

Vesna Mildner i Zrinka Ratković  
Filozofski fakultet, Zagreb

## AKTIVNOST MOŽDANIH HEMISFERA PRI OBRADI FONOLOŠKIH ZADATAKA NA MATERINSKOM I STRANOM JEZIKU

Izvorni znanstveni članak. Primljen 13. 3. 1997.  
UDK 612.821:378.18:801.4:808.62:802.0

*U istraživanju je neizravno, testom prepoznavanja rime, istražena i uspoređena aktivnost moždanih hemisfera pri obradi fonoloških zadataka na materinskom (hrvatskom) i stranom (engleskom) jeziku na uzorku 55 desnorukih ispitanica. Iako se uzorak može smatrati homogenim s obzirom na do sada poznate moguće odlučujuće čimbenike, naden je velik varijabilitet među ispitanicima glede iskazane prednosti uha kao pokazatelja funkcionalne moždane asimetrije. Rezultati ne pokazuju značajnu prednost lijevoga ili desnoga uha koja bi upućivala na izrazitiju aktivaciju suprotne hemisfere. Nema statistički značajnih razlika u funkcionalnoj moždanoj asimetriji između jezika, ali postoji trend k većem uključenju desne hemisfere pri obradi podražaja na engleskome jeziku. U prosjeku su značajno brži i točniji odgovori na zadatke na materinskom jeziku nego na stranome, a na oba je jezika kraće vrijeme reakcije na podražaje koji se rimiraju.*

### Uvod

Polazište svih istraživanja funkcionalne moždane asimetrije jest to da je lijeva moždana hemisfera dominantna za jezične funkcije. To nipošto ne znači da je desna hemisfera pritom potpuno isključena. Ona ima visok stupanj sposobnosti razumijevanja jezika (Zaidel, 1985; Pinel, 1990) a njezin je primarni prinos na planu jezične pragmatike (Blumstein, 1988) i emocionalnog aspekta govora (Kalat, 1995). Pokazalo se da nisu svi elementi jezičnog komuniciranja u istoj mjeri lijevo lateralizirani. Općenito, proizvodnja je jezika izrazitije reprezentirana u lijevoj hemisferi nego percepcija, koja aktivira veće površine moždane kore desne, kao i lijeve hemisfere. Čini se da je jedina jezična funkcija koja bi se mogla nazvati strogo lijevo-hemisferalnom sintaksa (Kolb i Whishaw, 1996). Većina autora slaže se da je obrada fonoloških elemenata smještena u lijevoj hemisferi (Gordon, 1980; Molfese, 1980; Hutner i Liederman, 1991; Rayman i Zaidel, 1991; Perier i sur., 1992; Pulvermuller, 1992; Kraemer i Zenhausern, 1993) a ispitivanja magnetnom rezonancijom i PET tehnikom otkrila su da se fonološko spremište vjerojatno nalazi u lijevoj hemisferi (Frackowiak, 1994; Frackowiak i Turner, 1995). Ima, međutim, i suprotnih mišljenja (Praamstra i Stegeman, 1993; Cardoso-Martins, 1994). Odnos stupnja aktivacije lijeve i desne hemisfere prilikom obrade fonoloških informacija ovisi o uvjetima slušanja, tipu podražaja i vrstama glasova (Molfese, 1978; Dudaš, 1989; Cohen i Segalowitz, 1990; Cohen i sur., 1991; Ahonniska i sur., 1993; Mildner, 1993; Boatman i sur., 1994; Raichle, 1994).

Je li funkcionalna asimetrija jednako izražena u bilingvala kao u monolingvala, te kakvi su odnosi između dvaju jezika glede njihove reprezentacije u kori mozga, pitanja su na koja su pokušali odgovoriti mnogi autori. Rezultati istraživanja na zdravoj populaciji mogu se podijeliti u tri skupine:



(1) Nema razlike u dominantnosti hemisfera s obzirom na jezik, a lijeva je hemisfera dominantna za oba jezika (Gordon i Zatorre, 1981; Soares, 1982; Hoosain i Shiu, 1989; Magiste, 1992; Hsieh i Tori, 1993; Ip i Hoosain, 1993).

(2) Nema razlike u dominantnosti hemisfera između dvaju jezika, ali su oba više bilateralno reprezentirana nego jedan jezik u monolingvala (Albert i Obler, 1978; Gitterman i Sies, 1990; Ardal i sur., 1990; Ke, 1992; Petsche i sur., 1993).

(3) Lateralizacija dvaju jezika drukčija je i ovisi o:

- (a) dobi u kojoj su se jezici počeli usvajati/učiti – što je kasniji početak učenja, to je veća uključenost desne hemisfere (Sussman i sur., 1982; Singh, 1990; Wuillemin i sur., 1994);
- (b) spolu – kao i za većinu drugih funkcija i pri jezičnom funkcioniranju muške osobe pokazuju izrazitiju asimetriju u korist lijeve hemisfere (Magiste, 1992);
- (c) dominantnoj ruci – dešnjaci pokazuju više izraženu lateralizaciju jezičnih funkcija u lijevu hemisferu nego ljevoruke osobe i dešnjaci s ljevorukim članovima porodice (Albert i Obler, 1978; Hoosain, 1991);
- (d) stupnju znanja stranog jezika – što je znanje slabije to je veća uključenost desne hemisfere (Obler i sur., 1982);
- (e) sredini i metodama učenja – neformalna sredina i induktivne metode učenja s holističkim pristupom izazvat će veće uključenje desne hemisfere (Albert i Obler, 1978; Galloway, 1982);
- (f) specifičnostima jezika – tzv. apozicijski jezici (Hopi i Navajo Indijanaca) više uključuju desnu hemisferu nego propozicijski, a to je slučaj i s tonalnim jezicima (kineski), s onima kojih se morfologija oslanja na samoglasničke promjene (hebrejski), s onima kojih je pismo orijentirano zdesna nalijevo (hebrejski, jidiš) ili je ideografsko (japansko *kanji* pismo) (Albert i Obler, 1978; Chokron i Imbert, 1993; Melamed i Zaidel, 1993; Lubow i sur., 1994);
- (g) slijedu usvajanja – strategija jezične obrade usvojena prvim/materinskim jezikom prenijet će se na drugi/strani jezik bez obzira na to je li upravo ta strategija optimalna za jezično funkcioniranje na tom drugom jeziku (Efron, 1990).

Cilj je ovog istraživanja bio neizravno, testom prepoznavanja rime, istražiti i usporediti aktivnost moždanih hemisfera pri obradi fonoloških zadataka na materinskom i stranom jeziku.

## Materijal i metode

### *Ispitanici*

Uzorak je činilo 55 ispitanica, studentica Filozofskog fakulteta u Zagrebu, u dobi od 18 do 25 godina (prosjeak: 20 godina), desnorukih, bez ljevorukih članova porodice, urednoga neurološkoga, slušnog i govornog statusa te simetrična sluha, kojima je materinski jezik hrvatski. Nijedna ispitanica nije živjela u zemlji u kojoj se govori engleski ni u bilo kojoj drugoj stranoj zemlji. U prosjeku su učile engleski osam godina u uvjetima formalnog poučavanja, koje je obuhvatilo drugu polovicu osnovne škole i srednju školu. Prosječni rezultat na testu engleskog jezika bio je 72 % točnih odgovora (medijan: 70 %). S obzirom na stupanj i vrstu bilingvizma, ispitanice se mogu odrediti kao neujednačeni (eng. *unbalanced*) sub(ko)ordinirani bilingvali kojima je dominantan jezik hrvatski.



### Oprema

Materijal koji je korišten u testiranju snimljen je u studijskim uvjetima profesionalnom opremom visoke kakvoće. Za digitalni zvučni zapis testnog materijala i reprodukciju korišteni su Sony MiniDisc MDW-74 i Sony MiniDisc Recorder MDS-101. Materijal se pripremao na osobnom računalu (486 konfiguracije) uz pomoć kartice i programske podrške Sound Blaster 16, Creative WaveStudio, verzija 2.01 pod operacijskim sustavom Windows, verzija 3.1. Analogno-digitalna konverzija provedena je dvokanalno s frekvencijom uzorkovanja 11025 Hz, osam bita. Korištene su stereofonske slušalice Rona Kern Tip G. Za registriranje manualnih odgovora ispitanika korištena je pločica s prekidačima izrađena na Odsjeku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu, a za vezu s računalom, mjerenje i zapisivanje brzine odgovora analogno/digitalni konverter N2 A/D interface s karticom PCL-818 i programska podrška izrađena na Odsjeku za fonetiku Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Cjelokupni materijal na engleskom i hrvatskom jeziku izgovorila je ista osoba muškog spola, profesionalni simultani prevoditelj za engleski i hrvatski jezik standardnim hrvatskim, odnosno britanskim engleskim izgovorom. Svi su pokusi provedeni pojedinačno u tihoj prostoriji niske razine ambijentalne buke (manje od 40 dB), ali ne posebno zvučno izoliranoj.

### Postupak

Testni materijal sastojao se od kratkog pokusa za uvježbavanje s istim brojem podražaja na hrvatskom i na engleskom jeziku, glavnog pokusa s podražajima na hrvatskom i glavnog pokusa s podražajima na engleskom jeziku.

Testni materijal za hrvatski jezik sastojao se od 24 para riječi od kojih se 12 parova rimovalo, a 12 nije. Rimovni status parova hrvatskih riječi provjeren je u prethodnom pokusu s posebnom skupinom ispitanika ( $N = 23$ ) koji su, slušajući parove, morali odlučiti rimuju li se ili ne rimuju. U obzir su uzeti samo oni parovi za koje se u običnim uvjetima slušanja bez dvojbe moglo reći da se rimuju, odnosno ne rimuju. Unutar svakog para riječi su izgovorene jedna za drugom, prva uzlaznom a druga silaznom intonacijom. Sve su riječi bile jednosložne. Od ukupno 24 para 12 ih je stereofonskim slušalicama dovedeno na lijevo uho, a 12 na desno. Kad se uho kombinira s rimovnim statusom, dobiju se četiri kategorije podražaja sa po šest podražaja u svakoj kategoriji: par koji se rimuje i dolazi u lijevo uho (RLU), par koji se ne rimuje i dolazi u lijevo uho (NLU), par koji se rimuje i dolazi u desno uho (RDU) i par koji se ne rimuje i dolazi u desno uho (NDU). Budući da svako uho projicira podražaje u obje hemisfere, nije moguće prezentirati izgovorene riječi samo jednoj hemisferi. Kada u mozak dolaze rivalski podražaji iz oba uha, onda je u prednosti podražaj koji dolazi iz suprotnog uha. Zato je prilikom određivanja lateralizacije jezičnih funkcija važno dati govorni ili kvazigovorni materijal (žamor, govor snimljen unatrag) u neispitivano uho, jer se pokazalo da se oni u percepciji ponašaju kao čisti govorni materijal. Uho na koje su podražaji dolazili mijenjalo se na izgled nepravilnim slijedom, a u suprotno uho, u koje u tom času nije dolazio podražaj, davan je žamor (prije snimljen žamor publike u predvorju koncertne dvorane). Razlika u intenzitetu između žamora i signala bila je  $\pm 5$  dB. 300 ms prije svakog para u oba je uha dan čisti ton visine 1 000 Hz, u trajanju od 250 ms kako bi se spriječilo da pozornost ispitanika ostane usredotočena na uho u koje je netom bio doveden podražaj. Pokus je trajao oko 2,5 minuta.

Pokus s parovima na engleskom jeziku pripremljen je na isti način, no parovi su odabrani iz Cheung i Kemper (1994). Prethodnim se ispitivanjima provjerilo da svi ispitanici poznaju bar po jedno značenje svake od upotrijebljenih riječi. Iako su se autori nekih istraživanja trudili da ujednače učestalost riječi u oba jezika, to se ovdje činilo nesvrhovitim,



jer zbog razlika u načinu usvajanja i uporabe jednoga i drugoga jezika najučestalije riječi u engleskom korpusu nemaju nužno istu učestalost uporabe u naših ispitanika. Votaw (1992) je primijetio da su moguće varijacije u zajedničkom značenju između dvaju jezika. Prijevodni ekvivalenti za mnoge bilingvale i nisu stvarno »ekvivalentni«, tj. ne moraju pobuđivati iste asocijacije. Riječi su bile jednosložne i izgovorene jednakom intonacijom kao riječi na hrvatskome. Izlazni intenzitet bio je 75 dB. Pokus je trajao oko 2,5 minuta.

Pokus za vježbu sastojao se od svih kombinacija rimovnog statusa i uha na engleskom i na hrvatskom jeziku, dakle ukupno osam parova, s ostalim uvjetima prezentacije istim kao u stvarnim pokusima.

Otprilike je pola ispitanica najprije došlo na pokus s hrvatskim jezikom a poslije tjedan dana na pokus s engleskim, a druga je polovica imala obrnuti slijed. U prvoj seansi dane su iscrpne usmene upute, a poslije pokusa za vježbu provjereno je razumiju li zadatak. Kada je ispitanica došla na drugi dio pokusa, upute su ukratko ponovljene uz napomenu da će sada pokus biti na drugom jeziku. Prije svakog pokusa proveden je pokus za vježbu.

Zadatak koji su ispitanice morale riješiti bio je odgovoriti rimuju li se parovi koje čuju ili ne rimuju. Odgovarale su pritiskom na pločicu za odgovore koja je bila spojena s računalom. Iako su neka istraživanja (Albert i Obler, 1978; Mildner, u pripremi) pokazala da sama ruka koja se koristi za manualni odgovor ne utječe na to koja će hemisfera biti aktivnija u kognitivnom vidu odgovora, kako bi se izbjegao eventualan utjecaj ruke na aktivaciju suprotne hemisfere, pločica je bila smještena na stolu ispred ispitanica na središnjoj liniji tijela, a odgovori su davani objema rukama, palčevima za potvrđan odgovor, a kažiprstima za negativan. Tako su obje hemisfere bile uključene u organizaciju odgovora. Prethodno je na manjoj skupini drugih ispitanika utvrđeno da nema značajne razlike u brzini odgovora palčevima i kažiprstima.

Funkcionalna asimetrija, odnosno dominantnost jedne od hemisfera, mjerena je neizravno, usporedbom brzina odgovora na podražaje dovedene u lijevo, odnosno desno uho i indeksom lateralizacije prema formuli (Bradshaw i Nettleton, 1983):

$$I = \frac{Dt - Lt}{Dn + Ln} \times 100,$$

gdje je Dt = broj točnih odgovora na podražaje dovedene u desno uho; Lt = broj točnih odgovora na podražaje dovedene u lijevo uho; Dn = broj netočnih odgovora na podražaje dovedene u desno uho; Ln = broj netočnih odgovora na podražaje dovedene u lijevo uho. Vrijeme reakcije mjereno je od početka podražaja, a analizirane vrijednosti predstavljaju razliku dobivenu oduzimanjem trajanja samog podražaja od ukupnog vremena reakcije. Kraće vrijeme reakcije za određeno uho upućuje na prednost suprotne hemisfere. Pozitivan indeks predočuje prednost desnog uha (lijeve hemisfere), a negativan prednost lijevoga uha (desne hemisfere). Osobnim se računalom mjerila i bilježila točnost odgovora i brzina reakcije u milisekundama. Izmjerene vrijednosti analizirale su se s obzirom na jezik (engleski, hrvatski), uho (lijevo, desno) i rimovni status (rimuje se, ne rimuje se), a usporedile su se i dvije mjere (točnost i brzina odgovora) međusobno.

Statistička obrada napravljena je statističkim paketom SPSS, na osobnom računalu. Za grafički prikaz rezultata korišten je program Corel Chart na osobnom računalu.



## Rezultati i rasprava

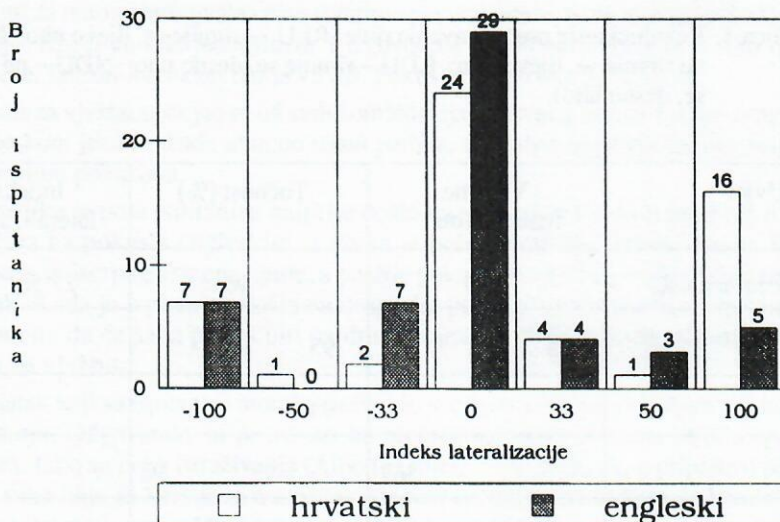
U tablici 1. prikazani su rezultati za cijeli uzorak (N = 55) za hrvatski i engleski jezik.

Tablica 1. Rezultati testa prepoznavanja rime (RLU – rimuje se, lijevo uho; NLU – ne rimuje se, lijevo uho; RDU – rimuje se, desno uho; NDU – ne rimuje se, desno uho).

Jezik/ Uvjet	Vrijeme reakcije (ms)	Točnost (%)	Indeks lateralizacije
<i>Prosjeck za hrvatski</i>	459	96	17,56
RLU	375	95	
NLU	553	94	
RDU	367	98	
NDU	540	95	
<i>Prosjeck za engleski</i>	491	90	-2,47
RLU	431	98	
NLU	567	82	
RDU	419	99	
NDU	548	82	

Na razini cijelog uzorka, ukupna točnost značajno je veća za hrvatski nego za engleski jezik ( $p = 0,00$ ), i brzina odgovora značajno je kraća za hrvatski nego za engleski ( $p = 0,00$ ). Pogledaju li se indeksi lateralizacije, čini se da se u hrvatskom pojavljuje prednost desnog uha (pozitivan indeks), a u engleskome lijevog uha (negativan indeks), ali ta razlika nije statistički značajna ( $p = 0,10$ ). To se vjerojatno može pripisati velikom raspršenju (standardna devijacija za hrvatski iznosi 64,69, a za engleski 50,61). Medijan je za oba jezika 0,00.

Na slici 1. prikazani su indeksi lateralizacije u obliku histograma za hrvatski i engleski jezik. Odmah je uočljivo da najveći broj ispitanica u oba jezika ima vrijednost indeksa 0, što znači ili 100 % točnih odgovora ili isti broj pogrešaka za lijevo i desno uho. Takav su indeks u hrvatskom imale 24 (43,64 %) ispitanice, a u engleskome 29 (52,7 %) ispitanica. Prednost desnog uha pokazala je u hrvatskom 21 ispitanica (38,18 %), a u engleskom 12 ispitanica (21,82 %). Prednost lijevog uha za hrvatski nadena je u 10 (18,18 %) ispitanica, a za engleski u 14 (25,45 %) ispitanica.



Slika 1. Učestalost indeksa lateralizacije za hrvatski i engleski jezik za cijeli uzorak (N = 55)

Da bismo vidjeli odnose između brzine odgovora i uha na koje je podražaj doveden (lijevo, desno) te rimovnog statusa (rimuje se, ne rimuje se), raščlanili smo rezultate u tablici 1.

Jednostavna analiza varijance pokazala je da ni u hrvatskom ni u engleskom uho na koje je podražaj doveden nema značajnog utjecaja na vrijeme reakcije ( $p = 0,56$  za hrvatski a  $p = 0,36$  za engleski), ali da se i u jednome i u drugome jeziku značajno brže odgovara ako se radi o parovima kojih se članovi rimuju nego o onima koji se sastoje od riječi koje se ne rimuju (za oba jezika  $p = 0,00$ ). Ako se podaci za vrijeme reakcije podvrgnu složenoj analizi varijance s uhom (lijevo, desno) i rimovnim statusom (rimuje se, ne rimuje se) kao nezavisnim varijablama, u oba se jezika uočava glavni efekt rimovnog statusa ( $p = 0,00$ ) ali ne i uha ( $p = 0,54$  za hrvatski,  $p = 0,35$  za engleski). Interakcija dviju nezavisnih varijabli nije se ni u jednom jeziku pokazala značajnom ( $p = 0,87$ ). Složena analiza varijance s vremenom reakcije kao zavisnom varijablom, a uhom, rimovnim statusom i jezikom (hrvatski, engleski) kao nezavisnim varijablama, pokazala je glavne efekte rimovnog statusa i jezika ( $p = 0,00$ ), ali ne i uha ( $p = 0,27$ ). Nijedna od interakcija nije se pokazala značajnom, s time što se interakcija između rimovnog statusa i jezika približila značajnosti ( $p = 0,07$ ). To se može pripisati značajno kraćim vremenima reakcije u hrvatskome nego u engleskom jeziku za parove riječi koje se rimuju, bez obzira na to dolaze li u lijevo ili desno uho ( $p < 0,01$ ).

Da rimovni status doista utječe na odgovore ispitanika, mjerenjem evociranih potencijala utvrdili su Praamstra i Stegeman (1993). U njihovih su ispitanika podražaji koji se ne rimuju izazvali značajno veće negativne valove nego oni koji se rimuju, a vrijeme reakcije na podražaje koji se rimuju i kod njih je bilo značajno kraće. Levinthal i Hornung (1992) također su našli da je vrijeme reakcije dulje za odgovore na nerimovane riječi.



Jednostavna analiza varijance pokazala je da ni u hrvatskome ni u engleskom jeziku uho na koje je podražaj doveden nema značajnog utjecaja na postotak točnih odgovora ( $p = 0,14$  za hrvatski,  $p = 0,85$  za engleski). Ako se radi o parovima riječi koje se rimuju u engleskom se odgovara sa značajno ( $p = 0,00$ ) višim postotkom točnosti nego kad su posrijedi riječi koje se ne rimuju. Razlika u točnosti odgovora za parove hrvatskih riječi samo se približava značajnosti ( $p = 0,08$ ). Ako se podaci za postotak točnih odgovora podvrgnu složenoj analizi varijance s uhom (lijevo, desno) i rimovnim statusom (rimuje se, ne rimuje se) kao nezavisnim varijablama, uočava se da u hrvatskom nema glavnog efekta ni uha ni rimovnog statusa (no glavni se efekt rimovnog statusa približava značajnosti:  $p = 0,07$ ), i da je interakcija između uha i rimovnog statusa neznačajna ( $p = 0,49$ ). Valja napomenuti da je postotak točnosti u svim uvjetima u hrvatskome vrlo visok (između 94 i 98 %). U engleskome je nađen glavni efekt rimovnog statusa ( $p = 0,00$ ), ali ne i značajna interakcija između uha i rimovnog statusa ( $p = 0,69$ ). Složena analiza varijance s postotkom točnih odgovora kao nezavisnim varijablom, a uhom, rimovnim statusom i jezikom (hrvatski, engleski) kao nezavisnim varijablama, pokazala je glavne efekte rimovnog statusa i jezika ( $p = 0,00$ ), ali ne i uha ( $p = 0,30$ ). Značajnom se pokazala samo interakcija između rimovnog statusa i jezika ( $p = 0,00$ ). To se može pripisati značajno većoj točnosti u hrvatskome nego u engleskom jeziku za parove riječi koji se ne rimuju, bez obzira na to dolaze li one u lijevo ili desno uho ( $p = 0,00$ ), ali i značajno većoj točnosti odgovora u engleskom nego u hrvatskom za parove koji se rimuju ( $p = 0,02$ ). Gazzaniga (1994) našao je da su odgovori bolji ako se riječi rimuju, za razliku od Rayman i Zaidel (1991) čiji su ispitanici davali točnije odgovore kad se parovi nisu rimovali.

Kako bismo vidjeli u kakvom su odnosu vrijeme reakcije i točnost odgovora, proveli smo regresijsku analizu. Iako bismo očekivali pozitivnu korelaciju između točnosti i vremena reakcije, dakle da će veća brzina izazvati više pogrešnih odgovora (odnosno dulje vrijeme reakcije veći postotak točnih odgovora), to se u hrvatskom jeziku nije dogodilo (dapače, nađen je upravo suprotan trend), a u engleskom je nađeno samo za jedan od težih uvjeta slušanja, dakle, kada se slušaju parovi nerimovanih riječi. Do sličnih su rezultata došli Hutner i Liederman (1991).

Iako se na prvi pogled može činiti besmislenim uspoređivati znanje engleskog jezika s uspješnošću na testu s hrvatskim podražajima, zanimljivo je da i u pokusu na hrvatskom jeziku postoji negativna (iako slaba i neznačajna) veza između znanja engleskog jezika i vremena reakcije, iz čega bi se moglo zaključiti da bolje znanje više jezika općenito poboljšava sposobnost brzog prepoznavanja i reagiranja na jezične podražaje kao takve, bez obzira na to dolaze li iz materinskoga ili stranoga jezika. Na temelju sličnih rezultata na testovima fonološkog procesiranja Albert i Obler (1978) zaključili su da bilingvali imaju bolje razvijenu jezičnu osjetljivost.

Dakle, pokazalo se da za materinski (hrvatski) jezik postoji trend prema bržem odgovaranju na podražaje dovedene u desno uho, kao i prema većem postotku točnih odgovora na parove dovedene u desno uho. Te razlike, međutim, kako je već rečeno, nisu statistički značajne. Usporedbom indeksa lateralizacije za engleski ( $-2,47$ ) i hrvatski ( $17,56$ ) vidimo također samo trend, bez statističke značajnosti, prema više bilateralnoj reprezentaciji fonoloških procesa i nešto većem postotku ispitanica s prednosti lijevog uha za engleski nego za hrvatski (25,45 % prema 18,18 %). Kada se uzme u obzir činjenica da nema statistički značajne razlike, odnosno da je u oba jezika isti medijan izmjerenih indeksa lateralizacije, mora se zaključiti da je funkcioniranje simetrično u oba jezika.

Razlog nedostatka funkcionalne asimetrije izražene prednošću uha u brzini i točnosti odgovora može biti i pristupanje podražajima globalno, kao ritmičkim i melodijskim oblicima za koje je karakteristično aktiviranje desne hemisfere. Cardoso-Martins (1994) u svojih je



monolingvalnih ispitanika također primijetila simetričnost u odgovorima i zaključila da uočavanje rime ne uključuje nužno identifikaciju segmenata u zadanim parovima, nego osjetljivost na neku globalnu fonološku sličnost. I drugi su autori pretpostavili mogućnost desnohemisferalnog procesiranja rime kao »geštalta« i melodijskih oblika, a Genesee i sur. (1978) takvu su »površnu« strategiju pripisali odraslim ispitanicima, za razliku od djece koja aktiviraju dublje semantičke mehanizme. Oni su elektrofiziološkim mjerenjem latencija tijekom različitih stadija procesiranja uočili da iza istih vremena reakcije mogu biti prikrivena nejednaka vremena posvećena različitim dijelovima zadatka – jedni će ispitanici brže izvesti površnije procesiranje u desnoj hemisferi, ali će im za pokretanja prsta desne ruke za odgovor (koji je pod nadzorom lijeve hemisfere) trebati toliko više vremena koliko treba odluci u desnoj hemisferi da se prenese u lijevu, a drugima će trebati više vremena za dublju semantičku obradu u lijevoj hemisferi, ali će potrošiti manje vremena na iniciranje i izvođenje motoričkog odgovora. Kako se u ovom istraživanju odgovaralo s obje ruke, takvo se tumačenje ne može primijeniti. Budući da se i bez segmentiranja i razumijevanja zadanih podražaja može odrediti radi li se o rimovanim ili nerimovanim parovima, u takvim se zadacima može pojaviti nekontrolirani prinos desne hemisfere tako da neki ispitanici mijenjaju strategiju tijekom zadatka ili da se jedan dio ispitanika koristi strategijom segmentiranja (lijevohemisferalnom) a drugi globalnom strategijom (desnohemisferalnom). Također je moguće da se isti ispitanik koristi jednom strategijom za hrvatski, a drugom za engleski jezik. Ako se pogledaju odnosi između indeksa lateralizacije za hrvatski i engleski za svakog ispitanika posebno, vidi se doista veliko šarenilo svih mogućih kombinacija. Najveći je broj onih koji pokazuju simetrično funkcioniranje za oba jezika: 15 (27,27 %); zatim onih kojima je desno uho dominantno za hrvatski a bez prednosti za engleski: 10 (18,18 %). Slijedi sedam (12,73 %) ispitanica kojima je desno uho dominantno za hrvatski, a lijevo za engleski, a ostale 23 ispitanice (41,82 %) podjednako su raspoređene po različitim kombinacijama.

S obzirom na dosljednost, čak 34 ispitanice (61,82 %) imaju indekse različitog predznaka za hrvatski i engleski ili za jedan od jezika ne pokazuju asimetričnost, a tek preostala 21 ispitanica (38,18 %) ima isti predznak za oba jezika, uključujući onih 15 ispitanica koje nisu pokazale asimetriju. Kao što se i moglo očekivati pregledom tih rezultata, povezanost indeksa lateralizacije za hrvatski i engleski slaba je i neznčajna.

Gordon (1980) je, doduše, našao prednost desnoga uha u testovima rime, ali ne i razliku s obzirom na jezik. On je nepostojanje razlike u lateralizaciji prepoznavanja rime između bilingvalovih jezika objasnio činjenicom da je lijeva hemisfera dominantna i za besmislene govorne podražaje, kao i za smislene, pa je ispitaniku svejedno koliko mu je podražaj koji čuje poznat – na fonetskoj je razini očekivana prednost desnog uha bez obzira na jezik. Hutner i Liederman (1991) navode mogućnost da je pri opterećenju lijeve hemisfere u vizualnim testovima prepoznavanja rime desna hemisfera aktivna u početnim fazama obrade (percepcijsko dekodiranje) da bi rezultati te početne obrade bili preneseni u desnu hemisferu za konačnu verbalnu obradu (fonološko dekodiranje). Rayman i Zaidel (1991), također na temelju vizualnih testova, zaključuju kako nema dokaza za model prenošenja procjena rime tijekom testa iz jedne hemisfere u drugu. Kada bi prenošenja bilo, u tom bi se istraživanju morale vidjeti razlike u vremenu reakcije na podražaje dovedene u lijevo, odnosno desno uho, što nije nađeno.

Moguće je još i to da je određivanje rime kao odraz fonološkog procesiranja simetričnije reprezentirano nego što se do sada vjerovalo, na što su metodom evociranih potencijala upozorili Praamstra i Stegeman (1993). U svakom slučaju, iz rezultata testa prepoznavanja rime možemo zaključiti da se značajne razlike između hrvatskoga i engleskoga svode samo na brže i točnije odgovore na hrvatskome nego na engleskome i da je aktivacija moždanih



hemisfera pri obradi fonoloških zadataka uglavnom simetrična i u materinskom i u stranom jeziku.

### Zaključak

Iako se uzorak može smatrati homogenim s obzirom na moguće odlučujuće čimbenike, nađen je velik varijabilitet među ispitanicima glede iskazane prednosti uha kao pokazatelja funkcionalne moždane asimetrije. Rezultati ne pokazuju značajnu prednost lijevoga ili desnoga uha koja bi upućivala na izrazitiju aktivaciju suprotne hemisfere. Nema statistički značajnih razlika u funkcionalnoj moždanoj asimetriji između jezika, ali postoji trend prema većem uključenju desne hemisfere na testu s podražajima na stranom jeziku. U prosjeku su značajno brži i točniji odgovori na zadatke na materinskom jeziku nego na stranome.

### Zahvala

Ovo je istraživanje provedeno u sklopu projekta 6-03-075 (glavni istraživač D. Horga) koji je financijski potpomognulo Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. Zahvaljujemo na pomoći T. Bunjevcu, R. Faberu, V. Iviru i Ž. Nikinu.

### LITERATURA

- Ahonniska, J., Cantell, M., Tolvanen, A. and Lyytinen, H. (1993). Speech Perception and Brain Laterality: The Effect of Ear Advantage on Auditory Event-Related Potentials. *Brain and Language* 45, 127-146.
- Albert, M.L. and Obler, L.K. (1978). *The bilingual brain*. New York: Academic Press.
- Ardal, S., Donald, M.W., Meuter, R., and Muldrew, S. (1990). Brain responses to semantic incongruity in bilinguals. *Brain and Language* 39, (2), 187-205.
- Blumstein, S. (1988). Neurolinguistics: an overview of language-brain relations in aphasia. U: *Linguistics: The Cambridge Survey. III Language: Psychological and Biological Aspects* (Ed. F. J. Newmeyer). Cambridge University Press, 210-236.
- Boatman, D.F., Lesser, R.P., Hall, C.B. and Gordon, B. (1994). Auditory Perception of Segmental Features: A Functional-Neuroanatomic Study. *Journal of Neurolinguistics* 8, No. 3, 225-234.
- Bradshaw, J.L. and Nettleton, N.C. (1983). *Human Cerebral Asymmetry*. Inglewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, Inc.
- Cardoso-Martins, C. (1994). Rhyme perception: Global or analytical? *Journal of Experimental Child Psychology* 57, (1), 26-41.
- Cheung, H. and Kemper, S. (1994). Recall and articulation of English and Chinese words under memory preload conditions. *Language and Speech*, 37 (2), 147-161.
- Chokron, S. and Imbert, M. (1993). Influence of reading habits on line bisection. *Cognitive Brain Research* 1, 219-222.
- Cohen, H., and Segalowitz, N. (1990). Cerebral hemispheric involvement in the acquisition of new phonetic categories. *Brain and Language* 38, 398-409.
- Cohen, H., Gelinias, C., Lassonde, m., and Geoggroy, G. (1991). Auditory Lateralization for Speech in Language-Impaired Children. *Brain and Language* 41, 395-401.
- Dudaš, G. (1989). Lateralizacija slušanja raznovrsnih govornih znakova. *Govor* VI, br. 1, 65-74.
- Efron, R. (1990). *The decline and fall of hemispheric specialization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Frackowiak, R. (1994). Functional mapping of verbal memory and language. *Trends in Neurosciences* 17, (3), 109-115.
- Frackowiak, R. and Turner, R. (1995). Functional brain mapping. *The Biochemist*. Oct/Nov., 25-29.



- Galloway, L.M. (1982). Bilingualism: Neuropsychological considerations. *Journal of Research and Development in Education* 15, 3, 12–28.
- Gazzaniga, M.S. (1994). Language and the cerebral hemispheres. *Discussions in Neuroscience X*, No. 1–2, 106–109.
- Genesee, F., Hamers, J., Lambert, W.E., Mononen, L., Seitz, M. and Starck, R. (1978). Language processing in bilinguals. *Brain and Language* 5, 1–12.
- Gitterman, M.R. and Sies, L.F. (1990). Aphasia in bilinguals and ASL signers: implications for a theoretical model of neurolinguistic processing based on a review and synthesis of the literature. *Aphasiology* 4, (3), 233–239.
- Gordon, D.P. and Zatorre, R.J. (1981). A right-ear advantage for dichotic listening in bilingual children. *Brain and Language* 13, 389–396.
- Gordon, H.W. (1980). Cerebral organization in bilinguals: I. lateralization. *Brain and Language* 9, 255–268.
- Hoosain, R. (1991). Cerebral lateralization of bilingual functions after handedness switch in childhood. *Journal of Genetic Psychology* 152, (2), 263–268.
- Hoosain, R. and Shiu, L.-P. (1989). Cerebral lateralization of Chinese-English bilingual functions. *Neuropsychologia* 27, 705–712.
- Hsieh, S.J. and Tori, C.D. (1993). Neuropsychological and cognitive effects of Chinese language instruction. *Perceptual and Motor Skills* 77, (3), 1071–1081.
- Hutner, N. and Liederman, J. (1991). Right hemisphere participation in reading. *Brain and Language* 41, 475–495.
- Ip, K.F. and Hoosain, R. (1993). Dichotic listening of Chinese and English words. *Psychologia* 36, (3), 140–143.
- Kalat, J.W. (1995). *Biological psychology*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Ke, C. (1992). Dichotic listening with Chinese and English tasks. *Journal of Psycholinguistic Research* 21, (6), 463–471.
- Kolb, B. and Whishaw, I. (1996). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. San Francisco: Freeman.
- Kraemer, M. and Zenhausern, R. (1993). Dichotic listening and the cerebral organization of the phonetic and semantic components of language. *International Journal of Neuroscience* 71, (1–4), 45–50.
- Levinthal, Ch. and Hornung, M. (1992). Orthographic and phonological coding during visual word matching as related to reading and spelling abilities in college students. *Reading and Writing* 4, (3), 231–243.
- Lubow, R.E., Tsai, Y., Mirkin, A. and Mazliah, G. (1994). English and Hebrew letter report by English- and Hebrew-reading subjects: Evidence for stimulus control, not hemispheric asymmetry. *Brain and Cognition* 25, (1), 34–51.
- Magiste, E. (1992). Leaning to the right: hemispheric involvement in bilinguals. U: *Cognitive Processing in Bilinguals* (Ur. R.J. Harris), 549–560. Amsterdam: North-Holland.
- Malamed, F. and Zaidel, E. (1993). Language and task effects on lateralized word recognition. *Brain and Language* 45, 70–85.
- Mildner, V. (1993). Neolingvistički pristup prepoznavanju okluziva. *Suvremena lingvistika* 19, 1–2 (35–36), 159–169.
- Molfese, D. L. (1978). Neuroelectric Correlates of Categorical Speech Perception in Adults. *Brain and Language* 5, 25–35.
- Molfese, D. L. (1980). The Phoneme and the Engram: Electrophysiological Evidence for the Acoustic Invariant in Stop Consonants. *Brain and Language* 9, 372–376.
- Obler, L.K., Zatorre, R.J., Galloway, L., and Vaid, J. (1982). Cerebral Lateralization in Bilinguals: Methodological Issues. *Brain and Language* 15, 40–54.
- Perier, N., Boulenger, J.P., Eustache, F. et Bisserte, J.C. (1992). Spécialisation fonctionnelle hemispherique et anxiété. Mise au point d'une procédure d'évaluation. *Encephale* 18, (5), 557–566.
- Petsche, H., Etlinger, S.C. and Filz, O. (1993). Brain electrical mechanisms of bilingual speech management: An initial investigation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 86, (6), 385–394.



- Pinel, J.P.J. (1990). *Biopsychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Praamstra, P. and Stegeman, D.F. (1993). Phonological effects on the auditory N400 event-related brain potential. *Cognitive Brain Research* 1, 73-86.
- Pulvermuller, F. (1992). Constituents of a neurological theory of language. *Concepts in Neuroscience*, Vol. 3, No. 2, 157-200.
- Raichle, M.E. (1994). Positron emission tomographic studies of verbal response selection. *Discussions in Neuroscience X*, No. 1-2, 130-136.
- Rayman, J. and Zaidel, E. (1991). Rhyming and the right hemisphere. *Brain and Language* 40, (1), 89-105.
- Singh, M. (1990). Lateralized interference in concurrent manual activity: Influence of age in children. *International Journal of Neuroscience* 50, (1-2), 55-58.
- Soares, C. (1982). Converging evidence for left hemisphere language lateralization in bilinguals. *Neuropsychologia* 20, (6), 653-659.
- Sussman, H., Franklin, P. and Simon, T. (1982). Bilingual speech: bilateral control? *Brain and language*, 15, 125-142.
- Votaw, M. (1992). A functional view of bilingual lexicosemantic organization. U: *Cognitive Processing in Bilinguals* (Ur. R.J. Harris), 299-321. Amsterdam: North-Holland.
- Zaidel, E. (1985). Introduction. U: F.D. Benson & E. Zaidel (Eds.) *The dual brain: Hemispheric specialization in humans* (pp. 47-63). London: The Guilford Press.

#### ACTIVITY OF CEREBRAL HEMISPHERES DURING PHONOLOGICAL PROCESSING IN NATIVE AND FOREIGN LANGUAGE

##### Summary

The activity of cerebral hemispheres during phonological processing in the native (Croatian) and the foreign (English) language was determined indirectly, by a rhyme-test, on a sample of 55 female right-handers. Although the sample may be considered homogenous with respect to neurolinguistically relevant parameters, great variability in ear advantage was found among subjects. The results show no significant advantage for either ear which might indicate greater activation of the contralateral hemisphere. No statistically significant differences were found in functional cerebral asymmetry between the two languages, but there was a trend toward greater activity of the right hemisphere during the processing of English stimuli. Native language tasks elicited significantly faster and more correct responses than the corresponding tasks in English, and in both languages the response times to rhyming stimuli were significantly shorter than to the non-rhyming ones.