

SPECIFIČNE TEŠKOĆE UČENJA I CEREBELARNA TEORIJA - UVID U ZADATKE RAVNOTEŽE I MOTORIKE

MIRJANA LENČEK¹, MATEJA USORAC, JASMINA IVŠAC PAVLIŠA²

¹Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, kontakt: mlencek@erf.hr

²Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

Primljeno: 12.5.2017.

Prihvaćeno: 7.6.2017.

Izvorni znanstveni rad

UDK: 37: 616.89-008.434.5

Sažetak: Među poznatim objašnjenjima disleksije, jedne od najčešćih specifičnih teškoća učenja, jest pretpostavka cerebelarnog nedostatka koju su predložili Nicolson i Fawcett (1996, 1999). Autori teorije smatraju da djeca s disleksijom imaju nedostatnu automatizaciju vještina. Niz istraživača utvrdio je da sposobnost automatizacije ovisi o aktivnosti cerebeluma. Poremećaji u razvoju cerebeluma mogu dovesti do problema u čitanju i pisanju, a ove teškoće predstavljaju ključna obilježja disleksije (kao i drugih specifičnih teškoća učenja) te su u skladu s pretpostavkom o ulozi cerebeluma u jezičnim vještinama. Cerebelum se tradicionalno smatra motoričkim područjem, tako da zadaci ravnoteže i motorike mogu dobro ukazivati na probleme u njegovu funkcioniranju.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi postoje li razlike u izvođenju zadataka ravnoteže i motorike između skupine učenika sa specifičnim teškoćama učenja (32) i skupine učenika urednog razvoja (32). Istraživanjem se nastojalo utvrditi i postoji li povezanost između vještine čitanja i uspjeha u ravnoteži i motoričkim zadacima kod svih 64-ero ispitanika – učenika četvrtih razreda osnovnih škola u Zagrebu. Svi učenici ispitani su zadacima oblikovanima prema istraživanjima Yap i van der Leij (1994) i Ramusa i suradnika (2003).

Rezultati Mann Whitney U testa pokazali su statistički značajne razlike između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja na zadacima ravnoteže i motoričkih postignuća. Učenici urednog razvoja postižu više ukupne rezultate na zadacima ravnoteže i motorike od učenika sa specifičnim teškoćama učenja. Ovi rezultati podupiru hipotezu cerebelarnog deficita kroz postojanje teškoća u izvođenju zadataka ravnoteže i motoričkih zadataka kod učenika sa specifičnim teškoćama učenja. Prema rezultatima Spearmanovog koeficijenta korelacije vidljivo je da postoji statistički značajna povezanost između uspješnosti rješavanja zadataka ravnoteže i motorike i zadataka čitanja. Daljnja istraživanja omogućila bi jasnije određivanje povezanosti vještine čitanja i postignuća na zadacima ravnoteže kao i veze čitanja i rezultata na motoričkim zadacima. Ona su potrebna i za pojašnjenje razloga i uzroka povezanosti ovih vještina.

Ključne riječi: specifične teškoće učenja, cerebelarna teorija, ravnoteža, motorika

UVOD

Specifične teškoće učenja – istraživački i zakonodavni okvir

Termin specifične teškoće učenja najčešće se koristi za opis obrazovnih problema djece kod kojih postoji neočekivani neuspjeh u školskim postignućima u odnosu na njihovu urednu opću kognitivnu sposobnost (Snowling, 2005; Fletcher i sur., 2007) i zadovoljavajuću razinu sustavne poduke. Konstrukt uključuje osobe koje imaju problema u čitanju, pisanju i matematici unatoč odsustvu onih stanja koja bi upućivala na razloge nastanka problema, poput najčešćih - senzoričkih teškoća, intelektualnih teškoća, problema u ponašanju koji utječu na motivaciju, nepovoljnih okolinskih čimbenika

(loših ekonomskih prilika ili nepoticajne sredine), jezičnog statusa (u smislu obrazovanja na jeziku koji nije materinski) ili nedostatne poduke (Fletcher i sur., 2013). Zajednička obilježja specifičnih teškoća učenja čine još neurološka osnova teškoća, nedostaci vezani uz psihološke procese koji su povezani s učenjem, nesrazmjer između potencijala i postignuća, problemi koji se osim u čitanju, pisanju i matematici očituju i u organizaciji i vremenskom planiranju te prisutnost problema kroz cijeli život (Lenček, 2017).

Pregledom novih klasifikacija, kao što je ona u Dijagnostičkom i statističkom priručniku za duševne bolesti Američke psihijatrijske udruge, DSM-5 (2014, u kojem se koristi termin specifični poremećaj učenja i čiji opis govori da se radi o sinonimu za specifične teškoće učenja) te prema Međunarodnoj

klasifikaciji bolesti (MKB-11; International classification of diseases; ICD-11; još neobjavljeni oblik u kojem se koristi termin *developmental learning disorders- razvojni poremećaj učenja*) vidljivo je da su disleksija, disgrafija i diskalkulija najčešće dijagnoze koje se ubrajaju u kategoriju specifičnih teškoća učenja, a što pokazuju i istraživački, kao i niz stručnih radova (Cortiella i Horowitz, 2014). Dio istraživača u specifične teškoće učenja ubraja još i jezične teškoće (Wiig, 2011; Sanders, Berninger i Abott, 2017) i dispraksiju (Drew, 2009; Jeffries i Everatt, 2004), odnosno razvojnu motoričku teškoću (Gibbs, Appleton i Appleton, 2007).

Opisi i navedene dijagnoze sadržane su i u većini dokumenata unutar kojih su dana zakonodavna tumačenja vezana uz ostvarivanje prava na mogućnosti školovanja, odnosno obrazovanja osoba sa specifičnim teškoćama učenja. Tako američki Zakon o obrazovanju osoba s teškoćama (*Individuals with Disabilities Education Act - IDEA, 2016*, već u obliku iz 1990.) definira specifične teškoće učenja kao "... poremećaj u jednom ili više osnovnih psiholoških procesa uključenih u razumijevanje ili uporabu jezika, govorenog ili pisanog, a može se očitovati u nedostatnoj sposobnosti slušanja, mišljenja, govorenja, čitanja, pisanja, *spellinga* ili matematičkog računanja..."¹

Britanski Zakon o posebnim edukacijskim potrebama i teškoćama (*Special Educational Needs and Disabilities – SEND, 2015*) navodi: „Specifične teškoće učenja (STU) utječu na jedan ili više aspekata učenja. Obuhvaćaju niz teškoća kao što su disleksija, diskalkulija i dispraksija.² U Hrvatskoj, prema novom izdanju Pravilnika o osnovnoškolskom i srednjoškolskom odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju iz 2015. (NN 24/2015), u Orijentacijskoj listi se navodi da u specifične teškoće u učenju pripadaju: „smetnje u području čitanja, pisanja, računanja, specifični poremećaj razvoja motoričkih funkcija, mješovite teškoće u učenju i ostale teškoće u učenju.“

Nije rijetkost da se termin specifičnih teškoća učenja proteže i na ADHD/ADD dijagnozu (Cutting i Denckla, 2003) premda prema novijim gledištima

istraživača kao i spomenutim klasifikatorima dijagnoza (DSM-5, ICD-11) ADHD predstavlja poremećaj koji se najčešće javlja istovremeno, odnosno u *komorbiditetu* s drugim specifičnim teškoćama učenja (Gooch, Snowling i Hulme, 2011).

Navođenjem dijagnoza koje pripadaju u specifične teškoće učenja daje se samo djelomičan uvid u određenje teškoća kako u istraživačkom, zakonodavnom tako i stručnom tumačenju. Kavale i Forness (2000, prema Kavale, Holdnack i Mostert, 2005) ponudili su mogućnost određenja prema operacionalnoj definiciji specifičnih teškoća učenja čije su sastavnice neophodne za razmatranje: a) nesrazmjer sposobnosti i postignuća; b) problemi u jeziku, čitanju, pisanju i matematici koji zahtijevaju posebnu poduku; c) obrada u domeni psiholoških mehanizama koji su povezani s problemima učenja (akademskog napredovanja) i to na razini strategija i brzine izvođenja zadataka sa svrhom prepoznavanja pokazatelja lošeg postignuća; d) pokazatelji u domeni pažnje, pamćenja, jezične obrade, socijalne kognicije, percepcije, metakognicije; e) isključujući kriteriji – razlozi teškoća nisu u problemima senzoričke integracije, intelektualnim teškoćama, bilo kakvim senzoričkim, motoričkim i emocionalnim teškoćama, kulturološkim razlikama ili u nedostatnosti poduke. Ova definicija korištena je kroz niz istraživanja kao osnova za određivanje pripadnosti osoba u skupinu sa specifičnim teškoćama učenja, te za oblikovanje baterija testova kojima je cilj prepoznavanje specifičnih teškoća učenja. Stoga značajan broj testova sadrži vrlo slične i ujednačene subtestove i mjere koje su oslanjaju na navedene kriterije.

Uloga cerebeluma i cerebelarna postavka

Uz navedene, široko prihvaćene kriterije, prema dijelu istraživačkih radova autora iz tzv. *Sheffieldske skupine*, kojima se kasnije pridružuju i drugi istraživači (Fawcett i Nicolson, 1995; Nicolson i Fawcett, 1999; Yap i van der Leij, 1994; Daum i sur., 1993), kao i prema nekim standardiziranim testovima (poput Pre-school Early Screening Tests, PREST; Fawcett, Nicolson i Lee, 2001.; Dyslexia Screening Test – Junior, DST-J; Fawcett i Nicolson, 2001;

1 "...a disorder in one or more of the basic psychological processes involved in understanding or in using language, spoken or written, which disorder may manifest itself in the imperfect ability to listen, think, speak, read, write, spell, or do mathematical calculations..."

2 Specific learning difficulties (SpLD), affect one or more specific aspects of learning. This encompasses a range of conditions such as dyslexia, dyscalculia and dyspraxia.

Dyslexia Adult Screening Test, DAST; Fawcett i Nicolson, 1998) ističe se potreba uvažavanja postavke o postojanju odstupanja u ravnoteži i motoričkoj izvedbi kod osoba sa specifičnim teškoćama učenja. Prema ovoj postavci kriteriji za pripadnost specifičnim teškoćama učenja šire se na bihevioralnoj razini na mjere ravnoteže i motorike. Ova postavka je proizašla iz istraživačkih podataka prema kojima su, ponajprije, djeca s disleksijom pokazivala probleme u navedenim mjerama (Fawcett i Nicolson, 1995; 1999a; Fawcett, Nicolson i Dean, 1996). Gotovo su anegdotalni podaci o njihovim nespretnostima na zadacima stajanja na jednoj nozi, hodanju unatrag, brzini razvrstavanja, dodirivanju prstiju i palca te drugim zadacima fine motorike (Haslum, 1989; Rudel, 1985; Wolf i sur., 1990). Podaci o lošim rezultatima postoje čak i za grubu motoriku, što su istraživači uočili još u samim počecima opisa disleksije (Rutter i Yule, 1970). Fawcett i Nicolson (1999a,b; Fawcett, Nicolson i Dean, 2001; Fawcett i Nicolson, 2011), kao i drugi autori koji su se bavili spomenutom pretpostavkom (Ramus, Pidgeon i Frith, 2003; Irannejad i Savage, 2012; Brookman i sur. 2013) zaključuju da su ovakvi rezultati pokazatelji nedostatne automatizacije u nizu aktivnosti (Everatt i Reid, 2009), a što je vezano uz ulogu cerebeluma (Fawcett i Nicolson, 1995; Brookes i sur., 2010) te je ova pretpostavka nazvana cerebelarnom. Dokazi o nedostacima automatizacije vidljivi su kroz zadatke istovremenog obavljanja većeg broja aktivnosti u kojima su osobe s disleksijom, ali i osobe s jezičnim teškoćama, neuspješnije bilo u brzini izvođenja radnji (Nicolson i Fawcett, 2007), u praćenju ili održavanju slijeda (Szmalec i sur., 2011) ili u zadacima ponavljanja motoričkih aktivnosti prema predlošku (*imitiranju*) (Vukovic, Vukovic i Stojanovic, 2010). Ključnu ulogu za automatizaciju i osiguravanje izvođenja motoričkih vještina ima cerebelum koji je operacionalno uključen i u niz kognitivnih procesa (rezultati studija koje koriste pozitronsku emisijsku tomografiju / pozitron emission tomography – PET/CT, Jenkins i sur., 1994), kao i u jezični razvoj (Leiner, Leiner i Dow, 1993; Ivry i Spencer, 2004). Nalazi novijih anatomskih i funkcionalnih istraživanja cerebeluma dokazuju opravdanost cerebelarne postavke - podaci meta analize studija slikovnih prikaza mozga (Linkersdörfer i sur., 2012; Kronbichler i sur., 2008) izdvajaju desni cerebelarni dio kao onaj

koji je povezan sa strukturalnim i funkcionalnim odstupanjima kod disleksije i važan je ne samo za motoričke procese već i za jezične kao i procese radnog pamćenja (Stoodley i Schmahmann, 2009). Kod osoba s disleksijom vidljiva je i drugačija aktivacija cerebeluma (Feng i sur., 2016). Istraživanja anatomskih obilježja pokazala su manjak sive tvari u cerebelumu kod kineske djece s disleksijom (Yang i sur., 2016). Kao prilog dokazima o uključenosti cerebeluma u nastanak disleksije navodi se i drugačija (ne)simetričnost cerebeluma u odnosu na kontrolne ispitanike (Rae i sur., 2002).

Postojanje cerebelarnih nedostataka se, nakon početnih istraživanja kod djece s disleksijom, utvrdilo i u istraživanjima kod djece i osoba s drugim specifičnim teškoćama učenja (Rochelle i Talcot, 2006) - jezičnim teškoćama (Brookman i sur., 2013), kod osoba s dispraksijom (Ivry, 2003) te kod djece i osoba s ADHD/ADD sindromom (Diamond, 2000). Razlozi tome mogu biti u preklapanjima koja postoje kod ovih teškoća na bihevioralnoj razini, ali se mogu vezati i uz drugačije mozgovno (cerebelarno) funkcioniranje pa i drugačiju mozgovnu (cerebelarnu) strukturu kod specifičnih teškoća učenja, a što je onda podloga za teškoće (Yitzchak, 2014). Uključenost cerebeluma u jezične procese (Murdoch, 2010) može biti razmatrana s aspekta jezičnog posredovanja pri učenju (Desmond i Fiez, 1998; Fawcett i Nicolson, 2008). Jezik je, kao posrednik učenja (u svom govornom ili pisanom obliku), učinkovit ako je automatiziran, a podaci osoba sa specifičnim teškoćama učenja jasno govore o problemima jezične automatizacije. Moguće je da različitost cerebeluma u odnosu na kontrolne ispitanike s uobičajenom strukturom i funkcijom cerebeluma uvjetuje manje učinkovito jezično posredovanje i neučinkovite strategije učenja koje su zamijećene kod osoba s disleksijom, jezičnim teškoćama, diskalkulijom, dispraksijom i ADHD/ADD dijagnozom (De Smet i sur., 2013). Hipoteza cerebelarnog nedostatka ističe da se ne radi samo o nedostatnoj automatizaciji kognitivnih vještina (Koziol i sur., 2014), posebno onih složenijih poput čitanja i pisanja, već da je suštinski problem u činjenici da osobe sa specifičnim teškoćama učenja ne dostižu razinu automatizacije za osnovne (nejezične) vještine kao što je, primjerice, ravnoteža (Fawcett i Nicolson, 1999a). Dokazi za

ovu tvrdnju su u radovima takozvanih pojedinačnih zadataka (Gouleme, Gerard i Bucci, 2015) i dvojnih zadataka (primarni i sekundarni zadaci) kojima je potvrđena neučinkovitost održavanja ravnoteže kod osoba sa specifičnim teškoćama učenja za vrijeme izvođenja neke druge aktivnosti (Nicolson i Fawcett, 2005).

Istraživački interesi u Hrvatskoj nisu do sada rezultirali radovima usmjerenima na povezanost specifičnih teškoća učenja i cerebelarne postavke, premda postoji niz podataka iz obrazovnog sustava kao i neobjavljenih stručnih radova u području logopedije (predstavljenih na stručnim skupovima) koji upozoravaju na motoričke i probleme ravnoteže kod djece sa specifičnim teškoćama učenja. Kako postavka nudi značajne mogućnosti preventivnog djelovanja kao i ranog otkrivanja teškoća, istraživanje provedeno u ovom radu usmjereno je širenju istraživačkog prostora u nas kroz podatke o obilježjima specifičnih teškoća učenja kao i davanju doprinosa boljim mogućnostima stručnog logopedskog rada s osobama kod kojih su prisutne navedene teškoće.

CILJ RADA

Cilj je rada utvrditi razlike na zadacima ravnoteže i motoričke izvedbe između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja koji pohađaju četvrti razred osnovne škole. Nastojat će se utvrditi i postoji li povezanost vještine čitanja s ravnotežom i motorikom kod svih ispitanika. Svrha je rada potvrda postavke cerebelarnog nedostatka koja se veže uz postavke nedostatne automatizacije i kojom se nastoji objasniti specifične teškoće učenja, posebno obilježja u domeni čitanja i pisanja. Potvrda postavke otvara mogućnosti rada

na preventivnim programima kao i programima ranog otkrivanja specifičnih teškoća učenja.

PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA

Pretpostavke istraživanja oblikovane su u skladu s ciljem:

- P1: Postojat će statistički značajna razlika u izvršavanju zadataka ravnoteže između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja tako da će ukupan rezultat na zadacima ravnoteže biti bolji kod učenika urednog razvoja.
- P2: Postojat će statistički značajna razlika u izvršavanju motoričkih zadataka između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja tako da će ukupan rezultat na motoričkim zadacima biti bolji kod učenika urednog razvoja.
- P3: Postojat će statistički značajna povezanost između ukupnog rezultata na zadacima ravnoteže i rezultata na zadacima čitanja.
- P4: Postojat će statistički značajna povezanost između ukupnog rezultata na motoričkim zadacima i rezultata na zadacima čitanja.

METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika

U istraživanju je sudjelovalo 64-ero učenika četvrtih razreda redovnih osnovnih škola Grada Zagreba. Podijeljeni su u dvije skupine - skupinu učenika sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i skupinu učenika urednog razvoja (UR). Osnovni podaci o ispitanicima prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Prikaz osnovnih podataka o uzorku ispitanika sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i uzorku ispitanika urednog razvoja (UR)

	UKUPAN BROJ UČENIKA	UKUPAN BROJ DJEČAKA	UKUPAN BROJ DJEVOJČICA	PROSJEČNA KRONOLOŠKA DOB UČENIKA	RASPON KRONOLOŠKE DOBI UČENIKA
UČENICI SA SPECIFIČNIM TEŠKOĆAMA UČENJA (STU)	32	19	13	10,5	10,2-11,9
UČENICI UREDNOG RAZVOJA (UR)	32	19	13	10,3	9,6-11,2

Učenici sa specifičnim teškoćama učenja (STU) izabrani su temeljem rješenja o školovanju prema Redovitom programu uz individualizirane postupke zbog postavljene jedne ili više dijagnoza koje ulaze u specifične teškoće učenja (STU) prema okviru kojega daje Pravilnik o osnovnoškolskom i srednjoškolskom odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama u razvoju iz 2015. (NN 24/2015) – disleksije, disgrafije, diskalkulije, dispraksije te zbog posebnih jezičnih teškoća. Dvoje učenika uz postavljenu dijagnozu koja ulazi u specifične teškoće učenja ima i dodatnu dijagnozu hiperaktivnog poremećaja (ADHD). Najveći broj ispitanika ima dijagnozu disleksije, a što je u skladu s podacima prema kojima je disleksija najučestalija specifična teškoća učenja (Gillberg, 2003).

Zadaci korišteni u istraživanju

U istraživanju su korištene tri vrste zadataka: zadaci ravnoteže, motorički zadaci i zadaci čitanja. Zadaci ravnoteže oblikovani su prema istraživanju Yap i van der Leij (1994) i vrednuju stajanje na desnoj i lijevoj nozi. Bodovani su kao u izvornom istraživanju - 1 bod ukoliko je ispitanik izvršio zadatak, 0 bodova ukoliko nije izvršio zadatak tijekom jedne minute. Ukupno ispitanik može postići dva boda.

Motorički zadaci oblikovani su prema istraživanjima Ramus, Pidgeon i Frith (2003) te Nicolson i Fawcett (1994) i uključuju nizanje perlica i pre-

bacivanje pribadača u novi red. Kod oba zadatka mjerilo se vrijeme potrebno za izvršenje zadatka. Treći je zadatak premještanja zrna riže iz jedne posude u drugu, a rezultat čini broj zrna riže uspješno prebačen tijekom jedne minute.

Zadaci čitanja odnosili su se na čitanje lažnih i pravih riječi (Lenček 2012) – mjerilo se vrijeme potrebno za čitanje liste i točnost pročitanih (kod liste lažnih riječi raspon je 0-19, a kod liste pravih riječi raspon bodova je 0-20). Čitanje teksta (Kelić, 2015) procjenjivano je kroz vrijeme potrebno za čitanje u sebi (u sekundama), vrijeme odgovaranja na pitanja o tekstu (u sekundama) i broj točnih odgovora (mogući raspon 0-6).

Varijable istraživanja

Varijable istraživanja prikazane su u tablici 2.

Metode obrade podataka

Prema prikupljenim podacima, uz pomoć programa za statističku obradu IBM SPSS 20 rezultati su standardizirani (pretvoreni u Z-vrijednosti) te su potom izračunati osnovni statistici (centralna vrijednost-medijan, poluinterkvartilno raspršenje-Q, najveći i najmanji rezultat). Utvrđene su normalnosti distribucija varijabli Shapiro- Wilksomim testom te izračunate razlike između ispitanika Mann-Whitney U testom. Za utvrđivanje korelacija korišten je Pearsonov koeficijent korelacija.

Tablica 2. Varijable istraživanja

NAZIV VARIJABLE	KRATICA	OPIS VARIJABLE	SKUPNA VARIJABLA	KRATICA SKUPNE VARIJABLE
Ravnoteža- desna noga	R_DN	Jednominutno stajanje na desnoj nozi	Ravnoteža ukupno	RU
Ravnoteža- lijeva noga	R_LN	Jednominutno stajanje na lijevoj nozi	Ravnoteža ukupno	RU
Motorika – perlice	MPE_V	Vrijeme nizanja perlica na špagu (u sekundama)	Motorika ukupno	MU
Motorika – pribadače	MPR_V	Vrijeme prebacivanja pribadača u novi red (u sekundama)	Motorika ukupno	MU
Motorika - zrna riže	MZR_B	Broj prebačenih zrna riže	Motorika ukupno	MU
Lažne riječi-vrijeme	LR_V	Vrijeme čitanja lažnih riječi (u sekundama)		
Lažne riječi-točnost	LR_T	Broj točno pročitanih lažnih riječi		
Prave riječi- vrijeme	PR_V	Vrijeme čitanja pravih riječi (u sekundama)		
Prave riječi- točnost	PR_T	Broj točno pročitanih pravih riječi		
tekst-vrijeme	T_V	Vrijeme čitanja teksta		
Razumijevanje / vrijeme	RAZ_V	Vrijeme odgovaranja na pitanja pisanim putem		
Razumijevanje /Odgovori	RAZ_ODG	Broj točnih odgovora na pitanja o tekstu		

REZULTATI I RASPRAVA

Izračunati su osnovni statistički parametri (centralna vrijednost-medijan, poluinterkvartilno raspršenje-Q, najveći i najmanji rezultat) za varijable istraživanja: ravnoteža ukupno (RU), motorika ukupno (MU), lažne riječi-vrijeme (LR_V), lažne riječi-točnost (LR_T), prave riječi-vrijeme (PR_V), prave riječi-točnost (PR_T), tekst-vrijeme (T_V), razumijevanje-vrijeme (RAZ_V) i razumijevanje-odgovori (RAZ_ODG) za učenike sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i učenike urednog razvoja (UR). Aritmetička sredina nije korištena kao središnja vrijednost jer se vrijednosti varijable ravnoteža ukupno (RU) nalaze na ordinalnoj ljestvici, te zbog činjenice da je provjerom normalnosti distribucija varijabli (testirane Shapiro- Wilksvim testom) utvrđeno kako sve testirane distribucije odstupaju od normalne distribucije.

Iz Tablice 3 i deskriptivne statistike može se uočiti kako učenici sa specifičnim teškoćama učenja imaju niže centralne vrijednosti (C) od učenika urednog razvoja na varijablama Ravnoteža ukupno (RU) i Motorika ukupno (MU), odnosno postižu lošiji središnji rezultat u odnosu na učenike urednog razvoja. Kod učenika urednog razvoja

postoji značajno veći raspon rezultata na varijabli Motorika ukupno te ovi niski rezultati kod neke djece postavljaju pitanje mogućih neotkrivenih motoričkih teškoća.

Rezultati testiranja značajnosti razlika između ispitanih skupina

Ravnoteža

Vrijednosti varijable ravnoteža ukupno (RU) nalaze se na ordinalnoj ljestvici te je za testiranje značajnosti razlika između skupina korištena neparametrijska statistika, odnosno Mann-Whitney U test čiji su rezultati prikazani su u Tablici 4.

Rezultati pokazuju da postoji statistički značajna razlika između postignuća učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja na varijabli ravnoteža ukupno (RU). Kako je iz osnovnih statistika vidljivo da učenici urednog razvoja imaju veći prosječni rang na ovoj varijabli, može se zaključiti da su postizali bolje ukupne rezultate na zadacima ravnoteže. U prilog rezultatima idu i slična strana istraživanja - Nicolson i Fawcett (1994) su ispitali dvije skupine djece s disleksijom (prosječne dobi 8 i 12 godina) i obje

Tablica 3. Deskriptivna statistika za varijablu ravnoteža ukupno (RU), motorika ukupno (MU) za učenike sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i učenike urednog razvoja (UR) i deskriptivna statistika za varijable čitanja (LR_V, LR_T, PR_V, PR_T, T_V, RAZ_V, RAZ_ODG)

VARIJABLE	N	C	Q	MIN	MAX	TR
RU – STU	32	0,50	0,50	0	2	0 – 2
RU – UR	32	1,00	1,00	0	2	0 – 2
MU – STU	32	-0,332	1,389	-3,24	4,75	-3,24 - 4,75
MU – UR	32	1,044	0,995	-10,21	3,16	-10,21 - 3,16
LR_V	64	25,50	10	15	60	15 – 60
LR_T	64	17,00	2,5	3	19	0 – 19
PR_V	64	29,00	11,5	16	79	16 – 79
PR_T	64	19,00	1,5	13	20	0 – 20
T_V	64	196,00	36,5	97	764	97 – 764
RAZ_V	64	230,00	61	100	537	100 - 537
RAZ_ODG	64	5,00	1	1	6	0 – 6

Tablica 4. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa - razlike u postignućima između učenika sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i učenika urednog razvoja (UR) na varijabli ravnoteža ukupno (RU)

VARIJABLA	Prosječni rang		Mann – Whitney U	P
	STU	UR		
RU	27,69	37,31	358,000	0,026*

*razina značajnosti 5 %

skupine su imale lošiju izvedbu na svim zadacima ravnoteže u odnosu na kontrolnu skupinu. Zadaci su uključivali stajanje na obje noge, na jednoj nozi i stajanje s povezom preko očiju. Rezultati istraživanja Fawcett, Nicolson i Dean iz 1996., u kojem je mjereno vrijeme održavanja ravnoteže kod desetogodišnjih ispitanika s disleksijom (pri čemu su ispitanici imali povez na očima i bili izloženi odgurivanju ispitivača), pokazalo je značajno lošiju izvedbu u odnosu na njihove kronološki izjednačene kontrolne parove. Brookes i sur. (2010) također iznose da djeca s disleksijom lošije izvode zadatke ravnoteže (stavljanje noge ispred druge noge uz raširene ruke) od kontrolnih parova. Postoje i oprečni podaci nekih istraživanja vezanih uz ravnotežu: isti autori dobili su lošije rezultate na zadacima ravnoteže kod jedne skupine djece s disleksijom (Yap i van der Leij, 1994) dok u drugom istraživanju, na drugoj skupini djece s disleksijom Van Daal i van der Leij (1999) nisu pronašli razlike u odnosu na kontrolnu skupinu. Moguće objašnjenje je da prisutnost teškoća uvjetuje komorbiditet dijagnoza, a što nije razmatrano u ovim kao ni nekim drugim studijama i istraživanjima (Raberger i Wimmer, 2003). Tako primjerice postoji niz podataka o problemima ravnoteže kod djece s dispraksijom te ona pripadaju u temeljna obilježja njihova funkcioniranja i vidljiva su kako u ranoj dobi (Macintyre, 2009) tako i u kasnijem razdoblju. Značajan broj djece s dispraksijom nije prepoznat te njihove teškoće nerijetko bivaju opisane kroz obilježja koja su zajednička s disleksijom (problemi pisanja, orijentacije, radnog pamćenja... Gibbs, Appleton i Appleton, 2007) zbog čega se ona „uklope“ u sliku disleksije te se o njima govori kao o djeci s disleksijom ili djeci sa specifičnim teškoćama učenja. Moguće je pri tome da postoji komorbiditet teškoća pri čemu obje pokazuju nedostatno mozgovno funkcioniranje, odnosno cerebelarne nedostatke.

Powel i Bishop (1992) su koristeći zadatke ravnoteže ustanovili da djeca s jezičnim teškoćama iskazuju probleme nalik onima koje imaju djeca s disleksijom, a što je kasnije potvrđeno i nekim novijim istraživanjima (Brookman i sur., 2013). Ramus i sur. (2003) su dobili statistički značajne razlike između djece s disleksijom i njihovih kontrolnih parova na zadacima ravnoteže koji

se odnose na održavanje položaja tijela (Ramus, Pidgoen i Frith, 2003) pri čemu su u istraživanju sudjelovala i djeca koja su uz disleksiju imala i dijagnozu pomanjkanja pažnje s hiperaktivnošću (ADHD). Pretpostavka o mogućim cerebelarnim nedostacima kod djece s ADHD dijagnozom rezultirala je istraživanjima u području bihevioralnih značajki odstupanja – otkrivene su nedostatnosti u motoričkom i kognitivnom području te emotivnoj regulaciji koje se vežu uz anatomske i funkcionalne promjene u cerebelumu (Stoodley, 2016). I u našem istraživanju je sudjelovalo dvoje djece s ADHD dijagnozom koja su po obilježjima rezultata u području ravnoteže postizala rezultate vrlo slične rezultatima djece s dijagnozama unutar kategorije specifičnih teškoća učenja te su bili lošiji od kontrolnih parova bez teškoća. Raberger i Wimmer (2003) su u istraživanju koje je uključivalo zadatke ravnoteže zaključili da uspjeh na ovim zadacima nije vezan s teškoćama čitanja, ali jest s ADHD dijagnozom.

Mali je broj istraživanja veze ravnoteže i uspješnosti u matematici – podaci na uzorku djece urednog razvoja dobi 8-10 godina pokazali su da postoji statistički značajna povezanost između uspjeha na aritmetičkim zadacima i zadacima ravnoteže čak i kad se kontroliraju kapaciteti pažnje i zaključivanja (Lonnemann i sur., 2011). Autori istraživanja smatraju da se povezanost može tumačiti ulogom cerebeluma koja je važna za obje ispitane aktivnosti.

Rezultati dobiveni u našem istraživanju pokazuju teškoće održavanja ravnoteže kod djece sa specifičnim teškoćama učenja u odnosu na kontrolne parove i mogu ukazivati na cerebelarne nedostatke te podupiru teoriju cerebelarnog nedostatka (Nicolson, Fawcett i Dean, 2001) u smislu postojanja teškoća održavanja ravnoteže kod osoba koje imaju specifične teškoće učenja. Dobiveni rezultati potvrđuju prvu postavljenu pretpostavku istraživanja: postoje statistički značajne razlike u izvršavanju zadataka ravnoteže između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja.

Motorika

Mann-Whitney U testom utvrđene su razlike u zadacima motorike kod ispitanika sa specifič-

nim teškoćama učenja i ispitanika urednog razvoja (Tablica 5):

U skladu s pretpostavkama istraživanja očekivano je da će (kao i na varijablama ravnoteže) na varijabli Motorika ukupno postojati statistički značajna razlika između postignuća učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja. Ta su očekivanja potvrđena kao i postavljena pretpostavka: učenici urednog razvoja imaju veći prosječni rang od učenika sa specifičnim teškoćama učenja te se može zaključiti da je njihov rezultat očekivano bolji od postignuća učenika sa specifičnim teškoćama učenja. Motorički zadaci predstavljaju problem za učenike sa specifičnim teškoćama. Već navedeno istraživanje Nicolson i Fawcett (1994) pokazalo je da i u domeni motorike, kao i kod ravnoteže, postoji lošija izvedba djece s disleksijom u odnosu na kontrolne parove bez teškoća. Fawcett i Nicolson su, dokazujući cerebelarnu postavku, 1995. proveli još jedno slično istraživanje u kojem se također pokazalo odstupanje djece s disleksijom u postignućima na zadacima motorike. Slične nalaze je još 1967. dobio Stevens sa suradnicima pri čemu su ispitanici bili djeca s minimalnim mozgovnim disfunkcijama (prosječne dobi od 9,7 godina) koja su pokazivala teškoće u učenju, odnosno niža obrazovna postignuća. Brookman i sur. (2013) navode da kod djece s posebnim jezičnim teškoćama također postoje problemi u motoričkoj izvedbi zadataka i postavljaju pitanje jesu li motorički problemi vezani uz teškoće čitanja ili jezične teškoće. Moguće je da se motoričke teškoće javljaju zajedno s ostalim teškoćama jer uzročni čimbenici koji dovode do teškoća čitanja i jezičnih teškoća koreliraju s uzrocima koji imaju za posljedicu motoričke probleme. To se može interpretirati na neurobiološkoj razini, a kao razlog nastanka teškoća može se navesti više čimbenika – npr. kašnjenje u mijelinizaciji, ali i spomenuta pretpostavka o cerebelarnim nedostacima.

Djeca s dijagnosticiranom disgrafijom koja su činila uzorak sa specifičnim teškoćama učenja u našem istraživanju (njih četvero), pokazivala su nedostatke u izvršavanju motoričkih zadataka. Fini motorički nedostaci nisu rijetkost kod djece s disgrafijom (Volman, van Schendel i Jongmans, 2006), a rezultati novijih studija pokazuju da je za pokrete prstiju pri pisanju odgovoran upravo cerebelum (točnije, prednji režanj desnog dijela cerebeluma; Katanoda, Yoshikawa i Sugishita, 2001) te da je cerebelum uključen u opću neuralnu mrežu pisanja. Uloga cerebeluma time nadmašuje razinu motoričke kontrole.

Svi podaci našeg istraživanja o razlikama ispitanika na zadacima koji procjenjuju finu motoriku govore o lošijim postignućima učenika sa specifičnim teškoćama učenja u odnosu na učenike urednog razvoja te se prema rezultatima Mann Whitney U testa može potvrditi druga postavljena pretpostavka: postoji statistički značajna razlika u izvršavanju motoričkih zadataka između učenika sa specifičnim teškoćama učenja i učenika urednog razvoja tako da je ukupan rezultat na motoričkim zadacima bolji kod učenika urednog razvoja.

Povezanost ravnoteže, motorike i čitanja

Postavka o zajedničkoj osnovi ravnoteže, motorike i čitanja, koja se temelji na automatizaciji ovih vještina kroz cerebelarnu aktivnost, upućuje na postojanje povezanosti varijabli koje mjere navedene vještine. Postavljena pretpostavka o postojanju statistički značajnih korelacija navedenih varijabli provjerena je izračunom korelacija:

Prema tabličnom prikazu vidljivo je da je varijabla Ravnoteža ukupno statistički značajno vezana uz uspjeh na varijablama čitanja (kako brzine čitanja tako i točnosti) dok to nije slučaj s varijablom Motorika ukupno. Dobivene korelacije upućuju da mjere ravnoteže možda bolje predstavljaju „osnovne“ vještine čija (ne)automatizacija je

Tablica 5. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa - razlike u postignućima između učenika sa specifičnim teškoćama učenja (STU) i učenika urednog razvoja (UR) na varijabli motorika ukupno (MU)

VARIJABLA	Prosječni rang		Mann – Whitney U	P
	STU	UR		
MU	27,81	37,19	362,000	0,044*

*razina značajnosti 5 %

pokazatelj problema koji će kasnije, zbog usložnjavanja aktivnosti koje osoba treba izvesti (npr. kod čitanja) također biti neautomatizirane. U skladu s takvom pretpostavkom kod osoba sa specifičnim teškoćama učenja zapravo postoji „gomilanje“ neautomatiziranih radnji te se može očekivati povezanost ravnoteže sa svim varijablama čitanja koje uključuju brzinu i točnost. Razumijevanje, kao svrha čitanja, uključuje mjere koje su značajno pod utjecajem niza drugih čimbenika (jezičnih znanja, znanja temeljenih na iskustvima s okolnim svijetom i niza drugih) i njega značajno više određuju ti drugi čimbenici nego što je to slučaj s mjerama tehnike čitanja – brzine i točnosti. Stoga nema povezanosti uspjeha na varijablama razumijevanja i varijablama ravnoteže. Slične nalaze povezanosti tehnike čitanja i ravnoteže dobili su Stoodley i sur. (2005) u istraživanju u kojem su ispitali učenike s disleksijom i učenike urednog razvoja prosječne dobi 10,8 godina. Savage i sur. (2005) također su utvrdili da postoji povezanost između rezultata na zadacima održavanja ravnoteže i rezultata na zadacima čitanja lažnih riječi. Povezanost varijabli čitanja i ravnoteže trebala bi biti sustavnije istražena kroz korelacijske analize koje bi uključile različite aspekte čitanja – brzinu, točnost i tečenost čitanja te rezultate razumijevanja kako bi se bolje mogla tumačiti priroda ove veze.

Podaci o povezanosti motoričkih zadataka i rezultata čitanja na našem uzorku ispitanice djece četvrtih razreda osnovne škole pokazuju nepostojanje statistički značajnih korelacija između ovih vještina. Ovakvi rezultati nisu očekivani niti su u skladu s postavljenom pretpostavkom. Moguće objašnjenje dobivenih podataka jest da motorička izvedba značajno više utječe na pisanje nego na čitanje te da u slučaju postojanja teškoća, motori-

ka značajnije ukazuje na neautomatiziranost grafomotoričkih procesa, a ne procesa koji određuju konceptualni aspekt pisanja i koji su značajnije povezani i određeni čitanjem (npr. fonološke vještine, imenovanje i sl.). Jedina statistički značajna povezanost dobivena je za varijable Motorika ukupno i Razumijevanje – odgovori.

Dobiveni rezultati korelacija samo djelomično podupiru postavku cerebelarnog nedostatka. U objašnjenju postavke autori (Nicolson i Fawcett, 1999; Nicolson, Fawcett i Dean., 2001) su u tzv. pretpostavci o uzročnom lancu utvrdili kako cerebelarna disfunkcija uzrokuje teškoće održavanja ravnoteže, ali te teškoće mogu imati zaseban put i mogu se pojavljivati istovremeno s drugim uzrocima teškoća.

Prema dobivenim istraživačkim podacima treća se pretpostavka može djelomično prihvatiti, a četvrta pretpostavka ne može se prihvatiti.

Kako je istraživanje provedeno na relativno malom uzorku ispitanika, svi dobiveni rezultati moraju se tumačiti u skladu s ovim ograničenjem.

ZAKLJUČAK

Veze ravnoteže, motorike i čitanja nisu (posebno kod nas) dovoljno istražene, naročito u novije vrijeme kada postoji niz novih spoznaja temeljem kojih je moguće prikupiti podatke na bihevioralnoj razini i kada postoje metode i postupci za dobivanje podataka o neurofunkcionalnim aktivnostima te njihovo povezivanje s obilježjima odstupanja. Rezultati provednog istraživanja usmjereni su na potvrdu teorije cerebelarnog nedostatka (Nicolson, Fawcetti i Dean, 2001) kao razloga prisutnih teškoća u čitanju, pisanju i matematici kod ispitanice djece

Tablica 6. Prikaz povezanosti između varijable Ravnoteža ukupno (RU) te varijable Motorika ukupno s varijablama Lažne riječi-vrijeme (LR_V), Lažne riječi-točnost (LR_T), Prave riječi-vrijeme (PR_V), Prave riječi-točnost (PR_T), Tekst-vrijeme (T_V), Razumijevanje-vrijeme (RAZ_V) te Razumijevanje-odgovori (RAZ_ODG) za obje skupine ispitanika (Spearmanov koeficijent korelacije)

		LR_V	LR_T	PR_V	PR_T	T_V	RAZ_V	RAZ_ODG
koeficijent korelacije		-0,321**	0,248*	-0,349**	0,088	-0,374**	-0,039	0,223
R_U	P	0,010	0,048	0,005	0,490	0,002	0,762	0,077
koeficijent korelacije		-0,156	-0,108	-0,186	-0,131	-0,101	-0,044	0,277*
M_U	P	0,219	0,395	0,142	0,301	0,427	0,728	0,026

*razina značajnosti 5 %

**razina značajnosti 1%

sa specifičnim teškoćama učenja. Statističkim postupcima dokazana su lošija postignuća ove djece na zadacima ravnoteže i motoričke izvedbe kao i istovremeno prisustvo teškoća čitanja. Razlozi ovakvih rezultata mogu proizlaziti iz istovremenog pojavljivanja dvaju inače neovisnih obilježja, ali mogu biti tumačeni i zajedničkom etiologijom kroz cerebelarni nedostatak (kao što to autori cerebelarne postavke tvrde) te nekim drugim zajedničkim uzrokom. Bez obzira što je uzrok pojavnosti nedostataka ravnoteže, motorike i čitanja, u kliničkom stručnom radu s osobama sa specifičnim teškoćama učenja (posebno s disleksijom kao teškoćom s najznačajnijom prevalencijom) neophodno je bolje razumijevanje odnosa teškoća, ravnoteže i motorike. Ono je nužno iz više razloga, kako to navode i Rochelle i Talcott (2006): (1) ukoliko problemi ravnoteže predviđaju teškoće u čitanju, rano testiranje putem standardiziranih postupaka za utvrđivanje ovih problema može osigurati podatke za provođenje preventivnih aktivnosti i ranu intervenciju u predškolskoj dobi; (2) podaci o istovremenoj prisutnosti problema u ravnoteži i motorici kod dijagnoza koje ulaze u specifične teškoće učenja nameće razmatranje pitanja prepoznavanja pojedinih teškoća i istovremene prisutnosti više teškoća; (3) ukoliko je postavka cerebelarnog nedostaka točna, koji su postupci neophodni za postizanje

boljih rezultata u akademskom napredovanju ovih osoba te jesu li multisenzorički programi koji se koriste kod specifičnih teškoća učenja pravi način intervencije.

Cerebelarna postavka „evoluirala“ je od isticanja temeljnih mehanizama usmjerenih na motoriku i ravnotežu do prikaza tzv. lanca koji oštećenje cerebeluma navodi kao uzrok teškoća u čitanju i pisanju dajući okvir koji ne narušava općeprihvaćenu postavku fonološkog nedostatka kao glavnog razloga nastanka ovih problema. Ovakvo uključivanje i poveznica koja može uključivati nedostatnu automatizaciju, dobra je osnova za daljnja istraživanja. Ona posebno mogu ići u pravcu osiguravanja novih podataka o opravdanosti cerebelarne postavke kroz domenu intervencije. Kako su učinkovite intervencije izuzetno važne u području specifičnih teškoća učenja, podaci o vrijednosti tretmanskim ili intervencijskim postupcima utemeljenim na cerebelarnoj postavci mogu unaprijediti podršku za osobe sa specifičnim teškoćama učenja. Iako u stručnom logopedskom radu u Hrvatskoj postoje elementi intervencijskih postupaka koji uvažavaju cerebelarne postavke, učinkovitost takvih aktivnosti potrebno je dokazati sustavnim praćenjima i dokumentiranjem podataka u skladu s osnovama cerebelarne postavke, a sa svrhom dokaza istih.

LITERATURA

- Brookman, A., McDonald, S., McDonald, D., Bishop, D.V.M. (2013): Fine motor deficits in reading disability and language impairment: same or different? *PeerJ* 1:e217; DOI 10.7717/peerj.217
- Brookes, R. L., Tinkler, S., Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. (2010): Striking the Right Balance: Motor Difficulties in Children and Adults with Dyslexia. *Dyslexia*, 16, 358–373.
- Cortiella, C., Horowitz, S. H. (2014): *The State of Learning Disabilities: Facts, Trends and Emerging Issues*. New York: National Center for Learning Disabilities.
- Cutting, L. E., Denckla, M. B. (2003): Attention: Relationships between Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Learning Disabilities. U: Swanson, H. L.; Harris, K. R.; Graham, S.: *Handbook of Learning Disabilities*. NY, London: The Guilford Press.
- Daum I., Schugens, M.M.; Ackermann H., Lutzenberger, W., Dichgans J., Birbaumer, N. (1993): Classical Conditioning after cerebellar lesions in humans. *Behavioral Neuroscience*, 107, 748-756.
- De Smet, H. J., Paquier, P., Verhoeven, J., Mariën, P. (2013): The cerebellum: Its role in language and related cognitive and affective functions. *Brain and Language*, 127, 3, 334-342.
- Desmond, J. E., Fiez, J. A. (1998): Neuroimaging studies of the cerebellum: language, learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 9, 355–362.
- Diamond, A. (2000): Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71, 44–56.
- Drew, S. (2009): *Dyspraxia*. U: Pollak, D. (ur) *Neurodiversity in Higher Education: Positive Responses to Specific Learning Differences*. Oxford, UK: John Wiley & Sohns Ltd. 91- 123.
- DSM - 5 (2014): *Dijagnostički i statistički priručnik za duševne bolesti*. Američka psihijatrijska udruga. Ur. hrvatskog izdanja: V. Jukić, G. Arbanas. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Everatt, J., Reid, G. (2009): *Dyslexia. An overview of recent research*. U: Reid, G. (ur.) *The Routledge Companion to Dyslexia*. London, New York: Routledge, Taylor and Francis Group.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I. (1995): Persistent deficit in motor skill of children with dyslexia. *Journal of Motor Behavior*, 27, 3, 235-240.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., Dean, P. (1996): Impaired performance of children with dyslexia on range of cerebellar tasks. *Annals of Dyslexia*, 46, 259-283.
- Fawcett, A.J., & Nicolson, R.I. (1998) *The Dyslexia Adult Screening Test*. London: The Psychological Corporation.
- Fawcett, A.J., Nicolson, R. I. (1999a): Performance of Dyslexic Children on Cerebellar and Cognitive Tests. *Journal of Motor Behavior*, 31, 1, 68-78.
- Fawcett, A.J., Nicolson, R. I. (1999b): Developmental dyslexia: the role of the cerebellum. *Dyslexia*, 5, 3, 155-177.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., Dean, P. (2001): *Dyslexia, Development and the Cerebellum*. *Trends in neurosciences*, 24, 9, 515-516.
- Fawcett, A.J., Nicolson, R.I., Lee, R. (2001): *Pre-School Screening Test (PREST)*. London: The Psychological Corporation.
- Fawcett, A. J., Nicolson, R. (2008): *Dyslexia and the cerebellum*. U: G. Reid, A.Fawcett, F. Manis and L. Siegel (ur.) *The Sage Dyslexia Handbook*. London: SAGE.
- Fawcett, A.J., Nicolson, R. I. (2011): Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex*, 47, 1, 117-127.
- Feng, X.X.; Li, L.; Zhang, M.L.; Yang, X.J.; Tian, M.Y.; Xie, W.Y.; Lu, Y.; Liu, L.; Belanger, N.N.; Meng, X.Z. (2017) *Dyslexic Children Show Atypical Cerebellar Activation and Cerebro-Cerebellar Functional Connectivity in Orthographic and Phonological. Processing*. *Cerebellum*, 16,2, 496-507.

- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., Barnes, M. A. (2007): *Learning Disabilities. From Identification to Intervention*. New York, London: The Guilford Press.
- Fletcher, J. M., Stuebing, K. K., Morris, R. D., Lyon, G. R. (2013): *Classification and Definition of Learning Disabilities. A Hybrid Model*. U: Swanson, H. L., Harris, K. R., Graham, S.: *Handbook of Learning Disabilities*. NY, London: The Guilford Press.
- Gibbs, J., Appleton, J., Appleton, R. (2007): Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Archives of Disease Childhood*, 92, 534 – 539. doi: 10.1136/adc.2005.08805450.
- Gillberg, C. (2003): *Clinical Child Neuropsychiatry*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gooch, D., Snowling, M., Hulme, C. (2011): Time perception, phonological skills and executive function in children with dyslexia and/or ADHD symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 2, 195-203.
- Gouleme, N., Gerard, C. L., Bucci, M. P. (2015): The Effect of Training on Postural Control in Dyslexic Children. *PLOS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130196>
- Haslum, M. N. (1989): Predictors of dyslexia? *Irish Journal of Psychology*, 10, 622-630.
- IDEA – Individuals with Disabilities Education Act. (2016) As Amended Through P.L. 114-95, Enacted December 10, 2015.
- Irannejad, S., Savage, R. (2012): Is a cerebellar deficit the underlying cause of reading disabilities? *Annals of Dyslexia*, 62, 22–52.
- Ivry, R.B. (2003): Cerebellar involvement in clumsiness and other developmental disorders. *Neural Plasticity*, 10, 143–155.
- Ivry, R. B., Spencer, R. M. C (2004) The neural representation of the time. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 225-232.
- Jeffries, S., Everatt, J. (2004): Working memory: Its role in dyslexia and other specific Learning difficulties. *Dyslexia*, 10, 3, 196 – 214.
- Jenkins, I. H., Brooks, D. J., Nixon, P. D., Frackowiak, R. S. J., Passingham, R. E. (1994): Motor sequence learning: A study with positron emission tomography. *Journal of Neuroscience*, 14, 3775-3790.
- Katanoda, K., Yoshikawa, K., Sugishita, M. (2001): A functional MRI study on the neural substrates for writing. *Hum Brain Mapping*, 13, 1, 34 – 42.
- Kavale, K. A., Holdnack J. A., Mostert, M. P. (2005): Responsiveness to intervention and the identification of specific learning disability: a critique and alternative proposal. *Learning Disability Quarterly*, 28, 1-16.
- Kelić, M. (2015): *Ovladavanje čitanjem*. Zagreb: Naklada Slap.
- Koziol, F. L., Budding, D., Andreasen, N., D'Arrigo, S., Bulgheroni, S., Imamizu, H., Ito, M., Manto, M., Ramnani, N., Riva, D., Schmahmann, J., Vandervert, L., Yamazaki, T. (2014): Consensus Paper: The Cerebellum's Role in Movement and Cognition. *Cerebellum*, 13, 1, 151–177.
- Kronbichler, M., Wimmer, H., Staffen, W., Hutzler, F., Mair, A., Ladurner, G. (2008) Developmental dyslexia: Gray matter abnormalities in the occipitotemporal cortex. *Hum Brain Mapping*, 29, 613–625.
- Leiner, H. C., Leiner, A. L., Dow, R. S. (1993): Cognitive and language functions of the human cerebellum. *Trends in Neuroscience*, 16, 444-447.
- Lenček, M. (2012): Procjena disleksije u hrvatskome: neke značajke čitanja i pisanja odraslih. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 48, 1, 11-26.
- Lenček, M. (2017): Specifične teškoće učenja. http://www.erf.unizg.hr/docs/skripte/ERF_Specificne_teskoce_ucenja_MLencek_2017.pdf. pristupljeno, travanj 2017.
- Linkersdörfer, J., Lonnemann, J., Lindberg, S., Hasselhorn, M., Fiebach, C. J. (2012): Grey matter alterations co-localize with functional abnormalities in developmental dyslexia: an ALE meta-analysis. *PLoS ONE*, 7(8), e43122.

- Lonnemann, J., Linkersdörfer, J., Heselhaus, V., Hasselhorn, M., Lindber, S. (2011): Relations between balancing and arithmetic skills in children – Evidence of cerebellar involvement? *Journal of Neurolinguistics*, 24, 592 -601.
- Macintyre, C. (2009): *Dyspraxia in the Early Years: Identifying and Supporting Children with movement difficulties*. London, NY: Routledge.
- Murdoch, B. E. (2010): The cerebellum and language: Historical perspective and review. *Cortex*, 46, 858–868.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. (1994): Comparison of deficits in cognitive and motor skills among children with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 44, 147-164.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. (1999): Developmental Dyslexia: The role of the cerebellum. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 5, 155 -177.
- Nicolson, R. I., Fawcett A.J.; Dean, P. (2001) Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neuroscience*, 24, 9, 508-511.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J: (2005): Developmental dyslexia, learning and the cerebellum. U: W.W. Fleischhacker; D.J. Brooks (eds.) *Neurodevelopmental Disorders*. Wien: Springer Verlag.
- Nicolson, R. I., Fawcett A.J. (2007): Procedural learning difficulties: reuniting the developmental disorders? *Trends in Neurosciences*, 30, 4, 135–141.
- Powel, R. P., Bishop, D.V. M. (1992): Clumsiness and perceptual problems in children with specific language impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 755–757.
- Raberger, T., Wimmer, H. (2003): On the automaticity/cerebellar deficit hypothesis of dyslexia: balancing and continuous rapid naming in dyslexic and ADHD children. *Neuropsychologia*, 41, 1493–1497.
- Rae, C., Harasty, J. A., Dzendrowskyj, T. E., Talcott, J. B., Simpson, J. M., Blamire, A. M. (2002): Cerebellar morphology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia* 40, 1285–1292. doi:10.1016/S0028-3932(01) 00216-0.
- Ramus, F., Pidgeon, E., Frith U. (2003): The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44,5, 712–722.
- Rochelle, K. S. H.; Talcott, J. B. (2006): Impaired balance in developmental dyslexia? A meta-analysis of the contending evidence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 11, 1159–1166.
- Rudel, R. G. (1985): The definition of dyslexia: Language and motor deficits. In F. H. Duffy and N. Geschwind (eds.), *Dyslexia: a Neuroscientific Approach to Clinical Evaluation*. Boston, MA: Little
- Rutter, M., Yule, W. (1970): *Neurological aspects of intellectual retardation and specific reading retardation*. U: Rutter, M., Tizard, J., Whitmore K., (ur.). *Education, health and behavior*. London: Longman, 54–74.
- Sanders E.A., Berninger V.W., Abbott R.D. (2017): Sequential Prediction of Literacy Achievement for Specific Learning Disabilities Contrasting in Impaired Levels of Language in Grades 4 to 9. *Journal of Learning Disabilities*; 1:22219417691048. doi: 10.1177/0022219417691048.
- Savage, R.S., Frederickson, N., Goodwin, R., Patni, U., Smith, N., Tuersley, L. (2005): Relationships among rapid digit naming, phonological processing, motor automaticity, and speech perception in poor, average, and good readers and spellers. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 1, 12-28.
- SEND - Special educational needs and disability code of practice: 0 to 25 years. Statutory guidance for organisations which work with and support children and young people who have special educational needs or disabilities. UK, Department for Education; Department of Health.
- Snowling, M. (2005): Specific learning difficulties. *Psychiatry*, 4, 9, 110-113.
- Stevens, D. A., Boydston, J. A., Dykman, R. A., Peters J. E., Sinton, D. W. (1967) Presumed Minimal Brain Dysfunction in Children: Relationship to Performance on Selected Behavioral Tests. *Archives in General Psychiatry*, 16, 3, 281-285
- Stoodley, C. J., Fawcett, A. J., Nicolson, R. I., Stein, J. F. (2005). Impaired balancing ability in dyslexic children. *Experimental Brain Research*, 167, 370–380.

- Stoodley, C.J., Schmahmann, J. D. (2009): Functional topography in the human cerebellum: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuro Image*, 44, 2, 489–501.
- Stoodley, C. J. (2016): The Cerebellum and Neurodevelopmental Disorders. *Cerebellum*, 15, 1, 34-37.
- Szmalce, A., Loncke, M., Page, M.P.A., Duyck, W. (2011): Order or disorder? Impaired Hebb learning in dyslexia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 5, 1270–1279.
- Van Daal, V., van der Leij, A. (1999): Developmental dyslexia: Related to specific or general deficits? *Annals of Dyslexia*, 49, 71–104.
- Volman, M. J. M., van Schendel, B. M., Jongmans, M. J. (2006): Handwriting Difficulties in Primary School Children: A Search for Underlying Mechanisms. *The American Journal of Occupational Therapy*, 60, 4, 451-460.
- Vukovic, M., Vukovic, I., Stojanovic, V. (2010): Investigation of language and motor skills in Serbian speaking children with specific language impairment and in typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1633–1644.
- Wiig, E. H. (2011): How SLD Manifest sin Oral Expression and Listening Comprehension. U: Flanagan, D. P.; Alfonso, V. C. *Essentials of Specific Learning Disability Identification*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Wolf, P., Michel, G. F., Ovrut, M., Drake, C. (1990): Rate and timing precision of motor coordination in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 26, 349-59.
- Yang, Y. H., Yang, Y., Chen, B. G., Zhang, Y. W., Bi, H. B. (2016): Anomalous Cerebellar Anatomy in Chinese Children with Dyslexia. *Frontiers in Psychology*, 7, 324. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00324
- Yap, R. L., van der Leij, A. (1994): Testing the automatization deficit hypothesis of dyslexia via a dual-tasks paradigm. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 10, 660-665.
- Yitzchak, F. (2014) *Specific learning disabilities*. Oxford, NY: Oxford University Press.

SPECIFIC LEARNING IMPAIRMENT AND CEREBELLAR THEORY: INSIGHT INTO BALANCE AND MOTOR TASKS

Abstract: *The cerebellar deficit hypothesis, proposed by Nicolson and Fawcett (1996; 1999), suggests that dyslexia, one of the most frequent specific learning disabilities, involves general impairment in the ability to perform skills automatically, which several studies have linked to the cerebellum. Disorders in cerebellar development may lead to impairments in reading and writing that are key features of dyslexia and other specific learning disabilities, which would be consistent with the presumed role of the cerebellum in language-related skills. The cerebellum has traditionally been considered as a motor area, so performance on motor and balance tasks may be a way to assess problems in cerebellar function associated with specific learning impairment. The aim of the present study was to determine whether there are differences in performance on balance and motor tasks (Yap and van der Leij, 1994; Ramus and colleagues, 2003) between students with specific learning disabilities (N=32) and typically developing students (N=32), as well as to determine whether performance in both groups correlates with reading skills. Students were in the fourth grade of elementary school in Zagreb, Croatia. Typically developing students achieved a significantly higher total score on balance and motor tasks than students with specific learning disabilities (Mann Whitney U test), supporting the cerebellar deficit hypothesis. In addition, performance on balance and motor tasks correlated significantly with performance on reading tasks (Spearman's rank correlation). Further research is needed to clarify these correlations and why they occur.*

Key words: *Specific learning impairment, cerebellar theory, balance, motor performance*