

Neurolingvistički aspekti koartikulacije

Horvat, Nera

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:880534>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-28**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za fonetiku

Nera Horvat

Neurolingvistički aspekti koartikulacije

Diplomski rad

Zagreb, 2019. godine

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za fonetiku

Nera Horvat

Neurolingvistički aspekti koartikulacije

Diplomski rad

Mentorica: dr. sc. Vesna Mildner, red. prof.

Zagreb, 2019. godine

PODACI O DIPLOMSKOM RADU

I. AUTOR

Ime i prezime: Nera Horvat

Datum i mjesto rođenja: 9. listopada 1991. godine, Zabok

Studijske grupe i godina upisa: fonetika i filozofija, 2016.

II. RAD

Naslov rada na hrvatskome jeziku: Neurolingvistički aspekti koartikulacije

Naslov rada na engleskom jeziku: Neurolinguistic aspects of coarticulation

Broj stranica:

Broj priloga:

Datum predaje rada:

Sastav povjerenstva koje je rad ocijenilo i pred kojim je rad obranjen:

1.

2.

3.

Datum obrane rada:

Broj ECTS bodova:

Ocjena:

Potpis članova povjerenstva:

1. -----

2. -----

3. -----

IZJAVA O AUTORSTVU DIPLOMSKOGA RADA

Ovim potvrđujem da sam osobno napisala diplomski rad pod naslovom

Neurolingvistički aspekti koartikulacije

i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, podaci ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima (mrežni izvori, udžbenici, knjige, znanstveni, stručni članci i sl.) u radu su jasno označeni kao takvi te su navedeni u popisu literature.

Nera Horvat

(potpis)

Zagreb, _____

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Anatomija i fiziologija fonacije i proizvodnje govora	2
2.1. Artikulacija.....	5
3. Središnji živčani sustav	11
3.1. Struktura i organizacija središnjeg živčanog sustava.....	11
3.2. Lokalizacija govorno-jezičnih funkcija u mozgu.....	18
4. Koartikulacija	21
4.1. Biomehanički i jezično specifični aspekti koartikulacije	21
4.2. Razvojni aspekti koartikulacije	26
4.3. Neurolingvistički aspekti koartikulacije.....	27
4.4. Utjecaj neuroloških oštećenja i poremećaja na koartikulaciju.....	31
5. Zaključak	33
6. Referencije.....	34
Sažetak.....	36
Summary	37

1. Uvod

Kako je tema ovog diplomskog rada neurolingvistički aspekti koartikulacije, nužno je krenuti od temelja anatomije i fiziologije proizvodnje govora, definirati procese i organe koji su uključeni u kompleksan sustav koji dovodi do samog govora kao jedne od najsloženijih čovjekovih vještina, znanja i sposobnosti. Anatomski i fiziološki aspekti proizvodnje govora pod kontrolom su središnjeg živčanog sustava koji je skrovište cjelokupne funkcionalnosti ljudskog tijela pa tako i samog izgovora.

Naglasak će ipak biti na koartikulaciji, jednom segmentu artikulacijske fonetike koji razotkriva intrigantnu zamršenost govora jer se govorni segmenti ne pojavljuju, a naposljetku i ne mogu se pojavljivati izolirani u govoru. Poneki pokreti artikulatora tijekom koartikulacije mogu biti čujni i ponovljivi, a ponekad niti čujni niti ponovljivi. Razvoj fizioloških i akustičkih instrumentalnih metoda pomoću kojih se analiziraju pokreti govornih organa, omogućuju uvid u složeni svijet koartikulacije. S neurolingvističkog aspekta, koartikulacija je nepresušno vrelo istraživanja, eksperimenata i proučavanja dosadašnje literature koja nam objašnjava razvoj, neurolingvistički dio i općenito utjecaj neuroloških oštećenja i poremećaja na koartikulaciju. Kako je koartikulacija prirodno sveprisutna i stalna u govoru, tema je mnogih istraživanja u eksperimentalnoj i artikulacijskoj fonetici. Dakle, sve integralne teorije i modeli proizvodnje govora, a u manjoj mjeri i percepcija govora, trebale bi se dotaknuti koartikulacije kako bi se uvidio koherentan sustav jedinstvenog i složenog procesa govora.

U ovom diplomskom radu objasniti ću temeljno određenje pojma koartikulacije, prvenstveno biomehaničke i razvojne aspekte, no naglasak će biti na neurolingvističkom dijelu i neurološkim oštećenjima te njihovom utjecaju na koartikulaciju.

2. Anatomija i fiziologija fonacije i proizvodnje govora

Govor je jedna od najsloženijih čovjekovih vještina i sposobnosti. Koristimo ga u trivijalnim, svakodnevnim situacijama te u intelektualnom i emocionalnom životu kako bismo izrazili svoje osjećaje i misli. Škarić (1991) definira govor kao optimalnu zvučnu čovječju komunikaciju oblikovanu ritmom slogova, riječi i rečenica.

No, u ovom radu će naglasak biti na pojmu koartikulacija i njezinim neurolingvističkim aspektima. Kako bi se taj proces mogao bolje razumjeti, potrebno je prvenstveno poznavati anatomiju i fiziologiju same fonacije i proizvodnje govora. Fonacija ili stvaranje glasa je proces u kojem zračna struja, prolazeći kroz grkljan ili larinks, potiče glasnice da vibriraju i tako stvaraju ton.

Ljudski govorni aparat sastoji se od tri dijela. To su:

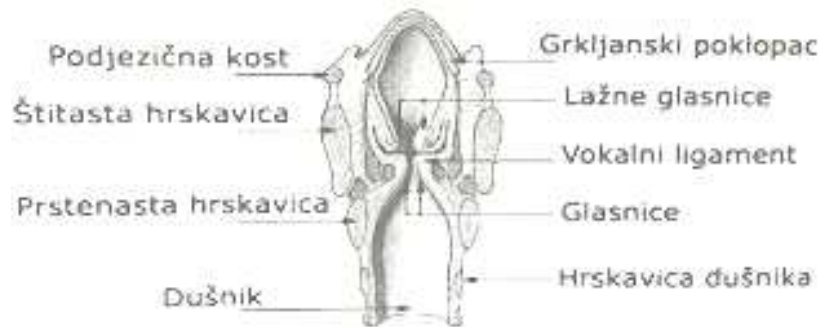
- 1) *dišni aparat*, u kojem se stvara zračna struja potrebna za izgovaranje glasnika
- 2) *grkljan*, u kojem se stvara zvučna energija koja se koristi u govoru
- 3) *nadgrkljanske šupljine*, koje imaju ulogu rezonatora i u kojima će se dodatno oblikovati zvuk do izlaza iz artikulatora (Malmberg,1995).

Disanje ima dvije faze: udisaj i izdisaj. Prilikom udisaja pluća se šire, ošit se spušta, a rebra podižu. Zrak koji udišemo kroz nos ili usta ulazi kroz ždrijelo i dušnik, a kada izdišemo ošit se podiže, rebra spuštaju i dolazi do izbacivanja određene količine zraka iz pluća te se upravo taj zrak koji izlazi pri izdisanju koristi za glasanje ili fonaciju.

Grkljan ili larinks je uspravna cijev kojom završava gornji dio dušnika, a građen je od četiri hrskavice, to su štitna i prstenasta hrskavica te piramidne hrskavice. Štitna hrskavica(tiroida),najveća je hrskavica larinksa koja štiti njegove unutarnje dijelove, a sastoji se od dviju ploča spojenih pod oštrim kutom koje tvore Adamovu jabučicu (izražena više kod muškaraca), dok je sa stražnje i gornje strane otvorena. Prstenasta hrskavica (krikoida) nalikuje na prsten koji je u stražnjem dijelu zadebljan, a postavljena je horizontalno sa zglobnom čašicom okrenutom prema natrag. Dvije male piramidalne hrskavice ili aritenoide nalaze se na gornjoj strani prstenaste hrskavice s kojom su spojene zglobovom. Apeks svake

hrskavice završava elastičnim rogom. U današnje vrijeme one nemaju bitnu funkcionalnu ulogu, no pretpostavlja se da su bile važne u razvoju ljudske vrste(Horga i Liker, 2016).

Iznad grkljana nalazi se jezična kost (*os hyoides*).Polukružnog je oblika, otvorena prema natrag, ligamentima i mišićima vezana za grkljanske hrskavice. Grkljanski poklopac ili epiglottis zatvara ulaz u grkljan te onemogućuje ulazak hrane u dušnik. Budući da je grkljan povezan mišićima, pokretljiv je, a za govor je izrazito važan pokret grkljana gore-dolje, jer se tako mijenja i rezonatorski utjecaj ždrijela.

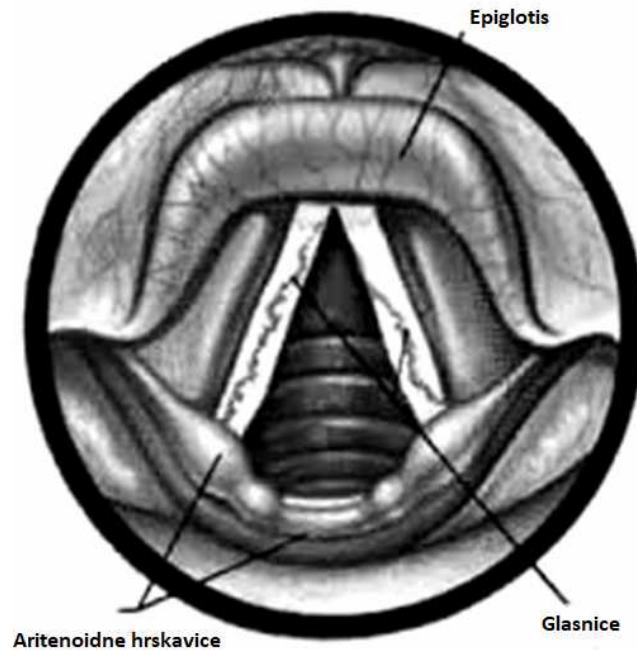


Slika 1. Presjek grkljana

(<https://repositorij.unipu.hr/islandora/object/unipu%3A614/datastream/PDF/view>)

U unutrašnjosti grkljana nalaze se glasnice, funkcionalno najvažniji organ našeg govornog aparata. Glasnice su mišićni nabori, čine ih mišić *thyreoarytenoideus* i elastično tkivo, odnosno ligament. Građene su od nekoliko slojeva, pokrova ili epitela, prijelaza (vokalni ligament) i tijela (vokalni mišić). Iznad glasnica smještene su tzv. lažne glasnice ili ventrikularni nabori, koje su od pravih glasnica odvojene Morgagnijevom šupljinom ili ventrikulom. Budući da lažne glasnice nemaju mišićnu strukturu, ne mogu se napinjati već samo treperiti pod utjecajem zračne struje, no to se ne događa prilikom prirodne fonacije, već kod ventrikularne disfonije kada se približe i vibriraju stvarajući tako hrapav glas (Horga i Liker, 2016).Glottis ili međuglasnički prolaz središnji je dio larinksa, omeđen glasnicama. Prilikom glasanja glottis zatvaraju vokalne hrskavice i mišićikoji ih pokreću, a za vrijeme disanja ili izgovora bezvučnih suglasnika ostaje otvoren. Prilikom glasanja glottis mora biti

potpuno zatvoren, a ako dio glotisa ostane otvoren, stvara se šapat. Uvjeti koji su potrebni kako bi glotis titrao jesu potpuna zatvorenost i napetost mišića *thyreoarytenoideusa*.



Slika 2. Anatomija glasnica(Poplašen, 2014: 262)

Mehanizam vibriranja glasnica poprilično je složen. Prva faza zove se predfonacijska faza, kada se glasnice priljubljuju jedna uz drugu, a proces započinje pod utjecajem ekspiracijske zračne struje koja prodire iz pluća tako što će sužavanje glotisa dovesti do toga da će se zračna struja ubrzati te uz pomoć aerodinamičkih sila potaknuti glasnice da titraju (Horga i Liker, 2016). Dakle, subglotičkim pritiskom i pomoću zračne struje, koja prolazi kroz glotis, glasnice će ući u fazu uključivanja. Drugi dio uključivanja naziva se faza atake, kada subglotički pritisak razdvaja glasnice, i to počevši odozdo kada se otvaraju do punog otvora, tako da zrak slobodno prolazi. Brzina uzastopnog zatvaranja i otvaranja glotisa određuje frekvenciju grkljanskog ili laringalnog zvuka. Na promjene grkljanskog zvuka i brzinu titranja glasnica utječu dob, spol, individualne osobnosti, itd. Titranje će biti sporije ako su glasnice deblje i dulje, a brže ako su kraće i tanje te je prirodno da žene i djeca imaju višu frekvenciju laringalnog zvuka nego muškarci. Frekvencijski raspon titranja glasnica

kreće se od 60 Hz kod najnižih muških glasova pa sve do 1300 Hz, što je ujedno i gornja granica soprana. Prosječna brzina titranja glasnica kod muškaraca je od 100 do 150 Hz, dok je kod žena od 200 do 300 Hz (Malmberg, 1995).

Amplituda ili jakost glasa ovisi o veličini vodoravnih pokreta glasnica te promjene jakosti glasa mogu nastati na dva različita načina. Prvi je način da se uz pomoć dišnih mišića poveća snaga zračne struje, a samim time i podgrkljanski tlak te se tako povećava i amplituda titranja i glas postaje jači. Drugi način, pomoću kojeg se može smanjiti jakost zvuka, jest djelomično zatvaranje glotisa i istodobno ispuštanje određene količine zraka koji ne titra. Glas postaje jači što se glotis više zatvara za svaki titraj i obrnuto. U normalnom se govoru oba postupka koriste usporedno kako bi se ostvarila željena razlika u jakosti glasa.

Nadgrkljanske šupljine imaju važnu ulogu u proizvodnji govora jer služe kao rezonatori, odnosno šupljine u kojima će glas dobiti specifičnu boju i ton, a čine ih ždrijelo, usna i nosna šupljina te četvrti rezonator koji nastaje zaobljivanjem usana.

Jezik većim dijelom ispunjava usnu šupljinu te, s obzirom na svoju pokretljivost, oblikuje na bezbroj načina njezin oblik i veličinu. Svod usne šupljine čine tvrdo nepce, koje se nalazi sprijeda, i meko, koje je smješteno straga. Hoće li glas biti nosan, odnosno hoće li zrak prolaziti kroz nos ili usta ovisi o položaju mekog nepca budući da je ono pokretno te omogućuje otvaranje i zatvaranje ulaza u nosne šupljine, a završava resicom ili uvulom. Rezonantni učinak nosnih šupljina ostaje jednak, jer su veličine nosnih šupljina nepromjenjive. U usnoj šupljini nalaze se još i izbočeni dio nepca iza zuba gornje vilice, odnosno zubni i nadzubni greben ili alveole. Prednjonepčano ili prepalatalno područje nalazi se iza nadzubnog grebena. Jezik je najvažniji govorni organ smješten iznad glotisa. Razlikujemo vrh i leđa jezika. Sačinjen je od skupa mišića vezanih za jezičnu kost te je njegova izuzetna pokretljivost bitna za dobivanje različitih rezonatorskih učinaka pomoću kojih će se stvoriti određena boja samoglasnika i izvođenje raznih šumova.

2.1. Artikulacija

Horga i Liker (2016: 217) u svojoj knjizi navode: „Artikulacija ili izgovor proces je pomaka izgovornih organa tijekom govora s ciljem pojačavanja, prigušivanja i stvaranja govornog zvuka. Riječ artikulacija izvedena je iz latinske riječi *articulare* koja znači dijeliti, oblikovati

odvojene spojive dijelove. Izgovorom se, dakle, zračna struja i zvuk oblikuju u perceptivno odvojive govorne dijelove – glasnike.“Kako bi se bolje razumjeli procesi same artikulacije potrebno je poznavanje pokreta govornih organa koji sudjeluju u artikulacijskim gestama i oblikovanju šupljina u govornom prolazu, jer su za izgovor nužne izgovorne šupljine u kojima će se stvarati govorni zvuk i koje služe kao rezonatori te izgovorni organi koji oblikuju te šupljine.

Kao što je spomenuto, mjesta gdje će se zvuk stvarati, pojačavati i prigušavati jesu izgovorne šupljine, to su prostori smješteni iznad grkljana, omeđeni izgovornim organima i ispunjeni zrakom. Dakle, postoji pet izgovornih šupljina: 1. ždrijelna ili faringalna, 2. usna ili oralna, 3. nosna ili nazalna, 4. usnena ili labijalna i 5. obrazna ili bukalna.

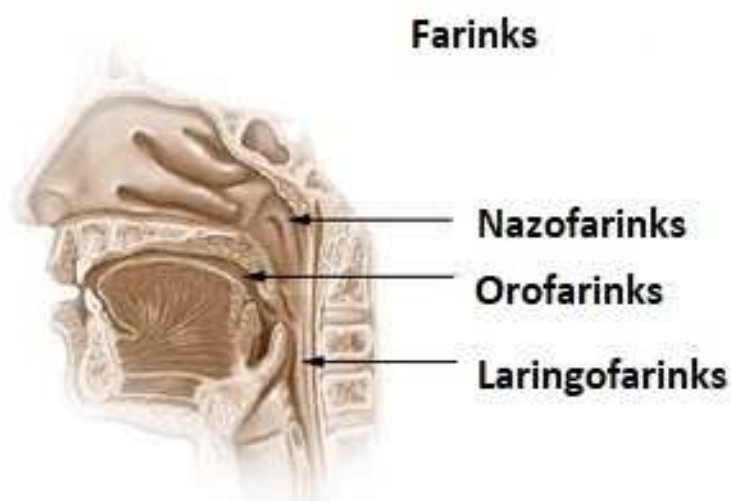
Ždrijelna ili faringalna šupljina je mišićna cijev, prosječne dužine 15 centimetara, na kojoj nalazimo tri otvora:

- prema grkljanu
- prema usnoj šupljini
- prema nosnoj šupljini.

Stražnji dio je vezan uz vratni stup, dok su bočni i prednji dio znatno pomični. Ždrijelo ima dvije pomične pregrade na gornjoj strani: velarnu i epiglotalnu. Pomacima mekog nepca, velarna pregrada otvara i zavara usni i nosni prolaz. Kada je meko nepce podignuto, nazofarinks, odnosno najviši dio ždrijela je zatvoren te je ujedno zatvoren i ulaz u nosnu šupljinu. Kada meko nepce zatvara nosni prolaz, izgovor je usni ili oralni. Ako meko nepce ne zatvara nosni prolaz te on ostaje otvoren, zrak će djelomično ili u potpunosti izlaziti kroz nos te će izgovor biti nosni ili nazalni. Dakle, o mekom nepcu ovisi hoće li se neki glasnik izgovarati s nosnom rezonancijom ili ne (Malmberg, 1995). Nazofarinks se proteže od završetka nosne šupljine do donjeg ruba mekog nepca što je ujedno i granica nazofarinksa sa srednjim dijelom, odnosno orofarinksom. Orofarinks se proteže od donjeg ruba mekog nepca do jezične kosti (Horga i Liker, 2016). Epiglottis pokriva ulaz u grkljan pod pritiskom korijena jezika. Dio od jezične kosti do donjeg ruba prstenaste hrskavice grkljana naziva se hipofarinks i najniži je dio ždrijela.

Iz orofarinksa zračna struja ulazi u usnu ili oralnu šupljinu koja se proteže od ždrijelnih lukova do gornjih i donjih sjekutića. Donju stijenku usne šupljine čine jezik, milohioidni mišić i genioglosus, a gornju nadzubni greben te tvrdo i meko nepce s resicom.

Bočne granice usne šupljine su obrazi (Horga i Liker, 2016). Ono po čemu je usna šupljina iznimno važna u artikulaciji jest fleksibilnost jezika te je bez sumnje jezični mišić najpokretljiviji i najprecizniji artikulatork čije sposobnosti dolaze do izražaja tek u dodiru i kooperaciji s ostalim stjenkama usnog prolaza, ponajprije zubima i svodom usne šupljine. U stanju mirovanja, oralna šupljina zapravo i nije šupljina u pravom smislu riječi budući da je ispunjena masom jezika koji je podignut i dodiruje nepce i zube zbog podignute i zatvorene donje čeljusti.



Slika 3. Presjek ždrijelne šupljine (<https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrijelo>)

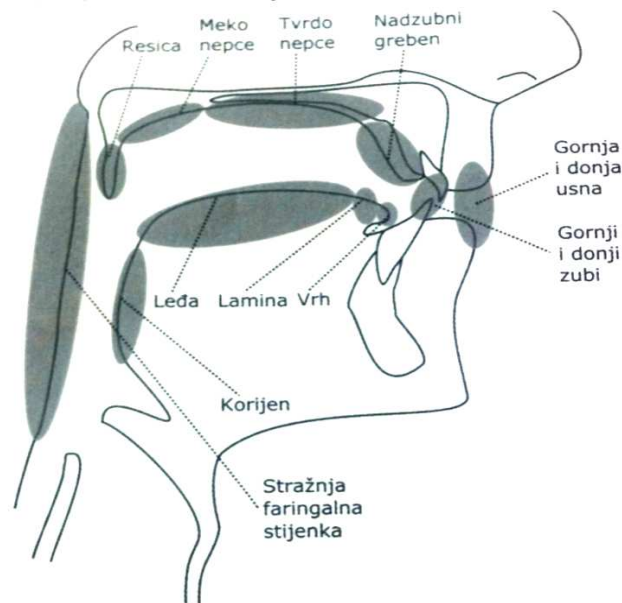
Iz nazofarinksa zračna struja ulazi u nosnu ili nazalnu šupljinu koja se proteže od nosnog otvora pa sve do ulaza u nazofarinks, gornja granica nosne šupljine je kost lubanje, a donja nepce. Vertikalno, nosna šupljina podijeljena je na dva dijela nosnim septumom. Budući da su nosne šupljine vrlo često asimetrične, na akustičke karakteristike nosnih vokala utjecat će odnos volumena i oblika nosnih komora. Što se tiče građe septuma, prednji je dio hrskavične strukture, a stražnji, onaj prema nazofarinksu, koštane. Kako oblik i volumen nosne šupljine nije moguće proizvoljno mijenjati, njezina uloga u govoru je pasivno-rezonatorska (Horga i Liker, 2016).

Usnena ili labijalna šupljina regulira govorni zvuk te je veličinom najmanja od svih izgovornih šupljina, proteže se od prednjih gornjih i donjih zuba do usana. Iako je usnena šupljina svojom veličinom i nezavisnošću te oblikom promjenjiva, taj je rezonatorski prostor od iznimne važnosti jer u govornom zvuku unosi promjene, odnosno potamnjuje ga ili posvjetljuje. Naposljetku, obrazna šupljina nalazi se bočno od usne šupljine, to je prostor između stražnjih zuba i obraza. Granica obrazne šupljine su očnjaci s prednje strane, umnjaci sa stražnje, dok bočnu granicu čine zubi i obrazi. Utjecaj ove šupljine na artikulaciju naročito je bitan kada je donja čeljust spuštена te isto tako kod proizvodnje konsonanata kod kojih dolazi do visokog pritiska zračne struje. Prilikom izgovora usne mogu ostati u neutralnom položaju, a mogu se i zaokružiti. Ako usne pri izgovoru ostanu u neutralnom ili razvučenom položaju, glasnik je neutralan. Glasnik koji se izvodi zaokruživanjem usana zove se usneni ili labijalni, a ako se pritom koriste obje usne dvousneni ili bilabijalni. Glasnik se može izgovoriti i tako da se donja usna približi gornjim sjekutićima te se takav izgovor naziva zubnousneni ili labiodentalni (Malmberg, 1995).

Za proizvodnju govora, uz izgovorne šupljine u kojima će se stvarati zvuk i koje će služiti kao rezonatori, potrebni su i izgovorni organi. „Pod izgovornim organima podrazumijevaju se organi iznad grkljana koji reguliraju zračnu struju u svrhu proizvodnje govora.“ (Horga i Liker, 2016: 246). Ti organi jesu: stražnja stijenka ždrijela (farinksa), meko nepce (velum), tvrdo nepce (palatum durum), nadzubni (alveolarni) greben, gornji zubi, gornja usna i donja usna, donji zubi i jezik. Možemo ih podijeliti u dvije osnovne skupine:

- izgovorne organe koji čine gornju stijenku (svod) usne šupljine
- izgovorne organe koji čine donju stijenku (dno) usne šupljine.

Usna šupljina važna je po tome što je to područje s najsloženijim artikulatorima, ali se u njoj i proizvodi najviše glasnika.



Slika 4. Ilustracija presjeka glave s označenim izgovornim organima (Horga i Liker, 2015: 246)

Trajnih zuba ima 32, po šesnaest 16 u svakoj vilici. Budući da su zubi statični i pasivni organi, sami nisu u mogućnosti proizvoditi glasnike. To se, naime, događa u koordinaciji s jezikom i usnama, no za govor su ipak najvažniji prednji sjekutići, jer kada ih nema izgovor prednjih glasnika znatno je narušen (Škarić, 1991). Alveolarni vrh je mjesto na nadzubnom grebenu gdje se spajaju lijeva i desna polovica gornje čeljusti. Tvrdo nepce je prostor od nadzubnog grebena do prelaza u meko nepce, a ono se, anatomski gledajući, sastoji od gornje čeljusti koja čini prednji dio tvrdog nepca i palatinalne kosti koja čini stražnji dio tvrdog nepca. Za hrvatski jezik Škarić (1991) daje podjelu tvrdog nepca prvenstveno zbog preciznijeg teoretskog razgraničenja mjesta izgovora glasnika. Tvrdo nepce dijeli na prednji i stražnji nadzubni greben, prednje, srednje i stražnje tvrdo nepce te sredinu usta. Horga i Liker (2016) navode kako je zahvalnije ovakvu podjelu promatrati s funkcionalno-anatomskog gledišta nego funkcionalno-fonetskog budući da dosadašnja fiziološka istraživanja hrvatskog govora nisu ukazala na potrebu takve precizne razdiobe mjesta izgovora glasnika na području tvrdog nepca. Na tvrdo nepce nastavlja se meko, ono je mišićne građe, pokretno, a završava resicom. Škarić (1991) meko nepce dijeli na prednje i stražnje te na resicu. U mirovanju meko nepce je ravno, paralelno sa stražnjom stijenkama nazofarinksa, prosječne duljine 2 cm.

Izgovorni organi koji se nalaze na donjoj stijenci usne šupljine jesu donji zubi i jezik. Funkcionalno, jezik je najvažniji izgovorni organ zbog toga što svojom pokretljivošću omogućuje raznolikost izgovornih pokreta, položaja i oblika. Anatomski se dijeli na vrh

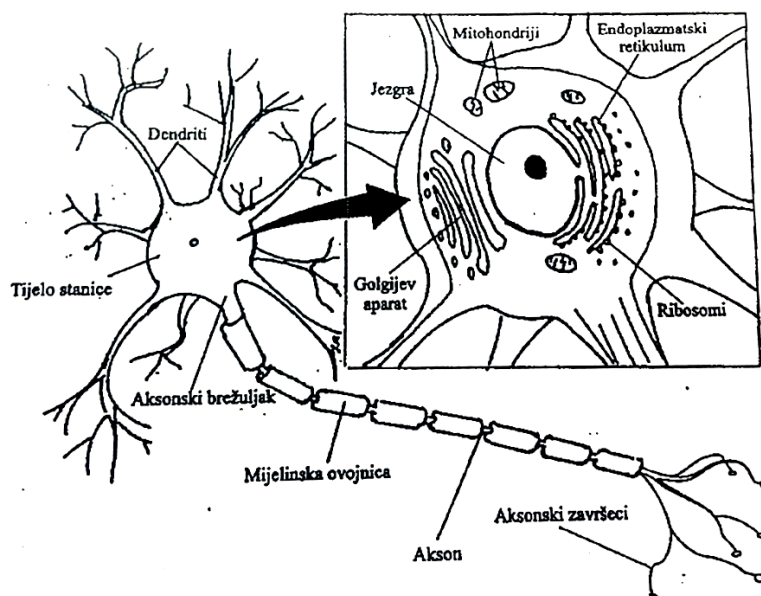
(apeks), leđa (dorsum), korijen (radiks) i donju površinu jezika (*facies inferior*) (Horga i Liker, 2016). S obzirom na takvu anatomsku podjelu, izgovor glasnika pomoću dijela jezika koji se nalazi blizu vrha, nazivamo prednjojezičnim ili predorsalnim. Ovisno o dijelu nepca koji se koristi, izgovor može biti zubni ili dentalni ako se proizvodi na zubima, nadzubni ili alveolarni ako je to neposredno iznad zuba, na alveolama. Prednjotvrdonepčani ili pretpalatalni ako je izgovor na prednjem dijelu tvrdog nepca; srednjotvrdonepčani ili mediopalatalni, na najvišem dijelu nepca; stražnjotvrdonepčani ili postpalatalni kada je izgovor na granici tvrdog i mekog nepca; mekonepčani ili velarni, izgovor na samom mekom nepcu. Resični ili uvularni je izgovor na resici. Postoje jezici koji imaju i ždrijelni ili faringalni izgovor kod kojeg se korijen jezika približava stražnjoj stijenci ždrijela te grkljanski ili laringalni, grleni ili guturalni kod kojeg se izgovor izvodi u samom grkljanu (Malmberg, 1995). Dakle, jezik ima potencijalno veliki broj stupnjeva slobode te samim time i kretanja.

U neutralnom položaju prednja leđa jezika nalaze se ispod tvrdog nepca, a stražnja ispod mekog nepca. Korijen jezika se proteže od stražnjih leđa do epiglotisa, a cijela, središnja masa jezika zove se tijelo ili korpuste je bitna kod izgovora vokala. Jezik je u usnoj šupljini pričvršćen vanjskim mišićima jezika, dok mu unutrašnji mišić daje konkretnu masu te mu takav spoj mišića omogućuje veliku pokretljivost, oblik i tvrdoću. Artikulacijski procesi jezika vezani su s pomacima donje čeljusti, posebno u prednjim dijelovima jezika. Donja čeljust pri gibanju može ostvariti šest tipova pokreta: gore-dolje, lijevo-desno, naprijed-nazad, rotacija, nagib i translacija, no za govor je najbitnija kretnja gore-dolje (Horga i Liker, 2016).

3. Središnji živčani sustav

3.1. Struktura i organizacija središnjeg živčanog sustava

Iza lakoće, brzine i usklađenosti govornih pokreta stoji složena neuralna struktura koju nazivamo središnji živčani sustav. Živčani sustav sastoji se od živčanih stanica – neurona. Neuroni su funkcionalna i strukturna jedinica mozga, a sastoje se od tijela stanice ili some s jezgrom sačinjenom od DNA te jednog ili više dendrita i jednog aksona koji završava presinaptičkimaksonskim završetkom. Neuroni prenose informacije drugim stanicama preko svog aksona, a primaju ih dendritima i tijelom. Svaki završetak aksona čini sinapsu s drugim stanicama. Svi neuroni, od onih najjednostavnijih do najkompleksnijih, koriste iste elektrokemijske mehanizme za prijenos informacija. Neuroni se mogu povezati u putove ili traktove, odnosno jednostavne neuronske nizove, npr. slušni put u neuronske krugove i mreže, te u neuronske sustave – npr. slušni sustav. Svaki neuron ima svoju funkciju. Populacije neurona razlikuju se veličinom, oblikom, načinom obrade informacija i neurotransmiterima pomoću kojih komuniciraju s ostalim neuronima. Oni neuroni koji se nalaze jedni uz druge u mozgu i imaju zajedničke funkcije, obično pripadaju istoj populaciji i imaju ista fizička i funkcionalna svojstva. Na primjer, neki su specijalizirani za vizualne informacije, neki za slušne, dok neki za emocionalna stanja.



Slika 5. Živčana stanica (Mildner, 2003: 11)

Aferentni neuroni protežu se od tijela prema mozgu, nalaze se u skupinama koje se nazivaju gangliji te se nalaze tik uz kralježničku moždinu; njihova uloga je selektivno detektirati i naglasiti određena svojstva podražaja. Eferentni neuroni nadziru aktivnosti mišića, glatkih mišića i žlijezda. Za razliku od aferentnih neurona, eferentni neuroni odašilju svoja vlakna iz živčanog sustava prema tijelu, čineći na kraju sinapse s mišićnim vlaknima i žljezdanim stanicama. Sinapsa je veza između dva neurona, ili između neurona i druge stanice, primjerice mišića te se na tom mjestu informacija prenosi u obliku živčanog impulsa. Prijenos signala je jednosmjernan, no postoji međusobna komunikacija između živčanih stanica, odnosno postoji neuronska povratna sprega. Signali se prenose putem neurotransmitera, kemijskih supstancija koje se uglavnom proizvode u presinaptičkom neuronu pomoću enzima te se pohranjuju u mjehurićima ili vezikulama u presinaptički aksonski završetak.

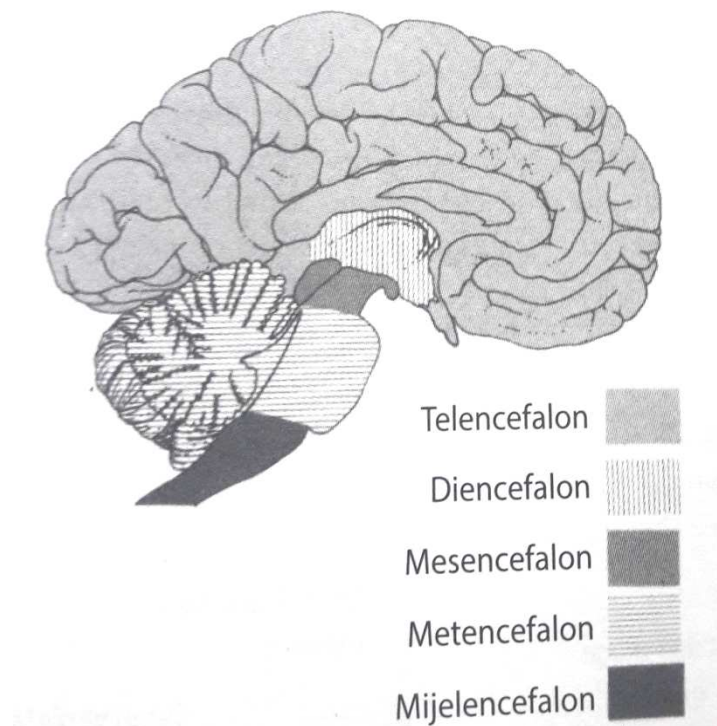
Živci su snopovi živčanih vlakana. Periferni živci prenose impulse prema središnjem živčanom sustavu (senzorički, odnosno aferentni) i od njega u periferiju (motorički, odnosno eferentni). Interneuroni se nalaze između senzoričkih i motoričkih vlakana. Također, postoje somatski i autonomni živci. Somatski živci dio su mišićja kostura i osjetnih organa, dok su autonomni povezani s unutarnjim organima i žlijezdama koje su uključene u autonomne reakcije, primjerice emocionalna ponašanja, znojenje, rad želuca i srca (Mildner, 2003).

Svi su organi pod konstantnim nadzorom simpatičkog, ili simpatičkog i parasimpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava. Ovisno o tome povezuju li se živci s moždanim ili kralježničkim dijelom središnjeg živčanog sustava, odnosno izlaze li iz lubanje ili iz kralježnice, periferni sustav se može podijeliti na moždani ili kranijalni i kralježnički ili spinalni. Dvanaest parova moždanih živaca prenose osjetne informacije iz lica i glave te naredbe za motorički nadzor nad pokretima lica i glave. Neki živci imaju senzoričke, motoričke i kombinirane funkcije. Za govor je važno sedam pari kranijalnih živaca: peti te od sedmog do dvanaestog živca (Kent, 1997). Motorički živac bitan za žvakanje te je ujedno i senzorički živac lica i prednjeg dijela glave jest *trigeminus* ili trodijelni živac. *Vestibulocochlearis* se sastoji od dva senzorička dijela, vestibularnog za osjet ravnoteže i slušnog za osjet sluha. *Facialis* je motorički živac mišića lica koji upravlja mimikom tijekom govora, dok je aferentni dio zaslužan za primanje osjeta okusa na prednjem dijelu jezika. *Glossopharyngeus* je važan za gutanje jer upravlja motorikom farinksa, prenosi okus osjeta te osjetne informacije iz vanjskog uha. *Vagus* je važan za upravljanje motorikom laringalnih i faringalnih mišića, no ima važnu ulogu u autonomnoj kontroli srca i drugih unutarnjih organa. Također prenosi osjet okusa iz epiglotisa. *Accessorius* inervira mišiće mekog nepca, vrata i ramena. Najvažniji mišić za regulaciju izgovora je *hypoglossus* jer inervira unutarnje i vanjske mišiće jezika te aferentnim putem kontrolira njihov rad (Horga i Liker, 2016).

Kralježničkih ili spinalnih živaca ima 31 par. To sumotorički i senzorički živci koji su povezani s isto toliko dijelova tijela koje kontroliraju. Izlaze iz kralježnice te inerviraju mišiće svojim motoričkim dijelom, u prednjim dijelovima, dok u stražnjim dijelovima primaju aferentne informacije svojim senzoričkim dijelom. Informacije zatim putuju kralježničkom moždinom do talamusa i kore mozga. Kralježnička moždina je cjevastog oblika, proteže se od moždanog debla i povezuje mozak s dijelovima tijela koji se nalaze ispod razine vrata. Prenosi podražaje iz periferije u središnji živčani sustav i obratno te sudjeluje u refleksnim radnjama. Mozak je, uz kralježničku moždinu, dio središnjeg živčanog sustava. Glavni dijelovi mozga su veliki mozak, mali mozak, međumozak i moždano deblo.

Živčani se sustav razvija kroz tri stadija, i ontogenetski i filogenetski. U prvom stadiju, kada govorimo o filogenetskom razvoju, postoji neuralna cijev sa segmentalnom organizacijom, i to tako da svaki segment ima svoju zasebnu upravljačku jedinicu. Na gornjoj površini nalaze se stanice za primanje podražaja iz okoline, a na donjoj motoričke stanice. Tijekom druge faze na vrhu neuralne cijevi nastaju tri zadebljanja pa se mozak i dijeli na prednji, srednji i stražnji. Prednji mozak vrši obradu senzoričkih podražaja iz dalje okoline,

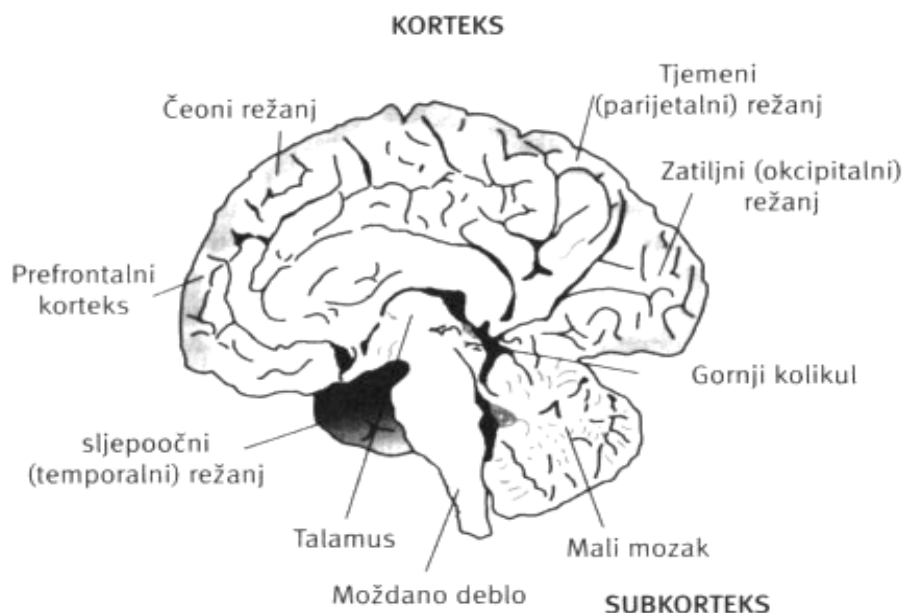
odnosno vidne i slušne podražaje. Srednji obrađuje podatke iz neposredne okoline, dakle dodir, okus i njih. Stražnji mozak zadužen je za motoričke funkcije. U trećoj fazi trodijelni mozak se razvija u petodijelni te se prednji mozak dijeli na krajnji(telencefalon) imeđumozak (diencefalon). Srednji se zove mesencefalon i čini zasebnu cjelinu, a stražnji se dijeli na metencefalon i mijelencefalon(Judaš i Kostović, 2013).



Slika 6. Prikaz pet glavnih dijelova mozga (Horga i Liker, 2015: 77)

Glavni dijelovi telencefalona su moždane hemisfere, pokrivene korteksom, veze između određenih dijelova mozga ispod korteksa te dva sustava jezgara u suprakortikalnom prostoru, bazalni gangliji i limbički sustav. Veliki mozak sastoji se od bijele (oko 39%) i sive tvari (oko 61%). Bijela se tvar sastoji od snopova mijeliziranih aksona živčanih stanica, a njihova funkcija je povezivanje dviju hemisfera komisuralnim vlaknima, povezivanje kore mozga s nižim dijelovima živčanog sustava i povezivanje različitih dijelova iste hemisfere. U bijeloj tvari smještene su moždane komore. Siva tvar nalazi se na površini, a čine je tijela živčanih stanica i njihovi dendriti. Najveći dio moždane mase čine lijeva i desna polutka koja

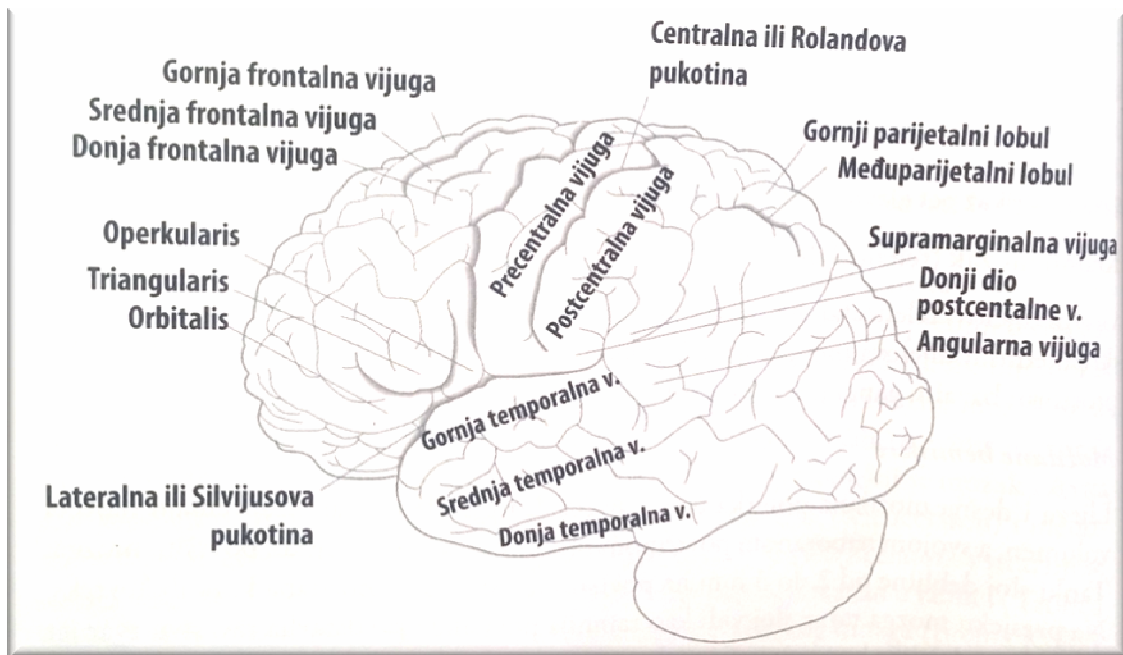
su razdijeljene uzdužnom pukotinom (*fisuralongitudinaliscerebris*) međusobno povezane trima sustavima komisurskih vlakana: korpus kalozum, prednja komisura i hipokampalnakomisura. Najvažnija i najveća veza je korpus kalozum. Moždanu koru ili korteks čini tanki sloj debljine 2 do 3 mm na površini hemisfera, a građena je od sive tvari. Na površini mozga postoje žljebovi i vijuge. Žljebovi razdvajaju vijuge velikog i malog mozga. Najdublji usjeci se nazivaju pukotine ili fissure koje jasno odjeljuju mozak na tri dijela. Postoje tri pukotine. To su uzdužna ili longitudinalna, ona odvaja lijevu i desnu hemisferu, središnja ili Rolandova pukotina (za nju se često koristi izraz središnji žlijeb), koja svaku hemisferu dijeli na prednji i stražnji dio te se proteže odozgo prema dolje i lateralna ili Silvijeva, koja hemisfere dijeli na gornji i donji dio, a proteže se bočno (Horga i Liker, 2016).



Slika 7. Režnjevi velikog mozga (<https://www.magicus.info/alternativci-i-korisnici/preporuci-knjigu-tehniku-alternativca/izdajnik-u-glavi>)

Prema funkciji, veliki mozak podijeljen je u svakoj polutki na 5 režnjeva. Čeoni ili frontalni režanj nalazi se ispred središnjeg žlijeba (Rolandova pukotina) i iznad lateralne (Silvijeva pukotina), tjemeni ili parijetalni režanj je iza centralne pukotine i iznad lateralne pukotine, sljepoočni ili temporalni režanj smješten je ispod lateralne pukotine i zatiljni ili okcipitalni koji se nalazi u stražnjem dijelu korteksa te nije jasno razgraničen od parijetalnog i temporalnog režnja. Neki navode i peti režanj, a to je „otočni režanj“ ili insula koja je odvojena od okolnih područja kružnim žlijebom. Nalazi se u dnu Silvijeve pukotine i

prekrivena je dijelovima tjemnog, čeonog i sljepoočnog režnja. Žljebovima je veliki mozak podijeljen na veliki broj vijuga od kojih su najvažnije: predcentralna i postcentralna, gornja srednja i donja frontalna, pars operkularis, triangularis i orbitalis, gornja srednja i donja temporalna, gornji parijetalnilobul, interparijetalnisulkus, donji parijetalnilobus i u njemu supramarginalna vijuga, donji do postcentralne vijuge i angularna vijuga.



Slika 8. Glavne vijuge i pukotine lijeve hemisfere (Horga i Liker, 2015: 78)

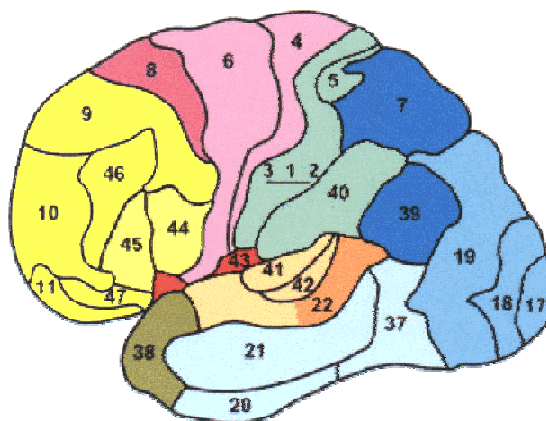
Korbinian Brodmann je početkom 20. stoljeća proučavao koru mozga na razini organizacije i rasporeda neurona te usustavio vrste stanica s obzirom na njihovu građu (citoarhitektonika), pretpostavljajući da neuroni iste ili slične građe imaju istu ili sličnu funkciju. Pokazalo se da se određena polja mogu povezati s određenim funkcijama te se s obzirom na homogenost neuronskih stanica ta polja mogu podijeliti na primarna, sekundarna i tercijarna. Primarna su najhomogenija, sekundarna nešto manje, dok tercijarna, integracijska ili asocijativna najmanje (u njima postoje neuroni različitih oblika). Brodmann je obilježio pedesetak citoarhitektonski homogenih područja mozga koja nazivamo Brodmannovim poljima, a označuju se arapskim brojevima (Judaš i Kostović, 2013).

U čeonom režnju nalaze se primarna i sekundarna motorička područja. Primarno motoričko područje odgovara Brodmannovu polju 4, dok se sekundarno motoričko područje sastoji od premotoričkog korteksa i dodatnog motoričkog područja, Brodmannovih polja 8, 44

i 45 te stražnjeg dijela cingularne kore. Svako mjesto u primarnom motoričkom području odgovorno je za upravljanje pojedinom skupinom mišića na suprotnoj strani tijela. Ispod primarnih, nalaze se sekundarna motorička središta koja omogućuju složenije kretnje i uporabu mišića. Središte za govor i pisanje, tzv. Brocino područje, nalazi se u lijevoj hemisferi (dominantnoj za jezik), na mjestu koje obuhvaća Brodmannova polja 44 i 45. Prefrontalno područje zaduženo je za psihičke karakteristike osobe, sjećanje, pamćenje, moralno ponašanje, odlučivanje te je povezano sa svim dijelovima mozga, a dobiva informacije iz svih osjetnih područja kore (Mildner, 2003). U području tjemenog režnja, iza središnjeg žlijeba smještene su središta u koja pristižu obavijesti iz osjetnih organa; bol, dodir, temperatura, propriocepcija, a obuhvaćaju Brodmannova polja 1, 2 i 3.

U tjemenom režnju nalazi se angularna vijuga koja ima bitnu ulogu u čitanju i aritmetici, dok je donji dio režnja zadužen za pisanje (Mildner, 2003). Na lijevoj strani tjemenog režnja nalazi se područje važno za semantičku obradu govora.

Sljepoočni režanj ima važnu ulogu u obradi slušnih informacija. Kao što je spomenuto, sljepoočni se režanj nalazi ispod lateralne ili Silvijeve pukotine, a kada se ona rastvori uočljiva je Heschlova vijuga. U tom području nalazi se središte kortikalne reprezentacije slušnog osjeta koje obuhvaća Brodmannova polja 41 i 42. Područje za sekundarnu obradu slušnih govornih (i jezičnih) podražaja nalazi se u stražnjem dijelu gornje sljepoočne vijuge lijeve hemisfere te je to ujedno i centar za razumijevanje govora koji se naziva Wernickeovo područje, a nalazi se na Brodmannovu polju 22. Sljepoočni režanj lijeve hemisfere bitan je za dugoročno verbalno pamćenje, dok je desni zadužen za neverbalno, primjerice melodije i geometrijske oblike. U zatiljnom režnju nalazi se primarno vidno područje koje obuhvaća Brodmannovo polje 17 te polja 18 i 19 kojima je zadaća sekundarna obrada vidnih informacija. *Insula* ili otočni režanj važna je za govor. Kako je stražnji dio otočnog režnja povezan s drugim neokortikalnim područjima, talamusom, koji ima značajnu ulogu u regulaciji govorno-jezičnih funkcija, i bazalnim ganglijima, lako je za pretpostaviti njegovu važnost u somatosenzoričkoj, vestibularnoj i motoričkoj integraciji.



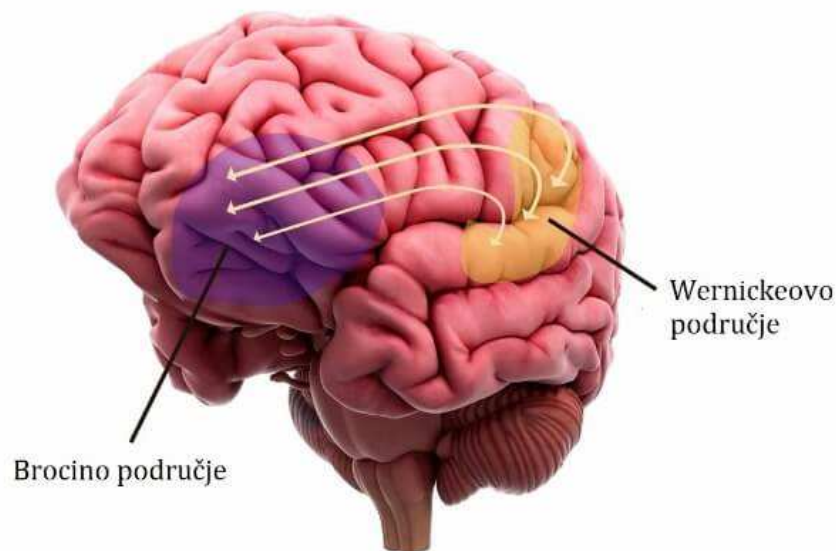
Slika 9. Brodmannova polja (<http://www.suvag.hr/~mpansini/neuro3/neuro3.htm>)

3.2. Lokalizacija govorno-jezičnih funkcija u mozgu

Nekoliko područja u mozgu važnije za produkciju i percepciju govora. Uz primarni vizualni i slušni korteks koji su bitni za prvi korak u primanju i obradi slušnih i vidnih informacija, u drugoj polovici 19. stoljeća otkrilo se da dva područja u korteksu lijeve hemisfere imaju glavnu funkciju u produkciji i percepciji govora. Kao što je ranije spomenuto, u stražnjem dijelu treće vijuge frontalnog režnja, koji pripada Brodmannovim poljima 44 i 45, nalazi se Brocino područje koje je zaslužno za proizvodnju govora, kontrolu facijalnih živaca i obradu jezika (Gough, 2005). U čeonom režnju, uz Brocino područje nalazi se, za proizvodnju govora važno, primarno motoričko područje i suplementarno motoričko područje. Brocino područje važno je za regulaciju govornog ritma, odnosno za motoričko planiranje proizvodnje govora, pretvaranje fonoloških reprezentacija govora u motorički program, dok na jezičnoj razini omogućuje prepoznavanje gramatičkih struktura te uspostavljanja lanaca riječi i slova ili fonema (Fadiga i Craighero, 2006: prema Mildner, 2018).

U primarnom motoričkom središtu motoričke informacije upućene iz Brocinog središta, pretvaraju se u motoričke naredbe te se dalje upućuju izvršnim organima. Za proizvodnju govora najvažnija su područja koja upravljaju orofacijalnom motorikom. Naredbe, koje impulsima pristižu u izvršne organe, doraduju se na supkortikalnim razinama i u malom mozgu. Dodatno (suplementarno) motoričko područje smješteno je ispred primarne motoričke vijuge, a obuhvaća Brodmannovo polje 6. Pretpostavlja se da je funkcija tog područja iniciranje pokreta pa tako i pokreta prilikom govorenja. Iako se smatra kako je

Brocino područje prvenstveno zaslužno za navedena područja i aktivnosti, i dalje se vode debate što još ulazi u domenu Brocina područja. Drugim riječima, dokazi pokazuju da oštećenje Brocina područja narušava samu produkciju govora, no nitko nije u potpunosti siguran koja funkcija vezana za govor i jezik gubi svoja svojstva i uzrokuje smetnje.



Slika 10. Brocino i Wernickeovo područje (<https://www.krenizdravo.rtl.hr/zdravlje/bolesti-zdravlje/afazija-uzroci-simptomi-i-lijecenje>)

Wernickeovo područje smješteno je na gornjoj površini prve vijuge temporalnog režnja te obuhvaća Brodmannova polja 22, 41 i 42. Uz lateralnu pukotinu na gornjoj površini prve vijuge temporalnog režnja nalazi se primarna slušnakora i zauzima Brodmannovo polje 41. Tu se obrađuju osnovni zvučni parametri kada u njega pristignu zvučni podražaji iz talamusa, nakon čega će uslijediti daljnja jezična obrada zvuka u susjednom Wernickeovom području ako se radi o slušanju govora. Dio Wernickeovog područja čini temporalna površina ispod lateralne pukotine od Heschlovogirusa do kraja pukotine. Ukazuje na različitu funkciju lijeve i desne hemisfere tijekom slušne obrade govora jer je veća s lijeve strane, što pokazuje dominantnost lijeve hemisfere za govorno-jezičnu obradu. Navedena dva glavna središta za obradu govora, motoričko i senzoričko, Brocino i Wernickeovo međusobno komuniciraju poveznicom koja se zove arkuatnifascikul. Oštećenje tih veza uzrokuje poremećaj u kojem osoba normalno govori i razumije govor, no ne može ponoviti izrečeno jer je veza između

„perceptivne reprezentacije“ u Wernickeovom području i njezine „motoričke reprezentacije“ u Brocinom području prekinuta.

Iznad završetka lateralne pukotine nalazi se supramarginalna vijuga, što odgovara Brodmannovu polju 40 te je i to područje uključeno u obradu govornih slušnih podražaja i pretvorbu fonološke reprezentacije govora u grafemsku. Osobe koje imaju oštećenje tog područja pate od agrafije, odnosno poteškoće ili potpune nemogućnosti pisanja. Spomenuta angularna vijuga smještena je iznad i iza supramarginalne vijuge obuhvaćajući Brodmannovo polje 39. Njezina funkcija je transformacija grafemske reprezentacije jezika u fonološku. Ako se ošteti to područje, tada osoba ima poteškoća u čitanju(Horga i Liker, 2016).

4. Koartikulacija

4.1. Biomehanički i jezično specifični aspekti koartikulacije

Horga i Liker (2016: 289) o određenju pojma koartikulacijenavode: „Tijekom govora govorni je trakt u svakom trenutku pod utjecajem dvaju ili više izgovornih segmenata, a pokreti artikulatora preklapaju se u vremenu i utječu jedan na drugi. To je stalna pojava u izgovoru koja se naziva koartikulacijom ili suizgovorom.“ Koartikulacija je, dakle, utjecaj koji glasovi imaju jedni na druge, prilagodba oblika govornog trakta u iščekivanju sljedećeg pokreta ili kao trag prethodnoga.

Govor je dinamičan i varirajući proces. U normalnom govoru, glasovi se ne proizvode izolirani, nego kao sastavni elementi koji vrše utjecaj na susjedne elemente u govornom iskazu. S biomehaničkog gledišta, koartikulacija je produkt karakteristika izgovornog aparata, a kako svi dijelimo ista biomehaničkasvojstva i ograničenja govornog aparata, koartikulacijski procesi su jednaki u različitim jezicima. Ako proučimo navedenu teoriju o biomehaničkoj uvjetovanosti koartikulacije, dolazimo do zaključka kako je razina planiranja i programiranja govora te samog izgovora neovisna, bez mogućnosti povratnih informacija i ispravljanja pogrešaka tijekom govora. Također postoji teorija da jezična pravila diktiraju same procese artikulacije te da je koartikulacija zapravo determinirana i regulirana pa samim time neovisna o sposobnostima i osobitostima naših govornih organa (Mildner, 2018).

Možemo govoriti o nekolikovrsta koartikulacijskih procesa koji se definiraju u terminima smjera, djelokruga i artikulatora uključenih u izgovor. S obzirom na smjer, to su anticipacijska koartikulacija (regresivna koartikulacija) koja je odraz jezičnog planiranja i perseveracijska artikulacija (prijenosna, progresivna artikulacija). Anticipacijska koartikulacija se pojavljuje kada se značajke fonema pojavljuju u prethodnom, tj. pokreti izgovornih organa svojstveni određenom fonemu počinju već za vrijeme proizvodnje jednog ili više artikulacijskih pokreta koji su mu prethodili (Volenc, 2015). Mjesto artikulacije takvog fonema je neznatno promijenjeno te se približava mjestu artikulacije sljedećeg glasa. Takva koartikulacija se smatra znakom motoričkog planiranja te je ujedno i jezično uvjetovana, a obrasci samog procesa zavise i variraju od jezika do jezika. Perceptivno, to doprinosi bržoj i preciznoj percepciji govora budući da se akustički dio nadolazećeg segmenta nalazi u

trenutnom. Primjer se može pronaći u ponašanju velarnog okluziva /k/ i /g/. Velarni okluzivi postaju predniji kada prethode prednjim samoglasnicima, primjerice u hrvatskom jeziku riječ „kiša“ ili „ginuti“. U anticipaciji nadolazećeg prednjeg samoglasnika /i/, koji zahtjeva prednji dio tijela jezika, jezik u /k/ dotiče velum u popriličnoj prednjoj poziciji (Horga i Liker, 2016). Ili, npr. kod riječi „tjedan“ jezik široko dodiruje nepce zbog podizanja leđa jezika u očekivanju susjednoga tvrdonepčanoga aproksimanta /j/. Široki jezično-nepčani dodir vidljiv je od početka izgovora okluziva /t/ te se pojačava prema njegovom kraju, približavanjem početka glasnika /j/. U riječi „tlaka“ dodir jezika i nepca je vrlo uzak na mjestu izgovora u zubno-nadzubnom području, dok je bočni prolaz djelomično otvoren. Činjenica da se lateral /l/ izgovara s manjim jezično-nepčanim dodirom od /t/ uz spuštene bočne stijenke, izuzetno je bitna za izgovor glasa /l/ jer ona počinje utjecati na /t/ već od početka izgovora tog okluziva.

Kod perseveracijske artikulacije trenutni fonem u izgovoru ima utjecaj na proizvodnju idućeg. Primjerice, u engleskoj riječi *boots* protruzija usana karakteristična za izgovor /u/ prenosi se na /t/ i /s/ ili u hrvatskim riječima „kuta“ ili „utuviti“ također dolazi do protruzije usana zbog izgovora /u/. Iako se smatralo da je perseveracijska koartikulacija većinom odraz biomehaničke inercije govornog aparata, a da je anticipacijska koartikulacija pokazatelj planiranja govora, istraživanja nisu u potpunosti potvrdila ovakvu pretpostavku. Za sada nije poznat točan odnos planiranja i biomehaničke inercije u različitim jezicima, iako su istraživanja pokazala da je i perseveracijska koartikulacija pod utjecajem planiranja (Horga i Liker, 2016). Valja naglasiti da neki glas u nizu može imati istodobno i anticipacijski i perseveracijski učinak, tj. utjecati i na prethodni i na sljedeći glas.

Istraživanja dosega koartikulacije pokazala su da on može uključiti i do šest susjednih glasova te da nije jednak u svim koartikulacijskim sustavima, s time da je labijalna koartikulacija najvećeg dosega, a slijede je velarna pa jezična. Neki podaci pokazuju da je spuštanje mekog nepca u anticipaciji nazala uvijek istog dosega, dok podaci o zaokruživanju usana u anticipaciji zaokruženog glasnika pokazuju da zaokruženost ima različiti doseg u različitim jezicima. Također ima naznaka da su perseveracijski učinci većeg dosega nego anticipacijski. Nadalje, koartikulacija nije ograničena na razinu riječi, već se u kontinuiranom govoru širi i preko granica riječi (Mildner, 2018).

I smjer i doseg koartikulacijskih učinaka pod utjecajem su fizioloških karakteristika artikulatora i jezičnih specifičnosti poput suprasegmentalnih obilježja (npr. akcenatski sustav,

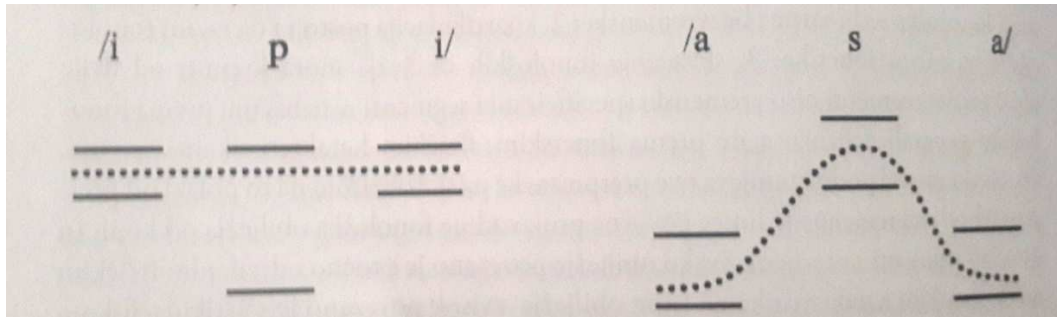
prozodijske i sintaktičke granice, brzina izgovora, govorni stil) i fonološkog sustava (Volenec, 2015; Mildner, 2018).

S obzirom na artikulatore, odnosno koartikulacijske sustave govorimo o nekoliko razina na kojima se koartikulacija ostvaruje. To su jezična, labijalna, velarna, nazalna i laringalna. Različiti izgovorni podsustavi imaju različite biomehaničke karakteristike koartikulacije, a njihova uloga u različitim jezicima može se razlikovati (Horga i Liker, 2016).

Jezičnom razinom bavi se najveći broj istraživanja. Uz koartikulacijsko premještanje jezika horizontalno (naprijed – natrag) ili vertikalno (visoko/zatvoreno – nisko/otvoreno), što također ima utjecaj na promjenu formanta, bitno je napomenuti kako se pomicanje tijela jezika i njegova vrha mogu kontrolirati neovisno jedno od drugog. Kada govorimo o jeziku kao artikulatoru, treba spomenuti istraživanje koje je proveo Daniel Recasens i njegov teorijski model koji se zove Recasensov model stupnja artikulacijske angažiranosti (eng. *Degree of articulatory constraint model* ili *DAC*) (Recasens i sur., 1997: prema Mildner, 2018). Prema Recasensovom modelu, koartikulacija je proces pri kojem je govorni prolaz pod konstantnim utjecajem više od jedne govorne jedinice. Jezik ima različite stupnjeve artikulacijske angažiranosti, a to ovisi o njihovoj uključenosti u izvedbu nekog pokreta (Recasens i sur., 200: prema Mildner, 2018). Primjerice, dvousnjeni /p/ minimalno angažira leđa jezika te ima minimalnu vrijednost artikulacijske angažiranosti za razliku od stražnjenedzubnih ili tvrdonepčanih glasnika koji maksimalno koriste leđa jezika u izgovoru. Može se reći da su otporni na koartikulaciju, odnosno imaju maksimalnu vrijednost stupnja koartikulacijske angažiranosti. Kada dva glasnika podrazumijevaju geste koje koriste isti artikulator, no na različite načine, prevladat će onaj koji ima najveću koartikulacijsku otpornost, odnosno onaj koji najviše koristi leđa jezika.

Patricia Keating (1990) je predložila takozvani prozorski model koartikulacije (eng. *window model of coarticulation*), a temelji ga na eksperimentalnim podacima koji su pokazali da su koartikulacijske promjene postupne, a ne kategorijalne te je ponudila odgovor na pitanje zbog čega su koartikulacijski procesi u identičnim fonološkim uvjetima, drugačiji u različitim jezicima. Novost u navedenom pristupu jest u tome što svako obilježje nema jednu pretpostavljenu fizičku realizaciju, već svako obilježje ima pretpostavljeni raspon fizičkih realizacija. Taj potencijalni raspon fizičkih realizacija naziva se „prozor“. Kolika će biti širina „prozora“ određuje razina specificiranosti nekog obilježja u određenom glasniku. „Prozor“

nekih glasnika je uža što je glasnik specifičniji za neko obilježje. Suprotno, što je glasnik po nekom obilježju manje specifičan, prozor je širi (Horga i Liker, 2016).



Slika 11. Prozorski modeli koartikulacije. Ovisno o specifičnosti svakog glasnika, prozori zauzimaju različite položaje (Horga i Liker, 2015:300).

Primjerice, kod glasnika /k/ obilježje zaokruženosti nije specifično, odnosno glasnik se može izgovoriti s poprilično velikom varijabilnošću zaokruženosti usana pa će samim time prozor za obilježje zaokruženosti u okluzivu /k/ biti podosta širok. Naravno, odnos ovih širina ovisi o različitim jezicima. U vokalu /u/ obilježje zaokruženosti je specifičnije, ne možemo ga izgovarati s velikom varijabilnošću zaokruženosti kao /k/ jer /u/ u hrvatskom jeziku treba zadržati određenu kvalitetu zaokruženosti te je samim time „prozor“ uža. „Prozori“ se nižu za glasnike u slijedu, a interpolacijske krivulje predstavljaju koartikulacijske procese koji spajaju prozore različitih širina i položaja. Određenost utječe na širinu prozora, dok širine prozora i glasnička okolina na koartikulaciju, odnosno krivulje koje povezuju segmente. Krivulje su interpolacijske funkcije određene zahtjevima glatkoće i minimalnim artikulacijskim naporom. Primjerice, široki prozori nemaju utjecaj na krivulju i dopuštaju direktnu interpolaciju između prethodnog i sljedećeg segmenta. Možemo zaključiti da Keating na koartikulaciju ne gleda kao na proces koji uzrokuje govorne varijabilnosti, nego na proces koji smanjuje varijabilnost. I sama Keating priznaje da je još mnogo toga u njezinu modelu koartikulacije nedorečeno, no da bi poanta istraživanja trebala biti jasna. Navedena dva pristupa objašnjenju koartikulacije nisu, dakako, jedini mogući, no predstavljaju uvid u dosadašnje relevantne spoznaje.

Koartikulacijski procesi povezani s usnama obično se referiraju na njihovo zaokruženje, širenje i protruziju. Za razliku od ostalih podsustava, usneni ili labijalni je vidljiv golim okom. Usneni imaju manju fiziološku ograničenost tijekom artikulacije, dok je artikulacijski relativno neovisan pa direktnije i jednoznačnije oslikava organizaciju

artikulacijskih gesta i njihovu vremensku organizaciju. Usneni artikulatorski sustav promatramo dvodijelno, od gornje od donje usne. Gornja usna je fiziološki i artikulacijski neovisnija u kretanju za razliku od donje usne koja je ograničenija i ovisna o kretanju donje čeljusti. Zaokruženost ili okruglost je ono što karakterizira u fonologiji usneni artikulacijski podsustav. Istraživanja su pokazala da su za ostvarenje zaokruženosti bitna dva parametra: dimenzije vertikalnog i horizontalnog otvora usana (Farnetani i Recasens, 1999; prema Mildner, 2018). Ti parametri prisutni su u svim jezicima za razlikovanje zaokruženih od nezaokruženih glasnika. Utvrđeno je da zaokruženi glasnici imaju manji horizontalni i vertikalni otvor usana od nezaokruženih. Farnetani i Recasens (1999: 146) navode primjer švedskog jezika u kojem se zaokruženost može podijeliti u tri skupine: nezaokruženost, zatvorena zaokruženost i otvorena zaokruženost. Zatvorena zaokruženost razlikuje se od nezaokruženosti po većoj isturenosti usana i manjem vertikalnom usnenom otvoru. Otvorena se od zatvorene zaokruženosti razlikuje još po većoj isturenosti i velikom usnenom otvoru. Zatvorena zaokruženost slična je zaokruženosti u drugim jezicima, dok je otvorena zaokruženost kombinirana karakteristikama isturenosti usana i velikog usnenog otvora. Poznavanje spomenutih temeljnih artikulacijskih karakteristika zaokruženosti olakšava razumijevanje i praćenje koartikulacijskih utjecaja zaokruženosti na ostale glasnike, ali i obrnuto, praćenje artikulacijskih karakteristika na samu zaokruženost. Usnena koartikulacija sustavno se istraživala u francuskom jeziku te je zaključeno da u slogovima konsonant-vokal (KV) zaokruženi vokal maksimalno koartikulacijski utječe na nezaokruženi konsonant, dok prethodni nezaokruženi konsonant uopće ne vrši koartikulacijski pritisak na zaokruženi vokal. Pokazalo se da se u slučaju kada su vokal i konsonant nezaokruženi, dolazi do stapanja dviju nezaokruženih artikulacijskih gesta u jednu. Mildner (2018; 31) navodi primjer kod engleske riječi „choose“ gdje će se pod utjecajem /u/ usne početi zaokruživati za vrijeme izgovaranja /tʃ/, dok kod riječi „cheese“ usne će se raširiti za vrijeme izgovaranja /tʃ/ pod utjecajem /i/ (slični su primjeri navedeni kod protruzijske koartikulacije: engleska riječ *boots* i hrvatske kuta ili utuviti. Akustički gledano, oblik otvaranja usana povezan je s promjenama formanata. Potpuna analiza otvora usana zahtijeva i specificiranje njihove horizontalne i vertikalne osi. Primjerice, zaokružene usne imaju manji otvor duž obje osi.

Idući element koji sudjeluje u koartikulaciji je meko nepce. Spušteno meko nepce mijenja strukturu oralnih formanata i uzrokuje nazalne formante. Uz meko nepce, nosni ili nazalni koartikulacijski podsustav uključuje i farinks te nazofarinks. On regulira prolaz zraka u usnu i nosnu šupljinu te je upravo zbog toga odgovaran za opću, auditivnu karakteristiku

ljudskog glasa. Mildner (2018) navodi primjer riječi *dance* gdje se zbog nazala /n/ inicira spuštanje mekog nepca i prije nego što će se artikulirati /d/, a što će dovesti na kraju do nazalizacije /æ/. Naime, tijekom izgovora samoglasnika meko nepce je u nižoj poziciji kada je u blizini nazalnog konsonanta, što nije slučaj kada je riječ o konsonantu koji nije nazalan. Recipročan karakter očituje se na sljedeći način: prilikom izgovora nazalnih konsonanata u okruženju zatvorenih vokala meko je nepce u nižem položaju nego tijekom izgovora iste kategorije konsonanata u okruženju otvorenih vokala. Usto, u perceptivnim testovima nazalnost vokala pokazala se jačom u okolini nenazalnih konsonanata nego u okolini nazalnih. I fiziološka i akustička istraživanja otkrivaju da je glasnik /m/ osjetljiviji na koartikulacijske utjecaje vokala od glasnika /n/, jer su leđa jezika kod /m/ artikulacijski neangažirana (Horga i Liker, 2016), primjerice kod riječi *moje* ili *mažnja*.

Koartikulacija na razini larinksa povezana je s aktivnošću glasnica i prisutnošću ili odsutnošću periodiciteta, no isto tako je direktno povezana s razinom iznad larinksa. Stupanj i trajanje laringalne koartiklacijske pod utjecajem su vrste i mjesta artikulacije. Primjerice, koartikulacijski proces obezvučenja jači je kod frikativa nego okluziva, što znači da je otvaranje glotisa veće kod frikativa nego kod okluziva (Horga i Liker, 2016). Razlika je vidljiva i u vremenskom aspektu. Početak otvaranja glotisa tijekom obezvučenja započinje ranije kod frikativa nego kod okluziva. Razlog leži u aerodinamičkom formiranju uskog prolaza dovoljnog za frikativni zvuk. Istraživanja vezana uz ovisnosti laringalne koartikulacije o mjestu artikulacije, dala su poprilično malo informacija i često kontradiktorne rezultate, većinom zbog toga što se pitanja i hipoteze, kao i metode istraživanja, poprilično razlikuju između istraživača.

4.2. Razvojni aspekti koartikulacije

Planiranjem i proizvodnjom govora upravljaju razvojni procesi. Dakako, to se reflektira i na koartikulaciju, no kako se to točno manifestira nije u potpunosti definirano i konzistentno budući da postoji određeno nesuglasje autora o tome koartikuliraju li djeca više ili manje od odraslih. Primjerena razina koartikulacije ukazuje na zrelost artikulacijskog sustava. Neki autori tvrde kako djeca više koartikuliraju, a to objašnjavaju time što se kod djece prvo razvija izgovor govornih jedinica veličine sloga, a tek kasnije djeca razvijaju kontrolu izgovora nad manjim jedinicama. Dječji govor je varijabilniji nego kod odraslih jer jakokoartikuliraju unutar sloga. Mildner (2018) navodi kako su autori Nittrouer i Whalen (1989) uočili više

dokaza koartikulacije u slogovima sastavljenim od frikativa i samoglasnika nego kod odraslih. Takva povećana koartikulacija vodi do poboljšanog prepoznavanja samoglasnika od zasebnog frikativnog zvuka ukazujući da koartikulirani zvuk može biti identificiran bez ispravnog prepoznavanja onog zvuka koji je istaknuto naznačen. S druge strane, druga skupina autora tvrdi da djeca manje koartikuliraju jer im je govor segmentiran zato što prvo razvijaju globalnu vremensku organizaciju pa im je samim time govor i varijabilniji (Horga i Liker, 2016).

Određene razlike u istraživanjima mogu biti pripisane različitoj okolini i korištenim metodama. Jasnija slika razvojnih aspekata koartikulacije može proizaći ako se napravi razlika među koartikulacijskim kontekstima, primjerice labijalna koartikulacija sazrijeva ranije. Međutim, postoji generalna suglasnost da je (ko)artikulacija više varijabilna kod djece nego kod odraslih te da se stabilnost povećava s godinama. To se može objasniti dvama čimbenicima: cjelokupna zrelost kognitivnih funkcija, koja, dakako, utječe i na razvoj i planiranje govora te praksa dobivena iskustvom što poboljšava senzorno-motoričku preciznost. Kako god, Mildner (2018) spominje kako Schötz i dr. (2013) tvrde da promjene povezane s motoričkom kontrolom govora možda neće biti kompletne prije tridesete godine, no opće je prihvaćeno da je koartikulacija uglavnom usvojena do otprilike devete godine života.

4.3. Neurolingvistički aspekti koartikulacije

Mozgovna aktivnost očituje se pokretom, to je aktivnost usmjerena na djelovanje. Koordinacijom i započinjanjem pokreta upravlja mozak. Cijeli proces pokreta od njegova planiranja do samog izvođenja hijerarhijski je organiziran. Na vrhu su skupine neurona čija je zadaća planirati pokrete. Oni se nalaze u tercijarnim (premotoričkim, asocijativnim) područjima, a djelovanje se planira uz pomoć maloga mozga i bazalnih ganglija. Govor zahtijeva visok stupanj planiranja i koordinacije pokreta mnogih mišića. Bez obzira na to koji model ili teoriju govorne proizvodnje usvojili, svima su zajednička tri stupnja, s time da se drugi i treći odvijaju istodobno. To su:

- 1.) organiziranje govornih motoričkih programa
- 2.) ostvarivanje tih programa pretvaranjem naredbi odgovarajućim mišićima u slijed artikulacijskih pokreta
- 3.) samo pretvaranje artikulacijskih pokreta u govorni zvuk (Horga i Liker, 2016).

Izgovorni ili artikulacijski program dio je govornog motoričkog programa te se ta razlika jasnije očituje ako prihvatimo da motorički program ne sadrži unaprijed definirane naredbe artikulatorima, već je uvjetovan kontekstom i postavljenim ciljem. U skladu s ciljem i povratnom spregom (slušnom, taktilnom ili proprioceptivnom) prilagođava konkretne eferentne poticaje, odnosno izvođenje izgovornog programa. Pretpostavlja se da određeni zajednički mehanizmi sudjeluju u pokretu općenito te specifično u govornom pokretu. Istraživanja su pokazala da zadaća regije oko Brocina područja nije samo za nizove pokreta u govoru, nego za nizove pokreta uopće. Govornim pokretima upravljaju više razine za razliku od automatiziranih motoričkih ponašanja kao npr. žvakanje, gutanje i sl., kojima upravljaju supkortikalne strukture i refleksi. Postoji teorija da se centar za proizvodnju govornih obrazaca nalazi u moždanom deblu. Mišljenje se temelji na istraživanjima kojima su u tom području pronađeni mehanizmi, tzv. *pacemakeri*, čija je zadaća održavati ritam potreban za cikličke životne funkcije, primjerice disanje, pokretanje i žvakanje. Pretpostavka je da je govor, kao složenija funkcija, razvijen iz tih nižih funkcija. Međutim, postoji drugačiji primjer koji ne podupire tu teoriju te se smatra kako su obrasci mišićne aktivnosti tijekom govora drugačiji od onih zabilježenih tijekom drugih negovornih zadataka, npr. žvakanja (Horga i Liker, 2016). Kent i Tjaden (1997) predlažu kompromisnu teoriju tvrdeći kako niže ritmičke funkcije i govor nemaju jednake motoričke obrasce, nego slične mehanizme za njihovu implementaciju i slična načela organizacije (Mildner, 2018). Na razini neuromotoričkog planiranja postoji teorija da su pokreti za vrijeme govora organizirani u skupinama sastavljenim od nekoliko funkcionalno povezanih artikulatora. Te skupine odgovaraju artikulacijskim gestama. Svaki glas ima svoju neuromotoričku reprezentaciju povezanu s mišićima koji trebaju biti aktivirani za njegovu proizvodnju i njihovu prostorno-vremensku koordinaciju. Te strukture odgovaraju neurobiološkom ekvivalentu fonema. Kent i Minifie (1977) navode kako u procesu pretvaranja fonemske reprezentacije u stvarni govor, mentalno uskladištene i nepromjenjive jedinice podvrgavaju se modifikacijama, ne samo u njihovim granicama, nego i u njihovim akustičkim i artikulacijskim svojstvima također (Mildner, 2018). Koartikulacija se oslanja na dodatni proces adaptacije (pomoću mehanizama središnjeg živčanog sustava) povezan s tim reprezentacijama koje omogućuju kombinacije u više većih sljedova, tako da se gradbene jedinice prilagođavaju tijekom realizacije. Kako bi se to ostvarilo, kontrola nad jedinicama mora biti dovoljno fleksibilna da dopusti kontekstualne varijacije. U percepciji govora, ta se fleksibilnost očituje u sposobnosti da uspješno obradimo poruku usprkos nedostatku nepromjenjivosti u govornom signalu, i kružni proces podudaranja „idealne“ reprezentacije je završen (Mildner, 2018).

Moždani dijelovi odgovorni za govorne procese bili su desetljećima predmetom proučavanja, no tek su nedavno određena područja, osim korteksa, prepoznata kao bitna u motoričkom planiranju i izvršenju govora, a to su insula, mali mozak i talamus. S istraživanjem zrcalnih neurona (Rizzolatti i Craighero, 2004: prema Mildner, 2018), suradnja senzoričke i motoričke mreže zadobila je pozornost koju i zaslužuje zbog implikacija koje ima za razumijevanje proizvodnje govora i procesa percepcije te općenito i samog jezika. Istraživanje koje su proveli Riecker i dr.(2005) na osam zdravih dobrovoljaca podvrgnutih fMRI-ju upućuje na dvije razine motoričke kontrole govora povezanane motoričkom pripremom izvršnim procesima proizvodnje govora. Tijekom motoričke pripreme naročito su aktivni medijalni i dorsolateralnipremotorni korteks, prednja strana insule i gornji dio malog mozga, a izvršni procesi aktivirajusenjomotoričkikorteks, bazalne ganglije i donji dio malog mozga.Brendel i dr.(2010) na osnovi kliničkih podataka dalje razrađuju spomenutumrežu motoričke kontrole govora te predlažu organizaciju u tri funkcionalna neuroanatomska podsustava. Jedan podsustav, koji čine premotorni ventrolateralni frontalni korteks i/ili prednji dio insule, posvećen je planiranju niza pokreta.Drugi, koji čini dodatno motoričko područje,aktivira se prilikom pripreme za nadolazeće verbalne izjave ili pri njihovu započinjanju. Treći podsustav, zadužen za izvršne funkcije, čine kortikobulbarni sustav, bazalni gangliji imali mozak. Rezultati njihovog istraživanja, koje su proveli metodom fMRI-ja, otkrili su da vremenska organizacija aktivacije tih neuralnih krugova nije čvrsto određena, nego se mijenja tijekom izvršavanja postavljenog zadatka. Može se pretpostaviti da je zahvaljujući toj fleksibilnosti moguća prilagodba i podešavanje na temelju povratnih informacija koje dolaze iz somatosenzoričkeneuralne mreže. Takve promjene u naizmjeničnom aktiviranju različitih područja povezanih s jezičnom obradom, i to pretežno u lijevoj hemisferi, potvrdilisu također Nakai i dr. (2017) (prema Mildner, 2018).

Neki autori opisuju neuralnu motoričku kontrolu govora kao distribuiranu mrežu sastavljenu od neuralnih krugovai središta na različitim razinama. Unutar mreže postoji komunikacija između periferije i središnje (izvršne)jedinicekoja zaprima i obrađujedolazneinformacije o trenutnoj situaciji ili kontekstu te s obzirom na to određuje koji će se mišići aktivirati, a usto prilagođava i određuje razinu njihove uključenosti te prostorno-vremensku organizaciju i koordinaciju. Kao i kod opće motoričke aktivnosti na razini cijelog tijela, čini se da je moždano deblo ključno i za integraciju koja je sastavni dio artikulacije.Tome u prilog govore i brze funkcionalne kompenzacijenakon smetnji na koje nailaze artikulatori. Senzomotorička integracija je važan dio tog procesa i percepcijski sustav

ima važnu ulogu u samonadzoru govora. Drugim riječima, uz aktivaciju motoričkih reprezentacija, proizvodnja govora zahtijeva i aktiviranje unutrašnje reprezentacijsenzoričkog govornog cilja. Informacije o pogreškama prilikom izgovora mogu se koristiti za prilagodbu daljnje proizvodnje na dva načina: mogu se odmah modificirati motorički programi kako bi se postigao trenutni cilj, a mogu se modificirati i reprezentacije za buduće potrebe. Bouchard i Chang (2014; prema Mildner, 2018) pronašli su značajnu aktivnost u ventralnom senzomotoričkom korteksu tijekom proizvodnje slogova koji se sastoje od konsonanta i vokala. Ta je aktivnost pouzdano i u velikoj mjeri predvidjela akustičke parametre u svim samoglasnicima kao i u različitim izvedbama istog samoglasnika. Utvrđen je i značajan utjecaj konteksta, tj. glasovnog okruženja, na reprezentacije proizvedenih fonema u ventralnom senzomotoričkom korteksu, što se može smatrati pokazateljem aktivne kontrole koartikulacije. U pogledu smjera, ustanovili su da se reprezentacije vokala i konsonanata ponašaju drugačije: na reprezentacije samoglasnika više utječu prethodni konsonanti, što bi odgovaralo perseveracijskoj koartikulaciji, a na reprezentacije konsonanata nadolazeći vokali, što bi odgovaralo anticipacijskoj koartikulaciji.

Kao što je spomenuto, Brocino područje obično se opisuje kao nedvojbeno ključno područje zaduženo za proizvodnju govora, kao i za druge jezične funkcije. Među ostalim, oštećenje tog područja ima za posljedicu oslabljeno (ili gotovo onemogućeno) motoričko planiranje govora, što se manifestira kao neuspješno dostizanje artikulacijskog cilja i nepoštivanje ispravnog redoslijeda fonema. Peeva i dr. (2010; prema Mildner, 2018) proveli su istraživanje koristeći fMRI kako bi proučili reprezentacije govornih segmenata različite kompleksnosti. Zaključili su kako medijalne premotoričke regije u lijevoj hemisferi obrađuju foneme i ta područja imaju projekcije u primarnom motoričkom korteksu kojima se te reprezentacije pretvaraju u motoričke upute artikulatorima. Istim su istraživanjem utvrdili da se slogovi obrađuju u lateralnim premotoričkim regijama lijeve hemisfere. Svojim su istraživanjem potvrdili dominantnost lijeve hemisfere, naročito (pre)motoričke kore u planiranju i započinjanju govora.

Leonard i dr. (2015; prema Mildner, 2018) istražili su slušnu obradu nizova glasova u smislenim i besmislenim riječima snimajući aktivnost lateralnog gornjeg temporalnog korteksa. Njihovi podaci podupiru pristupe koji pretpostavljaju interakciju između obrade odozdo prema gore (eng. *bottom-up*) i obrade odozgo prema dolje (eng. *top-down*), odnosno integraciju fizičkih karakteristika samog podražaja (odozdo prema gore) s kontekstualnom sekvencijalnom strukturom (koja uključuje podsvjesno znanje o „statistici“ nizanja fonema) i

višim razinama jezičnog znanja (odozgo prema dolje). Povrh toga, obrasci živčane aktivnosti zabilježeni u njihovih ispitanika upućuju nadinamično kodiranje vjerojatnosti prethodnih i nadolazećih glasova na razini jezika koje odgovara početku fonema i prijelazu na sljedeći. Time se može objasniti zašto čak ni veliki stupanj koartikulacije ne uzrokuje poremećaj percepcije te se potvrđuje važnost gornjeg dijela temporalnog režnja u obradi jezičnih podražaja i senzomotoričkoj integraciji.

4.4. Utjecaj neuroloških oštećenja i poremećaja na koartikulaciju

Budući da je koartikulacijapokazatelj uredne motoričke kontrole u proizvodnji govora, važna je tema u istraživanjima motoričkih poremećaja koji imaju utjecaj i na govor, prvenstveno na razabirljivost,kao što su govorna apraksija i dizartrija kod Parkinsonove bolesti.

Dizartrija je motoričko-govorni poremećaj uzrokovan oštećenjem živaca koji sudjeluju u oblikovanju glasa a povezani su s mišićima grkljana, lica, jezika, nepca. Govor je nejasan, tih i usporen, otežana je kontrola jačine i visine glasa, prisutne su teškoće kod žvakanja i gutanja, ritam i intonacija glasa su neuobičajeni, dolazi do mrmljanja i zastajkivanja te pojava nazalnosti. Uzrok je oštećenje u bazalnim ganglijima, talamusu, malom mozgu ili mozgovnoj kori (Chang i dr. 2014: prema Mildner, 2018). Utjecaj na koartikulaciju može biti raznolik – od potpune odsutnosti utjecaja (dakle urednih koartikulacijskih obrazaca), preko suptilnih promjena pa sve do primjera nejednakog utjecaja na različite razine, odnosno podsustave.

Govorna apraksijamanifestira se kao oštećeno motoričko planiranje govora, posebice kod složenijih slogova te se povezuje s oštećenjem prednjeg dijela lijeve insule i stražnjeg dijeladonjeg frontalnog girusa. Govorna apraksija je često, no nije uvijek nužno povezana s Brocinom afazijom. Istraživanja o koartikulaciji kod govorne apraksije i cerebralne ataksijeukazuju da je anticipacijska koartikulacija predstavljena na više mjesta u živčanom sustavu, dok je perserveracijska koartikulacija pod nadzorom, barem djelomice, malog mozga. Govorna apraksija utječe na vremensku organizaciju i koordinaciju između artikulatora, npr. nema jasnog razgraničenja u vremenu uključivanja glasa (VUG) kod zvučnih i bezvučnih okluziva uz veliku varijabilnost VUG-a unutar istog okluziva, nađena je velika varijabilnost kod koartikulacije na usenoj i jezičnoj razini, te kašnjenje koartikulacije (dosljedno zaostajanje u započinjanju anticipacijskih pokreta). U djece s razvojnom govornom apraksijom nađeni su primjeri veće i manje koartikulacije u usporedbi s urednim obrascima.

Problemi mogu nastati tijekom transformacije fonološke reprezentacije u artikulacijski (motorički) program, ali čini se da nisu ograničeni samo na izvedbu nego i na usvajanje i automatizaciju plana govorne proizvodnje (za pregled vidjeti Mildner, 2018).

Razvojno mucanje povezano je s neuspješnom senzomotoričkom integracijom, a ima naznaka i da bi natjecanje dviju hemisfera za kontrolu nad mehanizmima govorne proizvodnje i/ili atipična dominantnost desne hemisfere za govorno-jezične procese mogli biti uzročnikom (Hickok i dr. 2011; prema Mildner, 2018). Osobe koje mucaju nemaju nužno poremećenu koartikulaciju, ali je u njih nađena znatno veća varijabilnost nego u osoba koje ne mucaju. Uzrok mucanju mogu biti problemi u prijelazu iz jednog glasa u drugi, pa to naravno ima i implikacije za koartikulaciju. Značajne razlike u koartikulacijskim obrascima između osoba koje mucaju i onih koje govore tečno otkrivaju više razine jezičnog oštećenja, koje zahtijevaju fonološki utemeljenu intervenciju usmjerenu prema fonološkim reprezentacijama, dok nepostojanje takvih razlika upućuje na senzomotoričko oštećenje kojem se može doskočiti artikulacijskim vježbama (za pregled vidjeti Mildner, 2018).

U postlingvalnom slušnom oštećenju, proizvodnja govora kod osobe se održava zbog kinestetskih i proprioceptijskih utisaka i somatosenzoričkih povratnih informacija. No, kod urođenog oštećenja sluha ili prelingvalnog, postoji velika korelacija između stupnja gubitka sluha i ozbiljnosti oštećenja govora. Manji učinci konteksta tipično su pronađeni kod takvih osoba u usporedbi s pojedincima koji uredno čuju ili s onima koji su postlingvalno izgubili sluh, što se, dakako, manifestira kao smanjena koartikulacija, i anticipacijska i perseveracijska (Hardcastle & Tjaden, 2011: prema Mildner 2018).

5. Zaključak

Cilj ovog diplomskog rada bio je prikazati i objasniti neurolingvističke aspekte koartikulacije. Tematika je još uvijek poprilično neistražena, no pokušala sam stupnjevito, počevši od anatomije, fiziologije i živčanog sustava doći do pojma koartikulacije, prije svega njegovog određenja, detaljnije analize koja me naposljetku dovela do srži rada. Izgovorni aparat je uistinu složeni sustav čiji su podsustavi različiti anatomske i biomehaničke te imaju raznovrsne govorne i jezične zadatke. Prilikom govora artikulatori utječu međusobno jedan na drugi te se preklapaju u vremenu, a govorni je trakt pod utjecajem nekoliko različitih segmenata. S obzirom na kompleksnost i različite karakteristike izgovornog sustava, zaista je teško za očekivati kako će se ubrzo moći sve istražiti.

Mnogi neurološki poremećaji i oštećenja utječu na samu artikulaciju i proizvodnju govora pa je nedvojbeno kako koartikulacija, koja je sama po sebi još zamršenija i osjetljivija na promjene, podliježe nepravilnostima ili se u potpunosti onemogućuje. To je brz, nezamjetan i tih proces u govornom aparatu, no ipak se i najmanja disfunkcionalnost osjeti i čuje. Mozak, koji je ishodište svih fizioloških i funkcionalnih stanja govora, artikulacije i koartikulacije, i dalje nije u potpunosti istražen, a njegov utjecaj na izgovor i samu koartikulaciju često polazište raznih teorija i pristupa toj problematici, što još jedan motiv da ova zanimljiva tema bude predmetom neuroloških, fizioloških i lingvističkih istraživanja.

6. Referencije

1. Fadiga, L., Craighero, L. (2006). Hand actions and speech representation in Broca's area. *Cortex* 42 (4): 486-90.
2. Farnetani, E., Recasens, D. (1999). Coarticulation models in recent speech production theories. U W.J. Hardcastle, N. Hewlet (ur.) *Coarticulation: theory, data and techniques*, 31–65, Cambridge: CUP.
3. Horga, D., Liker, M. (2016). *Artikulacijska fonetika: Anatomija i fiziologija izgovora*. Zagreb: Ibis grafika.
4. Judaš, M., Kostović, I. (2013). *Temelji neuroznanosti*. Zagreb: Hrvatski institut za istraživanje mozga.
5. Keating, P. A. (1990). The Window Model of Coarticulation: Articulatory Evidence. U J. Kingston i M. Beckman (ur.) *Papers in Laboratory Phonology I. Between the Grammar and Physics of Speech*, 451–470. Cambridge: Cambridge University Press.
6. Kent, R. D. (1977). *Speech Sciences*. San Diego, London: Singular Publishing Group, Inc.
7. Kent, R. D., Minifie, F. D. (1977). Coarticulation in recent speech production models. *Journal of Phonetics* 5, 115–133.
8. Kent, R. D. i Tjaden, K. (1997). Brain Functions Underlying Speech. U W.J. Hardcastle, J. Laver (ur.) *The Handbook of Phonetic Sciences*, 220–225. Oxford: Blackwell Publishers,
9. Malmberg, B. (1995). *Fonetika*. Zagreb: IVOR-PTU D.O.O.
10. Mildner, V. (2003). *Govor između lijeve i desne hemisfere*. Zagreb: IPC Grupa.
11. Mildner, V. (2018). Aspects of Coarticulation. U M. Gosy, T. E. Graczi (ur.) *Challenges in analysis and processing of spontaneous speech*, 27–48. Budimpešta: Research Institute for Linguistics, Hungarian Academy of Sciences.

12. Poplašen, D. (2014). Vokalni noduli ili čvorići glasnica – profesionalna bolest. *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini* 3, 261-263.
13. Škarić, I. (1991). Fonetika hrvatskoga književnog jezika. U Babić, S., Brozović, D., Moguš, M., Pavešić, S., Škarić, I., Težak, S. *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika*, 61–377. Zagreb: HAZU, Globus.
14. Volenec, V. (2015). Coarticulation. U J. Davis (ur.) *Phonetics: Fundamentals, Potential Applications and Role in Communicative Disorders*, 47–86. New York: Nova.

Sažetak

Govor je jedna od najsloženijih čovjekovih vještina i sposobnosti. Koristimo ga u svakodnevnim situacijama i dio je ljudskog intelektualnog i emocionalnog života.

Fonacija ili stvaranje glasa je proces u kojem se stvara ton. Ljudski govorni aparat sastoji se od dišnog aparata, grkljana i nadgrkljanskih šupljina. Glasnice su važan dio govornog aparata. Nadgrkljanske šupljine imaju nezaobilaznu ulogu u proizvodnji govora jer služe kao rezonatori. Artikulacija je proces pomaka izgovornih organa tijekom govora s ciljem pojačavanja, prigušivanja i stvaranja govornog zvuka. Govornim pokretima upravlja živčani sustav. Živčani sustav čine živčane stanice – neuroni. Neuron je funkcionalna i strukturna jedinica mozga. Brodino područje važno je za regulaciju govornog ritma, odnosno za motoričko planiranje proizvodnje govora; Wernickeovo područje odgovorno je za razumijevanje govora, no oni nisu jedini koji u tim procesima sudjeluju, s jedne strane, a s druge proizvodnja i percepcija govora nisu im jedine uloge. Koartikulacija je prilagodba oblika govornog trakta u iščekivanju sljedećeg pokreta (anaticipacijska) ili trag prethodnog (perseveracijska). (Ko)artikulacija je više varijabilna kod djece nego kod odraslih te se njezina stabilnost povećava s dobi. Svaki glas ima svoju neuromotoričku reprezentaciju povezanu s mišićima koji trebaju biti aktivirani za njegovu proizvodnju i njihovu prostorno-vremensku koordinaciju. Osim korteksa, bitnu ulogu u motoričkom planiranju i izvršenju govora, imaju insula, mali mozak i talamus. Koartikulacija je pokazatelj uredne motorike u proizvodnji govora. Primjeri (ko)artikulacijskih neurološki oštećena su govorna apraksija, dizartrija i mucanje.

Ključne riječi:

proizvodnja govora, anatomija i fiziologija izgovora, artikulacija, koartikulacija, neurolingvistički aspekti koartikulacije

Summary

Speech is one of the most complex human skills and abilities. We use it in everyday situations and it is part of human intellectual and emotional life. Phonation or voice creation is the process in which we create a tone. The human speaking apparatus consists of respiratory apparatus, larynx and cavities above the larynx. Vocal cords are an important part of speaking apparatus. Cavities above the larynx have a crucial role in speech production because they serve as resonators. Articulation is the process of moving our articulatory organs during speech with the aim of amplifying, jamming and creating sound. Speaking movements are controlled by the nervous system. Nervous system consists of neurons. Neuron is a structural and functional unit of the brain. Broca's area is important for speech rhythm and speech motor planning and Wernicke's area is responsible for speech comprehension but they are not the only areas of the brain involved in speech production or perception and these tasks are far from being their only functions. Coarticulation refers to adjusting the vocal tract while producing a sound in the expectation of the next one (anticipatory coarticulation) or as a trace of the preceding one (perseverative coarticulation). Each sound has its own neuromotor muscle-associated representation that needs to be activated for its production and spatial-timing coordination. Apart from the cortex, an important role in motor planning and speech performance, have the insula, cerebellum and thalamus. Coarticulation is an indicator of the typical motor and speech production. Some examples of impaired coarticulation may be found in apraxia of speech, dysarthria and stuttering.

Keywords: speech production, anatomy and physiology of speech production, articulation, coarticulation, neurolinguistic aspects of coarticulation