Slušno procesiranje kod djece s disleksijom

Đurenec, Mihaela

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:957263

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository







Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad
Slušno procesiranje kod djece s disleksijom

Mihaela Đurenec

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Slušno procesiranje kod djece s disleksijom

Mihaela Đurenec

prof. dr. sc. Mirjana Lenček
izv. prof. dr. sc. Ana Bonetti

Zagreb, rujan, 2021.

Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala rad ***Slušno procesiranje kod djece s disleksijom*** i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Mihaela Đurenec
Zagreb, rujan, 2021.

SAŽETAK

Slušno procesiranje kod djece s disleksijom

Mihaela Đurenec

Mentor i komentor: prof. dr. sc. Mirjana Lenček
izv. prof. dr. sc. Ana Bonetti

Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za logopediju

Slušno procesiranje čini sposobnost obrade informacija iz slušnih puteva u središnjem živčanom sustavu. Povezanost slušnog i jezičnog procesiranja te njegova uloga u učenju vještine čitanja nije u potpunosti razjašnjena. Unazad nekoliko desetaka godina u znanstvenim radovima se opisuje populacije djece s teškoćama slušanja unatoč urednom pragu čujnosti. Dok dio istraživača navedene teškoće slušanja objašnjava kao dio kliničke slike poremećaja slušnog procesiranja (PSP-a), zbog sličnosti u simptomatologiji PSP-a i drugih neurorazvojnih poremećaja, posebice disleksije, sve češće se ove teškoće opisuju u kao posljedica generalnih teškoća učenja. Cilj i svrha ovog diplomskog rada je davanje pregleda znanstvene literature o slušnom procesiranju i vještini slušnog procesiranja kod djece s disleksijom. Također, u radu se daje pregled spoznaja o utjecaju auditivno usmjerenih intervencija na vještinu čitanja. Teškoće slušnog procesiranja povezuju se s povećanim rizikom za nastanak jezičnih teškoća i teškoća čitanja i pisanja. Pregled istraživanja upućuje na teškoće slušnog procesiranja samo kod dijela djece s disleksijom i razlike u specifičnim vještinama slušnog procesiranja. Ovakva heterogenost raspodjele vještine slušnog procesiranja unutar skupine djece s disleksijom objašnjava se problemom definiranja slušnog procesiranja, ali i postojanjem individualnih razlika unutar skupine djece s disleksijom. Zbog novih spoznaja o utjecaju jezika i izvršnih funkcija na mjere slušnog procesiranja, postavlja se pitanje o opravdanosti postavljanja dijagnoze PSP-a unutar populacije djece s disleksijom. Kontinuirana istraživanja međuovisnosti slušnog procesiranja, jezika i vještine čitanja potrebna su kako bi se razjasnila priroda istovremenog pojavljivanja teškoća slušanja i disleksije, ali i dobile informacije važne za praktični rad u području logopedije.

ključne riječi: slušno procesiranje, disleksija, poremećaj slušnog procesiranja

SUMMARY

Auditory processing in children with dyslexia

Mihaela Đurenec

Supervisors: Prof. Mirjana Lenček, PhD
Assoc. Prof. Ana Bonetti, PhD

University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences, Department of Speech and Language Pathology

Auditory processing is the ability to process information obtained from the auditory pathways in the central nervous system. The connection between auditory and language processing and its role in developing reading skills has not yet been fully explained. For the past several decades, scientific papers have described populations of children with hearing difficulties despite having a regular hearing threshold. While some researchers explain these hearing difficulties as part of the symptomatology of auditory processing disorder (APD), due to similarities in the symptomatology of APD and other neurodevelopmental disorders, especially dyslexia, these difficulties are increasingly described as a consequence of general learning difficulties. The aim and purpose of this Master's thesis is to provide an overview of the scientific literature on auditory processing and auditory processing skills in children with dyslexia. Also, the paper provides an overview on the value of auditory processing measures as an early indicator of reading difficulties and the impact of auditory-oriented interventions on reading skills. Auditory processing difficulties are associated with an increased risk of language impairment, as well as reading and writing difficulties. The results of this overview indicate difficulties in auditory processing are present only in some children with dyslexia and indicate differences in specific auditory processing skills within the subgroup of children with dyslexia. This heterogeneity in the distribution of auditory processing skills within the group of children with dyslexia is explained by the problem of defining auditory processing and also by the individual differences in population of children with dyslexia. Continuous research on the interdependence of auditory processing, language, and reading skills is needed to clarify the nature of the simultaneous occurrence of listening difficulties and dyslexia and as well as to obtain information relevant to clinical work in the area of speech and language pathology.

key words: auditory processing, dyslexia, auditory processing disorder

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Slušno procesiranje 3
2.1. Poremećaj slušnog procesiranja (PSP) 8
2.2. Dijagnostika PSP-a 10
2.3. PSP i drugi neurorazvojni poremećaji 14
3. Povezanost disleksije i PSP-a 16
3.1. Istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom 19
3.2. Objašnjenja neujednačenosti rezultata istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom 24
3.3. Modeli povezanosti teškoća slušnog procesiranja i disleksije 27
3.4. Uspješnost intervencija usmjerenih na slušno procesiranje kod djece s disleksijom 30
4. Zaključak 35
5. Literatura 38

1. Uvod

Tijekom nekoliko posljednjih desetljeća u znanstvenim radovima opisuje se skupina djece koja unatoč urednom pragu čujnosti pokazuje teškoće razumijevanja govora u buci, otežano slijedi razgovore i pokazuje generalno lošije vještine slušanja (Sharma, Purdy i Humburg, 2019). Unutar polja audiologije stvoren je konstrukt poremećaja slušnog procesiranja (PSP-a) koji objašnjava navedene teškoće disfunkcijom slušnog procesiranja, odnosno sposobnosti obrade slušno prezentiranih informacija u središnjem živčanom sustavu (Myklebust, 1954). PSP je relativno nov fenomen koji je zanimljiv i za logopede zbog učestalog pojavljivanja jezičnih teškoća i teškoća čitanja u ovoj populaciji (Bamiou, Musiek i Luxon, 2001). Dok krovne organizacije poput Američke udruge za govor i slušanje (ASHA) (2005) i Britanskog udruženja audiologa (BSA) (2011) te određene skupine istraživača zagovaraju važnost ranog prepoznavanja teškoća slušnog procesiranja i dodjeljivanja dijagnoze PSP-a, sve češće se izdaju radovi koji upozoravaju na upitnu opravdanost statusa PSP-a kao zasebnog kliničkog entiteta. Kao temeljni argumenti stajališta protiv PSP-a kao zasebnog poremećaja navode se heterogenost populacije i iznimno rijetki slučajevi pojavljivanja PSP-a bez istovremene prisutnosti nekog od neurorazvojnih poremećaja (Vermiglio, 2021).

Zbog složenog i nedovoljno objašnjenog međudjelovanja slušnog procesiranja, govorne percepcije, razvoja jezičnih vještina i učenja čitanja, velik broj istraživanja slušnog procesiranja usmjeren je na kliničke populacije djece s razvojnim jezičnim poremećajem i disleksijom. Na temelju prvih spoznaja o teškoćama slušnog procesiranja kod djece s disleksijom razvijena je postavka o nedostacima brze auditivne obrade kao uzroku nastanka disleksije (Tallal, 1980). Iako ova postavka nudi objašnjenje loše izvedbe na mjerama slušnog procesiranja kod djece s disleksijom te prisutnost teškoća čitanja i pisanja kod većine djece sa sumnjom na prisutnost PSP-a (Sharma i sur., 2019), rezultati novijih istraživanja upućuju na prisutnost slušnih nedostataka samo kod dijela djece s disleksijom. Razlike u vještini slušnog procesiranja kod djece s disleksijom objašnjavaju se nedovoljno razjašnjenom prirodom povezanosti slušnog i jezičnog procesiranja, ali i postojanjem kognitivnih podtipova disleksije, prisutnošću jezičnih teškoća i teškoća radnog pamćenja kod dijela osoba s disleksijom.

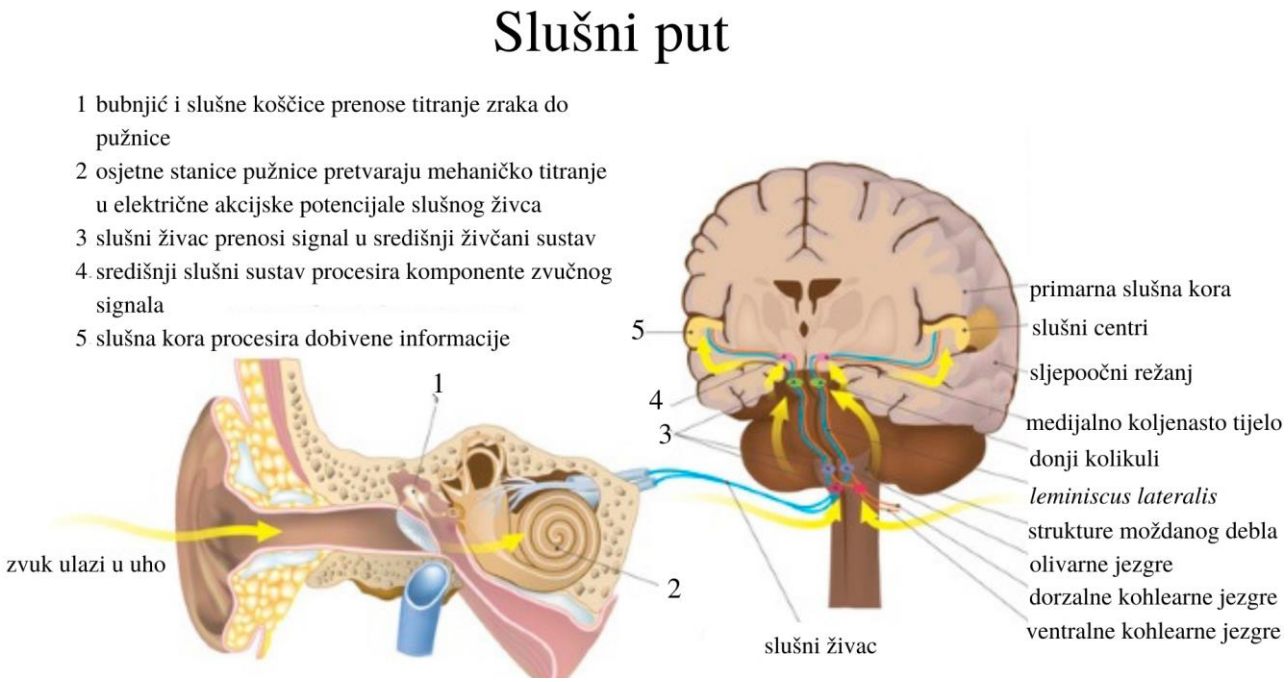
Cilj ovog diplomskog rada je davanje pregleda literature o slušnom procesiranju, pregleda istraživanja o slušnom procesiranju kod djece s disleksijom te prikaza modela povezanosti

teškoća slušnog procesiranja i disleksije. Istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom važna su zbog dobivanja novih spoznaja o obilježjima disleksije i povezanosti slušnog procesiranja, fonoloških sposobnosti i čitanja. Opisivanje istovremenog pojavljivanja disleksije i PSP-a i definiranje sličnosti i razlika između ova dva poremećaja važno je za donošenje odluka u kliničkom radu u području logopedije.

2. Slušno procesiranje

Proces slušanja više je od jednostavnog prijenosa i pretvorbe akustičkih signala u živčane impulse i ne završava u uhu (Bamiou i sur., 2001). Teškoće slušanja mogu biti rezultat nedostatka obrade slušnog signala na jednoj ili više hijerarhijskih razina slušnog i središnjeg živčanog slušnog sustava. Heđever i Bonetti (2010) slušno procesiranje definiraju kao pojam koji se odnosi na to kako mozak prepoznaje i interpretira zvučne podražaje iz okoline. Prema Bellis i Ross (2011) termin slušno procesiranje odnosi se na sposobnost procesiranja informacija iz slušnih puteva u središnjem živčanom sustavu.

Funkcija uha kao osjetnog organa je prihvaćanje i razlaganje složenih zvukova (npr. govora) na jednostavne vibracije, a ti se podaci slušnim putevima dostavljaju mozgu na daljnju analizu (Judaš i Kostović, 1997). Govorni podražaj u obliku zvučnog vala sastavljen je od komponenti koje su određene amplitudom i frekvencijom. Zadaća slušnog sustava je analiza tih komponenti da bi se uopće mogao primiti ulazni signal. Slušni sustav međutim nije osjetljiv samo na intenzitet (glasnoću) i frekvenciju (visinu) zvuka te nam omogućava raspoznavanje boje zvuka i vremenskih obrazaca mijenjanja navedenih parametara, tj. prepoznavanje melodije, intonacije govora itd. (Judaš i Kostović, 1997). Središnji slušni sustav čine specifične neuronske veze koje povezuju neka područja moždanog debla, međumozga i moždane kore (Judaš i Kostović, 1997). Sastoji se od međusobno povezanih struktura moždanog debla, struktura međumozga, uzlaznih i silaznih snopovi aksona, komisurnih snopova aksona te primarnog (Brodmannova polja 41 i 42) i sekundarnog (Brodmannovo polje 22) slušnog polja moždane kore (Judaš i Kostović, 1997). Slika 1. u nastavku prikazuje dijelove periferne i središnje dijelove slušnog puta.



Slika 1. Slušni put [preuzeto i prilagođeno iz Koch, S. (2019). *The baffling nature of auditory processing disorders*. Preuzeto 1.9.2021. s https://exclusive.multibriefs.com/content/the-baffling-nature-of-auditory-processing-disorders/communications].

Preduvjet urednog slušnog procesiranja jest osiguravanje prijema akustičkog signala, odnosno očuvana funkcija perfiernog slušnog sustava. Prvi neuron slušnoga puta nalazi se u spiralnome gangliju pužnice. Bipolarne stanice spiralnoga ganglija čine vestibulokohlearni živac (nervus vestibulocochlearis). Vestibulokohlearni živac sastavljen je od dva manja snopića aksona: slušnoga živca (nervus cochlearis) i vestibularnoga živca (nervus vestibularis). Nakon pretvorbe iz akustičkih signala, živčani impulsi šalju se slušnim živcem i slušnim putevima u strukture mozga (Judaš i Kostović,1997). Nakon što očuvani slušni signal prođe slušnim živcem, prva razina slušnog procesiranja odvija se u kohlearnim jezgrama gdje je smješten drugi neuron slušnoga puta, a primarna funkcija ove razine je pojačavanje kontrasta u signalu. Slušni signal zatim se trapezoidnim tijelom prenosi iz kohlearnih jezgara do olivarnog kompleksa. U gornjem olivarnom kompleksu slušni putevi se granaju ipsilateralno i bilateralno. Sukladno tome, ako dođe do disfunkcije na razinama nižim od olivarnog kompleksa, teškoće će se realizirati ipsilateralno, a disfunkcija olivarnih i viših razina obrade realizira se kontralateralno ili bilateralno. U gornjem olivarnom kompleksu registriraju se razlike u intenzitetu i u fazi zvučnih signala (Mildner, 2003), a funkcija kompleksa je trostruka:

procesiranje binauralnih informacija, lokalizacija zvuka te slušanje uz pozadinsku buku (Bellis i Ross, 2011). Na ovoj razini javljaju se i prve poprečne veze između lijeve i desne strane što omogućuje prepoznavanje smjera izvora zvuka. Iz olivarnog kompleksa poruka se prenosi preko lateralnoga lemniskusa do donjih kolikula. Treći neuron slušnoga puta smješten je i u gornjoj olivarnoj jezgri, i u donjim kolikulima. U donjim kolikulima je, osim trećega neurona, smješten i četvrti neuron slušnoga puta (Judaš i Kostović, 1997). U donjim kolikulima dolazi do približavanja dorzalnih i ventralnih slušnih tokova moždanoga debla što omogućava identifikaciju uzorka zvuka i njegovu lokalizaciju (Pickles, 2015). Iz donjih kolikula aksoni slušnoga živca odlaze u medijalno koljenasto tijelo (corpus geniculatum mediale) gdje je smješteno tijelo neurona slušnoga puta koje završava u primarnoj slušnoj moždanoj kori. Slušni put završava u moždanoj kori gdje se nalaze primarna (Brodmannova polja 41 i 42) i sekundarna slušna područja (Brodmannovo polje 22) (Judaš i Kostović, 1997). U Heschlovoj vijugi koja je dio primarnog slušnog područja dolazi do fonemske diskriminacije podražaja, odnosno svjesne percepcije govornih i negovornih zvukova (Moore i Hunter, 2013). Obrada govornih podražaja nakon ove razine dio je jezičnog procesiranja, a izvršne funkcije utječu na izvedbu odgovora na podražaj u obliku ponašanja, govornog ili pisanog jezika (Richard, 2018).

Massaro (1993, prema Richard, 2011) definirao je slušno procesiranje kao „sposobnost izvlačenja značenja iz akustičkog podražaja. Iz ove definicije najbolje je vidljiv glavni problem procjene slušnog procesiranja, a to je određivanje granice između slušne i jezične obrade. Za objašnjavanje govorne percepcije do koje dolazi interakcijom slušnog i jezičnog procesiranja potrebno je poznavanje fiziologije slušnog i živčanog sustava, ali i kognitivnih teorija obrade informacija.

Torija informacijskog procesiranja (Miller, 1951, prema McClelland i Eland, 1986) objašnjava obradu, zadržavanje i dohvaćanje informacija putem računalne analogije. Unutar teorije razvijeno je nekoliko značajnih modela koji objašnjavaju više kognitivne funkcije poput jezika, pažnje i pamćenja. Prema TRACE modelu govorne percepcije (McClelland i Eland, 1986), koji se zasniva na postavkama teorije informacijskog procesiranja, za govornu percepciju potrebna je interakcija uzlaznih (*bottom-up*) i silaznih (*top-down*) procesa. Na temelju modela prema kojima su vještine slušnog procesiranja u međudjelovanju s višim kognitivnim funkcijama, Tabone, Grech i Bamiou (2020) opisuje dvije vodeće hipoteze objašnjenja nedostataka slušnog procesiranja. Prema prvoj hipotezi, koja se naziva i „model puta“ (*the pathway model*) (Chermak i Musiek, 1997, prema Tabone i sur., 2020), nedostaci su rezultat narušenog *bottom-up* procesiranja središnjeg slušnog sustava. Druga hipoteza, koja se naziva i mrežni model (*the*

network model) (Friel-Patti, 1999), govori o utjecaju više razine kognitivnog procesiranja na obradu i tumačenje zvučnog podražaja. Jezično procesiranje, pažnja i pamćenje prema ovoj hipotezi imaju direktan utjecaj na slušno procesiranje. Iako se ove dvije hipoteze temelje na suprotnim tvrdnjama, nisu međusobno isključive. Uzlazni procesi slušnog procesiranja potrebni su za prijenos i obradu akustičkih informacija, a silazni procesi paralelno reguliraju proces slušnog procesiranja pružajući informacije o očekivanjima i prethodnom iskustvu vezanom uz nadolazeći podražaj (Moore i Hunter, 2013). Unatoč činjenici da slušno procesiranje ne predstavlja linearni kontinuum, već se sastoji od nekoliko procesa koji su u međudjelovanju, potrebno ih je razdijeliti s ciljem procjene i konstruiranja mjera slušnog procesiranja (Richard, 2018).

Prve mjere slušnog procesiranja i prvi bihevioralni testovi razvijeni su prema nedostacima slušne obrade koje su pokazivale osobe s dokazanim organskim oštećenjima mozga i moždanog debla (Willeford, 1980, prema Vermiglio, 2018). Mjere koje su se pokazale osjetljivima na dokazane lezije područja mozga zaduženih za slušnu obradu zatim su standardizirane na općoj populaciji i primjenjuju se s ciljem procjene slušnog procesiranja. Zbog različitih vještina slušnog procesiranja koje proizlaze iz složenosti uloge središnjeg slušnog sustava, postavlja se problem određivanja opsega i specifičnih vještina slušnog procesiranja koje je potrebno uvrstiti u procjenu. Tri glavne skupine vještina slušnog procesiranja koje se ispituju u sklopu različitih baterija testova za procjenu slušnog procesiranja uključuju binauralno procesiranje, vještine vremenske obrade i vještine slušne diskriminacije (Richard, 2018). Sve vještine mogu biti ispitane monoauralno (na jednom uhu), binauralno (na oba uha), diotički (dva uha u isto vrijeme čuju isti podražaj) ili dihotički (dva uha u isto vrijeme čuju različit podražaj). Vještine slušnog procesiranja mogu se ispitati bihevioralnim i elektrofiziološkim mjerama, a vrste zvučnog podražaja mogu biti govorni ili negovorni, prave riječi, brojevi ili pseudoriječi.

Vještine slušnog procesiranje moguće je proučavati i metodama funkcionalnoga oslikavanja mozga. Ove metode koriste se većinom u istraživačke svrhe, no s porastom dostupnosti tehnologije govori se i o njihovoj potencijalnoj i u praktičnom radu. Metodom evociranih potencijala ili metodom potencijala vezanih uz događaj (eng. *event-related potentials*), koji se u hrvatskome nazivaju i kognitivni evocirani potencijali (KEP), signal elektroencefalografa uprosječuje se s obzirom na podražaj prezentiran ispitaniku (Kuvač i Palmović, 2007). Na taj način dobiva se krivulja koja prikazuje moždanu aktivnost s obzirom na podražaj. Signal MMN (Mismatch Negativity) primjer je slušno evociranog potencijala koji nastaje kao odraz detekcije promjene u slušno prezentiranom podražaju. Termin MMR (Mismatch Response) odnosi se na

komponentu KEP-a koja nastaje kao odgovor na takve promjene kod novorođenčadi tijekom sna (Háden, Németh, Török i Winkler, 2016). U istraživanjima slušnog procesiranja koristi se i metoda funkcionalne magnetske rezonancije (fMRI) kojom se živčana aktivnost mjeri posredno, na temelju promjena u lokalnom protoku krvi. Iako se elektrofiziološke mjere slušnog procesiranja smatraju valjanijim od bihevioralnih, njihova pouzdanost propitkuje se zbog pojave varijacija u odgovorima kod istog ispitanika. Varijacije se objašnjavaju habituacijom, stupnjem pažnje i ostalim karakteristikama koje se ne mogu vidjeti iz signala, a zbog ove pojave razvijaju se napredniji pristupi analize rezultata (Bishop i Hardiman, 2010, prema Paprika, 2016).

Seeto, Tomlin i Dillon (2021) proveli su istraživanje usmjereno na povezanost mjera slušnog procesiranja, mjera kognitivnih vještina i vještine čitanja. Uzorak je činilo 105 djece sa teškoćama slušanja i sumnjom na PSP i 50 djece urednog razvoja u dobi od 7 do 13 godina. Analiza je provedena metodom multivarijantne regresijske analize koja dopušta više od jedne zavisne varijable i na taj način omogućava zaključivanje o valjanosti i međuovisnosti mjera slušnog procesiranja, kognitivnih vještina i vještine čitanja. Dostupne mjere slušnog procesiranja proučavane u ovom istraživanju nisu se pokazale kao nezavisne mjere konstrukta slušnog procesiranja, već su pod velikim utjecajem izvršnih funkcija i kognitivnih sposobnosti. Spoznaje o utjecaju izvršnih funkcija poput pažnje i pamćenja te neverbalne inteligencije na mjere slušnog procesiranja ne označavaju nepostojanje konstrukta slušnog procesiranja, ali ukazuju na potrebu za konstruiranjem pouzdanijih mjera (Seeto i sur., 2021).

Richard (2011) daje osvrt na kontinuum vještina potrebnih za uredno slušno procesiranje govornih podražaja. Slušno procesiranje definirano kao „sposobnost izvlačenja značenja iz akustičkog podražaja“ (Massaro, 1993, prema Richard, 2011), uključuje aktivnost perfirenog i središnjeg slušnog sustava, fonemsku svjesnost i jezično znanje. Uloga perifernog slušnog sustava je primanje i prijenos akustičkog podražaja do središnjeg slušnog sustava čija je uloga prijenos i modulacija transformiranog zvučnog signala za daljnju obradu u slušnim područjima moždane kore. Kao glavno područje preklapanja slušnog i jezičnog procesiranja navodi se fonemska svjesnost potrebna za određivanje granice među riječima. Za konačno pridruživanje značenja akustičkom podražaju potrebno je leksičko jezično znanje. Zbog međuovisnosti slušnog procesiranja i mogućeg utjecaja izvršnih funkcija i jezičnih vještina na izvedbu na mjerama slušnog procesiranja debata o valjanosti mjera slušnog procesiranja proteže se i na definiranje konstrukta PSP-a, proces dijagnosticiranja PSP-a te na definiranje teškoća slušanja u populaciji s drugim neurorazvojnim poremećajima.

2.1. Poremećaj slušnog procesiranja (PSP)

Konstrukt PSP-a temelji se na ranim radovima audiologa Helmera Myklebusta (Američka akademija za audiologiju (AAA),2010; Jerger, 2009). Myklebust (1954, prema Jerger, 2009) u priručniku „*Auditory Disorders in Children: a Manual for Differential Diagnosis"* prvi put opisuje skupinu djece koja unatoč urednim pragovima čujnosti pokazuju teškoće razumijevanja govora u buci. Rana istraživanja slušnog procesiranja bila su usmjerena na odrasle osobe s utvrđenim lezijama mozga koje su pokazivale teškoće slušanja bez pridruženih jezičnih teškoća. Interes za istraživanja pojave PSP-a kod djece proširio se nakon konferencije o pedijatrijskim slučajevima PSP-a 1977.godine (Keith, 1977, prema ASHA, 2005). Opisivanje fenomena PSP-a u populaciji bez neuroloških oštećenja potaknuto je prepoznavanjem skupine djece koja unatoč urednom sluhu pokazuje teškoće slušanja (BSA, 2011). Terminologija PSP-a mijenjala se kroz povijest. Iz prvotnog naziva poremećaj centralnog slušnog procesiranja (*central auditory disorder- CAPD*) kasnije je povučen termin centralni zbog rezultata recentnijih istraživanja koji naglašavaju interakciju perfirenog i centralnog dijela slušnog puta (Jeger i Musiek, 2000, prema Heđever i Bonetti, 2010).

Prema Jergeru (2009), „*PSP znači različite stvari različitim ljudima".* Ova izjava rezultat je mnoštva definicija, različitih profila stručnjaka koji se bave ovim poremećajem i različitih pristupa u istraživanju vještina slušnog procesiranja. Ovisno o znanstvenom području i modelu unutar kojeg se određuje, fenomen PSP-a definira se kao zaseban poremećaj ili se koristi općenitiji termin poput „teškoća slušanja" (Wilson, 2018). Dodjeljivanje dijagnoze u skladu s medicinskim modelom omogućuje definiranje specifične populacije koja dijeli zajednička obilježja, dok se unutar edukacijskog modela općenitiji opisi populacije koriste sa svrhom prepoznavanja djece kojima je potrebna podrška unutar obrazovnog sustava. Jedna od najcitiranijih definicija PSP-a je ona koju navode ASHA (2005) i AAA (2010). Prema ovoj definiciji, PSP se odnosi na teškoće obrade slušnih informacija u središnjem živčanom sustavu koje nisu uzrokovane komunikacijskim, jezičnim ili kognitivnim teškoćama. Također, PSP se razlikuje od konduktivnog oštećenja sluha kojeg uzrokuje ograničen prijenos zvuka kroz vanjsko i srednje uho i perceptivnog oštećenja sluha koje nastaje uslijed oštećenja pužnice ili oštećenjem slušnog živca koji prenosi te impulse u mozak (ASHA, 2005). Narušene funkcije slušne obrade uključuju: lokalizaciju zvuka i lateralizaciju, slušnu diskriminaciju, prepoznavanje uzoraka, vremenske aspekte slušne obrade, slušnu obradu u uvjetima

nadmetajućih podražaja i slušnu obradu u uvjetima narušenog akustičkog signala. BSA (2018) definira PSP kao skupinu simptoma koja se uobičajeno javlja istovremeno uz druge neurorazvojne poremećaje. Kao temeljno obilježje PSP-a navodi se loša percepcija govornih i negovornih podražaja do koje dolazi zbog narušenih funkcija središnjeg živčanog sustava. Chermak (2001) u definiciji PSP-a ističe teškoće procesiranja informacija u specifično slušnom modalitetu te navodi povezanost s teškoćama jezičnog razvoja i učenja. Prema Heđeveru (2010) PSP predstavlja nedostatak u procesiranju auditivno predstavljenih informacija, a dodatno se napominje utjecaj neadekvatnih akustičkih uvjeta. Određena skupina istraživača za opis fenomena PSP-a koristi šire termine poput *nedostatak slušanja* (de Bonis, 2015), *djeca s teškoćama slušanja* (de Wit, van Dijk, Hanekamp, Visser-Bochane, Steeenbergen, van der Schans i Luinge, 2017) ili *teškoće slušanja* (Moore i sur., 2018, prema Tabone i sur., 2020). Zbog heterogenosti populacije osoba s PSP-om, Wilson (2018) predlaže definiranje *poremećaja iz spektra slušnog procesiranja* koji bi objedinjavao niz različitih manifestacija sa sličnim uzročnim mehanizmom.

Kao mogući uzrok PSP-a najčešće se spominju tri kategorije uzročnih faktora: neuromorfološki poremećaji, kašnjenje u sazrijevanju središnjeg živčanog sustava i neurološki poremećaji (Chermak, 2001). BSA (2018) kao uzrok navodi organsko oštećenje uzlaznih ili silaznih putova središnjeg slušnog živčanog sustava, kao i drugih neuralnih sustava koji mogu imati utjecaj na rad središnjeg slušnog živčanog sustava. Navedeni sustavi uključuju više kognitivne funkcije poput jezika, govora, pažnje, izvršnih funkcija, pažnje i emocionalne regulacije. Nerazjašnjeno međudjelovanje uzročnih faktora kojima se objašnjava nastanak PSP-a u skladu je s heterogenom kliničkom slikom populacije te izravno utječe na različita tumačenja ovog fenomena.

Neka od karakterističnih ponašanja djece s PSP-om uključuju: teškoće diskriminacije (razumijevanja govora u buci, kada govori više osoba itd.), lošije snalaženje u razgovoru u grupnim situacijama, teškoće zanemarivanja nevažnih slušnih podražaja, teškoće primanja i procesiranja više poruka istodobno, sporost u odgovaranju na slušne informacije, teškoće slijeđenja dužih razgovora te dužih ili složenih verbalnih uputa, brže umaranje prilikom dužih ili složenijih slušnih aktivnosti, česte upite za ponavljanje informacija i uputa (potrebno je višestruko ponavljanje za postizanje razumijevanja), teškoće kratkoročnog i dugoročnog pamćenja u prisjećanju verbalno prezentiranih informacija (npr. recitiranje abecede, brojeva telefona, dana u tjednu, učenja rime i pjesama), teškoće slušne diskriminacije, teškoće pamćenja i manipuliranja fonemima i teškoće lokalizacije zvuka (Keith, 2004, prema Lanc i sur., 2012).

U školskoj dobi dolazi do teškoća u jezičnom odgovaranju, slabe slušne memorije, loše fonemske diskriminacije, slabijeg kratkotrajnog pamćenja, teškoća čitanja i pisanja, teškoća učenja stranog jezika (Bamiou i sur., 2001). Teškoće koje se u znanstvenim radovima navode kao karakteristike PSP-a često su prisutne i kod drugih neurorazvojnih poremećaja, posebice razvojnog jezičnog poremećaja i disleksije.

2.2. Dijagnostika PSP-a

Psihoedukacijski pristup dijagnostike PSP-a temelji se na testiranju primarnih slušnih sposobnosti (Jerger, 2009). Ovaj pristup je u skladu s Catell-Horn-Caroll (CHC) teorijom kognitivnih sposobnosti prema kojoj sveukupnu inteligenciju čini šesnaest striatuma (Flanagan i Dixon, 2014). Slušno procesiranje (Ga) jedan je od striatuma i njegovo funkcioniranje neovisno je od ostalih sposobnosti. Striatum slušnog procesiranja čine sposobnosti koje se odnose na analiziranje, sintetiziranje i diskriminaciju zvučnih podražaja u složenim okolinskim uvjetima. Iako Ga sposobnosti ne zahtijevaju vještinu razumijevanja jezika (striatum Gc), važne su za njihov razvoj (McGrew i Wendling, 2010, prema Falanagan i Dixon, 2014).

Prema preporukama koje je izdala ASHA (2005), dijagnostiku PSP-a provodi audiolog na temelju rezultata audioloških testova i dodatnih informacija o cjelokupnom razvojnom profilu. Za postavljanje dijagnoze PSP-a potrebna je sveobuhvatna procjena slušanja, jezika i kognitivnih sposobnosti koja zahtijeva multidisciplinarni timski pristup (Chermak, 2001). Zbog sve veće kliničke, ali i istraživačke uključenosti logopeda, 2007. godine ASHA je osnovala radnu skupinu s ciljem definiranja uloge logopeda u dijagnostici i intervenciji usmjerenoj na PSP (ASHA, 2007, prema Richard, 2018). Zaključci radne skupine upućuju na značajnu ulogu logopeda zbog jedinstvenog obrazovanja i znanja o povezanosti slušanja, jezika, govora i komunikacije. Zadatak logopeda u procesu dijagnostike PSP-a uključuje procjenu utjecaja teškoća slušnog procesiranja na učenje i hijerarhijsku procjenu jezičnih sposobnosti radi razdjeljivanja slušnog i jezičnog procesiranja.

Richard (2018) objašnjava etape procjene koju u sklopu procesa dijagnostike PSP-a provodi logoped. Nakon procjene receptivnog rječnika, primarna zona procjene odnosi se na funkcionalne vještine slušanja. U drugoj etapi provodi se hijerarhijska procjena jezika, a treća

se odnosi na interakciju jezičnih sposobnosti i izvršnih funkcija. Kao dodatan dio procjene, potrebno je provesti procjenu verbalnog kratkoročnog pamćenja i leksičkog priziva.

U Hrvatskoj su, kao i u većini europskih zemalja, za provođenje dijagnostike PSP-a najviše educirani logopedi. Razlike u preporukama krovnih organizacija poput ASHA-e i kliničke prakse u Hrvatskoj Heđever (2015) objašnjava različitim sustavom obrazovanja logopeda i audiologa u SAD-u i Europi. U SAD-u audiolozi i logopedi se obrazuju na istim fakultetima i često dijele dio studijskog programa. Unatoč razlikama među sustavima, Heđever (2011) navodi kako procjena slušnog procesiranja mora biti multidisciplirana te je neophodno uzeti u obzir nalaze i mišljenja drugih stručnjaka, kao što su audiolozi, psiholozi, rehabilitatori i učitelji.

Dijagnostički kriteriji za postavljanje dijagnoze PSP-a uključuju uredan prag sluha, neverbalni kvocijent inteligencije veći od 80, sposobnost slijeđenja verbalnih uputa u idealnim uvjetima, prisutnost simptoma i rizičnih faktora te ispodprosječna izvedba na testovima kojima se ispituje slušno procesiranje (Iliadou, Ptok, Grech, Pedersen, Brechmann i Deggouj, 2017). Dillon i sur. (2012, prema Barry, Tomlin, Moore i Dillon, 2015) predlažu sistematičan i hijerarhijski pristup dijagnostike PSP-a koji započinje uporabom upitnika s ciljem donošenja odluke o daljnjoj provedbi testova prema specifičnim karakteristikama teškoćama slušanja koje su prisutne. Ovakav hijerarhijski pristup proizlazi iz potrebe za osiguravanjem što manjeg utjecaja jezika i kognitivnih sposobnosti na izvedbu na mjerama kojima se ispituje slušno procesiranje (Chermak, Bamiou, Iliadou i Musiek, 2017). Prva razina odnosi se na inicijalnu procjenu koja uključuje strukturiranu anamnezu, uporabu upitnika i dostupnu medicinsku dokumentaciju (BSA, 2018).

Primjeri dostupnih upitnika o vještini slušanja su Fisher's Auditory Checklist (Fisher, 1985, prema BSA, 2018) , Chlidren's Auditory Performance Scale (CHAPS: Smoski, Brunt i Tannahill, 1998, prema BSA, 2018) i Evaluation of Children's Listening and Processing Skills (ECLiPS) (Barry i sur., 2015). ECLiPS je primjer validiranog upitnika koji procjenjuje slušno procesiranje, utjecaj okolinskih uvjeta, jezik, pamćenje, pažnju i pragmatičke vještine. Standardiziran je za engleski jezik i populaciju djece u dobi od 6 do 11 godina. Informacije dobivene sveobuhvatnim upitnikom poput ECLiPS-a pružaju smjernice za daljnju provedbu dijagnostičkog postupka. Nakon utvrđivanja urednog praga čujnosti standardnim audiološkim testovima, ispitivanja neverbalne inteligencije i utvrđivanja sposobnosti slijeđenja verbalnih uputa, ispituje se slušno procesiranje (Jerger i Musiek, 2000, prema Lanc, Braun, Heđever i Bonetti, 2012). Uredna neverbalna inteligencija i sposobnost slijeđenja verbalnih uputa čine

preduvjet sudjelovanja na bihevioralnih testovima koji se zbog pristupačnosti i dalje koriste kao najčešće sredstvo za ispitivanje slušnog procesiranja. Odabir specifičnih testova za ispitivanje slušnog procesiranja ovisi o dobi te informacijama o teškoćama slušanja, jezičnim i kognitivnim vještinama koje su dobivene tijekom anamnestičkog intervjua i inicijalne procjene (BSA, 2018).

Tri moguća pristupa testiranja slušnog procesiranja uključuju bihevioralne testove, elektrofiziološke i elektroakustičke testove te metode oslikavanja mozga (Chermak, 2001). Iako elektrofiziološke i elektroakustičke te metode oslikavanja mozga pružaju veću pouzdanost, zbog njihove nedostupnosti dijagnostika se većinom i dalje temelji na bihevioralnim testovima slušnog procesiranja. Primjer dostupne standardizirane baterije testova za dijagnostiku PSP-a je SCAN-C (Keith, 2000) test koji ispituje vremensku obradu podražaja, vještinu razumijevanja govora u buci, procesiranje distorziranog podražaja i binauralno procesiranje. Prema Domitz i Schow (2000) negativni rezultati SCAN-C gotovo uvijek označavaju uredno slušno procesiranje, ali pozitivan rezultat na SCAN-C testu zahtijeva dodatno ispitivanje prije postavljanja dijagnoze PSP-a što upućuje na upitnu osjetljivost i valjanost testa. Za hrvatsko govorno područje dostupan je test PSP-1 (Poremećaj slušnog procesiranja-1) (Heđever, 2012), napravljen prema uzoru na revidirani SCAN-C test i standardiziran za dob od 5.5 do 11.5 godina. Sastoji se od četiri subtesta: Test filtriranog govora, Test govora u buci, Dihotički test riječi i Dihotički test rečenica. Namijenjen je logopedima i audiorehabilitatorima te je prvi i jedini bihevioralni test slušnog procesiranja za hrvatsko govorno područje.

Dijagnostika PSP-a predstavlja izazov za stručnjake zbog širokog spektra vještina uključenih u slušno procesiranje i manjka dogovora i slaganja o kriterijima za postavljanje dijagnoze unutar znanstvene zajednice, a onda i stručne. Postoji nekoliko različitih smjernica o kriterijima za postavljanje dijagnoze PSP-a. Smjernice AAA (2010) i ASHA-e (2005) za dijagnosticiranje PSP-a uključuju rezultat od 2 standardne devijacije ispod prosjeka na barem jednom uhu na najmanje 2 različita bihevioralna testa. Razlike u vještinama koje različiti testovi ispituju i kriterijskim normama za postavljanje dijagnoze PSP-a izravno utječu na varijacije u dostupnim podacima o prevalenciji. Wilson i Arnott (2013) usporedili su prevalenciju PSP-a među 150 djece sa sumnjom na prisutnost teškoća slušnog procesiranja koristeći 9 različitih dijagnostičkih kriterija koji proizlaze iz smjernica nekoliko krovnih organizacija ili pojedinačnih istraživača. Prevalencija potencijalne prisutnosti PSP-a varirala je od 7.3% za najstrože do 96% za najblaže kriterije (Wilson i Arnott, 2013). Promatrajući vrste testova koji su primjenjivani, najveći broj ispitanika postizao je ispodprosječno postignuće upravo na zadacima koji su bili jezično

najzahtjevniji. Ovakvi rezultati upućuju na potrebu za izbjegavanjem dodjeljivanja općenite dijagnoze PSP-a bez definiranja specifičnih vještina procesiranja koje su narušene. Općenita dijagnoza PSP-a ne pruža informacije potrebne za kreiranje intervencije u skladu s potrebama pojedinca (Medwetsky, 2011, prema Wilson i Arnott, 2013).

Razlike u dijagnostičkim stopama prema različitim kriterijima djelomično su uzrokovane i nedosljednostima u testiranju slušnog procesiranja govornih i negovornih podražaja. Prema preporukama ASHA-e (2005), u dijagnostici PSP-a potrebno je procijeniti slušno procesiranje i govornih i negovornih podražaja. Korištenje negovornih podražaja preporuča se kako bi se izbjegao utjecaj jezika prilikom procjene slušnog procesiranja. Međutim, većina dijagnostičkih baterija testova uključuje samo govorne podražaje prezentirane u otežanim uvjetima slušanja, što otežava donošenje zaključka o potencijalnom utjecaju jezičnih vještina na dobivene rezultate (Ahmmed, 2020). Međutim, Bishop (2018) ističe utjecaj jezika i u uvjetima korištenja negovornih podražaja zbog korištenja verbalnih kognitivnih strategija u zadacima.

Iz dostupnih definicija slušnog procesiranja i razlika u dijagnostičkim kriterijima za PSP proizlazi velika heterogenost unutar populacije kojoj je dodijeljena ova dijagnoza. Za englesko govorno područje dostupna su 22 bihevioralna testa slušnog procesiranja koja ispituju različite vještine. Uzevši u obzir da ukupno 462 različite kombinacije zadovoljavaju kriterij ASHA-e (2005) i AAA (2010) za postavljanje dijagnoze PSP-a, postoje i 462 različita tipa poremećaja, što nam govori o velikim varijacijama među kliničkom slikom osoba s dijagnozom PSP-a (Vermiglio, 2021). Unatoč tome, prema Iliadou i sur. (2017) dijagnostički pristup koji se temelji na korištenju baterije testova za ispitivanje vještina slušnog procesiranja trenutačno jedini zadovoljava uvjete za status dijagnostičkog zlatnog standarda.

Zbog preklapanja u karakteristikama PSP-a i drugih dijagnostičkih kategorija, Moore (2006) navodi dijagnostički problem koji se odnosi na različito tumačenje teškoća slušnog procesiranja ovisno o profilu stručnjaka koji provodi procjenu. Dawes i Bishop (2010) kao primjer navode slučaj gdje će djetetu s istim simptomima audiolog dodijeliti dijagnozu PSP-a, a logoped disleksije ili razvojnog jezičnog poremećaja. Moore (2006) kao rješenje ovog problema navodi potrebu za dodatnim educiranjem audiologa i logopeda koji sudjeluju u dijagnosticiranju i tretmanu teškoća slušnog procesiranja o složenom međuodnosu slušanja i jezika. Problemi razlikovanja karakteristika PSP-a i drugih neurorazvojnih poremećaja utječu i na donošenje odluke o primarnom cilju intervencije.

Unatoč velikoj heterogenosti populacije, nedostatku konsenzusa o dijagnostičkim kriterijima i varijacijama u prevalenciji koji iz toga izlaze, PSP je naveden kao zasebna dijagnostička kategorija u Međunarodnoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih problema (Svjetska zdravstvena organizacija -WHO, 2018). S druge strane, PSP i dalje nije naveden kao zasebni poremećaj u Dijagnostičkom i statističkom priručniku za duševne bolesti Američke psihijatrijske udruge, DSM-5 (2014) što nam govori o tome da se ipak radi o poremećaju koji nije dovoljno prepoznat i istražen.

2.3. PSP i drugi neurorazvojni poremećaji

Prema Chermak i Musiek (1997), PSP se u 65 do 70 % slučajeva istovremeno pojavljuje uz jedan od drugih neurorazvojnih poremećaja. Fenotipska obilježja PSP-a uvelike se ne razlikuju se od simptoma drugih neurorazvojnih poremećaja, posebice disleksije i ADHD-a. S ciljem jasnijeg definiranja PSP-a u odnosu na druge neurorazvojne poremećaje, Cacace i McFarland (2013) u svojoj definiciji ističu specifičnost teškoća u odnosu na slušni modalitet. Međutim, zbog velikog postotka komorbiditeta s drugim neurorazvojnim poremećajima i pridruženih simptoma u drugim modalitetima, postavlja se pitanje imaju li osobe dijagnosticirane sa PSP-om teškoće u isključivo ili samo većinski u slušnom modalitetu (Tabone i sur., 2020). Witton (2010) izuzetno rijetku prevalenciju osoba s PSP-om bez drugih pridruženih neurorazvojnih poremećaja objašnjava dinamičkom prirodom i visokim stupnjem međusobne neuralne povezanosti različitih kognitivnih procesa.

De Wit i sur. (2017) proveli su metaanalizu istraživanja u kojem su usporedili sposobnosti djece s PSP-om, disleksijom, posebnim jezičnim teškoćama, ADHD-om i poremećajem iz spektra autizma (PSA). Cilj istraživanja bio je pronaći zajednička obilježja PSP-a i drugih neurorazvojnih poremećaja te utvrditi postoje li simptomi karakteristični isključivo za PSP. Definiranje karakteristika specifičnih za PSP omogućilo bi provođenje diferencijalne dijagnostike u odnosu na druge neurorazvojne poremećaje. U analizu je ukupno uključeno 13 istraživanja. Rezultati istraživanja upućuju na preklapanje u inteligenciji, pažnji, pamćenju i jezičnim sposobnostima između djece s PSP-om i drugim poremećajima. Jedina pronađena razlika odnosila se na lošiju izvedbu skupine djece s disleksijom u odnosu na skupinu djece s PSP-om na zadatku čitanja. U uključenim istraživanjima nije bilo jasno jesu li ispitanici imali

pridružene teškoće osim glavne dijagnoze koja im je bila dodijeljena. Kao još jedno metodološko ograničenje koje je moglo imati utjecaj na dobivene rezultate, autori navode upitnu valjanost provedenih testova slušnog procesiranja i utjecaj primarnih teškoća ispitanika na njihovu izvedbu. Rezultati ove metaanalize prema kojoj se raspodjela sposobnosti skupina različitih neurorazvojnih poremećaja nije mogla odijeliti u jasne skupine u skladu je s modelom višestrukih nedostataka (Pennington, 2006). Prema modelu višestrukih nedostataka, multifaktorska etiologija neurorazvojnih poremećaja u interakciji s višestrukim genetičkim ili okolinskim, rizičnim ili zaštitnim faktorima dovodi do preklapanja u simptomatologiji i fenomena istovremenog pojavljivanja različitih poremećaja (Pennington, 2006). U skladu s modelom višestrukih nedostataka, velik istraživački interes usmjeren je na istovremeno pojavljivanje disleksije i PSP-a. Osim što ova dva poremećaja dijele neka zajednička obilježja, slušno procesiranje kod djece s disleksijom istražuje se i zbog provjere postavke o nedostacima brze vremenske obrade (Tallal, 1980) kao uzroku disleksije. Objašnjavanje fenomena istovremenog pojavljivanja PSP-a i drugih neurorazvojnih poremećaja, pa tako i disleksije važno je zbog planiranja probira, procjene, planiranja individualizirane intervencije i odabira metoda podrške.

3. Povezanost disleksije i PSP-a

Disleksija se prema DSM-5 (Američka psihijatrijska udruga, 2014) određuje kao jedan od poremećaja iz kategorije specifičnih poremećaja učenja u kojem su postignuća u čitanju značajno niža u odnosu na očekivana s obzirom na kronološku dob, inteligenciju te obrazovanje primjereno dobi. Iako je prema definiciji Europske udruge za disleksiju disleksija različitost u stjecanju i korištenju vještina čitanja, pisanja i *spellinga* (European Dyslexia Association, 2007; prema Lenček, 2012), ova definicija osobama s disleksijom zapravo ne osigurava zakonodavnu podršku (Lenček, 2012). Prevalencija disleksije ovisi o dijagnostičkim kriterijima koji su primijenjeni, no većinom varira oko 10% opće populacije (Lyytinen, Erskine, Hämäläinen, Torppa i Ronimus, 2015). 40% djece s disleksijom ima komorbiditet s nekim drugim poremećajem, a poremećaji koji se najčešće javljaju istovremeno s disleksijom su diskalkulija, ADHD i anksiozni poremećaj (Moll, Snowling i Hulme, 2020). Istraživanja također potvrđuju istovremeno pojavljivanje teškoća slušnog procesiranja i disleksije, a prevalencija djece koja zadovoljavaju kriterije za postavljanje dijagnoze PSP-a u ovoj populaciji iznosi 30-50% (Hornickel i Kraus, 2013; Hämäläinen, Salminen i Leppänen,, 2012).

Kada se govori o etiologiji disleksije, prevladavajuće je mišljenje kako su fonološke teškoće, odnosno nedostaci fonološkog kodiranja i obrade fonoloških kodova, glavni uzrok u podlozi ovog poremećaja (Ramus i sur., 2003). Međutim, predmet neslaganja predstavlja pozadina fonoloških nedostataka, odnosno mogućnost postojanja generalnijeg temeljnog nedostatka na nižim razinama slušne obrade. Ramus (2003) navodi tri vodeće teorije nastanka disleksije, a to su fonološka teorija, magnocelularna teorija i cerebelerarna teorija. Prema fonološkoj teoriji nastanka disleksije (Swan i Goswami, 1997, prema Ramus, 2003) glavni uzrok disleksije jezične je prirode, odnosno teškoće fonološkog procesiranja. S druge strane, prema generalnoj magnocelularnoj teoriji disleksije (Stein i Walsh, 1997, prema Ramus, 2003) koja objedinjenje slušnu, vizualnu, cerebelarnu i teoriju nedostataka brze auditivne obrade, fonološki nedostaci objašnjavaju se kao posljedica primarno biološki određenog uzroka, disfunkcije magnocelularnog sustava koji sudjeluje u procesiranju senzoričkih informacija. Istraživanja usmjerena na provjeru postavke o teškoćama slušnog procesiranja kao rizičnom faktoru za nastanak disleksije imaju utjecaj na raspravu o povezanosti PSP-a i disleksije te na razvoj modela povezanosti slušanja, jezika i čitanja.

Prema jednom od stajališta, PSP nije zaseban poremećaj već skup simptoma koji su posljedica generalnih teškoća učenja (Dawes i Bishop, 2010). Također, jedan od zaključaka radne skupine pod vodstvom ASHA-e (2007, prema Richard, 2018) odnosi se na važnost funkcionalnih ograničenja i utjecaja teškoća slušnog procesiranja na obrazovne ishode za utemeljenost PSP-a kao zasebnog kliničkog entiteta. Zbog preklapanja ranih pokazatelja i obilježja disleksije te funkcionalnih ograničenja slušnog procesiranja na obrazovne ishode provode se istraživanja s ciljem opisivanja prisutnosti teškoća slušnog procesiranja kod osoba s disleksijom.

Kako bi se definirale razlike između populacije djece s dijagnozama disleksije i PSP-a, Dawes i Bishop (2010) proveli su istraživanje u kojem su uspoređivani psihometrijski profili djece s dijagnozom PSP-a i dijagnozom disleksije. Uzorak je činilo 25 djece s dijagnozom PSP-a i 19 djece s dijagnozom disleksije koja su ispitana na mjerama kognitivnih i jezičnih sposobnosti te mjerama slušnog procesiranja, a dodatne informacije o komunikacijskim sposobnostima i vještini slušanja dobivene su putem roditeljskih upitnika. Rezultati upućuju na 52% ispitanika skupine djece s PSP-om koji zadovoljavaju kriterije za postavljanje dijagnoze posebnih jezičnih teškoća, disleksije ili oba poremećaja, a razlika u prevalenciji posebnih jezičnih teškoća između skupine djece s disleksijom i PSP-om nije se pokazala statistički značajna. Također se analizirala prisutnost teškoća pažnje i koncentracije čija se prevalencija u općoj populaciji kreće oko 10%. U skupinama djece s disleksijom i PSP-om prevalencija je u prosjeku bila 50%, a razlika u prevalenciji između ove dvije skupine ponovno nije bila statistički značajna. Ovi rezultati upućuju na podjednaku učestalost jezičnih teškoća i teškoća pažnje i koncentracije u skupini djece s disleksijom i PSP-om.

Bishop i Dawes kao jednu od dobivenih statistički značajnih razlika između skupine djece s disleksijom i djece s PSP-om navode izvedbu na mjerama pismenosti. Iako su i djeca s PSP-om postizala ispodprosječne rezultate na zadacima kojima se ispitivalo čitanje i fonološka obrada, djeca s disleksijom postizala su značajno lošije rezultate u odnosu na njih. Slični rezultati o ispodprosječnoj izvedbi djece s PSP-om na mjerama fonološke svjesnosti i čitanja dobiveni su u istraživanju Rajkowski (2012, prema Rajkowski, 2012) gdje su uspoređivane fonološke vještine i vještina čitanja kod 19 djece urednog govorno-jezičnog razvoja, 19 djece s disleksijom i 19 djece s PSP-om. I u ovome istraživanju skupina djece s disleksijom ipak je postigla najniže rezultate na zadacima čitanja nepoznatih riječi i pseudoriječi i poznavanja slova. Zadaci poput čitanja nepoznatih riječi i pseudoriječi korišteni u ovim istraživanjima ispituju vještinu dekodiranja, odnosno vještinu prevođenja grafema u foneme. Teškoće dekodiranja su glavna značajka disleksije, a ove teškoće najčešće se objašnjavaju nedostacima

fonološke obrade (Nicolson i Fawcett, 2008, prema Ivšac Pavliša i Lenček, 2011). Prema postavci o nedostacima brze vremenske obrade kod djece s disleksijom (Tallal, 1980), fonološki nedostaci nastaju zbog teškoća procesiranja slušnih signala koje posljedično utječu na razvoj fonoloških reprezentacija u mozgu. Istraživanja fonološke obrade i vještine čitanja u populaciji djece s PSP-om omogućuju provjeru postavke o povezanosti teškoća slušnog procesiranja i teškoća čitanja. Rajkowski (2012) na temelju ovih istraživanja zaključuje kako je kod djece s dijagnozom PSP-a prisutan veći rizik za nastanak fonoloških teškoća i teškoća čitanja u odnosu na djecu bez prisutnih teškoća slušnog procesiranja. Važno je napomenuti kako su navedena istraživanja provedena na malim uzorcima i zbog toga je ograničeno donošenje općih zaključaka. Druga značajna razlika između skupine djece s disleksijom i skupine djece s PSP-om koja je dobivena u istraživanju Bishop i Dawes (2010) odnosi se na nesrazmjer između komunikacijske kompetencije procijenjene putem roditeljskih upitnika i rezultata na standardiziranim jezičnim testovima koji je prisutan kod djece s PSP-om. Autori ovu pojavu tumače činjenicom da dio djece sa sumnjom na PSP također ima dijagnozu poremećaja iz spektra autizma (Dawes i sur., 2008, prema Dawes i Bishop, 2010). Također ističu da pragmatičke teškoće često nisu prepoznate primjenom formalnih psihometrijskih testova te da bi u procjeni djece sa sumnjom na prisutnost PSP-a trebalo obratiti pozornost na procjenu komunikacijskih vještina.

U hrvatskom istraživačkom prostoru, pionirsko istraživanje povezanosti vremenske obrade jednostavnih akustičkih i vizualnih podražaja i čitanja provela je Ivšac (2005). Uspjeh na zadacima auditivne i vizualne obrade stavljen je u odnos s brzinom čitanja i razumijevanja pročitanog. Za potrebe istraživanja konstruiran je uređaj TTM10 (Gogić, 1999) kojim se mjerila brzina vremenske obrade. Uređaj se temelji na spoznajama o nedostacima vremenske obrade kod djece s disleksijom, a namijenjen je testiranju „Praga pravilnog redoslijeda“, vremena koje je potrebno da se prosudi koji je od dvaju podražaja u redoslijedu naišao prvi (Gogić, 1999). Uređaj TTM10 predstavlja priliku za provedbu istraživanja s ciljem provjere povezanosti auditivne obrade, jezika i čitanja kakva se provode u svijetu (Gogić, 1999) . Uzorak ispitanika u istraživanju Ivšac (2005) činilo je 60 djece učenika trećeg razreda koji su ispitani na mjerama auditivne i vizualne obrade, broja točno pročitanih riječi u minuti, vremena potrebnog za čitanje teksta i razumijevanja pročitanog. Dobivena je povezanost auditivne obrade i broja točno pročitanih riječi u minuti, ali ne i auditivne obrade i razumijevanja pročitanog. Ovi rezultati mogu se objasniti činjenicom da na razumijevanje pročitanog ne utječe samo vještina dekodiranja već i niz drugih kognitivnih, metakognitivnih i jezičnih čimbenika.

U analizu nisu uključene varijable koje se odnose na jezik, stoga nije moguće zaključivanje o povezanosti auditivne obrade i jezičnih vještina.

3.1. Istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom

Iako se vještina čitanja smatra vizualnom vještinom, pa tako i među prvim opisima disleksije nalazimo termine sljepoća za riječ (Berlin, 1884, prema Kirby, 2020), čitanje je zapravo jezična djelatnost. Istraživački trendovi najprije su bili usmjereni na područje vizualne percepcije i obrade, a u posljednje vrijeme fokus je stavljen na auditivno funkcioniranje, i to kao osnovu jezične obrade (Vancaš i Ivšac, 2002). Prema razvojnoj konstruktivističkoj perspektivi (Bishop,1997; Karmiloff-Smith, 1998, prema Witton, 2010), nedostaci senzoričke obrade u slušnom modalitetu imaju kaskadni učinak na razvoj drugih vještina, posebice slušnog pamćenja i fonoloških sposobnosti, a posljedično i na učenje vještine čitanja. Rosen i Manganari (2003) izvještavaju kako su teškoće slušnog procesiranja u istraživanjima pronađene kod 25-30% djece s disleksijom (npr. Adlard i Hazan, 1998; Manis i sur., 1997; Reed 1989; Tallal, 1980; Wright i sur., 1997, prema Rosen i Manganari, 2003).

Početak istraživanja slušnog procesiranja u populaciji djece s disleksijom veže se uz provjeru postavke o nedostacima brze vremenske auditivne obrade (Tallal, 1980). Prema ovoj postavci, teškoće u procesiranju zvučnih podražaja kratkog trajanja koji se brzo izmjenjuju utječu na vremensku obradu govornog podražaja na fonemskoj razini i posljedično dolazi do stvaranja pogrešnih mentalnih fonemskih reprezentacija. Zbog pogrešno razvijenih fonemskih reprezentacija, za očekivati je narušen razvoj govornog i pisanog jezika. Tallal i Piercy (1973) potvrdili su teškoće u razlikovanju i ponavljanju brzo prezentiranih govornih i negovornih podražaja kod djece s posebnim jezičnim teškoćama. Kasnije je ova hipoteza generalizirana i na djecu s disleksijom, a prema Tallal (2012), disleksija je samo jedna strana razvojnog kontinuuma teškoća koje započinju još u dojenačkoj dobi u obliku individualnih razlika u vještini brzog procesiranja auditivnih podražaja.

Istraživanja brzog vremenskog slušnog procesiranja kod djece s disleksijom u početku su se temeljila na biheviroalnim testovima, a prvo fMRI istraživanje proveli su Gaab, Gabrieli, Deutsch, Tallal i Temple (2007). 22 djece s disleksijom i 23 djece iz kontrolne skupine

prosječne dobi 10.5 godina napravljen je cjelokupni fMRI mozga tijekom slušanja nejezičnog podražaja koji je sadržavao brze i spore prijelaze. Skupina djece s disleksijom nije pokazala odgovor na promjenu u brzini prijelaza podražaja u odnosu na kontrolnu skupinu, a ovi rezultati u skladu su s prethodnim istraživanjem brzog vremenskog slušnog procesiranja kod odraslih s disleksijom (Temple, Poldrack, Protopapas, Nagarajan, Salz, i Tallal, 2000) u kojem je sudjelovao također mali uzorak od 8 ispitanika s disleksijom i 10 ispitanika kontrolne skupine. Dokaze iz istraživanja koji su u skladu s hipotezom nedostataka brze vremenske auditivne obrada kod djece s disleksijom (Tallal, 1980) kasnije su pokušali opovrgnuti brojni istraživači. Rosen (2003) kao mogući uzrok teškoća izvedbe djece s disleksijom na zadacima brze vremenske obrade navodi teškoće analiziranja složenih podražaja, a Studdert, Kennedy i Mody (1995, prema Lorusso, Cantiani i Molteni, 2014) govore o teškoćama spektralne analize zvučnog vala na zasebne komponente. Kao moguć uzrok teškoća na zadacima brze vremenske obrade Hari i Renvall (2001, prema Lorusso i sur., 2014) i Lallier i sur. (2012, prema Lorusso i sur., 2014) ističu teškoće u obradi niza podražaja i sporost u prebacivanju pažnje. Banai i Ahissar (2009, prema Lorusso i sur., 2014) kao objašnjenje spominju i teškoće perceptivnog učenja. Mauk i Buonomano (2004, prema Lorusso i sur., 2014) objašnjavaju kako teškoće izvođenja zadataka brze vremenske obrade zvukova mogu biti rezultat nedostatka u kognitivnim procesima potrebnim za obradu intervala poput radnog ili kratkoročnog pamćenja. Kasnije je zbog novih spoznaja iz naziva hipoteze povučen dio koji se odnosi na vremensku dimenziju prezentiranih podražaja te se sada govori o hipotezi brze auditivne obrade (Tallal, 2004).

Hämäläinen i sur. (2012) daju sistemski pregled slušnog procesiranja kod osoba s disleksijom u koji je uključeno 45 bihevioralnih i 17 elektrofizioloških istraživanja. Rezultati istraživanja pokazuju statistički značajno lošiju izvedbu osoba s disleksijom na zadacima slušnog procesiranja u odnosu na kontrolnu skupinu. Pronađeni su dosljedni rezultati loše izvedbe na mjerama percepcije trajanja podražaja, percepcije promjena u frekvenciji i percepcije vremena porasta signala (vremena potrebnog da podražaj postigne maksimalnu amplitudu). Sve ove mjere pokazale su se povezane s vještinom čitanja. Elektrofiziološka istraživanja potvrdila su većinu rezultata bihevioralnih mjerenja, ali je njima dobivena dodatna informacija o specifičnosti izvedbe na pojedinim razinama središnjeg slušnog sustava. Kod ispitanika s disleksijom pronađena je lošija diskriminacija zvuka na nesvjesnim razinama slušnog procesiranja. Usporedbom mozgovnih odgovora na razini skupine ispitanika s disleksijom ipak su pronađeni nedosljedni rezultati. Hämäläinen i sur. (2012) heterogenost rezultata unutar

skupine osoba s disleksijom objašnjavaju različitom neurološkom osnovom i postojanjem različitih podtipova disleksije. Većina istraživanja uključenih u sistemski pregled uključivala je ispitanike koji su bili odrasle osobe ili djeca školske dobi i unutar ovog istraživanja nisu pronađene značajne promjene u vještini slušnog procesiranja s porastom dobi. Za zaključivanje o utjecaju vještina slušnog procesiranja na čitanje, istraživanja je potrebno provoditi prije početka formalne poduke kako bi se izbjegao recipročan utjecaj čitanja na slušno procesiranje (Bishop, Hardiman i Barry, 2012, prema Snowling i sur., 2018).

Provedeno je nekoliko longitudinalnih istraživanja s ciljem provjere valjanosti vještina slušnog procesiranja kao ranog pokazatelja teškoća čitanja. U većini istraživanja korištene su neurofiziološke metode poput uspoređivanja komponenti KEP-a. Leppänen, Hämäläinen, Salminen, Eklund, Guttorm, Lohvansuu, Puolakanaho i Lyytinen, (2010) uspoređivali su MMN odgovore na promjene u frekvenciji podražaja kod 22 novorođenčadi s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije i 25 novorođenčadi u kontrolnoj skupini. MMN odgovori novorođenčadi pokazali su se povezani s fonološkim sposobnostima i poznavanjem slova u predškolskoj dobi te mjerama govorne percepcije, čitanja i *spellinga* u drugom razredu. Pronađena je značajna razlika u MMN odgovorima između ove dvije skupine, ali se na temelju ove mjere slušnog procesiranja nije moglo predvidjeti koja će djeca s obiteljskim rizikom u školskoj dobi imati disleksiju. Van Zuijen, Plakas, Maassen, Been, Maurits, Krikhaar, van Driel i van der Leij (2012) istražili su vremensku komponentu slušnog procesiranja mjerenjem MMN odgovora na promjene u razmacima između podražaja kod 12 djece s obiteljskim rizikom i 12 djece u kontrolnoj skupini. Sa 17 mjeseci MMN odgovor zabilježen je samo u kontrolnoj skupini. Amplituda MMN odgovora sa 17 mjeseci pokazala se povezanom s tečnošću čitanja na kraju drugog razreda, ali ne i s fonološkom svjesnošću.

Kako bi se donio zaključak o kliničkoj vrijednosti uporabe MMR komponente slušno evociranih potencijala u svrhu prepoznavanja djece s rizikom za nastanak disleksije, Volkmer i Schulte-Körne (2018) napravili su pregled 17 elektrofizioloških istraživanja koja su proučavala MMR komponentu kod djece s disleksijom ili rizikom za nastanak disleksije. Autori ističu nedovoljan broj istraživanja usmjerenih na MMR komponentnu, posebice na negovornim podražajima kod djece u predčitalačkoj dobi, prije pojave teškoća čitanja i pisanja. Sva istraživanja uključena u analizu pronašla su razliku u MMR odgovorima između skupine djece bez rizika i sa rizikom za nastanak disleksije. U uvjetima govornih podražaja, razlika u MMR rezultatima pokazala se značajnima kod novorođenčadi s rizikom, no s porastom dobi rezultati su sve heterogeniji. Činjenica da velik broj istraživanja potvrđuje valjanost govornog MMR-a

za razlikovanje djece sa i bez rizika za nastanak disleksije u skladu je s postavkom o nedostacima govorne percepcije kod djece s disleksijom (Snowling, 1998, prema Volkmer i Schulte-Körne, 2018). U pet od sedam istraživanja pronađena je značajna povezanost MMR amplitude govornih i negovornih podražaja i kasnije vještine čitanja i *spellinga*. Ovi rezultati potvrđuju postojanje generalnog slušnog nedostatka kod djece s disleksijom, u skladu s postavkom o nedostacima brze auditivne obrade. Međutim, prema dostupnim podacima iz istraživanja, nije omogućeno zaključivanje o statističkoj snazi pojedine vrste podražaja te je vidljiva samo tendencija nedostatka za govorne podražaje kod djece s disleksijom. Autori navode kako MMR komponenta evociranih potencijala može poslužiti kao prediktor za nastanak disleksije, ali samo u kombinaciji s drugim, bihevioralnim prediktorima. Dio istraživanja potvrđuje valjanost MRR-a kao indikatora nedostatka govorne percepcije, a posljedično i rizničnog faktora za nastanak teškoća čitanja i *spellinga* (Volkmer i Schulte-Körne, 2018). S druge strane, u istraživanju Hakvoort, van der Leij, Mauritis, Maassen i van Zuijen (2015) loše postignuće na mjerama razlikovanja u frekvenciji i amplitudi kod 54 djece s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije pronađeno je kod djece sa i bez teškoća čitanja. Ovi rezultati upućuju na teškoće slušnog procesiranja kao karakteristiku skupine djece s rizikom za nastanak disleksije, bez pronađenog utjecaja na kasniju tečnost u čitanju. Kao potencijalni otežavajući čimbenika primjene ove metode u svrhu probira navodi se nedovoljna educiranost logopeda o metodi evociranih kognitivnih potencijala i načinu tumačenja rezultata.

U finskom longitudinalnom istraživanju disleksije 200 djece od kojih polovica s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije ispitivano je tijekom dvadeset godina na stotinama psihometrijskih mjera (Lyytinen i sur., 2015). Cilj istraživanja bio je identificirati prediktore teškoća čitanja s ciljem što ranijeg postavljanja dijagnoze i pravovremenog početka intervencije. Unutar nekoliko dana od rođenja, proučavani su KEP potencijali pri promjeni trajanja samoglasnika unutar slogova (Leppänen i sur., 1999, prema Lyytinen i sur., 2015). Grupa djece s rizikom za nastanak disleksije pokazala je veću aktivaciju desne polutke u odnosu na kontrolnu skupinu kod koje je aktivnija bila lijeva polutka. Navedene razlike u slušnom procesiranju na mjerama KEP-a prisutne su i u predškolskoj dobi, a dodatna istraživanja potvrđuju kako su postignuća na mjerama KEP-a slušne obrade već u dobi od nekoliko dana u povezanosti s mjerama čitanja u drugom razredu (Hämäläinen i sur., 2012). Uspješnost na bihevioralnim mjerama razlikovanja trajanja podražaja sa šest mjeseci pokazala se kao prediktivna mjera za poznavanje slova i tečnost čitanja (Hämäläinen i sur., 2012).

Snowling, Gooch, McArthur i Hulte (2018) proveli su longitudinalno istraživanje u kojem je promatrana međuovisnost vještine razlikovanja frekvencije, jezičnih vještina, čitanja i izvršnih funkcija. Uzorak je činilo 245 djece koja su bila ispitana s 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 i 8 godina. Skupine ispitanika činila su djeca s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije, s jezičnim poremećajem dijagnosticiranim u predškolskoj dobi i kontrolna skupina. Vještina slušnog procesiranja ispitivana je i prije početka formalne poduke čitanja kako bi se omogućilo zaključivanje o uzročno-posljedičnim vezama proučavanih vještina. Dokazi iz prethodnih istraživanja upućuju na to da djeca s jezičnim poremećajem ostvaruju loše rezultate na istim zadacima slušnog procesiranja kao i djeca s disleksijom (Bishop i McArthur, 2005). Izvršne funkcije dodatno su ispitane zbog utjecaja teškoća pažnje na izvedbu na zadacima kojima se ispituje slušno procesiranje (Gooch i sur., 2014; Henry i sur., 2012, prema Snowling i sur., 2018). Djeca s obiteljskim rizikom za disleksiju nisu pokazala odstupanja u izvedbi zadatku slušnog procesiranja u odnosu na kontrolnu skupinu, dok je tek 40% djece s jezičnim poremećajem uspješno izvršilo taj zadatak u dobi od 4.5 godine. U dobi od 5.5 godina djeca s jezičnim poremećajem i dalje su na zadatku slušnog procesiranja postizala značajno lošije rezultate u odnosu na druge dvije skupine. Skupina djece s jezičnim poremećajem ostvarila je značajno lošije rezultate na mjerama slušnog procesiranja i mjerama izvršnih funkcija u odnosu na skupinu djece s obiteljskim rizikom za disleksiju i kontrolnu skupinu. Rezultati prethodnih istraživanja u skladu su s dobivenom raspodjelom vještina kod djece s jezičnim poremećajem te upućuju na povezanost nedostatka slušnog procesiranja i izvršnih funkcija (Shulte- Körne i Bruder, 2010). Rezultati prijašnjih istraživanja u kojima su djeca s jezičnim poremećajem i disleksijom ostvarila loše rezultate na bihevioralnim mjerama slušnog procesiranja stoga mogu biti posljedica učestalog istovremenog pojavljivanja ovih poremećaja s teškoćama izvršnih funkcija (Snowling i sur., 2018). U ovom istraživanju nije pronađena uzročna povezanost slušnog procesiranja i kasnijih jezičnih vještina i vještine čitanja. Autori navode kako je potreban oprez pri generalizaciji dobivenih spoznaja budući da je u istraživanju proučavana samo jedna vještina slušnog procesiranja. Također, ne isključuje se mogućnost da su teškoće slušnog procesiranja tijekom ranog razvoja potencijalan biomarker rizika za nastanak disleksije (Snowling i sur., 2018).

Rezultati istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom upućuju na prisutnost šireg spektra teškoća slušne obrade u ovoj populaciji. Lorusso i sur. (2014) osvrću se na tri glavne zanimljive činjenice vezane uz istraživanja brzog slušnog procesiranja kod djece s disleksijom. Prva činjenica odnosi se na specifičnost nedostatka brzog procesiranja za govorne podražaje.

Sve veći broj istraživanja ukazuje na teškoće razlikovanja i reproduciranja i negovornih auditivnih podražaja što može upućivati na širi problem slušnog procesiranja na osnovnijoj razini. Vandermosten i sur. (2011, prema Lorusso i sur., 2014) u istraživanju provedenom na odraslima i djeci s disleksijom pronašli su podjednake vremenske nedostatke u procesiranju govornih i negovornih podražaja. Druga činjenica koju navode je selektivnost nedostatka slušnog procesiranja. Unatoč tome što velik broj istraživanja potvrđuje hipotezu u užem smislu procesiranja brzih slušno prezentiranih podražaja (Tallal, 1980; Reed, 1989; Heiervang i sur., 2002; Cohen-Mimran i Sapir, 2007, prema Lorusso i sur., 2014), rastući broj istraživanja upućuje na nedostatak slušnog procesiranja neovisan o brzini prezentiranog podražaja (Marshall i sur., 2001, Waber i sur., 2001, Share i sur., 2002, Bretherton i Holmes, 2003, Cantiani i sur., 2010, prema Lorusso i sur., 2014). U istraživanja slušnog procesiranja osoba s disleksijom također se sve više uključuju i drugi aspekti slušne obrade osim vremenskog poput detekcije promjena u frekvenciji i amplitudi te osjetljivosti na uzorke intonacije, ritma i naglaska. Posljednja činjenica odnosi se na upitnu prediktivnu vrijednost mjera brzog slušnog procesiranja za vještinu čitanja. Dobivena generalna povezanost vještina slušnog procesiranja i čitanja ili fonoloških sposobnosti u istraživanjima često je slabe statističke snage ili nije značajna. Dio longitudinalnih istraživanja koja su elektrofiziološkim metodama ispitivala vještinu slušnog procesiranja kod djece s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije (npr. Leppänen i sur., 2010) pokazuju povezanost slušnog procesiranja i kasnijih jezičnih vještina i vještine čitanja. Ovakvi rezultati u najmanju ruku opovrgavaju mogućnost da loše fonološke sposobnosti uzrokuju lošu izvedbu na zadacima slušnog procesiranja. Boets, Wouters, van Wieringen i Ghesquiere (2011), u skladu s razlikama u rezultatima istraživanja, zaključuju o mogućoj dvosmjernoj povezanosti slušnog procesiranja govornih i negovornih podražaja i fonoloških sposobnosti.

3.2. Objašnjenja neujednačenosti rezultata istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom

Lorusso i sur. (2014) navode nekoliko čimbenika koji objašnjavaju heterogenost među rezultatima istraživanja usmjerenih na obilježja slušnog procesiranja kod osoba i djece s disleksijom. Razlike u rezultatima mogu proizlaziti iz problema definiranja slušnog

procesiranja poput odabira specifičnih mjera i utjecaja sazrijevanja na središnji slušni sustav ili heterogenosti unutar populacije djece s disleksijom. Čimbenici koje navode uključuju razlike u korištenim mjerama slušnog procesiranja, utjecaj dobi na sazrijevanje slušnog sustava, utjecaj jezičnih i kognitivnih podtipova disleksije te prisutnost teškoća pamćenja, pažnje i koncentracije. Često ih nije moguće u potpunosti razdijeliti i kontrolirati tijekom provedbe istraživanja te je za donošenje zaključaka o povezanosti slušnog procesiranja i disleksije potrebno uzeti u obzir spoznaje o složenoj prirodi slušnog procesiranja i jasno definirati podskupine ispitanika s disleksijom (Lorusso i sur., 2014). U kontekstu objašnjavanja razlika u vještini slušnog procesiranja unutar skupine djece s disleksijom najčešće se navodi postojanje podskupina djece s disleksijom s obzirom na prisutnost jezičnih teškoća, pripadnost podtipu disleksije prema nedostacima u odnosu na različite strategije čitanja i postojanje dodatnih nedostataka izvršnih funkcija poput pažnje i pamćenja.

Rezultati nekoliko prethodnih istraživanja upućuju na mogućnost prisutnosti deficita slušnog procesiranja samo kod djece s disleksijom i pridruženim jezičnim teškoćama (Tallal i Stark, 1982, Heath i sur., 1999, Joanisse i sur., 2000, prema Lorusso i sur., 2014). U istraživanju Lorusso i sur. (2014) u kojem je sudjelovalo 26 djece s disleksijom i 22 djece kontrolne skupine, skupina djece s disleksijom kod kojih postoji anamneza jezičnih teškoća također je postigla najniže rezultate na mjerama brzog slušnog procesiranja. Moguće objašnjenje ovakvih rezultata je smanjena sposobnost oslanjanja na kognitivne strategije zbog teškoća leksičkog priziva kod djece s jezičnim teškoćama (Bishop i sur., 2009; Chilosi i sur., 2009, prema Lorusso i sur., 2014). Izvedbu na zadacima kojima se ispituje brzo slušno procesiranje olakšava verbalno označavanje niza podražaja, no kod djece s jezičnim poremećajem proces prizivanja verbalnih oznaka slušnog podražaja je narušen te jezične teškoće mogu imati utjecaj na rezultat. U skladu s ovim spoznajama, Boets i sur. (2007, prema Snowling i sur., 2018) i Snowling i sur. (2018) nisu pronašli teškoće slušnog procesiranja kod djece s obiteljskim rizikom za nastanak disleksije bez jezičnih teškoća.

Prisutnost teškoća slušnog procesiranja kod djece s disleksijom (Tallal, 1980) povezuje se i s različitim kognitivnim podtipovima disleksije. Prema modelu dvostrukog puta (Coltheart, Curtis, Atkins i Haller, 1993, prema Sprenger-Charolles, Siegel, Jiménez i Ziegler, 2011) pravilne riječi čitaju se direktnim leksičkim putem, a nepravilne riječi fonološkim putem, odnosno potrebno je razdjeljivanje riječi na manje jedinice koje se pretvaraju u foneme po točno određenim pravilima. U jezicima transparentnih ortografija, kao što je hrvatski, fluentni čitači česte riječi čitaju direktnim putem, a rijetke, dijalektalne i pseudoriječi fonološkim putem.

Prema ovom modelu, fonološki ili duboki tip disleksije karakteriziraju pretežite teškoće čitanja pseudoriječi, a površinski tip disleksije otežano čitanje čestih riječi. Lorusso i sur. (2014) istražili su vještinu slušnog procesiranja kod djece s disleksijom obzirom na kognitivni podtip disleksije prema Coltheartovoj podjeli na fonološki ili duboki i površinski tip disleksije. U skladu sa ranim spoznajama o povezanosti procesiranja negovornih zvukova i čitanja pseudoriječi (Tallal, 1980), pretpostavlja se prisutnost teškoća slušnog procesiranja isključivo ili većinom kod djece s fonološkim ili dubokim tipom disleksije (Cestnick, 2001, prema Lorusso i sur., 2014). Rezultati istraživanja Lorusso i sur. (2014) međutim ne potvrđuju postavku o teškoćama brze vremenske obrade samo kod djece s fonološkim tipom disleksije. Generalni nedostaci slušnog procesiranja pronađeni su kod svih ispitanika s disleksijom, a značajna razlika u procesiranju između skupina s fonološkim i površinskim tipom disleksijom pronađena je u s obzirom na trajanje prezentiranih podražaja. Skupina djece s površinskim tipom disleksije napredovala su je izvedbi u uvjetima duže predstavljenog podražaja. Skupina djece s fonološkim tipom disleksije postigla je jednake u uvjetima kratko i dugo prezentiranih slušnih podražaja. Lošija izvedba na zadacima s kratkim podražajima kod djece s površinskim tipom disleksije može se objasniti prisutnošću teškoća leksičkog priziva i smanjenom mogućnošću korištenja kognitivnih strategija u ovakvim zadacima.

Nedostaci izvršnih funkcija, posebice radnog pamćenja također se spominju kao čimbenik čija prisutnost utječe na izvedbu djece s disleksijom na mjerama slušnog procesiranja. U istraživanju Banai i Ahissar (2004) u kojem je sudjelovalo 48 djece s disleksijom i 60 djece bez teškoća čitanja, teškoće slušnog procesiranja pronađene su isključivo kod dijela ispitanika s dodatnim nedostacima radnog pamćenja. Ova skupina djece s disleksijom kod koje su prisutni nedostaci radnog pamćenja i teškoće slušnog procesiranja pokazivala je i značajnije obrazovne teškoće. Autori ove rezultate objašnjavaju mogućnošću postojanja podtipa disleksije kod kojeg temeljni nedostatak nisu fonološke teškoće, već nedostaci verbalnog radnog pamćenja koji posljedično uzrokuju i veće obrazovne potrebe. Banai i Ahissar (2006) proširile su istraživanje usporedbom teškoća slušnog procesiranja kod djece s disleksijom ovisno o vrsti podražaja i složenosti zadatka. U istraživanju je sudjelovalo 24 učenica 8.razreda s disleksijom i teškoćama učenja i 28 učenica kontrolne skupine. Rezultati istraživanja upućuju na to da uspješnost na zadacima slušnog procesiranja više ovisi o složenosti zadatka nego o vrsti podražaja. Ispitanici s disleksijom i teškoćama učenja postizali su uredne rezultate na jednostavnim zadacima poput detekcije i identifikacije čak unutar složenijih podražaja kao što su slogovi i riječi, dok su značajno lošije rezultate postizali na složenijim zadacima, npr. identifikacije smjera promjene

frekvencije ili određivanja poretka prezentiranih jednostavnih podražaja poput tonova. Utjecaj složenosti zadatka na izvedbu procesiranja jednostavnih podražaja kod osoba s disleksijom mogao bi se tumačiti generalnim kognitivnim teškoćama, no zbog uspješnosti izvršavanja kognitivno zahtjevnih zadataka s podražajima sa značenjem, Banai i Ahissar (2006) objašnjavaju ovu pojavu teškoćama procesiranja podražaja na perceptivnoj razini. Kako bi se prilikom procjene slušnog procesiranja omogućilo razlučivanje lošeg postignuća ovisno o složenosti zadatka ili vrsti podražaja, potrebno je koristiti minimalno 2 bihevioralna zadatka koji se značajno razlikuju u opterećenju za radno pamćenje (Banai i Ahissar, 2006).

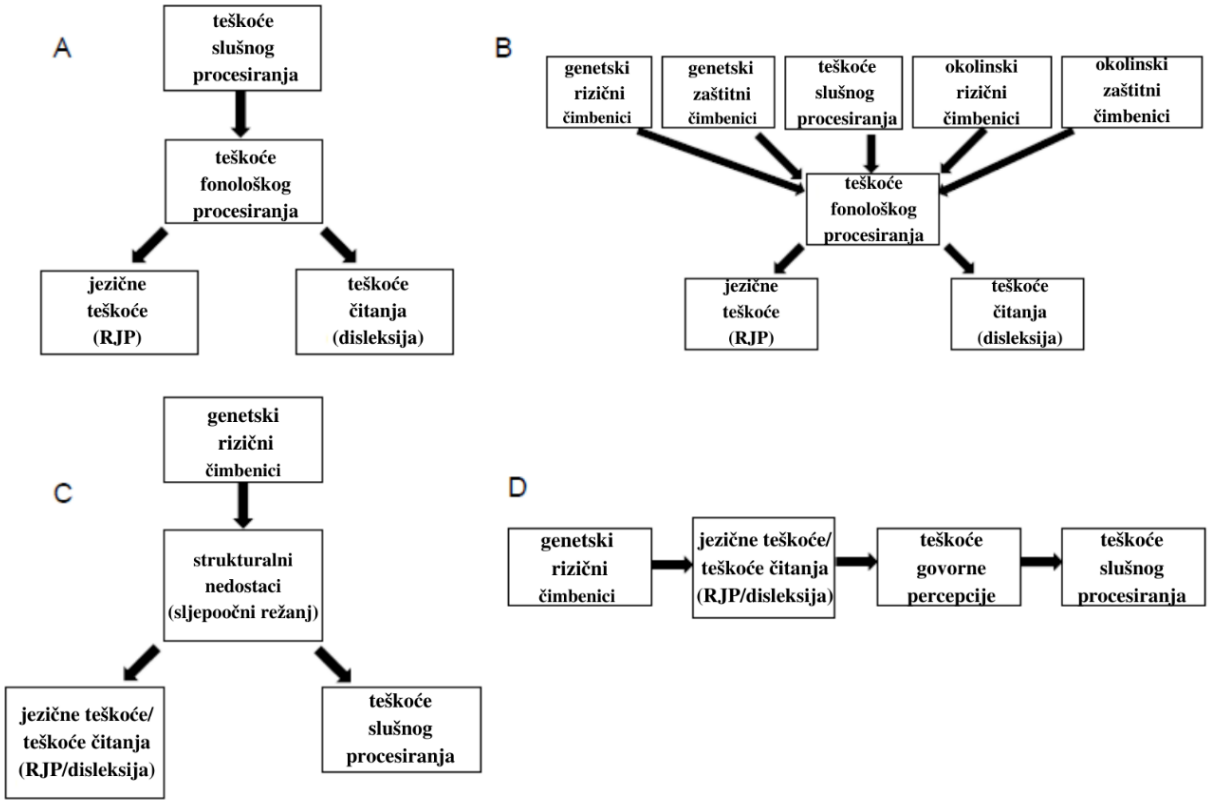
Rastući broj istraživanja usmjerenih na slušne vještine kod djece s disleksijom rezultat je sve veće istraživačke uključenosti logopeda u području slušnog procesiranja. Zbog uske povezanosti slušne i jezične obrade, poseban fokus stavljen je na kliničke populacije djece s disleksijom i razvojnim jezičnim poremećajem. Rezultati istraživanja upućuju na postojanje podskupina djece s disleksijom kod kojih su prisutne teškoće slušnog procesiranja. Unatoč različitim načinima objašnjavanja ovih razlika unutar skupine djece s disleksijom, dobivene spoznaje pružaju korisne informacije za razvoj modela povezanosti disleksije i teškoća slušnog procesiranja.

3.3. Modeli povezanosti teškoća slušnog procesiranja i disleksije

Vještine slušnog procesiranja kod djece s rizikom za nastanak disleksije još uvijek su nedovoljno istraženo područje. Veći broj istraživanja pokazao je kako su varijacije u mozgovnim odgovorima na govorne zvukove kod novorođenčadi s rizikom za disleksiju povezane s kasnijim jezičnim vještinama i čitanjem (Guttorm, Leppänen, Poikkeus, Eklund, Lyytinen, P. i Lyytinen, H. 2005). Navedene spoznaje u skladu su s postavkom o utjecaju urođenih nedostataka slušnog procesiranja na kasniji razvoj neuralnih mreža koje sudjeluju u procesu čitanja (Galaburda, LoTurco, Ramus, Fitch i Rosen, 2006). Rasprava o povezanosti teškoća slušnog procesiranja, jezika i čitanja proteže se i na razinu uspoređivanja poremećaja. Klinička prezentacija PSP-a dijeli neka zajedničkih obilježja s razvojnim jezičnim poremećajem i disleksijom. Djeca koja se uklapaju u dijagnostičke kategorije PSP-a i disleksije

postižu ujednačene rezultate na nizu kognitivnih, jezičnih i komunikacijskih mjera (Dawes i Bishop, 2010).

Postoji nekoliko utjecajnih teorija koje nedostatke slušnog procesiranja ističu kao uzrok disleksije i razvojnog jezičnog poremećaja (npr. Goswami, 2011; Tallal, 2004, prema Halliday, Tuomainen i Rosen, 2017). Iako se teorije međusobno razlikuju u specifičnim vještinama slušnog procesiranja koje se spominju kao uzročni faktor, sve navode važnost utjecaja slušnog procesiranja na govornu percepciju i razvoj fonoloških sposobnosti. Halliday i sur. (2017) daju pregled četiri modela povezanosti nedostataka slušnog procesiranja, govornog i pisanog jezika koji proizlaze iz ovih teorija. Pregled modela prikazan je na slici 2.



Slika 2. Modeli povezanosti slušnog procesiranja i jezičnih vještina [preuzeto i prilagođeno iz: Halliday i sur. (2017). Auditory processing deficits are sometimes necessary and sometimes sufficient for language difficulties in children: Evidence from mild to moderate sensorineural hearing loss. *Cognition*, *166*, 139-151., str. 140].

A) Nedostaci slušnog procesiranja čine distalni uzrok razvojnog jezičnog poremećaja i poremećaja čitanja i pisanja (Goswami, 2011; Tallal, 2004, prema Halliday i sur., 2017).
B) Nedostaci slušnog procesiranja jedan su od rizičnih čimbenika za nastanak razvojnog jezičnog poremećaja i poremećaja čitanja i pisanja (Bishop, 2003; Pennington, 2006, prema Halliday i sur., 2017).
C) Nedostaci slušnog procesiranja povezani su s razvojnim jezičnim poremećajem i poremećajem čitanja i pisanja, ali ne postoji uzročna povezanost (Protopapas, 2014, prema Halliday i sur., 2017).
D) Nedostaci slušnog procesiranja posljedica su razvojnog jezičnog poremećaja i disleksije (Bishop i sur., 2012, prema Halliday i sur., 2017).

S ciljem provjere modela povezanosti nedostataka slušnog procesiranja, jezičnih teškoća i teškoća čitanja i pisanja, Halliday i sur. (2017) proveli su istraživanje usmjereno na populaciju osoba s blagim senzorineuralnim oštećenjem sluha koje pokazuju niz teškoća slušnog procesiranja, ali ne zadovoljavaju kriterije za postavljanje dijagnoze disleksije. Senzorineuralno oštećenje sluha nastaje kao posljedica promjena unutarnjeg uha ili slušnog živca, a realizira se u obliku višestrukih teškoća slušnog procesiranja. Zastupljene teškoće slušnog procesiranja unutar ove populacije uključuju razlikovanje frekvencije, detekciju promjena u frekvenciji i amplitudi, diskriminaciju i kategorizaciju zvukova. Različita istraživanja potvrđuju nedostatke upravo ovih vještina slušnog procesiranja i kod osoba s disleksijom i razvojnim jezičnim poremećajem. 57 djece s obostranim blagim do umjerenim senzorineuralnim oštećenjem sluha i 40 djece u kontrolnoj skupini ispitano je na nizu mjera slušnog procesiranja i psihometrijskih mjera (neverbalna komunikacija, fonološko procesiranje, receptivni i ekspresivni rječnik, razumijevanje gramatike, čitanje riječi i čitanje pseudoriječi).

Rezultati upućuju na različitu povezanost pojedinih vještina slušnog procesiranja, jezika i čitanja. 12% ispitanika imalo je uredno postignuće na psihometrijskim testovima i narušeno slušno procesiranje što nije u skladu s hipotezom o slušnom procesiranju kao jedinstvenom uzročnom faktoru teškoća čitanja i pisanja. Loši rezultati na psihometrijskim mjerama kod osoba s teškoćama slušnog procesiranja ipak upućuju na neki oblik povezanosti proučavanih sposobnosti. Hipotezu o teškoćama slušnog procesiranja kao posljedici loših jezičnih vještina opovrgava činjenica da postoji skupina djece koja unatoč lošim vještinama slušnog procesiranja ima uredne jezične vještine. Dobiveni rezultati istraživanja u skladu su s modelom rizičnih

čimbenika (Bishop, 2003; Pennington, 2006, prema Halliday i sur., 2017) prema kojem nedostatak slušnog procesiranja dovodi do povećane vjerojatnosti za nastanak jezičnih teškoća i teškoća čitanja i pisanja. Prema Pennington i Bishop (2009), fokus budućih istraživanja trebao bi biti na razvoju složenijih modela komorbiditeta i provjeri učinka interakcije višestrukih rizičnih čimbenika.

Razvoj modela povezanosti slušanja, jezika, čitanja i pisanja potreban je za razjašnjavanje istovremenog pojavljivanja teškoća slušnog procesiranja i disleksije. Teškoće slušanja prisutne kod dijela populacije djece s disleksijom mogu se tumačiti kao dio simptomatologije disleksije ili istovremena prisutnost PSP-a. Moore i Hunter (2013) navode tri moguća razloga preklapanja u simptomatologiji između disleksije i PSP-a. Kao prvo objašnjenje navode mogućnost da se navedena dva poremećaja zapravo ne razlikuju. Pozadina teškoća slušnog procesiranja kod osoba s disleksijom mogla bi se objasniti manjkom valjanosti mjera slušnog procesiranja, a dijagnoza koju će dijete dobiti ovisi isključivo o profilu stručnjaka koji provodi dijagnostiku. Prema drugom mogućem objašnjenju preklapanja, disleksija je uzrokovana PSP-om. Ovakvo objašnjenje objedinjeno je u postavku nedostataka brzog slušnog vremenskog procesiranja (Tallal, 2004). Treća mogućnost odnosi se na postojanje općeg neurorazvojnog odstupanja čije se različite manifestacije tumače kao zasebni poremećaji. Hipoteza općeg neurorazvojnog odstupanja objasnila bi istovremeno pojavljivanje različitih neurorazvojnih poremećaja, ali i preklapanje u njihovoj simptomatologiji. Stvaranje jasnog stava o opravdanosti postavljanja dijagnoze PSP-a kod populacije djece s disleksijom i definiranje funkcionalnog utjecaja teškoća slušnog procesiranja na čitanje važno je i zbog određivanja intervencijskih ciljeva za populaciju djece s disleksijom (Wallach, 2011).

3.4. Uspješnost intervencija usmjerenih na slušno procesiranje kod djece s disleksijom

Iz audiološke perspektive, primarni cilj intervencije usmjerene na teškoće slušnog procesiranja je prijenos intaktnog akustičkog signala na razinu slušne moždane kore, dok je logopedima napredak u vještinama slušnog procesiranja važan zbog utjecaja na razvoj jezičnih vještina i učenje čitanja (Richard, 2018). Na temelju postavke o nedostacima brze auditivne obrade

(Tallal, 1980), postoje brojni pokušaji intervencija usmjerenih na trening vještina slušnog procesiranja s ciljem unapređenja vještine čitanja kod djece s disleksijom. Intervencije usmjerene na slušno procesiranje temelje se na činjenici da proces slušanja objedinjuje senzoričke i kognitivne procese te da je njihov međusoban utjecaj dvosmjeran (Hornickel, Zecker, Bradlow i Kraus 2012). Chermak i Musiek (1992) ističu važnost ranog započinjanja intervencije usmjerene na slušno procesiranje zbog utjecaja na komunikaciju, učenje i socijalni razvoj djeteta. Ovaj stav u skladu je sa spoznajama o utjecaju ranih stimulacija na neuroplastičnost (Bellis i Ross, 2011) te preporukama ASHA-e (2005) o potrebi sveobuhvatne intervencije kako bi se umanjio utjecaj PSP-a na akademski uspjeh.

BSA (2011) u smjernicama navodi tri razine pružanja podrške djeci i osobama s dijagnosticiranim PSP-om. Preporuča se istovremena pružanje podrške na više razina, a one uključuju okolinske prilagodbe, slušni trening i razvoj kompenzacijskih, metakognitivnih i metajezičnih strategija. Okolinske prilagodbe podrazumijevaju akustičku prilagodbu prostora, asistivnu FM tehnologiju i prilagodbe govornika. Slušni trening odnosi se na računalne programe poput Earobics i FastForWord, programe slušnog treninga koji se provode bez uporabe računala, neformalne metode slušnog treninga i terapiju glazbom. Posljednji oblik intervencije, usmjeren na je na razvoj kompenzacijskih strategija s ciljem nadomještanja funkcionalnog nedostataka slušnog radnog pamćenja. Učinkovitost pojedinih komercijalnih programa testirana je eksperimentalno, a zbog povezanosti slušnog procesiranja i teškoća čitanja i pisanja poseban interes istraživača usmjeren je na utjecaj auditivnog treninga na funkcionalne teškoće osoba s disleksijom.

FM uređaji za slušanje u učionici povećavaju omjer signal-šum i tako omogućavaju čišću akustičku reprezentaciju zvuka. Ovakve akustičke prilagodbe, osim povećanja slušne pažnje dovode do napretka u akademskom uspjehu i fonološkoj svjesnosti te predstavljaju potencijal za planiranje intervencije za djecu s disleksijom (Darai, 2000; Johnston, 2009, prema Hornickel i sur., 2012). Hornickel i sur. (2012) proveli su istraživanje s ciljem provjere utjecaja korištenja asistivne tehnologije u učionici na funkcionalnu izvedbu djece s disleksijom. 19 djece s disleksijom različitih dobnih skupina tijekom jedne školske godine nosilo je FM uređaj za vrijeme boravka u školi. Kontrolnu skupinu činila su djeca s disleksijom iz iste škole koja nisu nosila uređaj. Kao i u prethodnom istraživanju utjecaja korištenja FM sustava na vještinu čitanja Flexera i sur. (2002, prema Hornickel i sur., 2012), skupina koja je nosila uređaj nakon godinu dana ostvarila je napredak na mjerama čitanja i fonoloških sposobnosti. Iako dobiveni rezultati upućuju na potencijalnu uzročnu prirodu vještina slušnog procesiranja u razvoju fonoloških

sposobnosti, rezultati istraživanja drugih intervencija usmjerenih na vještine slušnog procesiranja ne potvrđuju transfer napretka slušnih vještina na fonološke sposobnosti i čitanje.

FastForWords program (Scientific Learning Corporation, 1999, prema Strong i sur., 2011) primjer je intervencije usmjerene na vremensku obradu zvučnog podražaja. Razvijen je prema postavki koja govori o teškoćama obrade brzo prezentiranih govornih podražaja kod osoba s disleksijom. Posljedično, zbog stvaranja nestabilnih mentalnih reprezentacija glasova dolazi do teškoća u razvoju predčitalačkih vještina i kasnijeg mogućeg nastanka disleksije. U FastForWords programu računalo generira govorni podražaj smanjene brzine koja se približava prosječnoj govornoj brzini kako dijete napreduje o kroz igricu. Dokazi o uspješnosti FastForWords Language programa dolaze iz istraživanja Gaab i sur. (2007) koje je provedeno na 22 ispitanika s disleksijom i 22 djece kontrolne skupine prosječne dobi 10.5 godina. Nakon što su sudjelovali u intenzivnom programu od osam tjedana, usmjerenom na brzo auditivno procesiranje i govorne jezične vještine, djeca s disleksijom pokazala su povećanu aktivaciju lijevog prefrontalnog područja u uvjetima izmjene brzine podražaja. Najveći napredak kod djece s disleksijom postignut je na mjerama fonološke svjesnosti, ali je postignut i napredak u višim kognitivnim vještinama čitanja i razumijevanja teksta (Gaab i sur., 2007). Suprotno tome, rezultati velike metaanalize istraživanja o učinkovitosti FastForWords programa (Strong i sur., 2011) nisu potvrdili prethodne rezultate. U metaanalizu je isprva bilo uključeno 79 različitih istraživanja, a nakon provjere metodološke valjanosti u konačnu su statističku obradu uključeni rezultati 6 istraživanja. U usporedbi s kontrolnom skupinama koje nisu bile uključene u tretman i skupinama uključenim u druge vrste tretmana, nije pronađena statistički značajna učinkovitost FastForWords programa na napredak u vještini čitanja.

Još jedan od primjera programa za trening osnovnih slušnih vještina je donedavno dostupan Earobics (Cognitive Concepts, 1997, prema Richard, 2018). Cilj programa je poboljšanje čitanja uvježbavanjem slušne percepcije, slušnog pamćenja i fonološke svjesnosti. Russo, Nicol, Zecker, Hayes i Kraus (2005) dokazali su napredak u subkortikalnim funkcijama moždanog debla i neuralnoj sinkronizaciji kod djece s teškoćama učenja koja su bila uključena u intervenciju Earobics programom. U istraživanju je sudjelovalo 19 djece u dobi od 8 do 12 godina, od kojih je 9 imalo teškoće učenja Ovo istraživanje potvrđuje mogućnost uvježbavanja vještina slušnog procesiranja, ali rezultati istraživanja ne pružaju pouzdanu informaciju o utjecaju auditivnog treninga na napredak u čitanju zbog zadataka unutar Earobics programa koji su usmjereni i na jezične vještine (Richard, 2018).

Zbog neujednačenih rezultata o uspješnosti tretmana usmjerenih na slušno procesiranje kod djece s disleksijom i metodoloških ograničenja dostupnih istraživanja, McArthur, Ellis, Atkinson i Coltheart (2008) proveli su eksperiment s ciljem provjere utjecaja auditivnog treninga na čitanje. U istraživanje je uključeno 65 djece sa specifičnim poremećajem čitanja, 25 djece s posebnim jezičnim teškoćama i 37 djece kontrolne skupine. Istraživanje je uključivalo ukupno 5 različitih uvjeta ispitivanja i nekoliko kontrolnih skupina kako bi se smanjili metodološki nedostaci. Sva djeca ispitana su na mjerama slušnog procesiranja koje su se u dosadašnjim istraživanjima pokazale narušene kod djece s razvojnim jezičnim poremećajem i disleksijom, a to su razlikovanje frekvencije, brzo slušno procesiranje, razlikovanje samoglasnika i razlikovanje suglasnika i samoglasnika. Podskupine djece s disleksijom i razvojnim jezičnim teškoćama ostvarile su ispodprosječan rezultat na mjerama slušnog procesiranja. 28 djece s teškoćama slušnog procesiranja bilo je uključeno u šestotjedni tretman usmjeren na slušno procesiranje. Nakon ponovnog testiranja, 25 od 28 djece postiglo je napredak i uredan rezultat na mjerama slušnog procesiranja. Statistički značajan napredak je postignut i na jezičnim mjerama i mjerama čitanja. Nakon usporedbe ovih rezultata i rezultata ponovnog testiranja skupine djece s disleksijom i teškoćama slušnog procesiranja koja nisu bila uključena u tretman, nije pronađena značajna razlika. Postignut napredak stoga se ne može pripisati treningu vještina slušnog procesiranja, rezultati nisu pouzdani i objašnjavaju se efektom ponovljenog testiranja. Spoznaje o neučinkovitosti auditivnog treninga na glavni funkcionalni nedostatak djece s disleksijom potvrđuju i Snowling i sur. (2018) koji u longitudinalnom istraživanju djece s rizikom za nastanak disleksije nisu pronašli dokaze o uzročno-posljedičnoj povezanosti teškoća slušnog procesiranja i teškoća čitanja.

Prema Witton (2010), glavni cilj intervencija usmjerenih na populaciju djece s PSP-om, kao i drugim neurorazvojnim poremećajima, je ublažavanje bihevioralnih simptoma koji imaju utjecaj na socijalne i obrazovne ishode. Dok većina audiologa ističe važnost treninga vještina slušnog procesiranja (Medwetsky, 2011, prema Richard, 2011), Kamhi (2011, prema Richard, 2011) zagovara pristup ublažavanja akademskih teškoća intervencijom fokusiranom na fonološke sposobnosti, *spelling*, čitanje i jačanje jezičnih vještina. U slučaju istovremenog pojavljivanja PSP-a i disleksije, preporuča se uključivanje terapijskih postupke usmjerenih na konkretnu vještinu slušnog procesiranja (Tallal, 2012). Međutim, rezultati istraživanja učinkovitosti intervencija usmjerenih na slušno procesiranje kod djece s disleksijom predstavljaju izazov za teoretske postavke o slušnom procesiranju kao uzroku nastanka disleksije, ali i planiranje intervencije za djecu s disleksijom i teškoćama slušnog procesiranja.

Unatoč poboljšanjima u specifičnim vještinama slušnog procesiranja, u većini istraživanja nije dokazan i napredak u čitanju. Stoga se terapijski postupci usmjereni na vještine slušnog procesiranja ne bi trebali provoditi kao primarni tretman disleksije (Richard, 2018). Prema McArthur, Eve, Jones, Banales, Kohnen i Anandakumar (2012), najučinkovitije intervencije za djecu s disleksijom usmjerene su na fonološke sposobnosti, poznavanje slova u kombinaciji sa strukturiranim uvježbavanjem čitanja.

4. Zaključak

Fenomen slušnog procesiranja odnosi se na obradu informacija iz slušnih puteva u središnjem živčanom sustavu. Slušno procesiranje ne čini jedna izolirana vještina, već ono predstavlja niz različitih sposobnosti potrebnih za pripremu akustičkog signala prije procesiranja informacije na višim kognitivnim razinama. Moglo bi se reći da slušno procesiranje omogućava jezičnu obradu, iz čega proizlaze teorije o nedostacima slušnog procesiranja u podlozi nastanka jezičnih teškoća i posljedično teškoća čitanja. Prva istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom bila su usmjerena na provjeru teorije o nedostacima brze vremenske obrade kod djece s disleksijom (Tallal, 1980), a kasnije su proširena i na druge aspekte slušnog procesiranja. Jedan od razloga zbog kojeg raste istraživački interes o slušnom procesiranju kod djece s disleksijom su i sve veća neslaganja oko mogućnosti istovremenog pojavljivanja PSP-a i disleksije.

Jedinstven zaključak o vještini slušnog procesiranja kod djece s disleksijom i dalje je teško donijeti unatoč rastućem broju istraživanja koja se provode. Teškoće slušnog procesiranja prisutne su samo kod dijela djece s disleksijom i radi se o oko 25-30% ove populacije (Rosen i Manganari, 2003). Djeca s disleksijom pokazuju teškoće slušnog procesiranja i govornih i negovornih podražaja (Rosen, 2003), što govori o prisutnosti generalnih teškoća slušne obrade koje ne moraju biti vezane uz govorno procesiranje. Opisane teškoće slušnog procesiranja odnose se na širok spektar sposobnosti poput nedostataka procesiranja brzo prezentiranih podražaja, promjena u amplitudi i frekvenciji podražaja te netipičnosti u osjetljivosti na izmjene obrazaca intonacije, ritma i naglaska (Hämäläinen, 2012).

Činjenica da su teškoće slušnog procesiranja prisutne samo kod dijela djece s disleksijom upućuje na to da njihova prisutnost nije nužna za nastanak teškoća čitanja. Međutim, modeli povezanosti slušnog procesiranja, jezika i čitanja ne isključuju mogućnost da nedostaci slušnog procesiranja pridonose nastanku teškoća čitanja kod određenih podskupina djece s disleksijom. Teškoće slušnog procesiranja u znanstvenim radovima povezuju se s podskupinom djece s disleksijom i jezičnim teškoćama (npr. Lorusso i sur., 2014; Snowling i sur., 2018), fonološkim podtipom disleksije (npr. Lorusso i sur., 2014) i teškoćama izvršnih funkcija, posebice pažnje i radnog pamćenja (npr. Banai i Ahissar, 2004; Halliday i Bishop, 2005; Snowling i sur., 2018; Sharma i sur., 2019). Individualne razlike unutar populacije djece s disleksijom, poput

postojanja navedenih podskupina, čine dio objašnjenja neujednačenosti profila vještina slušnog procesiranja kod djece s disleksijom u znanstvenim radovima.

Neujednačenosti u rezultatima slušnog procesiranja kod djece s disleksijom uzrokovane su i metodološkim izazovima. Odabir metoda u provedenim istraživanjima često se razlikuje zbog velikog broja dostupnih testova i različitih teorijskih pristupa određivanja specifičnih vještina slušnog procesiranja koje se ispituju. Kao glavni metodološki problem istraživanja slušnog procesiranja navodi se upitna valjanost i pouzdanost dostupnih testova slušnog procesiranja. To potvrđuje istraživanje Seeto i sur. (2021) u kojem se proučavane bihevioralne mjere slušnog procesiranja nisu pokazale neovisnima, već pod utjecajem izvršnih funkcija i kognitivnih sposobnosti. Iako se metode funkcionalnog oslikavanja mozga sve češće koriste u istraživanjima zbog veće valjanosti, Bishop (2018) upozorava o mogućem utjecaju jezičnih sposobnosti i na ove mjere zbog korištenja verbalnih strategija i u neverbalnim zadacima. Nadalje, uzorci korišteni u istraživanjima su većinom mali, ispitanici među istraživanjima razlikuju se po dobi i često nisu detaljno definirana sva obilježja sudionika koja mogu imati utjecaj na izvedbu na mjerama slušnog procesiranja. Zbog ovih ograničenja, donošenje općeg zaključka o slušnom procesiranju kod djece s disleksijom dodatno je otežano.

Kada se govori o istovremenom pojavljivanju disleksije i PSP-a, istraživanja upućuju na 30-50% populacije djece s disleksijom koja također zadovoljavaju kriterije za postavljanje dijagnoze PSP-a (Hornickel i Kraus, 2013; Hämäläinen, Salminen i Leppänen, 2012). Međutim, zbog spoznaja o upitnoj valjanosti dostupnih mjera slušnog procesiranja, prisutna su neslaganja oko pripisivanja loše izvedbe na dostupnim zadacima slušnog procesiranja stvarnim teškoćama slušnog procesiranja. Ovaj problem je posebice izražen kod populacije djece s disleksijom u kojoj je iznadprosječna pojavnost jezičnih teškoća i teškoća izvršnih funkcija koje su se pokazale važne za izvedbu na testovima slušnog procesiranja. Dio istraživača upozorava i na širi problem upitne opravdanosti definiranja PSP-a kao zasebnog kliničkog entiteta i to na temelju nedostatka valjanih i pouzdanih testova, heterogenosti populacije s PSP-om, sličnosti karakteristika PSP-a i drugih neurorazvojnih poremećaja i rijetke pojave „čistih“ slučajeva PSP-a. Dawes i Bishop (2009) kao odgovor na neslaganja vezana uz PSP ističu kako je umjesto potpunog napuštanja konstrukta, bolje težiti razvoju pouzdanijih i valjanijih mjera slušnog procesiranja.

Iz znanstvenih radova je vidljivo kako se rasprava oko PSP-a kroz povijest temeljila na različitim stavovima audiologa i logopeda o prirodi slušnog procesiranja. Posebice je to slučaj u državama poput SAD-a gdje je dijagnostika PSP-a dio zadaće audiologa koji na temelju svog

obrazovanja nemaju dovoljno znanja o jeziku da bi prepoznali potencijalne jezične teškoće koje također mogu biti u pozadini teškoća slušanja u zahtjevnim okruženjima i drugih karakterističnih obilježja PSP-a. U ovakvim sustavima, poseban naglasak istraživačkog rada u području slušnog procesiranja u populacijama djece s razvojnim jezičnim poremećajem i disleksijom je na osvještavanju potrebe dodatnog educiranja stručnjaka uključenih u dijagnostiku PSP-a o međuovisnosti slušanja i jezika. Iako su u Hrvatskoj za dijagnostiku PSP-a zaduženi logopedi, ona treba biti multidisciplinarna i uključivati suradnju logopeda, audiologa, psihologa i učitelja (Heđever i Bonetti, 2010).

Unatoč tome što na temelju dosadašnjih istraživanja slušnog procesiranja kod djece s disleksijom nije moguće donošenje općenitih zaključaka, ona nam pružaju smjernice za provedbu budućih. Bilo bi dobro kada bi ta istraživanja uključivala veći broj sudionika i promatrala vještinu slušnog procesiranja s obzirom na čimbenike koji su se već pokazali povezanim s teškoćama slušnog procesiranja, a to su prisutnost jezičnih teškoća i teškoća izvršnih funkcija. Nadalje, zbog dokazanih nedostataka bihevioralnih testova za ispitivanje slušnog procesiranja potrebno je razmotriti opciju korištenja metoda funkcionalnog oslikavanja mozga. Na temelju brojnih izazova vezanih uz istraživanja slušnog procesiranja, dio autora (npr. Dawes i Bishop, 2009) ističe važnost multidisciplinarne suradnje i u znanstvenom radu.

Potrebu za multidiciplinarnim istraživanjima slušnog procesiranja najbolje opisuje Richard (2018). Tumačenje spoznaja o slušnom procesiranju iz audiološke i logopedske perspektive uspoređuje s indijskom tradicionalnom pričom o šestero slijepih osoba koje su imale zadatak opisati slona. Osoba kod surle opisala ga je kao zmiju, a osoba kod kljova kao koplje. Osoba blizu uha opisala je slona kao lepezu, a ona kod repa kao uže. Peta osoba stajala je pored noge i usporedila slona s deblom, a posljednja je na temelju trupa slona opisala kao zid. U istraživanjima slušnog procesiranja važno je, kao i u ovoj priči, „sagledati cijelu životinju“.

5. Literatura

1. AAA. 2010. American Academy of Audiology Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder.
2. Ahmmed, A. (2020). A transdisciplinary protocol evaluating auditory processing disorder (APD) in children using speech and non-speech stimuli and tools for common co-morbidities: time to re-evaluate APD diagnostic criteria. *Hearing, Balance And Communication*, *19*(2), 110-117.
3. American Speech-Language-Hearing-Association (2005). (Central) Auditory processing disorders [Technicalreport].
4. Američka psihijatrijska udruga (2014). *Dijagnostički statistički priručnik za duševne poremećaje-5*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
5. Bamiou, D. E., Musiek, F. E. i Luxon, L. M. (2001). Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders--a review. *Archives of disease in childhood*, *85*(5), 361–365.
6. Banai, K. i Ahissar, M. (2004). Poor Frequency Discrimination Probes Dyslexics with Particularly Impaired Working Memory. *Audiology & neuro-otology. 9*. 328-40.
7. Banai, K. i Ahissar, M. (2005). Auditory Processing Deficits in Dyslexia: Task or Stimulus Related?. *Cerebral Cortex, 16*(12), 1718-1728.
8. Barry, J., Tomlin, D., Moore, D. i Dillon, H. (2015). Use of Questionnaire-Based Measures in the Assessment of Listening Difficulties in School-Aged Children. *Ear & Hearing*, *36*(6), 300-313.
9. Bellis, T. i Ross, J. (2011). Performance of Normal Adults and Children on Central Auditory Diagnostic Tests and Their Corresponding Visual Analogs. *Journal Of The American Academy Of Audiology*, *22*(08), 491-500.
10. Bishop, D. (2018). Developmental language disorder and auditory processing disorder: Same or different?. *Course on Auditory Processing*, Language and Cognition. Ear Institute, UCL.
11. Bishop, D. i McArthur, G. (2005). Individual Differences in Auditory Processing in Specific Language Impairment: A Follow-Up Study using Event-Related Potentials and Behavioural Thresholds. *Cortex*, *41*(3), 327-341.

12. Boets, B., Wouters, J., van Wieringen, A., & Ghesquière, P. (2007). Auditory processing, speech perception and phonological ability in pre-school children at high-risk for dyslexia: A longitudinal study of the auditory temporal processing theory. *Neuropsychologia*, *45*(8), 1608-1620.
13. British Society of Audiology (2011). Pratice Guidance- An owerview of curent managment of auditory processing disorder (APD).
14. British Society of Audiology (2018). Position Statement and Practice Guidance Auditory Processing Disorder (APD).
15. Cacace, A. i McFarland, D. (2013). Factors Influencing Tests of Auditory Processing: A Perspective on Current Issues and Relevant Concerns. *Journal Of The American Academy Of Audiology*, *24*(07), 572-589.
16. Chermak, G. D. (2001): Auditory processing disorder: An overview for the clinician, *The Hearing Journal, 54*(7), 10-25.
17. Chermak, G. i Musiek, F. (1997). *Central auditory processing disorders*. San Diego: Singular Pub. Group.
18. Chermak, G., Bamiou, D., Iliadou, V. i Musiek, F. (2017). Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. *International Journal Of Audiology*, *56*(7), 499-506.
19. Dawes, P. i Bishop, D. (2009). Auditory processing disorder in relation to developmental disorders of language, communication and attention: a review and critique. *International journal of language & communication disorders*, *44*(4), 440–465.
20. Dawes, P. i Bishop, D. (2010). Psychometric profile of children with auditory processing disorder and children with dyslexia. *Archives Of Disease In Childhood*, *95*(6), 432-436.
21. De Wit, E., van Dijk, P., Hanekamp, S., Visser-Bochane, M., Steenbergen, B., van der Schans, C. i Luinge, M. (2017). Same or Different: The Overlap Between Children With Auditory Processing Disorders and Children With Other Developmental Disorders: A Systematic Review. *Ear&Hearing*, *39*(1), 1-19.
22. DeBonis D. A. (2015). It Is Time to Rethink Central Auditory Processing Disorder Protocols for School-Aged Children. *American journal of audiology*, *24*(2), 124–136.
23. Domitz, D. i Schow, R. (2000). A New CAPD Battery—Multiple Auditory Processing Assessment. *American Journal Of Audiology*, *9*(2), 101-111.
24. Flanagan, D. i Dixon, S. (2014). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. Encyclopedia of Special Education. 368-382. 10.

25. Friel-Patti, S. (1999). Clinical Decision-Making in the Assessment and Intervention of Central Auditory Processing Disorders. *Language, Speech, And Hearing Services In Schools*, *30*(4), 345-352.
26. Gaab, N., Gabrieli, J. D., Deutsch, G. K., Tallal, P. i Temple, E. (2007). Neural correlates of rapid auditory processing are disrupted in children with developmental dyslexia and ameliorated with training: an fMRI study. *Restorative neurology and neuroscience*, *25*(3-4), 295–310.
27. Galaburda, A., LoTurco, J., Ramus, F., Fitch, R. i Rosen, G., 2006. From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, *9*(10), 1213-1217.
28. Gogić, D. (1999). Vremenska obrada audio-vizualnih podražaja. *Bilten.* Hrvatska udruga za disleksiju- Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet. Zagreb. 4. http://hud.hr/wp-content/uploads/sites/168/2014/11/bilten4.pdf Pristupljeno 9.8.2021.
29. Guttorm, T., Leppänen, P., Poikkeus, A., Eklund, K., Lyytinen, P. i Lyytinen, H. (2005). Brain Event-Related Potentials (ERPs) Measured at Birth Predict Later Language Development in Children with and Without Familial Risk for Dyslexia. *Cortex, 41*(3), 291-303.
30. Háden, G., Németh, R., Török, M. i Winkler, I. (2016). Mismatch response (MMR) in neonates: Beyond refractoriness. *Biological Psychology*, *117*, 26-31.
31. Hakvoort, B., van derLeij, A., Maurits, N., Maassen, B. i van Zuijen, T. (2015). Basic auditory processing is related to familial risk, not to reading fluency: An ERP study. *Cortex, 63*, 90-103.
32. Halliday, L., Tuomainen, O. i Rosen, S. (2017). Auditory processing deficits are sometimes necessary and sometimes sufficient for language difficulties in children: Evidence from mild to moderate sensorineural hearing loss. *Cognition, 166*, 139-151.
33. Hämäläinen, J., Salminen, H. i Leppänen, P. (2012). Basic Auditory Processing Deficits in Dyslexia. *Journal Of Learning Disabilities*, *46*(5), 413-427.
34. Heđever, M. (2011). Baterija testova za ispitivanje poremećaja slušnog procesiranja PSP1. Priručnik: Test - PSP1. Tara centar, Zagreb.
35. Heđever, M. (2012). Osnove fiziološke i govorne akustike (predavanja za studente logopedije). Zagreb
36. Heđever, M. (2015): Test- PSP- 1: Baterija testova za ispitivanje poremećaja slušnog procesiranja. (Vlastito izdanje i tisak), Zagreb.

37. Heđever, M. i Bonetti, A. (2010): Ispitivanje poremećaja slušnog procesiranja pomoću filitriranih riječi kod učenika nižih razreda osnovne škole. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, *46* (2), 50 – 60.
38. Hornickel, J. i Kraus, N. (2013). Unstable Representation of Sound: A Biological Marker of Dyslexia. *Journal Of Neuroscience*, *33*(8), 3500-3504.
39. Hornickel, J., Zecker, S., Bradlow, A. i Kraus, N. (2012). Assistive listening devices drive neuroplasticity in children with dyslexia. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, *109*(41), 16731-16736.
40. Iliadou, V., Ptok, M., Grech, H., Pedersen, E., Brechmann, A., Deggouj, N. i sur. (2017). A European Perspective on Auditory Processing Disorder-Current Knowledge and Future Research Focus. *Frontiers In Neurology*, *8*.
41. Ivšac, J. (2005). Vremenska obrada i čitanje. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja, 41*(1), 27-36.
42. Ivšac Pavliša, J. i Lenček, M. (2011). Fonološke vještine i fonološko pamćenje: Neke razlike između djece urednoga jezičnoga razvoja, djece s perinatalnim oštećenjem mozga i djece s posebnim jezičnim teškoćama kao temeljni prediktor čitanja. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja, 47*(1), 1-16.
43. Jerger, J. 2009. ‘‘The Concept of Auditory Processing Disorder: A Brief History.’’ U Controversies in Central Auditory Processing Disorder, ur. Cacace, A. T. i D. J. McFarland, 1–14. San Diego: Plural Publishing.
44. Judaš M. i Kostović I. (1997). Temelji neuroznanosti. Zagreb: MD.
45. Keith, R. (2000). Development and standardization of SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. *Journal of the American Academy of Audiology. 11*. 438-45.
46. Koch, S. (2019). *The baffling nature of auditory processing disorders*. Preuzeto 1.9.2021. s https://exclusive.multibriefs.com/content/the-baffling-nature-of-auditory-processing-disorders/communications
47. Kuvač, J. i Palmović, M. (2007). *Metodologija istraživanja dječjega jezika*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
48. Lanc, S., Barun, M., Heđever, M. i Bonetti, A. (2012): Poremećaj slušnog procesiranja u djece, *Logopedija, 3*(1), 31-34.
49. Lenček, M. (2012). Procjena disleksije u hrvatskome: Neke značajke čitanja i pisanja odraslih. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja, Vol. 48, No. 1,* 11-26.

50. Leppänen, P., Hämäläinen, J., Salminen, H., Eklund, K., Guttorm, T., Lohvansuu, K., Puolakanaho, A. i Lyytinen, H. (2010). Newborn brain event-related potentials revealing atypical processing of sound frequency and the subsequent association with later literacy skills in children with familial dyslexia. *Cortex*, *46*(10), 1362-1376.
51. Lorusso, M., Cantiani, C. i Molteni, M. (2014). Age, dyslexia subtype and comorbidity modulate rapid auditory processing in developmental dyslexia. *Frontiers In Human Neuroscience*, *8*.
52. Lyytinen, H., Erskine, J., Hämäläinen, J., Torppa, M. i Ronimus, M. (2015). Dyslexia—Early Identification and Prevention: Highlights from the Jyväskylä Longitudinal Study of Dyslexia. *Current Developmental Disorders Reports*, *2*(4), 330-338.
53. McArthur, G., Ellis, D., Atkinson, C. i Coltheart, M. (2008). Auditory processing deficits in children with reading and language impairments: Canthey (and should they) be treated? *Cognition*, *107*(3), 946-977.
54. McArthur, G., Eve, P., Jones, K., Banales, E., Kohnen, S., Anandakumar, T., Larsen, L, Marinus, E., Wang, H. i Castles, A. (2012). Phonics training for English-speaking poor readers. *Cochrane Database Of Systematic Reviews*.
55. McClelland, J. i Elman, J. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology*, *18*(1), 1-86.
56. Mildner V. (2003). Govor između lijeve i desne hemisfere. Zagreb: IPC grupa.
57. Moll, K., Snowling, M. i Hulme, C. (2020). Introduction to the Special Issue "Comorbidities between Reading Disorders and Other Developmental Disorders". *Scientific Studies Of Reading*, *24*(1), 1-6.
58. Moore, D. (2006). Auditory processing disorder (APD): Definition, diagnosis, neural basis, and intervention. *Audiological Medicine*, *4*(1), 4-11.
59. Moore, D. i Hunter, L. (2013). Auditory processing disorder (APD) in children: A marker of neurodevelopmental syndrome. *Hearing, Balance And Communication*, *11*(3), 160-167.
60. Myklebust, H. R. (1954). *Auditory disorders in children : a manual for differential diagnosis.* New York: Grune & Stratton.
61. Paprika, M. (2016). *Primjena slušnih evociranih potencijala u dijagnostici govorno-jezičnih teškoća.* Preuzeto 2. rujna 2021, s https://blog.dnevnik.hr/marijaklaric/2016/02/1632005343/primjena-slusnih-evociranih-potencijala-u-dijagnostici-govornojezicnih-teskoca.html?page=blog&id=1632005343&subpage=0&subdomain=marijaklaric.

62. Pennington, B. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, *101*(2), 385-413.
63. Pennington, B. i Bishop, D. V. (2009). Relations among speech, language, and reading disorders. *Annual review of psychology*, *60*, 283–306.
64. Pickles J.O. (2015). Auditory Pathways: Anatomy and Physiology. Handbook of Clinical Neurology (ur. G. Celesia i G. Hickok), vol. 129, 3-25.
65. Rajkowski, B. (2012). Dyslexia & APD : Are they Related? — Adelaide Speech Pathology Services. Preuzeto 6. rujna 2021, s http://www.adelaidespeech.com/dyslexia-and-apd-are-they-related.
66. Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?. *Current Opinion In Neurobiology*, *13*(2), 212-218.
67. Richard, G. (2011). The Role of the Speech-Language Pathologist in Identifying and Treating Children With Auditory Processing Disorder. *Language, Speech, And Hearing Services In Schools*, *42*(3), 241-245.
68. Richard, G. (2018). How to "Process" Central Auditory Processing Disorders. *ASHA Audiology 2018: Central Auditory Processing Disorders*. ASHA.
69. Rosen, S. (2003). Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything?. *Journal Of Phonetics*, *31*(3-4), 509-527.
70. Rosen, S. i Manganari, E. (2003). Is There a Relationship Between Speech and Nonspeech Auditory Processing in dyslexia? . *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 44*, 720-736.
71. Russo, N., Nicol, T., Zecker, S., Hayes i E., Kraus, N. (2005). Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behavioural Brain Research*, *156*(1), 95-103.
72. Seeto, M., Tomlin, D. i Dillon, H. (2021). The Relations Between Auditory Processing Scores and Cognitive, Listening and Reading Abilities. *Ear&Hearing*, *42*(4), 803-813.
73. Sharma, M., Purdy, S. i Humburg, P. (2019). Cluster Analyses Reveals Subgroups of Children With Suspected Auditory Processing Disorders. *Frontiers In Psychology*, *10*., 2481.
74. Snowling, M., Gooch, D., McArthur i G., Hulme, C. (2018). Language Skills, but Not Frequency Discrimination, Predict Reading Skills in Children at Risk of Dyslexia. *Psychological Science*, *29*(8), 1270-1282.
75. Sprenger-Charolles, L., Siegel, L., Jiménez, J. i Ziegler, J. (2011). Prevalence and Reliability of Phonological, Surface, and Mixed Profiles in Dyslexia: A Review of Studies

Conducted in Languages Varyingin Orthographic Depth. *Scientific Studies Of Reading, 15*(6), 498-521.

76. Tabone, N., Grech, H. i Bamiou, D. E. (2020). Contentious issues related to auditory processing disorder. *Malta Journal of Health Sciences, 7*(1), 7-18.
77. Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and language, 9*(2), 182–198.
78. Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience, 5*(9), 721-728.
79. Tallal, P. (2012). Improving neural response to sound improves reading. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences, 109*(41), 16406-16407.
80. Tallal, P. i Piercy, M. (1973). Defects of Non-Verbal Auditory Perception in Children with Developmental Aphasia. *Nature, 241*(5390), 468-469.
81. Temple, E., Poldrack, R., Protopapas, A., Nagarajan, S., Salz, T., Tallal, P. i sur. (2000). Disruption of the neural response to rapid acoustic stimuli in dyslexia: Evidence from functional MRI. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences, 97*(25), 13907-13912.
82. van Zuijen, T. L., Plakas, A., Maassen, B. A., Been, P., Maurits, N. M., Krikhaar, E., van Driel, J. i van der Leij, A. (2012). Temporal auditory processing at 17 months of age is associated with preliterate language comprehension and later word reading fluency: an ERP study. *Neuroscience letters, 528*(1), 31–35.
83. Vancaš, M. i Ivšac, J. (2002.) Vizualna i auditivna obrada i čitanje, XIII. Dani psihologije u Zadru, Zbomik sažetaka, Zadar, Croatia, str. 89.
84. Vermiglio, A. (2018). The Gold Standard and Auditory Processing Disorder. *Perspectives Of The ASHA Special Interest Groups, 3*(6), 6-17.
85. Vermiglio, A. (2021). Clinical Interpretation of APD Diagnoses. East Carolina University.
86. Volkmer, S. i Schulte-Körne, G. (2018). Cortical responses to tone and phoneme mismatch as a predictor ofdyslexia? A systematic review. *Schizophrenia Research, 191,* 148-160.
87. Wallach, G. P. (2011). Peeling the onion of auditory processing disorder: A language/curricular-based perspective. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 42*, 273–285.
88. WHO. 2016. International Classification of Functioning, Disability and Health, 10th Revision (ICF-10). Geneva: World Health Organization.

89. Wilson, W. (2018). Evolving the concept of APD. *International Journal Of Audiology*, *57*(4), 240-248.
90. Wilson, W. i Arnott, W. (2013). Using Different Criteria to Diagnose (Central) Auditory Processing Disorder: How Big a Difference Does It Make?. *Journal Of Speech, Language, And Hearing Research*, *56*(1), 63-70.
91. Witton, C. 2010. Childhood auditory processing disorder as a developmental disorder: Thecase for a multi-professional approach to diagnosis and management. *International Journal of Audiology*, *49*: 83-8.