



NEUROLINGVISTIČKI ASPEKTI BILINGVIZMA

Vesna Mildner*
Filozofski fakultet, Zagreb

Proučavanje mozgovne organizacije i reprezentacije jezičnih funkcija dio je neuroznanstvenih istraživanja od samog početka razvoja te znanosti. Svijest da mozak sustavno percipira, pohranjuje i obrađuje jezične podatke posebice je izražena od 19. stoljeća. Razvoj novih, sofisticiranih alata i metoda bilježenja aktivnosti zdravog mozga tijekom izvođenja različitih zadataka bacio je novo svjetlo na pitanja kojima su se donedavno bavile samo kliničke i biheviorističke studije. Unatoč njihovim nedostacima i ograničenjima, kliničke i biheviorističke metode pružaju veliku količinu dokaza koji se najbolje mogu razumjeti i tumačiti u kombinaciji sa spoznajama dobivenim pomoću raznih tehnika, poput pozitronske emisijske tomografije (PET – eng. *positron emission tomography*), potencijala vezanih za događaj (ERP – eng. *event related potentials*), funkcionalne magnetske rezonancije (fMRI – eng. *functional magnetic resonance imaging*) i regionalnog protoka krvi u mozgu (rCBF – eng. *regional cerebral blood flow*).

U članku se ukratko govori o mozgovnoj reprezentaciji jezičnih funkcija općenito, o nekim mišljenjima o bilingvizmu, uključujući neurolingvističku organizaciju bilingvala, i prikazuju se podaci nekoliko biheviorističkih studija hrvatsko-engleskih bilingvala.

Ključne riječi: bilingvizam, hrvatski jezik, engleski jezik, neurolingvistika, mozgovna reprezentacija jezičnih funkcija

MOZGOVNA REPREZENTACIJA JEZIČNIH FUNKCIJA

Različita istraživanja mozgovne reprezentacije jezičnih funkcija bavila su se brojnim temama: anatomskim i funkcionalnim asimetrijama i lateralizacijom, razvojnim pitanjima, plastičnošću, razlikama između spolova, utjecajem dominantne ruke, specifičnostima jezika, te specifičnostima kategorija podražaja i modaliteta njihova prezentiranja.

Anatomske razlike između lijeve i desne mozgovne hemisfere uočene su u nejednakim površinama nekih dijelova (*planum temporale*, *operculum parietale*, prefrontalna regija, temporo-parijetalna regija), razlikama u broju pojedinih vijuga (Heschlove) i duljinama odre-

đenih brazda (Sylvijeve), specifičnoj težini i relativnom odnosu sive i bijele tvari (za pregled vidjeti Mildner, 1996; Judaš i Kostović, 1997).

Razdoblja naglog rasta živčanih veza kronološki odgovaraju razdobljima najveće sposobnosti usvajanja i učenja nove građe (tzv. kritična ili osjetljiva razdoblja). Valja istaknuti da, suprotno nekadašnjim tvrdnjama, nema jasno definiranog razdoblja (primjerice pubertet) izvan kojega bi učenje bilo nemoguće. Neki stupanj plastičnosti postoji do kasne životne dobi, zahvaljujući čemu je moguće usvajanje novih znanja i reorganizacija mozgovnih funkcija poslije ozljede (za pregled vidjeti Mildner, 1994).

U više od 90% dešnjaka i čak u više od 70% ljevorukih osoba nađeno je da je lijeva hemisfera dominantna za jezične funkcije. Ta se

* Vesna Mildner, Filozofski fakultet, Odsjek za fonetiku, I. Lučića 3, 10000 Zagreb; tel.: (01) 6120097; fax: (01) 6120096; e-mail: vesna.mildner@ffzg.hr



dominantnost uspostavlja već u vrlo ranoj dobi i prema većini autora izraženija je u muškaraca nego u žena. Ima također naznaka da je ekspresivna strana jezičnog funkcioniranja izrazitije lijevo lateralizirana od perceptivne (Obler i Gjerlow, 1999).

Rezultati istraživanja funkcionalnih asime-

trija u obradi jezičnih podataka ukratko su prikazani u tablici 1. Valja, međutim, reći da se uglavnom ne radi o isključivoj aktivnosti jedne ili druge hemisfere, nego o razlikama u stupnju uključenosti (Kalat, 1995; Myers, 1999; Obler i Gjerlow, 1999; Howard, 2000; Eysenck i Keane, 2000).

Tablica 1. Funkcionalne asimetrije između lijeve i desne mozgovne hemisfere pri obradi jezičnih podataka

Jezična funkcija	Aktivnija hemisfera
Sve jezične funkcije, posebice sintaksa	Lijeva
Fonološko spremište – na tromeđi tjemenog, zatiljnog i sljepoočnog režnja	Lijeva
Generiranje glagola na zadane imenice	Lijeva
Govorni ritam	Lijeva
Obrada govora reproduciranog unatrag	Lijeva
Fonološki ton	Lijeva
Suglasnici (posebice okluzivi, od frikativa oni koji se raspoznaju po tranzijentima a ne po frekvenciji šuma)	Lijeva
Slušanje u otežanim uvjetima (filtrirani govor, govor u buci, isprekidani govor)	Lijeva
Čitanje	Lijeva
Pisanje	Lijeva
Aritmetika	Lijeva
Silabičko pismo (japansko pismo <i>kana</i>)	Lijeva
Ideografsko pismo (japansko pismo <i>kanji</i>)	Desna
Razlikovanje fizički sličnih slova	Desna
Nadzor na ekstralingvističkim kontekstom	Desna
Integracija činjenica u veću koherentnu cjelinu	Desna
Ton, prozodija	Desna
Emocije, humor, ironija	Desna

Nađeno je također da je desna hemisfera samostalno sposobna za još neke jezične funkcije u slučaju kad je lijeva iz bilo kojeg razloga onesposobljena. Tako desna hemisfera: prepoznaje napisane riječi, koristi jednostavna gramatička (sintaktička) pravila, pozna-

je svojstva i namjenu predmeta ali ne i njihova imena, može proizvoditi psovke, klišeje, automatizirane izraze, razumije glagole i povezuje uz njih imenice, reagira na naredbe ako se ne traži verbalni odgovor, obrađuje lako zamislive riječi (npr. imenice nasuprot grama-



tičkim riječima), bolje razumije govor nego pismo.

Smatra se da je leksikon (semantika općenito) šire reprezentiran, dakle da uključuje obje hemisfere, a da su samoglasnici bilateralno reprezentirani, osim u otežanim uvjetima slušanja, kada se poveća aktivnost lijeve hemisfere.

Svi se ti rezultati neprestano preispituju i provjeravaju. Budući da se neki od njih oslanjaju na biheviorističke testove s raznovrsnom metodologijom i ispitanicima a neki na promatranje kliničke populacije, svakoj generalizaciji mora se pristupati vrlo oprezno.

Predloženo je nekoliko modela kojima se objašnjava i pretpostavlja mozgovna reprezentacija jezičnih funkcija. Jedan od najpoznatijih je tzv. Wernicke-Geschwind model, koji uključuje nekoliko jasno određenih područja mozga bitnih za jezično funkcioniranje u slušnom i vidnom modalitetu. Prema tome modelu izgovorena (napisana) informacija prenosi se iz primarne slušne (vidne) kore u sljepoočnom (zatiljnom) režnju u Wernickeovo područje u stražnjem dijelu lijevog sljepoočnog režnja dominantne hemisfere, gdje se prepoznaju riječi, odnosno razumije se čujeno (viđeno). Ako se zahtijeva verbalni odgovor, informacija se dalje prenosi preko *fasciculus arcuatus* do Brocino-ga središta u donjem dijelu prefrontalnog korteksa dominantne hemisfere, gdje se provodi kodiranje potrebno za govor. Izgovorni program ostvaruje se aktiviranjem motoričke kore u precentralnoj vijuzi, odakle se eferentnim putevima inerviraju govorni organi (artikulatori). Neki od problema toga modela jesu u tome da je previše lokalistički, tj. neopravdano pretpostavlja da su pojedini segmenti jezične obrade usko lokalizirani na točno određive točke; serijalan je, tj. pretpostavlja da se jezična obrada ostvaruje u koracima koji slijede jedan za drugim. No, to se nije pokazalo točnim kad se radi o većini kognitivnih funkcija; ne pretpostavlja aktivnost nedominantne (desne) hemisfere i ne predviđa mogućnost da unatoč ozljedama Wernickeova i Brocina centra, nema afazičnih simptoma, ni da se ti simptomi mogu

pojavit i kad su ta dva centra intaktna. S druge strane, modeli koji se temelje na neuralnim mrežama predviđaju aktivnost obje hemisfere, prema njima informacije su šire rasprostranjene, što ih čini, među ostalim, otpornijim na ozljede ograničenih dijelova, pa čak i onih važnih za jezično funkcioniranje kao što su Brocino i Wernickeovo središte. Po načinu obrade podataka paralelni su, što znači da istodobno mogu obrađivati više različitih podataka ili isti tip podataka na različitim razinama, prilagodljivi su i mogu učiti iz iskustva, tj. na temelju rezultata ranijih faza obrade mogu prilagođavati svoje djelovanje. Takvi se modeli zato svrstavaju u kategoriju tzv. konekcionističkih modela ili modela s paralelno-distribuiranom obradom, a sličniji su stvarnom funkcioniranju ljudskog mozga, kako se pokazalo različitim metodama bilježenja mozgovne aktivnosti (o tim i drugim modelima više u: Mildner, 1996; Ryalls, 1996; Obler i Gjerlow, 1999; Eysenck i Keane, 2000).

BILINGVIZAM

Kao tema od posebnog zanimanja za psiholingvistiku, usvajanje i učenje jezika, ali i kognitivnu znanost uopće, bilingvizam privlači veliku pozornost među lingvistima, psiholozima, neuroznanstvenicima i osobama koje se bave govornim problemima. Mnogo je stranica napisano o prednostima i nedostacima dvojezičnosti za duševni i govorni razvoj djece, o različitim tipovima dvojezičnosti i tome tko su „pravi“ bilingvali, kako se postaje bilingval, o odnosima između jezika kojima bilingvali vladaju, o kritičnoj dobi poslije koje se više ne može usvojiti strani jezik do razine materinskoga i o sličnim pitanjima (Albert i Obler, 1978; Romaine, 1989; Harris, 1992).

U ovome članku bit će govora samo o nekim od tih aspekata dvojezičnosti. Prije nego prijedemo na raspravu o neurolingvističkim aspektima bilingvizma, valja se odlučiti za jednu od mnogih njegovih definicija. Složila bih se s onom Grosjeana (1997) prema kojoj bilingvizam pretpostavlja porabu različitih jezika ili dijalekata u različitim domenama ili situacija-



ma za različite svrhe i s različitim sugovornicima. Očito, prema tako širokoj definiciji bilingval je osoba koja vlada dvama jezicima, dvama dijalektima ili standardnim jezikom i dijalektom i rabi ih u različitim situacijama, tj. da bi ta osoba zadovoljila različite komunikacijske potrebe. To, dakle, može biti kajkavac koji kod kuće rabi kajkavski a u školi ili na poslu štokavski; inženjer strojarstva kojemu je materinski jezik hrvatski i koji razumije neki stručni tekst na engleskom bolje od bilo kojeg anglista, ali ne može na engleskom razgovarati ni pratiti igrani film bez prijevoda; no može biti i netko tko jednako uspješno vlada hrvatskim i njemačkim. Zato je čest pojam dominantnog bilingvala (koji jedan jezik zna bolje nego drugi) i uravnoteženog (eng. *balanced*) bilingvala, čija je kompetencija u oba jezika podjednaka. Iz toga proizlazi da netko može postati bilingval sve dok može postići bilo koju razinu komunikacijske kompetencije, pa makar se to odnosilo samo na neke aspekte jezičnog funkcioniranja (primjerice, čitanje ili pisanje). Budući da se takva komunikacijska kompetencija može postići i u dobi nakon tradicionalno shvaćenih kritičnih razdoblja, na temelju dobi u kojoj se drugi jezik počeo učiti, bilingvale možemo nazvati ranima (do šeste godine života), kasnima (poslije šeste godine života) i odraslima (poslije puberteta).

U nedostatku bolje klasifikacije obično se govori o tri tipa bilingvala s obzirom na međujezične odnose: složeni (eng. *compound*) ili kompaktni (eng. *compact*), koordinirani i subordinirani. Prema toj podjeli, složeni/kompaktni usvojili su oba jezika istodobno prije šeste godine (obično u obitelji gdje svaki od roditelja govori jedan jezik). Oni imaju jedan skup leksičkih koncepata i mogu ih izraziti riječima iz bilo kojeg od dva jezika (V. Piškorec (2001) govori o jednom označenom i dva označitelja). Koordinirani bilingvali učili su drugi jezik prije puberteta unutar ili izvan obitelji. Oni imaju dva skupa leksičkih koncepata, a riječi iz dvaju jezika odvojene su. Subordinirani bilingvali usvojili su jedan jezik (prvi) kao materinski, a drugi poslije uz pomoć prvoga. Oni imaju leksičke

koncepte samo na materinskom jeziku, a do riječi na stranome dolaze prijevodom riječi iz materinskog. Očito je da malo bilingvala nedvojbeno pripada jednoj kategoriji. Posebice je teško odrediti jasnu razliku između koordiniranih i subordiniranih kategorija. Čak se i za složene/kompaktne bilingvale ne može pouzdano tvrditi da su oba jezika uvijek ravnopravna, jer se formalno obrazovanje obično ostvaruje na jednom ili pretežno na jednom jeziku, kreću se u društvu prijatelja koje je pretežno jednojezično i sl. Prema neformalnim iskazima roditelja u bilingvalnim obiteljima s više djece zapaženo je da, unatoč istom načinu usvajanja jezika kod kuće, prema načelu „jedan roditelj jedan jezik“, svako sljedeće dijete u obitelji sve više naginje porabi jezika okoline pa „kompaktnost“ bilingvizma pada na štetu jezika koji nije preferiran u školi i društvu.

Jedan od modela koji uzima u obzir međujezične odnose jest de Botov model jezične organizacije u bilingvala (1992), a oslanja se na Leveltov jednojezični model (1989). Sastoji se od tri podsustava jezične proizvodnje, podsustava za razumijevanje i leksikona (koji je uključen u proizvodnju i u razumijevanje). Tri podsustava jezične proizvodnje jesu konceptualizator (eng. *conceptualizer*), formulator (eng. *formulator*) i artikulator (eng. *articulator*). Konceptualizator je predverbalni stupanj – on sadrži koncepte, tj. informacije koje se mogu izraziti riječima bilo kojeg jezika. Formulator odgovara Leveltovu stupnju leksičkog odabira i sljedećim koracima – tu se odabiru odgovarajuće leksičke jedinice i primjenjuju gramatička i fonotaktička pravila. Na toj se razini bilingvali razlikuju ovisno o, među ostalim, dobi i metodi usvajanja/učenja jezika, znanju i porabi. Artikulator odgovara Leveltovoj razini pretvaranja fonetskih izgovornih programa u artikulaciju. Tu se izabrani jezik konačno verbalizira pretvaranjem nizova slogova u artikulacijske pokrete. Vjerojatno je, kako predlažu neki autori (za pregled vidjeti Fabbro, 1999), da se oba jezika aktiviraju istodobno na svim razinama, osim na zadnjoj, tj. na artikulacijskoj razini, gdje je neizabrani jezik inhibiran.

NEUROLINGVISTIČKA ORGANIZACIJA BILINGVALA

Usporedno sa zanimanjem za mozgovnu reprezentaciju jezičnih funkcija uopće raslo je i zanimanje za neurolingvističku organizaciju bilingvala. Jedan od prvih radova o toj temi objavljen je prije desetak godina u ovom časopisu (Horga, 1991). Naravno, neurolingvistički aspekti bilingvizma podrazumijevaju dodatne čimbenike koji mogu imati važnu ulogu u reprezentaciji dvaju jezika: spol, dominantna ruka, dob pri početku usvajanja/učenja, redoslijed, metode i strategije učenja, učestalost i okolnosti porabe, stupanj znanja, specifičnosti jezika (primjerice pismo, uloga tona i sl.).

Paradis (1994) drži da bilingvali imaju svoja dva jezika pohranjena u odvojenim sustavima pamćenja. Prvi jezik (L1) pohranjen je u implisitnoj (proceduralnoj) memoriji, pomoću implisitnih strategija, za razliku od drugog jezika (L2), koji uključuje postupke mentalnog prevođenja, eksplicitno učenje gramatike i pohranjen je u eksplicitnoj (semantičkoj, epizodnoj, autobiografskoj) memoriji. Prvi je jezik predstavljen u bazalnim gangliima, malome mozgu i pojedinim područjima kore velikog mozga, dok je drugi jezik predstavljen difuznije u kori velikoga mozga. Prema tome, usvajanje i učenje uključuju odvojene strukture velikog mozga: usvajanje uključuje emocionalne sustave te kortikalne i subkortikalne strukture, dok se učenje ostvaruje uglavnom u kori velikog mozga. Usvajanje, najčešće povezano s L1, odvija se prirodni načinom i u neformalnom okruženju, za razliku od učenja koje se ostvaruje uglavnom u institucionalnom okruženju pomoću formalnih metoda i pravila.

Proučavanjem bilingvalnih osoba s poremećenom jezičnom funkcijom (afazijom) Paradis je došao do sljedećih pet hipoteza o reprezentaciji njihovih jezika:

1. hipoteza o proširenom sustavu – jezici su nediferencirani, tj. elementi različitih jezika obrađuju se kao aloelementi
2. hipoteza o dvostrukom sustavu – jezici su

predstavljani neovisno jedan o drugome u odvojenim sklopovima

3. hipoteza o trodijelnom sustavu – elementi zajednički obim jezicima predstavljeni su u istom neuralnom substratu, a oni koji su drukčiji imaju odvojene reprezentacije
4. hipoteza o kontekstu usvajanja – jezici koji se usvajaju u različitim kontekstima neurofunkcionalno su više odvojeni nego oni koji su usvojeni u istom kontekstu
5. hipoteza o podsustavu – bilingvali imaju dva podskupa neuralnih veza, po jedan za svaki jezik, unutar istog kognitivnog sustava (jezičnog).

De Botov model jezične proizvodnje u bilingvala također uključuje pitanje neuralne podloge njegovih triju podsustava. Za opći konceptualizator, koji nije specifičan ni za jedan jezik, pretpostavlja se da je predstavljen u najprednijim dijelovima čeonog režnja objiju hemisfera i u nekim tjemenno-sljepoočnim područjima lijeve hemisfere. Formulator je vjerojatno predstavljen u zajedničkim kortiko-subkortikalnim strukturama, a različiti se jezici realiziraju različitim neurofunkcionalnim mehanizmima. Sintaksa (gramatika) i fonologija dvaju jezika vjerojatno su odvojene u kasnih bilingvala. Prema njemu, u uravnoteženih bilingvala leksikon je vjerojatno predstavljen u zajedničkim neuralnim strukturama smještenim u tjemenno-sljepoočnim područjima. De Bot drži da se kasni bilingvali razlikuju od ranih u organizaciji silabičkih i prozodijskih aspekata artikulatora na način da kasni bilingvali imaju neovisna spremišta za svaki jezik, a rani bilingvali imaju zajedničko spremište za sve elemente obaju jezika.

Mozgovna reprezentacija jezika bilingvala obično se istražuje na kliničkoj populaciji (u osoba koje su pretrpjele neko oštećenje mozga s posljedičnim oštećenjima jezičnih sposobnosti – tzv. afatici), na zdravim ispitanicima pomoću biheviorističkih metoda testiranja, a na obje populacije pomoću različitih metoda bilježenja moždane aktivnosti tijekom izvođenja nekog zadatka.





Slučajevi holandsko-engleskog muškog desnorukog bilingvala i španjolsko-engleske lijevoruke bilingvalke pokazali su da postoje zajednički centri za oba jezika, ali i centri koji su pokazali različite efekte inhibicije za dva jezika (Ojemann i Whitaker, 1978). Neka su ranija istraživanja upućivala na to da L2 češće ima difuzniju reprezentaciju u lijevoj hemisferi, ali rezultati kasnijih testova bili su suprotni (za pregled videti Albert i Obler, 1978; Fabbro, 1999).

Slušanje priča na prvom i drugom jeziku otkrilo je različitu aktivaciju dviju hemisfera – veća aktivacija u desnoj hemisferi nađena je za L2 nego za L1. Neki testovi s jednojezičnim govornicima pokazali su veću aktivaciju čeonog režnja lijeve hemisfere tijekom obrade gramatičkih riječi, za razliku od veće aktivacije stražnjih regija lijeve hemisfere pri obradi punih riječi. Nepostojanje jasne aktivacije u prednjim regijama lijeve hemisfere tijekom sintaktičke obrade u kasnih bilingvala uzima se kao dokaz da su neke druge mozgovne strukture odgovorne za organizaciju gramatičkih aspekata drugoga jezika.

Vrlo zanimljive rezultate istraživanja mozgovne aktivnosti pomoću funkcionalne magnetske rezonancije (fMRI) objavili su Kim *et al.* (1997). Oni su našli da je prostorni raspored jezika u Brocinom centru (za proizvodnju govora) u ranih bilingvala različit od onoga u kasnih: u ranih bilingvala oba su jezika reprezentirana na istome mjestu, dok su u kasnih te reprezentacije odvojene. S druge strane, rani i kasni bilingvali nisu se razlikovali s obzirom na reprezentaciju svojih jezika u Wernickeovu centru (za percepciju govora). Oba su jezika bila predstavljena na istome mjestu.

Iako brojni, prikazi slučajeva oporavka od afazije u bilingvala i poliglota nisu dali definitivne odgovore o neurolingvističkoj organizaciji bilingvala (vidjeti Fabbro, 1999, za prikaz). Afazija u bilingvala i poliglota može se manifestirati kao neravnoteža između aktivacije i inhibicije prvog i drugog jezika, kao otežano prebacivanje između jezika ili kao patološka fiksacija na samo jedan jezik. U svakom od tih

slučajeva sačuvana su oba jezika, ali je otežan ili onemogućen svjestan odabir. Različite osobe oporavljaju se na različite načine iz nepoznatih razloga. Bilo je pokušaja da se te razlike objasne brojnim vanjskim čimbenicima. Najčešće se važnost pridavala tome koji je jezik osoba govorila u trenutku nastupanja ozljede, koji je jezik usvojila kao prvi, koji bolje zna, koji je bio modalitet usvajanja/učenja (govorom ili pismom), pa i brojnim psihološkim čimbenicima. Pokazalo se da je barem u nekim slučajevima jezik u kojem je poremećeno funkcioniranje samo inhibiran a ne i posve izgubljen. Paralelni oporavak od afazije, za koji je karakterističan istodoban oporavak obaju jezika, nađen je u 40% slučajeva i podupire hipotezu da su oba jezika organizirana u istim područjima. S druge strane, selektivna afazija, kod koje je otežano ili onemogućeno funkcioniranje na samo jednom jeziku, uz istodobno očuvano funkcioniranje na drugome, uzima se kao dokaz funkcionalne odvojenosti jezika, iako oni nisu nužno organizirani u različitim mozgovnim područjima. Slučajevi alternativnog antagonizma, u kojima se jezici naizmjenično oporavljaju jedan na štetu drugoga, govore u prilog neovisnim mentalnim sustavima u dvije hemisfere. Neki klinički slučajevi patološkog prebacivanja i miješanja jezika pokazuju da se mehanizmi za izbor jezika i međujezično prebacivanje nalaze u desnoj hemisferi, iako ima slučajeva ozljeda lijeve hemisfere s jednakim posljedicama (Paradis, u tisku). Nije zato posve jasno postoji li neuroanatomski centar za aktivaciju/inhibiciju jezika bilingvala.

Sve je, čini se, očitije da u bilingvala ne postoje neki posebni mehanizmi kojih ne bi bilo u monolingvala, tj. razlike u mozgovnoj organizaciji kvantitativne su a ne kvalitativne. Primjerice, mehanizam za prekapčanje/prebacivanje (eng. *switching*), koji zauzima važno mjesto u raspravama o bilingvizmu postoji i u monolingvala. Dokaz za to je sposobnost miješanja govornih registara (formalni – kolokvijalni), koju ima svaki zdravi monolingval. Također se pokazalo da su oba jezika osjetljiva na ozljede lijeve hemisfere jednako kao i jedini jezik u

monolingvala. Minkowski i Paradis (vidi Fabbro, 1999 za pregled) zaključili su da su razlike između jezika fiziološke a ne anatomske – uključeni su isti centri, ali se isti aktivni elementi kombiniraju na različite načine. To je gledište u skladu s pristupom jezičnom funkcioniranju temeljenom na modelima neuralnih mreža. U sklopu takvog modela može se reći da su dva jezika poduprta različitim krugovima (eng. *circuits*), koji se nalaze u istim jezičnim područjima. Radi se o makroanatomski istima, ali mikroanatomski različitim živčanim sklopovima.

Kad se radi o zdravim ispitanicima, simultani prevoditelji posebno su zanimljiva skupina za proučavanje organizacije dvaju jezika (Fabbro, 1999). Vrlo je vjerojatno da se obje hemisfere rabe istodobno tijekom simultanog prevođenja. Lijeva je hemisfera primarno zaokupljena prepoznavanjem izvorne poruke, prevođenjem i govornom proizvodnjom (nove poruke – prijevoda), a primarna uloga desne hemisfere jest da upravlja pozornošću i prati neverbalna, emocionalna i pragmatička obilježja poruke, govornika i šireg konteksta, dakle ukupne komunikacije. Iskusni simultani prevoditelji uvelike se oslanjaju na neverbalne kontekstualne znakove, uključujući držanje tijela, gestu, mimiku i ton glasa, jer oni pružaju vrijedne informacije koje nadopunjuju i anticipiraju sam verbalni sadržaj. Očito je da pri prevođenju oba jezika moraju biti aktivna istodobno, ali vjerojatno ne u istoj mjeri u svakom trenutku. Neizabrani jezik, tj. onaj s kojeg se prevodi, nije posve inhibiran – prag njegove aktivacije privremeno je povišen dovoljno da se spriječi samoaktivacija, ali ne dovoljno visoko da onemogućiti razumijevanje i prevođenje. Što je učestalije miješanje jezika, to je niži prag. Čini se razumnim da su dva jezika odvojiva unutar jednoga govornika te da je razumijevaje odvojivo od izražavanja, jer bi inače prevoditeljima bilo nemoguće slušati izvorni jezik i govoriti ciljnim jezikom s tako kratkim vremenskim zaostajenjem. Ipak, valja imati na umu da je sposobnost prevođenja odvojiva od sposobnosti uporabe dvaju jezika – drugim riječima, balansirani bilingvali nisu nužno i dobri prevoditelji.

Osim utjecaja već spomenutih posebnih čimbenika, moguće je da su dva jezika bilingvala predstavljena različito na različitim razinama (primjerice na biokemijskoj, anatomskoj, neurofunkcionalnoj, psihološkoj, lingvističkoj). Postojanje tih razlika moglo bi objasniti neslaganja u rezultatima istraživanja različitih autora, jer se ne uspoređuju uvijek rezultati istraživanja istih razina.

U posljednjih nekoliko desetljeća brojna su bihevioristička istraživanja pokušavala odgovoriti na pitanje o mogućoj različitoj lateralizaciji jezičnih funkcija bilingvala, uglavnom na temelju analize točnosti odgovora i brzine reakcije. Iz tih su radova proistekle tri glavne hipoteze: (a) lijeva je hemisfera dominantna za oba jezika; (b) L1 i L2 su lateralizirani različito – L1 u lijevoj hemisferi, a L2 u desnoj, s time da razlike ovise o brojnim ranije spomenutim čimbenicima (dob, metode učenja itd.); (c) nijedan jezik bilingvala nije tako jasno lateraliziran kao jedini jezik u monolingvala. U nastavku iznosim kratak prikaz rezultata proučavanja lateralizacije hrvatskog kao materinskog i engleskog kao stranog jezika u hrvatsko-engleskih bilingvala.

REZULTATI PROUČAVANJA HRVATSKO-ENGLESKIH BILINGVALA

Da bi se izbjegla nekontrolirana varijabilnost zbog spola, dobi, dominantne ruke, uvjeta učenja engleskog kao stranog jezika (metode, dob početka učenja i duljina učenja) i znanja, odabrano je 53 – 55 ispitanica (ovisno o testu) od 149 prethodno testiranih i anketiranih ispitanika. U svim istraživanjima, kojih se rezultati ovdje iznose, sudjelovale su neurološki i audiološki zdrave ispitanice dominantne desne ruke i noge, bez slučajeva porodične lijevorukosti, u dobi između 18 i 23 godina (prosjeck: 20 godina). Bile su dominantno hrvatski sub(ko)ordinirani kasni bilingvali. Počele su učiti engleski kao strani jezik u školi u dobi od 9 do 10 godina i učile su ga 8 do 9 godina, dakle tijekom osnovne i srednje škole. Sve





su postigle najmanje 72% točnih odgovora na prethodnom testu engleskog jezika.

Sva su istraživanja imala nekoliko zajedničkih obilježja: pojedini test uvijek je bio izveden samo na jednom jeziku; vrijeme između testa na engleskom i odgovarajućeg testa na hrvatskom bilo je tjedan dana, a testiranje provedeno u isto doba dana. Redoslijed jezika testiranja uravnotežen je unutar cijelog uzorka ispitanika. Svi su testovi bili slušni i istraživali su percepciju govora. Temeljili su se na neuroanatomskoj i neurofiziološkoj činjenici da su slušni putovi u velikoj mjeri ukriženi i da u svakoj mozgovnoj hemisferi podražaji dovedeni na suprotno uho imaju prednost pred onima dovedenima na istostrano uho.

U testu dihitičkog slušanja korišteni su brojevi od 1 do 10, a kontrolirana je i usmjerenost pozornosti ispitanica na lijevo, odnosno desno uho. U toj vrsti testa, gdje istodobno na dva uha dolaze različiti podražaji (Kimura, 1967; Mondor i Bryden, 1992) ispitanici obično točnije i brže navode podražaje dovedene na uho suprotno od hemisfere dominantne za konkretnu vrstu podražaja. Ta se prednost uha najčešće izražava kao indeks lateralnosti, koji ima pozitivan predznak kad se radi o prednosti desnog uha, što upućuje na dominantnost lijeve hemisfere, a negativan kad se radi o prednosti lijevoga uha, što upućuje na dominantnost desne hemisfere. Indeksi lateralnosti izračunani u radu prikazanom ovdje, temelje se na odnosu točnih odgovora na podražaje dovedene na desno i lijevo uho te na redoslijedu ponavljanja brojeva dovedenih istodobno na oba uha (Mildner i Rukavina, 1996a; Mildner, 1999). Rezultati pokazuju da je i obrada jezičnih podataka na stranom jeziku uglavnom lijevo-hemisferska aktivnost, ali s većom aktivnošću desne hemisfere nego je opisano u literaturi za monolingvalne ispitanike. Čak i kad se uzme u obzir utjecaj namjernog usmjerenja pozornosti, lijeva je hemisfera aktivnija od desne tijekom obrade jezičnih podražaja, što se pokazalo posebno izraženim za podražaje na hrvatskom (materinskom) jeziku. Testiranje na engleskom (stranom) jeziku pokaza-

lo je veću uključenost desne hemisfere nego na hrvatskom, što upućuje na difuzniju reprezentaciju stranog jezika.

Jedna vrsta biheviorističkih testova, koja se često koristi u istraživanjima hemisferske dominantnosti, jest test rime (Mildner i Rukavina, 1994; 1996b). Ovdje je provjeravana tvrdnja da se fonološko spremište nalazi u lijevoj mozgovnoj hemisferi, na temelju čega bi se očekivalo da će odgovori o tome rimuju li se neki parovi riječi ili ne, biti brži i točniji za podražaje dovedene na desno uho nego za one dovedene na lijevo. Ispitivanjem hrvatsko-engleskih bilingvala nije nađena statistički signifikantna razlika između lijevog i desnog uha ni za hrvatski ni za engleski, ali je nađen trend k većem uključenju desne hemisfere prilikom obrade podražaja na engleskom (stranom) jeziku. Izraženo indeksom lateralnosti, nađena je prednost desnog uha (lijeve hemisfere) za podražaje na hrvatskom, koju odražava pozitivan predznak indeksa (17,56), a prednost lijevog uha (desne hemisfere), izražena negativnim predznakom (-2,47), za podražaje na engleskom jeziku. Statistički signifikantne razlike između jezika nađene su u točnosti i brzini odgovora – na podražaje na hrvatskom odgovaralo se točnije i brže.

Testom jednostavnih računskih operacija na cijelim brojevima od 1 do 10 ispitanice su moguće razlike u aktivnosti hemisfera pri jednostavnoj semantičkoj obradi. Korištenjem brojeva umjesto nebročanih riječi željelo se izbjeći utjecaj učestalosti uporabe, asocijacija, konotacija, i sličnih karakteristika, koje nisu nužno iste za prijevodne ekvivalente u dva jezika. Zadatak je bio odgovoriti je li rezultat aritmetičke operacije prezentirane na jedno ili drugo uho točan ili ne (Mildner, 1996; 2001). Računanje indeksa lateralnosti nije pokazalo statistički signifikantne razlike između lijevog i desnog uha ni u jednom jeziku. I ovdje je bila značajna samo razlika u brzini i točnosti odgovora između dvaju jezika (brže i točnije odgovaralo se na hrvatskom). Iako je nađen trend k većem uključenju lijeve hemisfere (prednost desnog uha, pozitivan indeks lateralnosti: 5,66) na hrvat-



skom a desne hemisfere (prednost lijevog uha, negativan indeks lateralnosti: -1,13) na engleskom, ukupno gledano može se zaključiti da niska apsolutna vrijednost indeksa lateralnosti upućuje na to da je u oba jezika semantička obrada simetričnije reprezentirana nego fonološka (indeks lateralnosti jednak nuli pokazatelj je funkcionalne simetričnosti hemisfere). Takav je rezultat u skladu s literaturom prikazanom u dijelu o reprezentaciji jezičnih funkcija uopće.

Ukratko, možemo reći da su prikazana tri istraživanja funkcionalne mozgovne asimetrije u hrvatsko-engleskih bilingvala pokazala da postoji velika varijabilnost među ispitanicima, ali i manje izražena dominantnost lijeve hemisfere nego u literaturi o monolingvalima (Albert & Obler, 1978; Mildner, 1996; Obler i Gjerlow, 1999). Iako nisu nađene statistički značajne razlike između dvaju jezika, postoji jasan trend k većoj uključenosti desne hemisfere u obradi podataka na stranome jeziku. Na sličnom uzorku (19 desnorukih ispitanica u dobi između 20 i 25 godina; koordiniranih hrvatsko-engleskih bilingvalki) Horga (2000) je mjerenjem brzine i točnosti usmenog prevodenja s hrvatskog na engleski i obratno tako-

đer našao simetričnost dviju hemisfera izraženu kao nepostojanje prednosti bilo kojeg uha u tim zadacima.

■ ZAKLJUČAK

Neurolingvistički pristup jedan je od mnogih putova proučavanja bilingvizma i pokušaja razumijevanja funkcioniranja bilingvala kao osoba koje, osim dva jezična sustava, imaju i mehanizam za optimalno korištenje tih sustava. Priroda i čvrstoća veza između njih kao i funkcioniranje toga preklopnog mehanizma predmet je zanimanja raznovrsnih znanstvenih disciplina – od medicine preko neuropsihologije do lingvistike. Cilj je ovoga rada bio upozoriti na pitanja što se postavljaju pred istraživače koji se bave različitim aspektima bilingvizma, te na važnost kombiniranja različitih eksperimentalnih tehnika i metoda. Tek će usporedba rezultata kliničkih, biheviorističkih i raznih metoda bilježenja aktivnosti mozga dati pouzdanije odgovore na neka od tih pitanja, a time pridonijeti i potpunijem razumijevanju problema učenja stranih jezika, izradi boljih udžbenika i razvoju primjerenih metoda učenja.

REFERENCIJE

- Albert, M. L. & Obler, L. K. (1978). *The Bilingual Brain*. New York, San Francisco, London: Academic Press.
- De Bot, K. (1992). A bilingual production model: Levelt's "speaking" model adapted. *Applied Linguistics* 13, 1 – 24.
- Eysenck, M. W., Keane, M. T. (2000). *Cognitive Psychology*. (4th Edition). Hove: Taylor and Francis.
- Fabbro, F. (1999). *The Neurolinguistics of Bilingualism: An Introduction*. Hove: Psychology Press Ltd.
- Grosjean, F. (1997). "Individual Bilingualism". In: Lengyel, Zs., Navracscics, J. & Simon, O. (eds) *Applied Linguistic Studies in Central Europe I*, pp. 103 – 113.
- Harris, R. J. (ur.) (1992). *Cognitive Processing in Bilinguals*. Amsterdam: North-Holland.
- Horga, D. (1991). Neurolingvistička organizacija bilingvalnih govornika. *Strani jezici XX*, 147 – 160.



- Horga, D. (2000). Moždana lateralizacija u jezičnom prevođenju. Savjetovanje Hrvatskog društva za primijenjenu lingvistiku. Zbornik radova u tisku.
- Howard, P. (2000). *The Owner's Manual for the Brain*. Atlanta-Austin: Bard Press.
- Judaš, M. i Kostović, I. (1997). *Temelji neuroznanosti*. Zagreb: MD.
- Kalat, J. W. (1995). *Biological Psychology*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Kim, K. H. S., Relkin, N. R., Lee, K.-M., & Hirsch, J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*,
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex* 3, 163 – 178.
- Levelt, W. J. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mildner, V. (1994). Spoznaje neuroznanosti u učenju stranih jezika. *Strani jezici XXIII*, 183 – 190.
- Mildner, V. (1996). *Funkcionalna moždana asimetrija u bilingvalnih osoba: razlike u percepciji engleskog i hrvatskog jezika*. (Disertacija). Zagreb: Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mildner, V. (1999). Functional Cerebral Asymmetry for Verbal Stimuli in a Foreign Language. *Brain and Cognition* 40, 197 – 201.
- Mildner, V. (2001). Some Quick Arithmetic. *Brain and Cognition* 46, 205 – 209.
- Mildner, V., Rukavina, Z. (1994). Prepoznavanje rime kao mjera fonemskog procesiranja. *GOVOR XI*, 51 – 62.
- Mildner, V., Rukavina, Z. (1996a). Moždana lateralizacija jezičnih funkcija. Zbornik savjetovanja Hrvatskog društva za primijenjenu lingvistiku „Jezik i komunikacija“ (ur. M. Andrijašević i L. Zergollern-Miletić). Zagreb, 248 – 256.
- Mildner, V., Rukavina, Z. (1996b). Hemispheric specialization for phonological processing. In: McCormack, P. & Russell, A. (eds.) *Proceedings of the Sixth Australian International Conference on Speech Science and Technology*, pp. 385 – 389.
- Mondor, T. A. & Bryden, M. P. (1992). On the relation between auditory spatial attention and auditory perceptual asymmetries. *Perception and Psychophysics* 52, 393 – 402.
- Myers, P. S. (1999). *Right Hemisphere Damage: Disorders of Communication and Cognition*. San Diego: Singular Publishing Group, Inc.
- Obler, K. L. & Gjerlow, K. (1999). *Language and the Brain*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ojemann, G. A. & Whitaker, H. A. (1978). The bilingual brain. *Archives of Neurology* 35, 409 – 412.
- Paradis, M. (1994). "Neurolinguistic aspects of implicit and explicit memory: Implications for bilingualism and second language acquisition". In: Ellis, N. (ed.) *Implicit and explicit language learning*, pp. 393 – 419. London: Academic Press.

- Paradis, M. (in print). Assessing Bilingual Aphasia.
- Piškorec, V. (2001). Temeljni pojmovi dodirnoga jezikoslovlja. *Strani jezici* 30, 219 – 228.
- Romaine, S. (1989). *Bilingualism*. London: Blackwell.
- Ryalls, J. (1996). *A basic introduction to speech perception*. San Diego, London: Singular Publishing Group.



NEUROLINGUISTIC ASPECTS OF BILINGUALISM

Summary

Studying cerebral organization and representation of language functions has been an integral part of neuroscientific research since its very beginnings. The awareness that there is some system in how the brain perceives, stores and processes linguistic information has been particularly strong since the 19th century. The development of new, sophisticated tools and methods of registering the activity of the intact brain while performing various tasks has shed new light on the issues that could until recently be addressed only by clinical and behavioral studies. However, in spite of their shortcomings and limitations, clinical and behavioral methods offer a vast body of evidence that is best understood and interpreted when combined with the insights gained by techniques such as positron emission tomography (PET), event related potentials (ERP), functional magnetic resonance imaging (fMRI), and regional cerebral blood flow (rCBF), to name just a few.

In this article we talk briefly about the cerebral representation of language functions in general, about some views on bilingualism, including the neurolinguistic organization of bilinguals, and present some behavioral data resulting from the studies of Croatian – English bilinguals.

Key words: bilingualism, Croatian language, English language, neurolinguistics, cerebral representation of language functions

