, za čitanje novina je dovoljno oko 3000. U školama se prvo uči »kana«, a zatim pri kraju školovanja »kandži«. Japanski neurolozi Iusata i Sasanuma pokazali su da neke lezije mozga, osim afazija izazivaju i teškoće pri čitanju. Ali ako je oštećena lijeva hemisfera, teže se čita »kana« nego »kandži«, dok oštećenja desne hemisfere otežavaju čitanje »kandži« znakova. Autori zaključuju da apstraktni, formalni i kombinatorni karakter »kane« odgovara lijevoj hemisferi mozga, dok prepoznavanje znakova »kandži« pisma odgovara prirodnim sklonostima desne hemisfere za obradu i pamćenje slika (Šanže, 1986).

Prema Ingramu lateralizacija i specijalizacija lijeve hemisfere za razvoj govora i jezika počinje već od rođenja. Drugi stručnjaci ističu da kod djece koja su tek počela učiti govor ta specijalizacija još nije izražena. Zato ako moždane lezije nastaju prije izgradnje govora, moguća je kompenzacija lezije na suprotnoj hemisferi. Čini se da i učenje govora i jezika pridonosi dominantnosti lijeve hemisfere (Vladisavljević, 1983).

Prema Bentonu kod djece koja još nisu sasvim razvila govor postoji jednaka mogućnost obje hemisfere da se razvijaju govorni centri. Mogućnost je to veća što je dijete mlađe. U slučaju lezije jedne hemisfere, druga hemisfera može preuzeti oštećene funkcije to bolje što je dominantnost manje izgrađena (Benton, 1978).

Na dominantnost hemisfere i lateralizaciju vjerojatno utječu i socio-kulturološki faktori. R. Cameron i drugi su primijetili da su afazije kao posljedica oštećenja lijeve hemisfere rjeđe kod nepismenih nego kod pismenih ljudi. Prema tome

može se pretpostaviti da se diferencijacija polja za govor i jezik razlikuje kod nepismenih i pismenih. A. Tzavaras i suradnici utvrdili su da nepismeni znatno bolje slušaju govor desnim nego lijevim uhom. Oni koji znaju čitati i pisati slušaju podjednako govor na desnom i lijevom uhu (Šanžc, 1986).

Funkcije desne hemisfere mozga

H. Jackson je godine 1874. u svom djelu »On the nature of the duality of the Brain« pretpostavio da je desna hemisfera povezana s perceptivnim funkcijama i omogućuje neposrednu vezu s vanjskim svijetom (Lurija, 1983). Ta je pretpostavka u posljednjim desetljećima i eksperimentalno potvrđena. Mnogi su autori zaključili da desna hemisfera sudjeluje u neposrednoj analizi onih obavijesti koje subjekt dobiva iz vanjskog svijeta i iz vlastitog tijela, a koje ne prolaze verbalno-logičku analizu. Prema radovima W.R. Braina, J. McFica, H. Hécaena, M. Piercya, O. L. Zangwilla, nastalim između 1941. i 1969. godine, verbalno-logičke-simboličke funkcije mozga sačuvane su i pri velikim lezijama temporalnog i parijetalnog režnja desne hemisfere. Takvi pacijenti nemaju govornih teškoća, ni teškoća u logičkom zaključivanju, ali javljaju se različiti oblici prostorne agnozije i apraksije koji nisu povezani s verbalnim sposobnostima. Simptomi oštećenja desne hemisfere mozga jesu: ignoriranje lijeve polovice vidnog polja, teškoće u prepoznavanju predmeta, teškoće u prepoznavanju drugih osoba i prostorna apraksija (Lurija, 1983).

R. W. Sperry i M. S. Gazzaniga na temelju istraživanja zaključuju da desna hemisfera mozga, iako je anatomski slična lijevoj, ne utječe na organizaciju govorne djelatnosti, a njezine ozljede ne zahvaćaju verbalne procese. Jednako tako desna hemisfera utječe manje nego lijeva na složene intelektualne funkcije (Sperry, 1967; Gazzaniga, Sperry, 1969).

Prema statističkim podacima H. L. Teubera (1960) funkcionalna organizacija senzornih procesa u desnoj subordiniranoj hemisferi manje je izdiferencirana nego u dominantnoj lijevoj hemisferi. Primjerice poremećaje dubokog taktilnog osjeta desne ruke mogu izazvati samo ozljede postcentralnih dijelova lijeve hemisfere, dok su poremećaji dubokog i taktilnog osjeta lijeve ruke posljedica samo širokih oštećenja desnu hemisfere. Jedna od važnih karakteristika korteksa desne hemisfere jest manja funkcionalna diferencijacija osjetnih struktura.

H. Hécaen (1969) iznosi da su poremećaji sheme vlastitog tijela sedam puta češći kod ozljeda desne, nego kod ozljeda lijeve hemisfere. Bolesnici s tim simptomom često ignoriraju lijevu stranu vlastitog tijela i lijevu stranu prostora. Kad je oštećena desna hemisfera mozga mogu se javiti i ovi simptomi: lijeva hemianopsija, apraksija oblačenja, nemogućnost crtanja, neprepoznavanje individualnih predmeta i lica, neprimjećivanje vlastitog oštećenja, dezorijentacija u prostoru i vremenu. Agnozije kod oštećenja desne hemisfere obično su polisenzoričkog karaktera i ne odnose se samo na izolirane modalitete senzorike.

Lurija (1983) naglašava da ozljede desne hemisfere još nisu dobro proučene. Tek u posljednje vrijeme stručnjaci počinju istraživati ulogu desne hemisfere u

pamćenju, u neposrednoj realizaciji psihičkih procesa te u osiguravanju neposrednog snalaženja u datim uvjetima okoline.

Lateralnost moždanih govornih funkcija

Prema nekim podacima razvoj govora povezan je s razvojem dominacije moždanih hemisfera. West, Ansberry i Carr (1957) navode da semantička upotreba govornih znakova počinje kod djece istodobno s razvojem lateralizacije motoričkih funkcija, tj. kada se razvija subordinacija pokreta jedne strane tijela pokretima druge strane. Istodobno se razvija i dominantnost lijeve cerebralne hemisfere za pojedine govorne funkcije. Prema nekim podacima djeca koja zaostaju u razvoju lateralnosti, zaostaju i u razvoju govora.

Može se postaviti pitanje ovisi li sve govorne funkcije o lateralnosti moždanih funkcija? Poznato je da učenje govora ne počinje u tzv. lingvističkoj fazi. Prema D. Vuletić (1973) intonacija i ritam materinskog govora javljaju se u prelingvističkoj fazi, u fazi gukanja. Zato se može pretpostaviti da neki elementi u govoru, primjerice intonacija i ritam, nisu vezani za specijalizaciju funkcija u lijevoj hemisferi mozga, odnosno nisu vezani samo za jednu hemisferu.

Radovi koji proučavaju etiologiju mucanja upozorili su na moguću vezu poremećaja lateralizacije pojedinih govornih funkcija s tim govornim poremećajem. Međutim, između pojave mucanja i desne ili lijeve lateralizacije nekih funkcija nije uvijek nađen jednoznačan odnos.

Dž. Sulejmanpašić (1969) iznosi mišljenje više autora, primjerice da su Travis i suradnici ispitali složenim fiziološkim i eksperimentalno-psihološkim metodama omjer mišićne inervacije obaju polovica tijela, preciznost i brzinu osjetnosti lijevog i desnog oka, uha i dr. Utvrdili su da kod ispitanika koji mucaju prevladava lijeva polovica tijela. Bryngelson je još godine 1939. utvrdio da je među mucavim osobama 61 posto preodgojenih ljevaka i 34 posto ambilateralnih. Međutim, C. Van Dusen nije utvrdio statistički značajnu razliku broja ljevorukih kod djece koja mucaju i djece koja ne mucaju. Jednako tako je E. Daniels ispitujući 1594 studenta nije našla povezanost između ljevorukosti i mucanja.

Drugi podaci pokazuju da postoji povezanost između sazrijevanja lateralnosti i govornog razvoja. Tako Van Riper (1954) ističe da relativno rijedak uzrok kašnjenja razvitka govora može biti nerazvijenost lateralizacije ili mijenjanje lateralnosti ruke (na čemu inzistiraju mnogi roditelji djece ljevaka). Kod djece s neodređenom lateralizacijom govorni razvoj može kasniti. Većina te djece spontano počinje govoriti čim se u njih pojavi preferencija za jednu stranu tijela.

Sulejmanpašić prenosi mišljenje Tomatisa da oko 90 posto osoba koje mucaju imaju blago oštećenje sluha na dominantnom uhu: »Iako obje cerebralne hemisfere primaju informacije od oba uha, ipak je dominantno uho glavni faktor u kontroli govora. Kad se maskira dominantno uho, javlja se zastajkivanje u govoru, a ako se maskira kontralateralno uho, način govora ostaje nepromijenjen, normalan. Budući da su mucavi hipoakustični na dominantnom uhu, oni kontroliraju svoj govor kontralateralnim uhom, zbog čega kasni auditorni feed-back.« (Sulejmanpašić,

1969, str. 23). Ti zaključci nisu kasnijim istraživanjima potvrđeni. Može se pretpostaviti da se ipak ne radi o fiziološkoj naglušnosti dominantnog uha kod osoba koje mucaju, nego je vjerojatno riječ o smetnjama lateralizacije slušanja govora. Ovo, međutim, još nije istraženo.

Prema D. H. Delacatu stereofonsko se slušanje razvija od 12. do 18. mjeseca života. Potpuna se lateralizacija kontrole govora razvija od druge do sedme godine života. Delacato smatra da funkcije govora, pisanja i čitanja znatno ovise o organizaciji nervnog sistema. Za tu je organizaciju najkarakterističniji razvoj lateralizacije pojedinih funkcija. Međutim, o dominantnosti kortikalnih hemisfera ne možemo suditi samo prema dominantnoj ruci, koja je samo jedna od funkcija dominantnosti. Dominantnost i subordiniranost hemisfera odnosi se na kompletnu neurološku organizaciju organizma. Delacato ujedno smatra da je dominantnost jedne strane mozga rezultat biološkog razvoja, tj. filogenetskog i ontogenetskog razvoja. Interesantno je napomenuti da Delacato tvrdi kako se slušanje muzike lateralizira u desnu hemisferu mozga i djeca koja su natprosječno muzikalna imaju teškoća u govornom razvoju zbog dominacije desne hemisfere u slušanju (Matajac, 1983).

Prema istraživanjima Fanta (1960) i Stevensa (1975) labijalnost, dentalnost i velarnost konsonanata u percepciji diskriminiraju se na osnovi visinskih svojstava frekvencije, difuznosti i kompaktnosti tih glasova. Pretpostavlja se da se ti procesi perceptivne diskriminacije odvijaju u lijevoj hemisferi mozga.

Jakobson (1966) je razradio model distinktivnih obilježja fonema na razini lingvističkog opisa i na binarističkom načelu. Pretpostavljalo se da distinktivna obilježja ne ovise jedna o drugima, što poslije nije eksperimentalno potvrđeno. Jakobson nije iznio pretpostavke o lateralnosti percepcije pojedinih distinktivnih obilježja.

Horga (1987) iznosi rezultate Čistovičeva rada prema kojima je različito vrijeme potrebno za percepciju pojedinih konsonanata. Najduže se percipiraju bezvučni okluzivi, zatim zvučni okluzivi, sonanti pa frikativi. Može se pretpostaviti da su fonemi koji se percipiraju brže više auditivni i zbog toga se lateraliziraju više u desnu hemisferu.

Lieberman i suradnici (1952) su u vezi s percepcijom glasova uveli pojam kategorijalne percepcije. Glasovi se u percepciji dijele na kodirane i nekodirane foneme. Kodirani fonemi su podložni prestrukturiranju akustičkih ključeva u percepciji ovisno o fonemskom kontekstu. Kodirani fonemi se percipiraju kategorijalno, a ne kontinuirano u pogledu pojedinih distinktivnih karakteristika. Nekodirani fonemi su vokali za koje postoje relativno invarijantne akustičke karakteristike u percepciji. Vokali se percipiraju nekategorijalno, na kontinuumu svojih obilježja. Kodirani fonemi se u percepciji vjerojatno lateraliziraju u lijevu hemisferu, dok se nekodirani fonemi lateraliziraju u desnu hemisferu.

Međutim Horga (1987) iznosi mišljenje Fujisakija i Kavachime prema kojem se i kratki vokali, koji traju 30 do 50 m.sec. percipiraju kategorijalno kao i konsonanti. Što više, kategorijalno se percipira općenito u otežanim uvjetima, i kategorijalna percepcija nije vezana samo za percepciju govora. Pokazalo se da su bitne

dimenzije u kategorijalnoj percepciji konsonantskih glasova zvučnost – bezzvučnost, okluzivnost – frikativnost i mjesto artikulacije.

Budući da kategorijalna percepcija nije prisutna samo u percepciji govora, mogla bi se izvesti i pretpostavka suprotna prethodno iznijetoj: Moguć je da kategorijalna percepcija nije visoko specijalizirana funkcija samo lijeve hemisfere mozga.

(*Nastavit ce se*)

LITERATURA

1. *Benton, A.* (1978), *The Cognitive Functioning of Children with Developmental Dysphasia*. U: *Wyck, M.* *Developmental Dysphasia*, Academic Press, London
2. *Brajović, C.* i *Brajović, Lj.* (1983), *Razvojne karakteristike, poremećaji i rehabilitacija odojčeta i malog deteta*, Privredno finansijski vodič, Beograd
3. *Diamond, I. T.* i *Neff, E. W. D.* (1957), *Ablation of temporal cortex and discrimination of auditory patterns*, *J. neuropsih*, 20, 172–181
4. *Fant, G.* (1960), *Acoustic theory of speech production*, The Hague, Mouton
5. *Geschwind, N.* (1968), *Human brain, leftright asymmetries in temporal speech region*, *Science*, 1968
6. *Hécaen, H.* (1969), *Aphasic, apractic and agnostic syndromes in right and left hemisphere lesions*, U: *Vinken, P. J.* i *Brayn, G. W.* *Handbook of clinical neurology*, v. 4. North-Holland Publich Co, Amsterdam. 290–310
7. *Horga, D.* (1987), *Sposobnosti procesiranja fonetskih informacija*, Filozofski fakultet, Zagreb. (Doktorska disertacija)
8. *Jakobson, R.* (1966), *Lingvistika i poetika*, Nolit, Beograd.
9. *Lieberman, A. M.*, *P. C. Delattre* i *F. S. Cooper* (1952), *The role of selected stimulus variables in the perception of the unvoiced stop consonants*, *American Journal of Psychology*, 65, 497–516.
10. *Luria, A. R.* (1982), *Osnovi neurolingvistike*, Nolit, Beograd
11. *Luria, A. R.* (1983), *Osnovi neuropsihologije*, Nolit, Beograd
12. *Matajac, J.* (1983), *Dijagnostika poremećaja čitanja i pisanja po Delacatu i kritičke primjedbe*, u: *Test instrumentacija u logopedskoj dijagnostici*, Savez društava defektologa Jugoslavije, Sarajevo, 119–140
13. *Penfield, W.*, *H. Jaspers* (1959), *Epilepsy and functional anatomy of human brain*, Little Brown, Boston
14. *Riper, V. Ch.* (1954), *Speech Correction*, ed. 3, New York
15. *Simonović, M.* (1977), *Audiologija 1*, Savremena administracija, Beograd
16. *Sovak, M.* (1968), *Metodika vaspitanja levaka*, Savez društava defektologa Jugoslavije, Beograd
17. *Sperry, R. W.* (1967), *Mental unity following surgical disconnections of the hemisphere*, Academic Press, New York

18. *Sperry, R. W. i Gazzaniga, M. S. (1969), Interhemispheric relationships, The neocortical commissures, syndromes of hemisphere disconnection, U: Vinken, R. J, Braun, G. W. Handbook of clinical neurol. v. 4, 272–290. North-Holland publich Co, Amsterdam*
19. *Stevens, K. N. (1975), The potential role of property detectors in the perception of consonants. U: Auditory analysis and perception of speech, ed. Fant, G. and M. A. A. Tatham, Academic Press, London, 304–330*
20. *Sulejmanpašić, Dž. (1969), Problematika nauke o mucanju. Savez društava defektologa Jugoslavije, Beograd*
21. *Šanže, Ž. P. (1986), Neuronski čovek, Nolit, Beograd*
22. *Teuber, H. L. (1960), Somatic sensory shyness after penetrating brain wounds in man, Harvard University Press*
23. *Vladisavljević, S. (1983), Afazije i razvojne disfazije, Privredno finansijski vodič, Beograd*
24. *Vuletić, D. (1973), Učenje materinjeg govora, Defektologija, IX, 2, 22–29.*
25. *West, R, M. Ansberry, A. Carr (1957), The rehabilitation of speech, Harper and Row, New York*

*Geza DUDAŠ,
Centre SUVAG, Osijek*

The Laterality of Speech Perception

SUMMARY

The functions of the human cortex are lateralized into one of the two hemispheres of the brain. It is assumed that the perception of speech is equally lateralized. This fact has been confirmed by numerous anatomic data and also by well-known facts from audiology and the science of aphasia. The specific role of the right and of the left hemisphere of the brain in speech perception and control is emphasized in the article.