

U ovom poglavlju naučit ćemo:

- o građi i funkcijama onih dijelova mozga koji procesiraju jezičnu informaciju
- o tipovima afazija i kako nastaju
- o usvajanju materinskog i stranog jezika
- o metodama istraživanja jezičnih funkcija

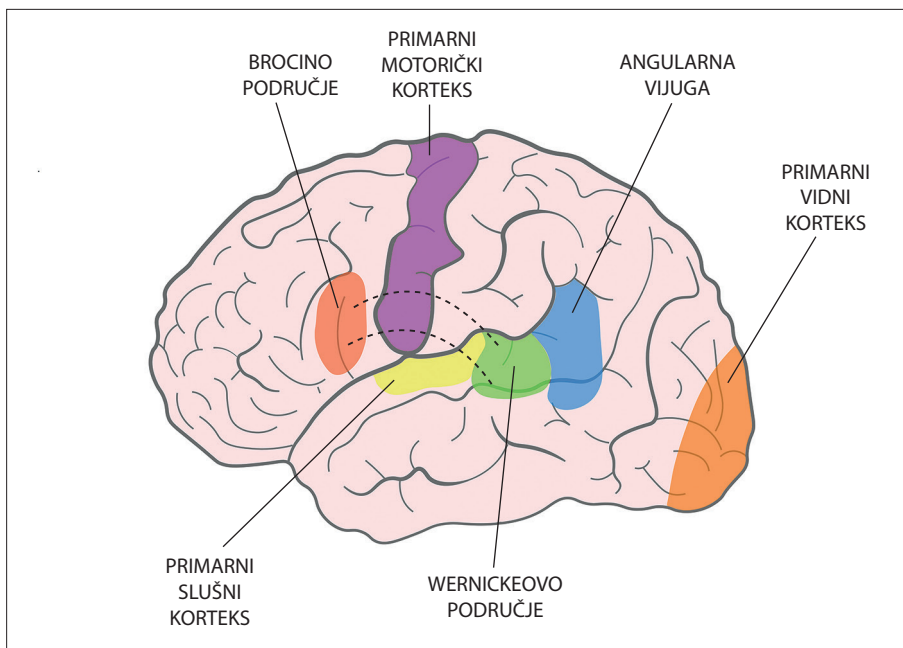
Živčani sustav, posebice njegov središnji dio – mozak, predstavlja osnovu našeg doživljavanja i ponašanja. Krajem 18. stoljeća pojavila se jedna od ključnih hipoteza u istraživanju mozga. Tu hipotezu postavio je Franz Gall, psiholog i pionir u istraživanju **lateralizacije** moždanih funkcija. On je smatrao da mozak nije jedinstveni organ i da se različiti mentalni procesi mogu lokalizirati u različitim dijelovima mozga. Danas je to općeprihvaćena činjenica, no u svojim počecima ta je hipoteza otvorila vrata mnogobrojnim istraživanjima lokalizacije psihičkih funkcija koja su nam u protekla dva stoljeća značajno pomogla u razumijevanju čovjekova funkcioniranja.

Većini je ljudi poznato da je mozak podijeljen u dvije moždane polutke povezane velikom komisuram. Međutim, mozak nije homogena masa, a dvije polutke nisu zrcalni odraz jedna druge. Moždane polutke dijelom su specijalizirane za određene funkcije. Grubo govoreći, kod većine je dešnjaka lijeva hemisfera uglavnom zadužena za analitičko i vremenski bazirano procesiranje, dok je desna zadužena za holističko i prostorno bazirano procesiranje. Ako je neka funkcija lokalizirana u jednoj polutki, za tu polutku kažemo da je dominantna za tu funkciju. Koncept mozgovne dominantnosti se, dakle, odnosi na to da jedna polutka preuzima dominantnu ulogu u kontroli složenih ponašanja i kognitivnih procesa, dok druga igra sporednu ulogu te se naziva subdominantna polutka. Zanimljiva je posljedica toga da su jezične funkcije kod većine dešnjaka (njih 96 %) smještene pretežno u lijevoj polutki, dok nešto manje ljevaka (njih 70 %) ima jezične funkcije smještene također u lijevoj polutki. Stoga, za lijevu polutku kažemo da je dominantna za jezične funkcije. Osjeti iz osjetilnih organa (npr. za dodir, bol, temperaturu) koji se nalaze na lijevoj strani tijela, reprezentirani su u desnoj moždanoj polutki, a osjeti iz osjetilnih organa koji se nalaze na desnoj strani tijela, reprezentirani su u lijevoj moždanoj polutki. Dakle, povezani su sa suprotnim stranama ili kontralateralno. Neke složene funkcije, kao što je i razumijevanje jezika, reprezentiraju se u obje moždane polutke, no u njihovoj regulaciji prevladava jedna polutka.

Tri su važna područja kore velikog mozga odgovorna za jezične funkcije (Slika 7.1.). Jedno područje naziva se **Wernickeovo područje**, a nalazi se u

temporalnom režnju kore velikog mozga i zaduženo je za razumijevanje govora. Drugo je područje **Heschlova vijuga** koja se nalazi u lateralnoj pukotini ispred Wernickeova područja, također u temporalnom režnju. Tu je ujedno i primarno slušno područje gdje nastaje osjet sluha. I treće područje važno za obradu jezika jest **Brocino područje**, a nalazi se uz primarni motorički korteks u frontalnom režnju, neposredno pored područja za kontrolu mišića lica od kojih su neki važni za produkciju govora.

Norman Geschwind i Walter Levitsky ustanovili su da je Wernickeovo područje veće u lijevoj polutki kod oko 65 % ljudi. Razlika u veličini između lijeve i desne polutke nešto je veća u prosjeku za ljude koji su izraziti dešnjaci. Male, ali i dalje značajne razlike utvrđene su između lijeve i desne polutke čimpanzi, gorila i bonobo majmuna. Čimpanze s većom lijevom nego desnom temporalnom zaravni (odgovara Wernickeovu području kod ljudi) u pravilu pokazuju preferenciju za korištenje desne ruke, a tako je i kod većine ljudi. Očigledno je da je jezična specijalizacija, koja je danas prisutna u ljudskom mozgu, nastala na manjim specijalizacijama koje su već bile prisutne kod naših majmunolikih predaka davno prije.



Slika 7.1. Dijelovi velikog mozga važni za jezične funkcije i procesiranje jezika

Kako znamo da su neki dijelovi mozga specijalizirani za specifične zadatke? Donedavno su se istraživanja na temu lateralizacije funkcija temeljila na proučavanju slučajeva lezija (ozljeda). Ta su istraživanja često bila kombinirana s autopsijama mozga jer su ozljede mozga bile toliko ozbiljne da su dovodile do smrti pojedinca. Na taj bi način istraživači ozlijeđene dijelove mozga povezivali s određenim ponašanjem, odnosno promjenama u ponašanju. Današnje moderne tehnike omogućavaju proučavanje aktivnosti mozga neinvazivnim tehnikama koje se provode i na zdravim pacijentima o kojima će biti riječi kasnije.

Neuroanatomija jezičnih funkcija

Prvi koji je utvrdio postojanje specijaliziranih dijelova mozga zaduženih za produkciju jezika bio je francuski liječnik i antropolog Pierre Paul Broca, 1861. godine. Jezične funkcije zadužene za produkciju govora lokalizirao je u stražnje dijelove lijevog frontalnog režnja. Kasnije je to područje nazvano Brocino područje, a označava se još i kao Brodmanovo područje 44 i 45 (B 44 i B 45). Slika 7.1. prikazuje strukture mozga koje su važne u procesiranju jezika.

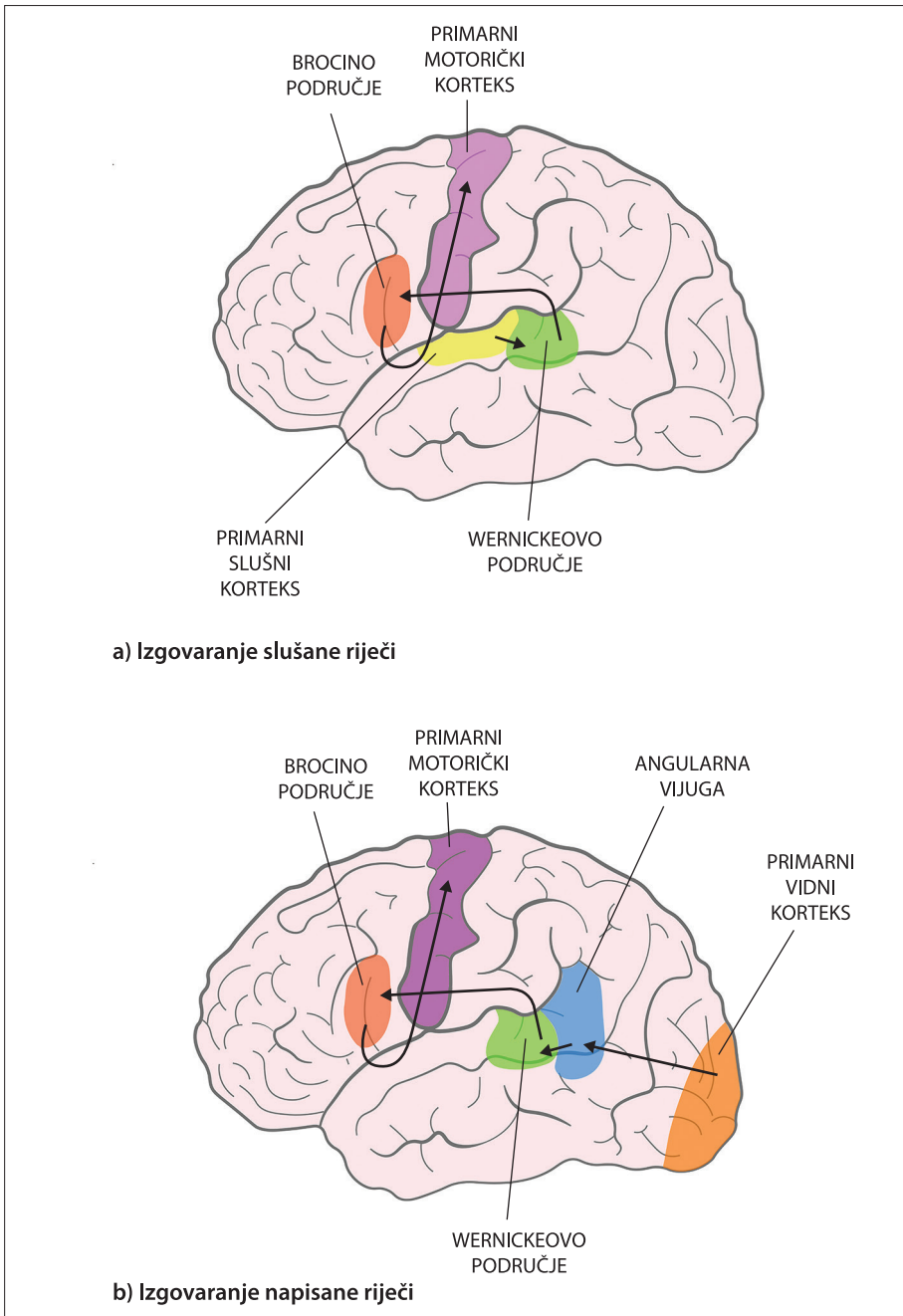
Međutim, put prema lokalizaciji jezičnih funkcija nije bio lagan. Sam Broca prvo je zastupao pristup mozgu kao cjelini i kritizirao pokušaje lokalizacije određenih funkcija, pa tako i jezika. Međutim, 1861. godine Broca prima pacijenta po imenu Leborgne koji je 21 godinu prije nego ga je Broca upoznao izgubio sposobnost govora. Pacijent je mogao razumjeti što mu se govori, mogao je pokazivati prstom na objekte u prostoru ako se to od njega tražilo, no nije mogao artikulirati govoriti. Jedina riječ koju je izgovarao bila je „Tan“ te je u literaturi postao poznat kao „pacijent Tan“. Nakon njegove smrti Broca je napravio pregled govornih organa i autopsiju njegova mozga. Govorni organi bili su netaknuti i potpuno zdravi, no u mozgu je našao šupljinu veličine manjeg jajeta ispunjenu tekućinom u području koje se danas zove Brocino područje. Gubitak Tanova artikuliranog govora nazvao je **ekspresivna afazija**. Nedugo nakon Tana, Broca upozna je 84-godišnjeg pacijenta zvanog LeLong koji je naglo izgubio sposobnost govora. Nakon LeLongove smrti Broca je ponovno napravio seciranje mozga te utvrdio postojanje ozljede frontalnog režnja koja je bila nešto manja, ali u istom području kao Tanova.

Time je potvrdio svoju pretpostavku o lokalizaciji govora u frontalnom režnju lijeve polutke. Do 1863. Broca je opisao više od 25 afazičnih pacijenata, a svi su imali lezije u lijevoj polutki. Taj nalaz promijenio je raspravu o lokalizaciji funkcija ne samo jezičnih nego i svih ostalih. Nedugo nakon toga, 1874. godine njemački neurolog Carl Wernicke otkriva drugi tip afazije koja je posljedica oštećenja gornjih dijelova lijevog temporalnog režnja (Slika 7.1.). Ta afazija nazvana je Wernickeovom afazijom, a odgovarajuće mozgovno područje Wernickeovim područjem.

Procesiranje govornog i pisanog jezika

Norman Geschwind predložio je model koji predstavlja kako mozak obrađuje jezik. Taj se model zove Wernicke-Geschwindov model, a prema njemu riječi koje čujemo putuju od unutarnjeg uha slušnim živcem do primarnog slušnog područja u mozgu (gdje nastaje osjet sluha) koje se nalazi u temporalnom režnju. Od tamo signal putuje do asocijativnog područja u mozgu (oko angularne vijuge) u regiju gdje se spajaju temporalni, okcipitalni i parijetalni režanj. Signal potom putuje u Wernickeovo područje u temporalnom režnju. Ako želimo ponoviti i izgovoriti riječ koju smo čuli, signal mora doći u Brocino područje, a potom u primarno motoričko područje (gdje se „izdaju“ naredbe mišićima). A što se događa kada želimo izgovoriti neku riječ ili misao? Da bismo izgovorili neku riječ, prvo je trebamo pronaći u „rječniku“ koji se nalazi u dugoročnom pamćenju, u tzv. **mentalnom leksikonu**. Proces pristupa našem mentalnom leksikonu aktivira Wernickeovo područje, koje zatim interpretira leksički ulaz (riječ), identificira značenje riječi, identificira kako se riječ izgovara itd. Informacije o tome kako se riječ izgovara šalju se preko snopa vlakana u Brocino područje. U Brocinu području određuje se kombinacija pokreta različitih mišića usta, jezika i glasnica, tzv. artikulatora, koji su potrebni da se izgovori pojedini zvuk. Dalje se uputa šalje primarnom motoričkom korteksu koji izdaje „naredbu“ mišićima artikulatora (jezik, grkljan, usne, glasnice itd.) koji položaj da zauzmu da bi nastao određeni glas.

Što se događa kada čitamo riječ? Za razliku od slušane riječi gdje nam informacije dolaze slušnim putem, kad čitamo, informacije pristižu vidnim putem. To znači da informacije od mrežnice oka vidnim živcem stižu u primarno vid-



Slika 7.2. Moždane strukture i mehanizmi uključeni u izgovaranje slušane i napisane riječi

no područje u kori mozga (gdje nastaje osjet vida) koje se nalazi u okcipitalnom režnju. U tom području mozga obrađuju se percipirane informacije. Nakon toga angularna vijuga povezuje pisanu formu riječi s leksičkim oblikom u mentalnom leksikonu (rječniku) koji ima pohranjene informacije o značenju riječi u Wernickeovu području. Nakon aktivacije Wernickeova područja, dostupno postaje značenje riječi i način izgovora riječi. Ilustracija mehanizma čitanja/slušanja pa izgovaranja riječi nalazi se na Slici 7.2.

Gluhe, nijeme ili gluhonijeme osobe za komuniciranje se koriste **znakovnim jezikom**. Znakovni jezik koristi pokrete šake, ruke i tijela da bi se prenijela informacija. Suprotno laičkom vjerovanju, znakovni jezik nije skupina proizvoljnih gesta pantomime koje omogućavaju rudimentarnu komunikaciju. Znakovni jezik dijeli mnogo zajedničkog s govornim jezikom. On posjeduje svoju sintaksu i gramatička pravila. Druga je zabluda da postoji jedan znakovni jezik kojim se koriste sve gluhe i gluhonijeme osobe. Na svijetu postoji više od tristo znakovnih jezika i svaki od njih ima svoja pravila i geste. Govorni, odnosno verbalni jezik i znakovni jezik razlikuju se po svojem izlaznom obliku – zvukovi ili geste. Karakteristike govornog jezika odnose se na zvučne promjene koje traju neko vrijeme i „zahvaćaju“ se uhom, dok su karakteristike znakovnog jezika pokreti i geste koje se trebaju opaziti okom. Ta bi razlika mogla utjecati na to gdje se znakovni jezik obrađuje, npr. moguće bi bilo i u desnoj polutki koja je zadužena za procesiranje prostornih relacija, umjesto u lijevoj polutki koja je zadužena za procesiranje govornog jezika.

Kako se znakovni jezik procesira u mozgu, među prvima su istraživali Poizner, Klima i Bellugi u osamdesetim godinama 20. st. Oni su proučavali lezije u mozgu kod osoba koje su se koristile znakovnim jezikom te su izvijestili o šest studija slučaja gluhih osoba koje su se koristile američkim znakovnim jezikom, a koje su doživjele moždani udar samo u jednoj hemisferi. Pojedinci koji su imali ozljedu u lijevoj hemisferi, imali su jezičnih poteškoća. Ozljede u lijevom frontalnom režnju bile su povezane s poteškoćama u produkciji (izvođenju znakovnih gesta) u američkom znakovnom jeziku (afazija nalik na Brocinu), dok je ozljeda u lijevom temporalnom režnju uzrokovala probleme u razumijevanju znakovnog jezika (afazija nalik na Wernickeovu). Ozljede desne hemisfere nisu uzrokovale probleme u jezičnim aspektima percepcije ili produkcije znakovnih izraza. Istraživači su zaključili da se Brocino područje pobuđuje ne samo slušanjem govora nego i gledanjem znakovnog jezika. Ta-

kođer, i Wernickeovo se područje uključuje u razumijevanje govora ne samo preko uha nego i gledanjem gesta. Dakle, slušni signal nije neophodan da bi se aktivirali centri za razumijevanje jezika. Znakovni jezik obrađuje se kao i govorni. To je potvrđeno i snimanjem mozga fMRI tehnikom. Do danas je zabilježeno više od 30 slučajeva pacijenata s ozljedom mozga koji se koriste znakovnim jezikom kao primarnim jezikom. No originalni nalaz, da je znakovni jezik oštećen samo kada je ozljeda nastala u lijevoj hemisferi, potvrđen je samo na malom broju znakovnih jezika, uglavnom na američkom i britanskom znakovnom jeziku.

Jedna teorija o nastanku i evoluciji jezika smatra da je jezik nastao iz gesta. Potvrda se nalazi u studijama oslikavanja mozga koje pokazuju da su mozgovni čovjekolikih majmuna specijalizirani na sličan način kao i mozgovni ljudi. Čimpanze i gorile, baš kao i ljudi, pokazuju asimetriju između lijeve i desne mozgovne polutke u području F5 koje odgovara Brocincu području (B 44) koje je veće u lijevoj polutki. To je područje najvjerojatnije uključeno u produkciju gesta. Teorija da je jezik nastao evolucijom iz gesta pretpostavlja da su prvo postojale geste, pa da se iz njih razvio jezik. Pritom je došlo do specijalizacije lijeve polutke za obradu komunikacijskih informacija, a to je za posljedicu imalo i razvoj dominantnosti desne ruke kod većine ljudi. Smatra se da su u evoluciji jezika posebno važnu ulogu odigrali **zrcalni neuroni**. Zrcalni neuroni prvo su zabilježeni u području F5 (dio kore velikog mozga koji je zadužen za motoričke aktivnosti, odnosno pokrete mišića) kod majmuna, a aktivirali su se kada bi životinja radila određeni pokret, ali i kada bi gledala drugu životinju kako radi isti taj pokret. Danas se smatra da su zrcalni neuroni objašnjenje i za raznoliku imitaciju, razumijevanje pokreta, sposobnost učenja, teoriju uma, metafore i jezik. Postoji mnogo vrsta zrcalnih neurona, no posebno su nam važni tzv. audio-vizualni zrcalni neuroni koji se aktiviraju ne samo kada majmun opaža radnju koju netko obavlja nego i kada čuje zvuk te radnje. Ti neuroni imaju jedinstveni akustični odgovor za svaki određeni zvuk – npr. pucanje kore kikirikija, i u skladu s tim aktiviraju se i kada majmun izvodi neku radnju koja proizvodi taj zvuk. Druga su vrsta neurona komunikacijski usni zrcalni neuroni koji se aktiviraju kada se opažaju komunikacijske geste ustima koje pripadaju gestikulacijskom repertoaru majmuna, kao što su npr. pucketanje usnama, ispružanje usana, ispružanje jezika i slično.

Kod ljudi zrcalni sustav uključuje područja frontalnog, parijetalnog i tem-

poralnog režnja, a smatra se da je vokalizacija ugrađena u zrcalni sustav vjerojatno jedinstvena za čovjeka. Geste rukama igraju važnu ulogu u razvoju normalnog govora. Na primjer, faze brbljanja kod djece stare između 8 i 10 mjeseci i produkcija riječi između 10 i 13 mjeseci popraćene su gestama pokazivanja i prepoznavanja. Istraživanja funkcionalnom magnetskom rezonancijom pokazala su da se aktivacija mozgovnog područja za vrijeme pasivnog slušanja govora preklapa s onim područjima koja su aktivna pri produkciji govora. Geste lica također imaju važnu ulogu u percepciji govora i smatraju se više vidnim nego govornim podražajem. Koristeći se fMRI-em, Cavert i Campbell demonstrirali su da gledanje govora aktivira dijelove kore mozga zadužene za govor, uključujući Brocino područje, lijevu superiornu temporalnu brazdu i dio Werinickeova područja.

Veza između sustava zrcalnih neurona i jezika potkrijepljena je uspoređivanjem anatomije majmuna i ljudi. Istraživanja koja se bave proučavanjem izgleda i građe jedne stanice te njihova rasporeda upućuje na sličnost između područja B 44 (dio Brocina područja) kod ljudi i područja F5 u mozgu majmuna. Ta usporednost ili sličnost dvaju područja potkrijepljena je i podacima koji se odnose na njihovu funkciju. Područje F5 sadrži motoričke neurone koji su povezani s izvedbom akcija rukama i ustima. Slično tome, oslikavanje mozga kod ljudi pokazalo je da je Brocino područje, koje se smatra „govornim“ područjem, također uključeno i u zadatke koji zahtijevaju fine pokrete prstima, mentalnu imaginaciju ili imitiranje rukama. Istraživanja su pokazala da je Brocino područje aktivno kada ispitanici opažaju pokrete ruku ili usta kod drugih pojedinaca. Također, do aktivacije Brocina područja dolazi kada se sluša zvuk koji odgovara akciji koja taj zvuk izaziva. Ono što je iznimno zanimljivo jest da dolazi do aktivacije u premotornom korteksu i Brocinu području kada osoba opaža drugu osobu koja govori iako ne čuje zvuk (vidi samo pomicanje usana). Sve to ukazuje na iznimnu važnost vidno-slušnih zrcalnih neurona u produkciji i razumijevanju jezika. Razlika između neljudskih primata i ljudi je u tome da sustav zrcalnih neurona može biti aktiviran jezičnim materijalom koji je povezan s radnjom. Štoviše, čitanje ili slušanje riječi ili rečenica koje opisuju neku radnju aktivira dio kore mozga koji je zadužen za upravljanje mišićima i Brocino područje (npr. čitanje riječi *trčati* aktivirat će područja u mozgu koja se aktiviraju kada zbilja trčimo, ali će ta aktivacija biti slabija pri čitanju nego pri stvarnom pokretu).

Problemi jezične produkcije i jezičnog razumijevanja

Prethodno smo rekli da oštećenja različitih dijelova mozga dovode do različitih vidljivih posljedica u ljudskom ponašanju i funkcioniranju. Te lezije određenih centara u mozgu mogu utjecati i na jezične funkcije razumijevanja i produkcije. Nemogućnost da se jezik razumije ili da se producira zbog oštećenja mozga naziva se **afazija**. Afazije se mogu pojaviti u različitim oblicima. One najvećim dijelom nastaju kao posljedica moždanog udara, posebno kod starije populacije. Osim moždanog udara vodeći su uzroci afazije traume glave, tumori na mozgu, operacije mozga, moždane infekcije te naposljetku druge neurološke bolesti (Alzheimerova bolest, drugi oblici demencija i sl.). Prema podacima udruge National Aphasia Association između 25 % i 40 % osoba koje prežive moždani udar pati od neke vrste afazije, a prema podacima udruge National Stroke Association u Sjedinjenim Američkim Državama ima oko 80 000 novih slučajeva afazije godišnje. Nije utvrđena razlika u pojavnosti afazija kod muškaraca i žena, ali neki podatci sugeriraju da postoji razlika u vrsti afazije i stupnju teškoća izazvanih afazijom.

Prethodno smo u tekstu spomenuli **Brocinu afaziju**, a sada ćemo je pobliže opisati. Taj oblik afazije nastaje kao posljedica oštećenja kore velikog mozga u stražnjem donjem predjelu lijevog frontalnog režnja, u tzv. Brocinu području, a naziva se i **motorna afazija**. Za Brocinu afaziju karakterističan je govor koji nije tečan, koji se sastoji od nekoliko kratkih izjava sa značajnim smanjenjem vokabulara, a ponekad je i naglašavanje riječi (prozodija) narušeno. Razumijevanje govora i pisanog teksta je očuvano. Brocinu afaziju često prati i **agrafija** ili **disgrafija** – potpuno ili djelomično narušena sposobnost pisanja.

Suprotno tome, **Wernickeovu afaziju** karakterizira tečan, ali besmislen govor te smanjenje mogućnosti razumijevanja govora. Govor osobe s Wernickeovom afazijom poštuje pravila sintakse (redoslijeda riječi u rečenici), ali ne i semantike (značenja riječi). Govor je najčešće okarakteriziran kao „salata od riječi“. Na primjer: „Da mogu, bih. O, na krivi način to kažem, svi brijači ovdje kada te zaustave, ide naokolo i okolo, shvaćaš što ti hoću reći.“ Wernickeova afazija naziva se još i senzorna afazija, a uzrokovana je oštećenjem kore velikog mozga u predjelu temporalnog režnja nazvanog Wernickeovo područje. Pojedinaac ima narušeno razumijevanje govora iako je sluh neoštećen. Kod

lakših oštećenja osoba može na globalnom planu razumjeti o čemu je riječ, ali ne može razumjeti pojedine riječi. Često je uz razumijevanje oštećeno i čitanje – **aleksija** (nesposobnost da se pročitaju riječi).

Brocina (motorna) i Wernickeova (senzorna) afazija dvije su najčešće vrste afazija, no postoje i druge vrste. Sam Wernicke opisao je još jednu vrstu afazije – tzv. **konduktivnu afaziju**. Kako i samo ime kaže, oštećena je provodnost signala između dviju regija mozga. U ovom slučaju to je oštećenje bijele tvari koja povezuje Wernickeovo i Brocino područje. Ta je lezija najčešće smještena u područje supramarginalne vijuge ili u donjem parijetalnom režnju. Karakterizira ju fluentan, ali parafazičan govor, npr. riječi se mijenjaju s drugima koje su im slične (npr. *glad* umjesto *glas*, *kotač* umjesto *kolač*), što izgleda kao omaška, ali je zapravo posljedica mnogo ozbiljnijeg stanja. Pojedinci su svjesni poteškoća i pogrešaka u govoru te se često samoispravljaaju i zastajkuju, što ih onda usporava u komunikaciji. Oštećeno je i razumijevanje pisanog i govornog jezika, najčešće neposredno nakon nastanka oštećenja, no ono se s vremenom poboljšava te je razumijevanje jezika relativno dobro. Pisanje je oštećeno, dok je prepisivanje zadanog teksta očuvano. Čitanje u sebi, tj. razumijevanje pročitano g očuvano je. Govor nije dobar, ali nije ni potpuno narušen. Uz to, tu vrstu afazije uvijek prati i **akalkulija**, odnosno nemogućnost računanja. Budući da je oštećeno i razumijevanje i produkcija, ta afazija spada u senzorno-motoričku vrstu afazije. Vrsta i obim teškoća ovise o vrsti i veličini mozgovnog oštećenja.

Amnestička afazija smatra se najblažim oblikom afazije, a karakterizira je **disnomija** ili **anomija**, tj. smanjena sposobnost ili nemogućnost pronalaženja prave riječi u pamćenju. To se najviše manifestira u spontanom govoru i u zadacima imenovanja (npr. osobi se pokazuju slike objekata, a ona treba imenovati što je na slici). Disnomija se može javiti i u govoru osoba bez mozgovnih oštećenja, a ta osoba ima iskustvo kao da joj je riječ „na vrhu jezika“, no jednostavno je se ne može sjetiti. Međutim, ako se zdravom pojedincu daje poticaj (npr. prvo slovo ili slog), on će uspješno imenovati riječ. Amnestička afazija može se pojaviti kao posljedica višestrukih oštećenja dijelova mozga, zadnjeg dijela gornje temporalne vijuge (Wernickeovo područje) i angularne vijuge u parijetalnom režnju, a najčešće kao posljedica oštećenja snopa bijele tvari koja povezuje Brocino i Wernickeovo područje (*fasciculus arcuatus*). Često je narušeno dosjećanje jedne vrste riječi, uglavnom imenica, dok su glagoli

i pridjevi bolje očuvani. Dosjećanje može biti oštećeno samo za specifičnu kategoriju imenica, npr. samo imenice koje označavaju živa bića, a ne i nežive stvari i pojave (npr. osoba se ne može dosjetiti imenica poput *pas*, *djevojčica*, *cvijet*, ali se može dosjetiti imenica poput *stol*, *čekić*, *vaza* i sl.). Kada se osoba ne može sjetiti neke riječi, može opisati njezine funkcije: „ono za ono“ ili se može služiti gestama. Također, vjerojatnije je da će tom afazijom biti pogođene riječi koje se upotrebljavaju rjeđe nego one koje se upotrebljavaju često. U amnestičkoj afaziji razumijevanje, ponavljanje i čitanje naglas ne bi trebalo biti narušeno. Do smetnji dolazi u govoru i pisanju, i to samo u nekim aspektima. Amnestička (nekad se naziva i anomička) afazija može se pojaviti u razdoblju oporavka od Wernickeove afazije, a često ju nalazimo i kod starijih osoba.

Najteži je oblik afazije **globalna afazija** koja obuhvaća sva četiri jezična modaliteta: govor, slušanje, čitanje i pisanje, što znači da pogađa i jezičnu produkciju i jezično razumijevanje. Pacijenti s globalnom afazijom ne mogu govoriti mnogo, najčešće izgovore nekoliko rečenica koje su elementarne i jako „siromašne“. Takvi pacijenti ne mogu ponavljati rečenice niti razumiju govor drugih. Takva je afazija često rezultat velike lezije u lijevoj hemisferi koja obuhvaća i Wernickeovo i Brocino područje te inzulu. Simptomi po svojoj težini variraju od pacijenta do pacijenta, ovisno o veličini lezije, no najčešće se manifestiraju kao nemogućnost da se govor razumije i producira te da se ponovi izjava na zahtjev. Oštećenja se manifestiraju i u nemogućnosti čitanja i pisanja, dok su druge kognitivne sposobnosti očuvane. Najčešće se javlja kao posljedica moždanog udara, odnosno uslijed začepjenja srednje moždane arterije koja prolazi između parijetalnog i temporalnog režnja.

Transkortikalna afazija javlja se u dva glavna oblika, kao motorička i kao senzorna transkortikalna afazija, a rjeđe može biti miješana. Govor osoba s transkortikalnom afazijom sintaktički je jednostavan (kratke rečenice, često bez pridjeva) i isprekidan. Za razliku od ostalih afazija, ponavljanje je rečenica normalno i neoštećeno. Motorni oblik transkortikalne afazije sličan je Brocinoj afaziji, a senzorni oblik transkortikalne afazije sličan je Wernickeovoj afaziji s iznimkom spomenute očuvane mogućnosti ponavljanja rečenica. Kod osoba s motornim oblikom te afazije oštećen je spontani govor i smanjen je vokabular. Osobe sa senzornim oblikom te afazije često ponavljaju pitanja koja su im postavljena, umjesto da na njih odgovore. Govor je tečan, ali s mnogo po-

grešaka, npr. sadrži brojne izmijenjene riječi, zamjenjuju se glasovi u riječima (npr. *drob* umjesto *brod*) itd. Također je oštećeno i razumijevanje govornih i pisanih informacija. Miješana transkortikalna afazija okarakterizirana je time da osoba može ponoviti ono što joj je rečeno, ali tu govor prestaje. Osoba ne producira govor sama. Ta vrsta afazije vrlo je rijetka, a može se zamijeniti s globalnom afazijom. Pregled opisanih afazija s obzirom na njihove bihevioralne karakteristike nalazi se u Tablici 7.1.

Tablica 7.1. Vrste afazija i njihove bihevioralne karakteristike

Vrsta afazije	Fluentnost	Slušno razumijevanje	Ponavljjanje	Imenovanje
Brocina ili motorička	nefluentnost	relativno dobro	narušeno	narušeno
Wernickeova ili senzorna	fluentnost	narušeno	narušeno	narušeno
Globalna	nefluentnost	narušeno	narušeno	narušeno
Transkortikalna (može biti senzorna, motorička ili miješana)	nefluentnost	motorna – relativno dobro senzorna – narušeno	dobro	narušeno
Konduktivna	fluentnost	dobro	narušeno	narušeno
Amnestička ili nominalna (anomija)	fluentnost	dobro	dobro	narušeno

Brocinu afaziju često prati potpuna (agrafija) ili djelomična nemogućnost pisanja (disgrafija). Agrafija je stečena nesposobnost pisanja (potpuna), ali uz očuvanu motornu snagu i koordinaciju mišića ruku. Najčešće nastaje uslijed ozljede asocijativnih područja lijevog parijetalnog režnja mozga. Kada je sposobnost pisanja djelomično narušena, a pisanje karakteriziraju brojne, trajne i tipične pogreške, govori se o disgrafiji. Te pogreške nisu povezane s (ne) znanjem pravopisa i jezičnim sposobnostima osobe i uglavnom su trajne. Intelektualne i jezične sposobnosti osoba s agrafijom ili disgrafijom najčešće nisu narušene. Agrafija je zapravo najteži oblik disgrafije. Kada je agrafija nastala zbog paralize ili poremećaja koordinacije mišića, a centri u mozgu nisu oštećeni, govori se o motornoj agrafiji. S druge strane, Wernickeovu afaziju često prati i disleksija, ali ona se može pojaviti i samostalno. Disleksija se manifestira kao problem čitanja unatoč tome što su intelektualne i osjetilne sposobnosti normalne te iako osoba ima motivaciju i adekvatnu obuku za čitanje. Osim što disleksija može nastati uslijed ozljede mozga ili kao posljedica moždanog udara, ona može biti i urođena. Tim istraživača s Yalea izolirao je gen DCDC2 i utvrdio da je on povezan s poteškoćama u čitanju. Trenutačne

procjene izvještavaju o 5 – 17 % djece u SAD-u koja pate od disleksije. Konačnog lijeka za disleksiju nema, ali ako se rano dijagnosticira i ako se dijete uključi u logopedski tretman, ono može efikasno savladati vještinu čitanja. Postoje i prilagođeni fontovi slova koji osobama s disleksijom omogućuju lakše čitanje, npr. preporučuje se upotreba *Arial* i *Comic Sans* fonta koji su ugrađeni u većinu programa za pisanje teksta.

No treba naglasiti da nisu svi koji loše čitaju disleksični, neke su osobe loši čitači zbog nedovoljno vježbe. Nadalje, postoje i funkcionalne razlike između dobrih i loših čitača u aktivaciji dijela okcipitalnog režnja, u primarnom vidnom području, koji se aktivira vidnim karakteristikama slova (ortografijom), zatim u angularnoj vijugi gdje se pisana slova prevode u jezik te u Wernickeovu području gdje se pristupa značenju riječi. Ti su dijelovi kod loših čitača slabije aktivirani. Kada su Marcia D’Arcangelo i Sally Shaywitz tražile od dobrih čitača da gledaju pojedinačna slova i kažu rimuju li se, a zatim da gledaju i izgovore riječ koju nikad prije nisu vidjeli, ustanovile su da dolazi do povećane aktivnosti u ranije spomenutim regijama mozga. Nadalje, uočile su i razlike u aktivaciji Brocina područja koje je bilo snažnije aktivirano kod loših čitača. To znači da je čitanje, koje uključuje put od tiskanih slova do razumijevanja jezika, za loše čitače iznimno težak proces, a povećana aktivnost u Brocinu području odražava dodatni napor koji oni ulažu. Ponekad, kada imaju poteškoća da bi nešto pročitale, osobe subvokaliziraju („čitaju ispod glasa“), pri čemu usnama oblikuju riječ, ali bez zvuka. Prisjetimo se, Brocino područje zaduženo je upravo za kontrolu mišića uključenih u govor. Razlika je također uočena i u angularnoj vijugi gdje se jedna informacija „prevodi“ u drugu – vidna informacija (slova) u jezičnu informaciju (riječi). Razlika između loših i dobrih čitača počinje na razini fonologije – svjesnosti da jednom slovu pripada jedan glas (u jezicima kao što je npr. hrvatski). Da bi se umanjili problemi sa savladavanjem vještine čitanja kod djece, već u predškolskoj dobi treba raditi na osvješćivanju veze slovo-glas te na razumijevanju da se riječi sastoje od glasova – jezična analiza i jezična sinteza. U jezicima u kojima ne postoji dosljedno mapiranje slova i glasa, djeca imaju više problema s usvajanjem vještine čitanja. Za usporedbu – djetetu je teže savladati čitanje na engleskom nego na hrvatskom jeziku.

Kapacitet za usvajanje jezika

Nije teško zamijetiti da djeca relativno lako nauče materinski jezik. Nakon rođenja ona ne mogu niti producirati niti razumjeti jezik, a u dobi od četiri godine već produciraju kompleksne rečenice koje nikad prije nisu čuli. To znači da te rečenice nisu nastale kao imitacija govora odraslih, već su njihova originalna tvorevina. U periodu od rođenja do potpunog savladavanja jezika djeca prolaze kroz određene stadije usvajanja i produkcije jezika, od vegetativnih zvukova i gugutanja, preko brbljanja i rečenica od jedne riječi pa do cjelovitih složenih rečeničnih izraza. Taj je slijed jednak kod sve djece, neovisno o njihovu materinskom jeziku. Činjenica da djeca s lakoćom mogu usvojiti jezik potakla je istraživače da pretpostave kako postoje određene mozgovne strukture koje djetetu to omogućavaju. Najistaknutije ime koje se veže za tvrdnje o urođenim mehanizmima za usvajanje jezika jest Noam Chomsky. On je pretpostavio postojanje tzv. **sredstva za usvajanje jezika (LAD – Language Acquisition Device)** koje se ne odnosi na određenu moždanu strukturu, već na urođenu sposobnost djeteta da može usvojiti jezik. Chomsky je tvrdio da je ljudski jezik posebna sposobnost neovisna o drugim kognitivnim procesima, koja ima posebnu biološku osnovu i koja je evoluirala samo kod ljudi. S druge strane, Piaget je smatrao da je jezik kognitivni proces kao bilo koji drugi te da jezični razvoj ovisi o općem kognitivnom razvoju.

U svakom slučaju, da bi dijete usvojilo jezik, ono mu mora biti izloženo u djetinjstvu. Period u kojem dijete mora biti izloženo jeziku da bi ga savladalo naziva se **kritični period** za usvajanje jezika. Ako zbog nekih okolnosti dijete nije bilo izloženo jeziku u kritičnom periodu, kao što je to u slučaju zlostavljane i zanemarene djece te tzv. divlje djece, njihovo će usvajanje jezika biti teže, sporije, a njihov jezik nikad neće zvučati kao da je materinski. Poznat je slučaj divljeg djeteta Victora, dječaka iz Aveyrona u Francuskoj. Dječaka Victora pronašli su lovci kada je bio u dobi od oko 11-12 godina. Nije govorio, ali je proizvodio zvukove koji su zvučali poput životinjskih. Brigu o njemu i njegovu obrazovanju prihvatio je Jean Marc Gaspard Itard, francuski liječnik. Pokušaji da se dječaka nauči govoriti bili su neuspješni. No tada je Itard prešao na poučavanje čitanja i pisanja, što je polučilo više uspjeha, ali je i dalje bilo na razini dvogodišnjeg djeteta. Victorova percepcija, pažnja i pamćenje nisu bili oštećeni, no nikada nije progovorio niti se služio jezikom na razini odrasle osobe.

Drugi slučaj jest slučaj izoliranog djeteta, djevojčice Genie koja je otkrivena u 13. godini kao ozbiljni slučaj zlostavljanja. Genie (pseudonim) je otkrivena 70-ih godina u Los Angelesu, a bila je zaključana u maloj sobici 12 godina! Dobivala je hranu, ali nitko nikada nije s njom razgovarao. Međutim, za razliku od Victora, ona je kao beba, prije nego što je s 20 mjeseci stavljena u izolaciju, počela usvajati jezik. Kada je nađena, bila je u lošem fizičkom stanju, pothranjena i bolesna. Nakon nekoliko mjeseci značajno se popravio njezin fizički status, ali i njezino razumijevanje jezika. Međutim, njezina sposobnost da producira jezik ostala je i dalje skromna. Ono što je ključno za Genien razvoj razumijevanja jezika jest izloženost jeziku i početak njegova usvajanja do 20. mjeseca života.

U slučajevne jezične deprivacije spada i slučaj Hellen Keller, za koju su neki možda i čuli. Hellen je rođena kao zdrava beba, ali je zbog bolesti ostala slijepa i gluha s 19 mjeseci. Do tada je bila normalno izložena jeziku te ga je počela usvajati i razumijevati. Deprivacija je nastupila od 19. mjeseca starosti i trajala je do 7. godine života kada dolazi Anne Sullivane Macy (1887. godine) da je pouči znakovnom jeziku. Sullivan je koristila osjetilo dodira, što se pokazalo izvrsnim sredstvom dopiranja do Hellen koja ne samo da je savladala znakovni jezik nego je s pomoću opipavanja glasnica i vibracija naučila i govoriti. Poslije je Hellen upisala fakultet te je napisala knjigu o svojem životu, a snimljen je i film prema njezinoj životnoj priči (*The Miracle Worker*, 1962.). Smatra se da je ključ njezina uspjeha pri savladavanju jezika u tome što mu je kao beba bila izložena, ali i to što je njezina rehabilitacija počela kad je imala sedam godina, što je dosta ranije nego u prethodno opisanim slučajevima. Nažalost, ova tri slučaja nisu jedini slučajevi izolirane i divlje djece. Drugi, slični nalazi sugeriraju da sposobnost kontroliranja određenih mišića (posebno artikulatora) opada s dobi. Međutim, ne može se sa sigurnošću reći do kada traje kritični period za usvajanje jezika. Razlog tome je što se ne zna kakva je bila povijest svakog djeteta i kakav je bio djetetov mentalni i fizički status prije deprivacije. U slučajevima divlje djece ne zna se ni kakvo je bilo njihovo prethodno jezično iskustvo. Ako se propusti kritični period za jezik, lijeva moždana polutka neće biti posvećena jeziku, kao što je to kod mnogih ljudi s normalnim jezičnim razvojem. Taj problem nije moguće ispitati eksperimentalno zbog etičkih i moralnih razloga. No svi slučajevi ukazuju da postoji kritični period za usvajanje jezika, što ide u prilog biološkoj osnovi za postojanje jezičnih struktura i

modula koji se aktiviraju ako postoji adekvatan podražaj.

Prema istraživanju Newmana i njegovih kolega postoji sličan kritični period i za procesiranje znakovnog jezika u desnoj polutki. Istraživanje fMRI tehnikom pokazalo je da je desna angularna vijuga visoko aktivirana za vrijeme procesiranja znakovnog jezika kod ljudi koji su ga učili od rođenja, ali ne i kod onih ljudi koji su ga učili nakon puberteta. U istraživanju su sudjelovale dvije skupine ispitanika: odrasli, koji su djeca gluhih roditelja, a učili su znakovni jezik od rođenja i skupina koja je znakovni jezik naučila kasnije u životu. Dok su čitale engleske rečenice, obje su grupe pokazale aktivnost u lijevoj polutki i u superiornoj temporalnoj brazdi u desnoj polutki. Međutim, samo oni koji su od rođenja koristili znakovni jezik pokazali su pouzdanu aktivaciju u angularnoj vijugi desne polutke. To je istraživanje važno za utvrđivanje postojanja kritičnog perioda, ali i za demonstraciju važnosti desne polutke pri procesiranju znakovnog jezika.

Spol i jezik

Osim što je istraživače zanimalo kako se razlikuju usvajanje i razumijevanje govornog od znakovnog jezika, zanimalo su ih i druge razlike, npr. razlikuju li se muškarci i žene u jezičnoj izvedbi. Istraživanja su pokazala da je **jezična izvedba**, općenito govoreći, bolja kod žena nego kod muškaraca. Ta je razlika uočljiva već kod djece starosti 2-3 godine. Djevojčice počinju govoriti ranije nego dječaci, usvajaju vokabular brže te pokazuju više spontanog govora. Iako je prednost djevojčica pred dječacima mala, ona postoji i stabilna je tijekom perioda školovanja, ali i u odrasloj dobi.

Smatra se da je biološka osnova spolnih razlika kod odraslih ljudi posljedica toga koliko je jezik lateraliziran u mozgu muškaraca i žena. Istraživači su iznijeli pretpostavku da je jezik snažnije lateraliziran kod muškaraca nego kod žena. To znači da je kod muškaraca lijeva polutka više specijalizirana za jezik, a desna manje, dok je kod žena ta specijalizacija lijeve polutke nešto manja, što znači da desna polutka u većoj mjeri sudjeluje u jezičnoj obradi. Dokaze za tu tvrdnju temelje na evidenciji ozljeda pacijenata: muškarci imaju veću pojavnost afazija nakon ozljeda lijeve mozgovne polutke. Ta funkcionalna razlika natjerala je istraživače da potraže anatomske poveznice tih simptoma. U

današnje se vrijeme istraživanja rade na zdravim pojedincima da bi se utvrdile potencijalne razlike između muškaraca i žena u obradi jezika. Pritom se koriste eksperimentalni zadatci i tehnike oslikavanja mozga. Brojne studije pokazuju da žene u prosjeku imaju nešto bolje verbalne sposobnosti nego muškarci. Te su razlike male, a najčešće se utvrđuju u zadacima jezične produkcije i verbalne fluentnosti (npr. Pokušajte se sjetiti što više riječi koje počinju slovom „d“ u 60 sekundi.). U nekim istraživanjima utvrđena je snažnija aktivacija u obje moždane polutke kod žena u predjelu donje frontalne vijuge i stražnjem predjelu srednje/superiorne temporalne vijuge, dok u drugim istraživanjima ta razlika ipak nije bila utvrđena. Smatra se da anatomske razlike u veličini i izgledu temporalne zaravni te dijela velike komisure u mozgovima muškaraca i žena doprinose boljim verbalnim sposobnostima kod žena. Iz te se anatomije može vidjeti da je jezik kod žena simetričnije reprezentiran u obje hemisfere, dok je kod muškaraca u navedenim područjima veća asimetrija u korist lijeve hemisfere. Puth i suradnici pokazali su da kod muškaraca i žena postoje velike razlike u mozgovnoj aktivaciji dok se obavljaju razni jezični zadatci. Za sve jezične zadatke i kombinacije zadataka muškarci su pokazali snažniju asimetriju u aktivaciji frontalnog režnja lijeve polutke u usporedbi s desnom polutkom. Budući da ta razlika između muškaraca i žena nije bila izražena u nekom specifičnom zadatku, moguće je da predstavlja generalnu prednost žena u jezičnim zadacima. Međutim, kada se usporedi učinak u zadacima kao što su brzina rješavanja i točnost, onda se ne nalaze razlike s obzirom na spol. Dakle, na temelju izvedbe u zadatku muškarci i žene ne razlikuju se značajno, no razlikuju se aktivirane regije u mozgu za vrijeme rješavanja jezičnih zadataka. Drugim riječima, muškarci i žene „izvode“ jednako jezično procesiranje s jednakim stupnjem funkcionalnosti, ali koriste različito organizirane jezične mozgovne sustave.

Još jedna evidentirana razlika između djevojčica i dječaka, odnosno muškaraca i žena jest u nerazmjeru problema s mucanjem. Mucanje je poremećaj govora koji zahvaća dječake značajno više nego djevojčice. Kod starije djece i odraslih omjer muškaraca naspram žena je 4 : 1 ili čak veći. Osim što muškarci imaju veću pojavnost mucanja, nisu utvrđene druge razlike u govoru između spolova. Zanimljivo je da je u populaciji djece predškolske dobi, neposredno nakon što se mucanje počinje javljati, omjer dječaka naspram djevojčica manji i iznosi od 2 : 1 do 2 : 1,6. Razlog tome može biti da kod djevojčica u

većoj mjeri dolazi do prirodnog oporavka (bez logopedskog tretmana) nego kod dječaka. Ponovno, uzrok se pripisuje genetskim faktorima koji utječu na moždane strukture zadužene za procesiranje jezika. Treba napomenuti da se poteškoće govora u vidu mucanja mogu efikasno smanjiti adekvatnim i pravovremenim logopedskim tretmanom.

Utjecaj učenja stranog jezika na mozgovne strukture

U današnje vrijeme brojni pojedinci ne samo da su uspješno savladali materinski jezik, već znaju barem još jedan strani jezik. Posljedica je to sve većih zahtjeva posla, privatnog života, migracija, ali i utjecaja medija. Taj fenomen zainteresirao je znanstvenu zajednicu koja je pokušala odgovoriti na pitanje kakve su posljedice učenja stranog jezika na ljudski mozak.

Istraživači s Penn State sveučilišta u SAD-u utvrdili su da učenje stranog jezika dovodi do promjena u strukturi mozga i povezanosti među neuronima (mreže neurona) koja onda postaje efikasnija. Još je zanimljiviji nalaz da efekt učenja stranog jezika na mozak nije ograničen godinama. Drugim riječima, imali šest ili 86 godina, ljudi i dalje imaju koristi od učenja stranog jezika. Svaki put kada učimo nešto novo, zapravo vježbamo i „osnažujemo“ mozak. Što više vježbamo određene vještine, to će mozak biti bolje povezan u tom području.

Da bi ispitali utjecaj učenja stranog jezika na mozak, Li i suradnici uzeli su 39 dobrovoljaca kojima je materinski jezik bio engleski te su ih uključili na tečaj mandarinskog jezika. Tečaj je trajao 6 tjedana, a svim je sudionicima dva puta snimljen mozak s pomoću funkcionalne magnetske rezonancije (fMRI) – jednom na početku tečaja i jednom na kraju. Istraživači su utvrdili da su oni sudionici koji su bili uspješniji u usvajanju mandarinskih riječi imali bolje povezanu mrežu neurona nego oni sudionici koji su bili manje uspješni ili pak kontrolna skupina koja nije učila mandarinski. Mozgovna je mreža postala bolje integrirana, a time i fleksibilnija, što je utjecalo na brže i efikasnije učenje. Dakle, došlo je do funkcionalne promjene u mozgu, što znači da je mozak mnogo plastičniji nego što se mislilo. Međutim, oni sudionici koji su bili uspješniji u učenju mandarinskoga su i prije početka eksperimenta imali bolju premreženost nego oni koji su bili slabiji u učenju. Moguće je da su oni sami

tražili nove informacije i materijal za učenje i na taj način vježbali mozak. Taj nalaz sugerira da se na temelju povezanosti i učinkovitosti mreže neurona pojedinca može odrediti, tj. predvidjeti koliko će on biti dobar u učenju stranih jezika. Povezanost i učinkovitost mreže istraživači su izrazili kroz snagu veza između specifičnih regija u mozgu (snažniji signal na fMRI-u). Drugi je važan nalaz povećanje gustoće sive tvari u kori velikog mozga kod sudionika koji su učili strani jezik. Također, i veze u bijeloj tvari postale su snažnije kod djece, odraslih i starijih sudionika. Taj efekt vidljiv je čak i nakon kratkog treninga učenja stranog jezika, ali njegova snaga ovisi o dobi kada se jezik počne učiti, fluentnosti u stranom jeziku i individualnim razlikama osoba koje uče strani jezik. Dakle, osim do funkcionalnih promjena u mozgu (bolja povezanost među neuronima), dolazi i do anatomske promjene koja se očituje u povećanju gustoće sive tvari. Taj je nalaz od velike važnosti za stariju populaciju jer učenje stranog jezika može usporiti starenje mozga te može doprinijeti boljem i kvalitetnijem starenju.

Načini ispitivanja lokalizacije jezičnih funkcija

U prethodnom dijelu teksta govorili smo o lateralizaciji jezičnih funkcija te mozgovnim ozljedama koje su nam nešto mogle reći o tim funkcijama. Sada ćemo nešto reći o neinvazivnim metodama koje možemo koristiti da bismo odgovorili na pitanje koji su dijelovi mozga zaduženi za pojedine funkcije. Dugo se pouzdana procjena dominantnosti hemisfera mogla postići jedino invazivnim metodama, npr. testom natrijevim amitalom. U karotidnu arteriju ubrizga se sredstvo koje anestetizira jednu moždanu polutku. Selektivnom anestezijom jedne polutke može se odrediti funkcionalna uloga druge polutke. Taj se postupak naziva Wada test. No takva metoda nosi određeni rizik fatalnih komplikacija, pa se koristi samo na kandidatima koji se trebaju podvrgnuti neurokirurškom postupku iz drugih razloga (npr. tumor na mozgu) da bi se utvrdilo u kojoj su polutki smještene jezične funkcije. Tek je s pojavom neinvazivnih tehnika oslikavanja mozga (npr. fMRI) postalo moguće ispitivati lateralizaciju moždanih funkcija na zdravoj populaciji bez straha od neželjenih posljedica. Jedna je od tih metoda, koja je detaljnije prikazana u drugom poglavlju, snimanje potencijala povezanih s događajem (ERP), koji odražavaju

aktivnost neurona nakon nekog događaja, npr. čitanja ili slušanja riječi i rečenica. Utvrđeno je da sintaktičke i semantičke nepravilnosti u rečenici izazivaju kvalitativno drukčiji ERP efekt. Uz to se i vremenski javljaju u različitim intervalima nakon ciljnog događaja. Semantičke nepravilnosti (npr. Mačka će otići u *kazalište*.) izazivaju negativni val koji svoj vrhunac postiže 400 ms nakon što se neočekivana riječ pojavila (*kazalište*) i naziva se N400. S druge strane, sintaktičke anomalije (npr. Mačka će otići u *nije*.) izazivaju pozitivan val (P600) koji ima svoj vrhunac 600 ms nakon što se pojavila konfliktna ili neodgovarajuća riječ i traje čak pola sekunde. Taj nam nalaz govori da postoji odvojeno procesiranje sintakse i semantike.

Još jedna neinvazivna metoda ispitivanja lateralizacije jezičnih funkcija jest i tehnika podijeljenog vidnog polja. Ona se koristi na zdravim pojedincima da bi se utvrdila superiornost lijeve polutke pri obradi jezičnih informacija u eksperimentalnim zadacima, ali i na osobama koje su se podvrgle komisurotomiji, tj. prerezivanju velike komisure koja povezuje dvije moždane polutke. Ta se tehnika temelji na činjenici da će vidna informacija iz lijevog vidnog polja završiti u desnoj polutki mozga i obrnuto (opisano u petom poglavlju, vidjeti Sliku 5.3.). Na taj se način informacije mogu kontrolirano zadati samo jednoj polutki mozga, dok su istovremeno nedostupne drugoj polutki. Michael Gazzaniga proveo je jedno istraživanje s dječakom koji je prošao ranije navedeni zahvat zbog snažnih epileptičnih napadaja. On je dječaku prezentirao riječ *hodaj* u desno vidno polje i dječak je ustao. Kada ga je istraživač pitao zašto je ustao, dječak je rekao da ide po *Coca-Colu*. Dječak zapravo nije bio svjestan prezentirane riječi, ali mozak ju je obradio i ponašao se u skladu s tim. Kada osobe bez moždanih oštećenja vide prezentiranu riječ *key* u lijevom i *ring* u desnom vidnom polju, kažu da su vidjeli *keyring*. Kada osoba s komisurotomijom vidi isti podražaj i treba iz vrećice s raznim predmetima izvući onaj predmet koji je vidjela, ona izvuče ključ (*key*), a kada treba reći što je izvukla a da ne pogleda, kaže: *prsten (ring)*. Budući da je lijeva polutka zadužena za obradu jezika, osoba može imenovati ono što je prezentirano u desno vidno polje. Drugim riječima, kod komisurotomije lijeva polutka ne zna što radi desna i obrnuto.

Razvoj novih tehnologija, posebice onih koje svoju primjenu mogu pronaći u medicinskim i znanstvenim krugovima, danas je osobito važan. S pomoću takvih tehnika moguće je uz pažljivo osmišljene zadatke dobiti uvid u broj-

ne kognitivne procese, kao i specifična područja u mozgu gdje se ti procesi odvijaju. Jezik je posebno zanimljiva tema za znanstvenike, prvenstveno jer gotovo ni jedan aspekt jezika nije do kraja objašnjen. Počevši od toga kako je jezik nastao, odakle dolazi, do toga gdje su smješteni koji lingvistički procesi u mozgu. Pitanje organizacije dvaju jezika u umu dvojezičnog govornika i dalje muči znanstvenu zajednicu, kao i pitanje kako djeca s lakoćom usvajaju jezik.

U ovom smo poglavlju opisali neka istraživanja koja su se bavila lokalizacijom i lateralizacijom različitih jezičnih funkcija. Kao što se moglo vidjeti, rezultati nisu uvijek jednoznačni, ali neki konsenzusi su postignuti. Ono što je relativno novo jest da Brocino i Wernickeovo područje nisu jedine regije u mozgu zadužene za procesiranje jezika, već da postoje i druge moždane strukture koje igraju važnu ulogu u tom procesu. Što se tiče lateralizacije, utvrđeno je, primjerice, da je lijeva polutka više specijalizirana za percepciju slogova iz jezika, dok je desna polutka zadužena za percepciju visine tona, što je bitno kod naglašavanja u govoru, tzv. prozodije. Nadalje, uloga je desne polutke integracija informacija u kontekst, odnosno interpretacija informacija u terminima konteksta (posebno ako se radi o emocionalnom sadržaju). Lijeva je polutka, s druge strane, više specijalizirana za jezične procese koji su vođeni pravilima, kao što su fonološka, morfološka i sintaktička pravila. Evidentno je da specijalizacija polutki za određene funkcije postoji, i to još od rođenja. Ovdje se nismo bavili pitanjem zbog čega je uopće došlo do lateralizacije funkcija, ali vjeruje se da je to jedna vrsta adaptacije, odnosno da lateralizacija funkcija omogućava lakše izvođenje simultanih zadataka.

Zaključci

1. Lijeva hemisfera mozga dominantna je za jezične funkcije za većinu ljudi. U dominantnoj hemisferi su za jezične funkcije od osobite važnosti Brocino i Wernickeovo područje te Heschlova i angularna vijuga.
2. Pretpostavlja se da su u evoluciji jezika značajnu ulogu odigrali zrcalni neuroni. To je posebna vrsta živčanih stanica u mozgu koje se aktiviraju tijekom izvođenja neke radnje ili tijekom njezina promatranja.
3. Razna oštećenja specijaliziranih područja mozga koja procesiraju i produciraju jezik rezultiraju posebnim vrstama poremećaja koji se zovu afazije. Postoji veći broj afazija među kojima su Brockina afazija, Wernickeova afazija, konduktivna afazija, amnestička afazija, globalna afazija i druge.
4. Slučajevi divlje djece sugeriraju da postoji kritičan period za uspješno usvajanje jezika.
5. Postoje spolne razlike u jezičnim sposobnostima. U prosjeku su žene nešto bolje od muškaraca. To je vjerojatno posljedica razlika u lateralizaciji između muškaraca i žena, odnosno u razini specijalizacije hemisfera. Muškarcima su u prosjeku hemisfere nešto više specijalizirane.

Testirajte se

1. U čemu se očituje razlika u obradi jezika između muškaraca i žena?
2. Kako učenje stranog jezika utječe na mozak?
3. Promislite i istražite kako biste komunicirali s osobom koja ima senzornu, a kako s osobom koja ima motornu afaziju.
4. Kakva je ekspresivna moć znakovnog jezika? Drugim riječima, možemo li znakovnim jezikom prenijeti jednako bogate sadržaje i informacije kao govornim jezikom?
5. Na koja se važna pitanja pokušava odgovoriti proučavanjem slučajeva poput slučaja djevojčice Genie? Kako biste vi pristupili tom istraživačkom problemu i kako biste tražili odgovor?

Preporučena dodatna literatura

- GASKELL, M. G. (Ed.). (2007). *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. New York: Oxford University Press.
- HARVEY, T. (2013). *Psychology of Language: From Data to Theory* (4. iz.). Hove, New York: Psychology Press.
- PINKER, S. (2007). *The Language Instinct* (1994/2007). New York, NY: Harper Perennial Modern Classics.
- SACKS, O. (1998). *Čovjek koju je zamijenio ženu šeširom*. Zagreb: Kruzak.
- SACKS, O. (1989). *Seeing Voices: A Journey Into the World of the Deaf* (1989/2011). USA: University of California Press.
- “Secret of the Wild Child” – Video Transcript https://ocw.uma.es/humanidades/linguistica-aplicada-al-ingles/exprojycasos/Psycholinguistic_activity-answers.pdf

Važni pojmovi

Afazija → Gubitak ili poremećaj govora koji uključuje smanjenu mogućnost razumijevanja ili izražavanja (ekspresiju) riječi odnosno njihovih neverbalnih ekvivalenata. Posljedica je oštećenja funkcije centara za govor u korteksu i bazalnim ganglijima, odnosno u bijeloj tvari kroz koju prolaze putovi koji te centre povezuju. Dijeli se na senzornu i motornu afaziju.

Amnestička afazija → Afazija koja se očituje u smanjenoj sposobnosti ili nemogućnosti pronalaženja prave riječi u pamćenju, najčešće u spontanom govoru. Često je narušeno dosjećanje jedne vrste riječi.

Brocino područje → Dio lijevoga frontalnog režnja kore velikog mozga i dio motoričkog korteksa koji zauzima Brodmannovo područje BA44 i BA45. Kontrolira motoričke funkcije uključene u produkciju govora, ali sudjeluje i u usklađivanju percepcijskih i motoričkih funkcija na kojima se temelji verbalna i neverbalna komunikacija.

Disgrafija → Stabilna nesposobnost da se savlada vještina pisanja (prema pravopisnim načelima određenog jezika), a koja se očituje u mnogobrojnim, trajnim i tipičnim pogreškama. Teškoće, tj. pogreške, nisu povezane s neznanjem pravopisa i trajno su zastupljene bez obzira na dovoljan stupanj intelektualnog

i govornog razvoja, normalno stanje osjetila sluha i vida te redovito školovanje.

Diskalkulija → Skup specifičnih teškoća u učenju matematike i u obavljanju matematičkih zadataka. To su takva odstupanja koja stvaraju osobi ozbiljne teškoće u ovladavanju matematikom bez obzira na dovoljni stupanj intelektualnog razvoja, normalno funkcioniranje osjetila te optimalne uvjete redovnog podučavanja. **Akalkulija** je nesposobnost izvođenja bilo kakvih računskih radnji. Dolazi kod organskih oštećenja mozga i često je udružena s poteškoćama verbalizacije.

Disleksija → Poremećaj pri učenju čitanja usprkos prosječnoj inteligenciji, dobrom vidu, adekvatnom poučavanju i ostalim povoljnim edukativnim, psihološkim i socijalnim faktorima. **Aleksija** je poremećaj potpune nemogućnosti čitanja.

Disnomija ili afazija imenovanja → Poremećaj koji karakterizira poteškoća u dosjećanju riječi iz pamćenja u ekspresivnom jeziku, bilo govornom bilo pisanom. Osoba može opisati objekt, može čak gestikulirati rukama kako izgleda, ali ne može dozvati naziv.

Ekspresivna / motorna / Brocina afazija → Poremećaj koji uključuje smanjenu mogućnost izražavanja. Nastaje uslijed oštećenja Brocina područja, a manifestira se u sporom, netočnom i agramatičnom govoru. Govor se često sastoji samo od jednostavnih riječi. Osobe s Brocinom afazijom imaju sačuvano razumijevanje govora i pisanog teksta, ali je produkcija jezika narušena.

Globalna afazija → Oštećenje koje obuhvaća sva četiri jezična modaliteta: govor, slušanje, čitanje i pisanje. Oštećene su i jezična produkcija i jezično razumijevanje. Stupanj smetnji ovisi o veličini mozgovnog oštećenja. Osoba često ne može razumjeti govor, ne može govoriti ni pisati, ali druge su kognitivne funkcije očuvane.

Heschlova vijuga → Dio temporalnog režnja i primarnog slušnog dijela kore velikog mozga. Nalazi se unutar lateralne pukotine i zauzima Brodmannovo područje BA41 i BA42. To je prva struktura kore mozga koja procesira slušne informacije. Aktivira se pri slušnoj obradi tona i semantičkih zadataka. Naziva se još i poprečna temporalna vijuga.

Jezična izvedba → Način na koji se jezik koristi u komunikaciji. Razlikuje se od jezične kompetencije koja predstavlja idealizirani kapacitet mentalnih funkcija – odnosi se na znanje jezika, dok se izvedba odnosi na samu upotrebu jezika.

Konduktivna afazija → Poremećaj govora koji nastaje uslijed oštećenja bi-

jele stvari koja povezuje Wernickeovo i Brocino područje. Govor je fluentan, ali parafrazičan, djeluje kao da je pun omaški. Oštećeno je i pisanje teksta i razumijevanje naglas pročitano teksta, dok je čitanje teksta u sebi očuvano.

Kritičan period za usvajanje jezika → Hipoteza da je sposobnost usvajanja jezika biološki vezana za dob. Prema toj hipotezi postoji idealan vremenski okvir za usvajanje jezika u adekvatnoj okolini, nakon kojeg je usvajanje jezika otežano i zahtijeva ulaganje napora.

Lateralizacija → Organizacija u mozgu koja objašnjava specijalizaciju lijeve i desne hemisfere mozga za pojedine funkcije.

Mentalni leksikon → Internalizirano znanje svakog pojedinca o karakteristikama riječi. To je „skladište“ riječi (rječnik) jezika koji znamo i koji učimo. Predstavlja ukupne podatke o riječima kojima se služimo; njihovo značenje, njihove sintaktičke karakteristike te način izgovaranja. Konstrukt su uveli lingvisti i psiholingvisti kako bi označili reprezentaciju riječi u umu svakog pojedinog govornika.

Receptorna / senzorna / Wernickeova afazija → Poremećaj koji se odnosi na smanjenu mogućnost razumijevanja govora koji nastaje kao posljedica oštećenja Wernickeova područja. Manifestira se u tečnom govoru koji često nema smisla („salata od riječi“). Razumijevanje govora je smanjeno. Osobe s ovim oštećenjem mogu razumjeti o čemu se govori iz konteksta, ali ne mogu razumjeti izolirane riječi.

Sredstvo za usvajanje jezika (LAD – *Language Acquisition Device*) → Hipotetski modul ljudskog uma koji objašnjava urođene predispozicije dječjeg uma da s lakoćom usvaja jezik. Odnosi se na instinktivni mentalni kapacitet djetetova uma.

Wernickeovo područje → Dio temporalnog moždanog režnja koji je odgovoran za jezično razumijevanje. Obuhvaća stražnju trećinu gornje temporalne vijuge (BA22), dijelove susjednih područja (BA39 i BA40) te dijelove srednje temporalne vijuge (BA21), a specijalizirano je za leksičke i semantičke aspekte jezika.

Znakovni jezik (sinonim: pokazni jezik) → Sustav vidnih znakova koji, uz pomoć posebnog položaja (oblika šake), orijentacije, položaja i smjera pokreta ruke, tvori pojam, odnosno smisao riječi. Važni su i držanje tijela i glave te izrazi lica jer mogu određivati intonaciju. Ima svoja semantička i sintaktička pravila, odnosno svoju gramatiku.

Zrcalni neuroni → Vrsta živčanih stanica u mozgu koje se aktiviraju tijekom izvođenja neke radnje ili tijekom njezina promatranja. Smatra se da imaju veliku ulogu u oponašanju i razvoju jezika.

LITERATURA

- BAXTER, L. C., SAYKIN, A. J., FLASHMAN, L. A., JOHNSON, S. C., GUERIN, S. J., BABCOCK, D. R., & WISHART, H. A. (2003). Sex differences in semantic language processing: a functional MRI study. *Brain and language*, 84(2), 264-272.
- BORNSTEIN, M. H., HAYNES, O. M., PAINTER, K. M., & GENEVRO, J. L. (2000). Child language with mother and with stranger at home and in the laboratory: A methodological study. *Journal of Child Language*, 27(02), 407-420.
- BRICKMAN A. M., PAUL R. H., COHEN R. A., WILLIAMS L. M., MACGREGOR K. L., JEFFERSON A. L. et al. (2005). Category and letter verbal fluency across the adult lifespan: relationship to EEG theta power. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 561-573.
- BUCKNER, R. L., RAICHLE, M. E. i PETERSEN, S. E. (1995). Dissociation of human prefrontal cortical areas across different speech production tasks and gender groups. *Journal of Neurophysiology*, 74(5), 2163-2173.
- CALVERT, G. A., & CAMPBELL, R. (2003). Reading speech from still and moving faces: The neural substrates of visible speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15 (1), 57-70.
- CAMPBELL, R., MACSWEENEY, M., & WATERS, D. (2007). Sign language and the brain: A review. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 13(1), 3-20.
- CANTALUPO, C., & HOPKINS, W. D. (2001). Asymmetric Broca's area in great apes. *Nature*, 414(6863), 505-505.
- CHOMSKY, N. (1975). Reflections on language. *New York*, 3.
- CLEMENTS, A. M., RIMRODT, S. L., ABEL, J. R., BLANKNER, J. G., MOSTOFKY, S. H., PEKAR, J. J., & CUTTING, L. E. (2006). Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing. *Brain and language*, 98(2), 150-158.
- CRAIG. A, TRAN, Y., CRAIG, M., & PETERS, K. (2002). Epidemiology of stuttering in the communication across the entire life span. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 1097-1105.

- D'ARCANGELO, M., & SHAYWITZ, S. (1999). Learning about learning to read. *Educational Leadership*, 57(3), 26-31.
- FRIEDERICI A. D. (1995). The time course of syntactic activation during language processing: A model based on neuropsychological and neurophysiological data. *Brain and Language*, 50, 259-284.
- FOUNDAS, A. L., LEONARD, C. M., & HANNA-PLADDY, B. (2002). Variability in the anatomy of the planum temporale and posterior ascending ramus: do right-and left handers differ?. *Brain and language*, 83(3), 403-424.
- FROST, J. A., BINDER, J. R., SPRINGER, J. A., HAMMEKE, T. A., BELLGOWAN, P. S., RAO, S. M., & COX, R. W. (1999). Language processing is strongly left lateralized in both sexes. *Brain*, 122(2), 199-208.
- GESCHWIND, N. (1972). *Language and the brain*. WH Freeman.
- HALPERN, F. D. (1989). The Disappearance of Cognitive Gender Differences: What You See Depends on Where You Look. *American Psychologist*, 44(8), 1156-1158.
- HARLEY, T. A. (2013). *The psychology of language: From data to theory*. Hove: Psychology Press.
- HICKOK, G., BELLUGI, U., & KLIMA, E. S. (1998). The neural organization of language: evidence from sign language aphasia. *Trends in cognitive sciences*, 2(4), 129-136.
- HICKOK, G., BELLUGI, U., & KLIMA, E. S. (1996). The neurobiology of sign language and its implications for the neural basis of language. *Nature*, 381, 699-703.
- HOPKINS, W. D. (2006). Comparative and familial analysis of handedness in great apes. *Psychological bulletin*, 132(4), 538.
- HOPKINS, W. D., RUSSELL, J. L., & CANTALUPO, C. (2007). Neuroanatomical correlates of handedness for tool use in chimpanzees (Pan troglodytes) implication for theories on the evolution of language. *Psychological Science*, 18(11), 971-977.
- HOTHERSALL, D. (2001). *Povijest psihologije*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- KALAT, J. W. (2009). *Biological psychology*. Belmont, California: Wadsworth, Cengage Learning.
- KANSAKU, K., & KITAZAWA, S. (2001). Imaging studies on sex differences in the lateralization of language. *Neuroscience research*, 41(4), 333-337.
- KANSAKU, K., YAMAURA, A., & KITAZAWA, S. (2000). Sex differen-

- ces in lateralization revealed in the posterior language areas. *Cerebral Cortex*, 10(9), 866-872.
- KIMURA D. (1999). *Sex and Cognition*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- KULYNYCH J. J., VLADAR K., JONES D. W., & WEINBERGER D. R. (1994). Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale. *Cereb Cortex*, 4, 107-108.
- KUTAS, M., & HILLYARD, S. A. (1980). Event-related brain potentials to semantically inappropriate and surprisingly large words. *Biological psychology*, 11(2), 99-116.
- LI, P., LEGAULT, J., & LITCOFSKY, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: anatomical changes in the human brain. *Cortex*, 58, 301-324.
- MANSSON, H. (2000). Childhood stuttering: Incidence and development. *Journal of Fluency Disorders*, 25, 47-57.
- MENG, H., SMITH, S. D., HAGER, K., HELD, M., LIU, J., OLSON, R. K. et al. (2005). DCDC2 is associated with reading disability and modulates neuronal development in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(47), 17053-17058.
- OSTERHOUT, L., & HOLCOMB, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of memory and language*, 31(6), 785-806.
- OSTERHOUT, L., & MOBLEY, L. A. (1995). Event-related brain potentials elicited by failure to agree. *Journal of Memory and language*, 34(6), 739-773.
- OSTERHOUT, L., & NICOL, J. (1999). On the distinctiveness, independence, and time course of the brain responses to syntactic and semantic anomalies. *Language and cognitive processes*, 14(3), 283-317.
- PINEL J. P. J. (2002). *Biološka psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- PHILLIPS, M. D., LOWE, M. J., LURITO, J. T., DZEMIDZIC, M., & MATHEWS, V. P. (2001). Temporal Lobe Activation Demonstrates Sex-based Differences during Passive Listening 1. *Radiology*, 220(1), 202-207.
- PUGH K. R., SHAYWITZ, B. A., SHAYWITZ, S. E., CONSTABLE, R. T., SKUDLARSKI, P., & FULBRIGHT, R. K. (1996). Cerebral organization of component processes in reading. *Brain*, 119: 1221-38.

- PULVERMÜLLER, F., HUSS, M., KHERI, F., DE MARTIN, F. M. P., HAUKE, O., & SHYTYROV, Y. (2006). Motor cortex maps articulatory features of speech sounds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 7865-7870.
- RIZZOLATTI G, & ARBIB, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neuroscience*, 21, 188-94.
- RIZZOLATTI, G., & CRAIGHERO, L. (2004). The Mirror-Neuron System. *Annual reviews of Neuroscience*, 27, 169-192.
- STEINBERG, D. D., & SCIARINI, N. V. (2013). *An introduction to psycholinguistics*. Routledge.
- STEINMETZ, H., JANCKE, L., KLEINSCHMIDT, A., SCHLAUG, G., VOLKMANN, J., & HUANG, Y. (1992). Sex but no hand difference in the isthmus of the corpus callosum. *Neurology*, 42, 749-52.
- TETTAMANTI, M., ALKADHI, H., MORO, A., PERANI, D., KOLLIAS, S., & WENIGER, D. (2002). Neural correlates for the acquisition of natural language syntax. *Neuroimage*, 17, 700-709.
- WADA, J., & RASMUSSEN, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance: experimental and clinical observations. *Journal of Neurosurgery*, 17(2), 266-282.
- WILSON, S. M., SAYGIN, A. P., SERENO, M. I., & IACOBONI, M. (2004). Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nature neuroscience*, 7(7), 701-702.
- WITELSON S.F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. *Brain*, 112, 799-835
- YAIRI, E., & AMBROSE, N. (2005). *Early childhood stuttering*. Austin, TX: Pro-Ed, Inc.
- <http://www.asha.org/PRPSpecificTopic.aspx?folderid=8589934663§ion=Causes>