

UTICAJ DOMINANTNE LATERALIZOVANOSTI EKSTREMITETA I ČULA NA DISKALKULIJU

Gordana Jovanović¹, Bojana Purić¹, Dragana Ignjatović Ristić²

¹Škola za osnovno i srednje obrazovanje "Vukašin Marković", Kragujevac

²Klinika za psihijatriju, Klinički centar „Kragujevac“, Fakultet medicinskih nauka, Kragujevac

INFLUENCE OF DOMINANT LATERALITY LIMBS AND SENSES ON DYSCALCULIA

Gordana Jovanovic¹, Bojana Puric¹, Dragana Ignjatovic Ristic²

¹School for Elementary and High Education "Vukasin Markovic", Kragujevac, Serbia

²Psychiatric Clinic, Clinical Center "Kragujevac", Faculty of Medical Sciences, Kragujevac, Serbia

SAŽETAK

Cilj. Lateralizovanost obeležava ekstremitete i čula jedne strane tela koji su aferentnim i eferentnim putevima vezani sa primarnim motornim i senzornim poljima suprotne hemisfere. Lateralizovanost se može posmatrati na nivou gornjih ekstremiteta, vida, sluha i donjih ekstremiteta. Cilj naše studije bio je da se utvrdi povezanost lateralizovanosti čula i ekstremiteta sa pojavom diskalkulije među učenicima osnovnoškolskog uzrasta.

Metode. U studiji je učestvovalo 140 učenika petog razreda svih osnovnih škola u Kragujevcu. Za utvrđivanje dominantne lateralizovanosti čula i ekstremiteta koristili smo upitnike za procenu dominantne lateralizovanosti.

Rezultati. Dobijeni rezultati jasno pokazuju sledeće: upotrebna lateralizovanost gornjih ekstremiteta ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=1,000$); gestualna lateralizovanost gornjih ekstremiteta ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,864$); lateralizovanost donjih ekstremiteta ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,733$); lateralizovanost vida ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,121$); lateralizovanost sluha ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,602$); dislateralizovanost u bilo kom segmentu ne utiče na rezultate na ukupnom matematičkom testu ($p=0,189$).

Zaključak. Svaku primećenu dislateralizovanost kod učenika sa smetnjama u učenju treba timski obraditi. Kod ovih učenika vežbe iz programa reedukacije psihomotorike koje se odnose na usmeravanje, uvežbavanje ili stabilizovanje lateralizovanosti znatno utiču na smanjenje problema u učenju, a posebno problema sa računanjem.

Ključne reči: dete; funkcionalna lateralizovanost; diskalkulija.

UVOD

Lateralizovanost obeležava ekstremitete i čula jedne strane tela koji su aferentnim i eferentnim putevima vezani sa primarnim motornim i senzornim poljima suprotne hemisfere (1). Lateralizovanost se odnosi na činjenicu da su dve hemisfere mozga simetrične, ali ne i iste po svojoj strukturi i funkciji. Leva hemisfera zadužena je za detalje, delove i procese jezičke i linearne analize. Obraduje informacije od delova ka celini na linearan način. Na isti

ABSTRACT

Objective. The laterality marks the extremities and the senses of one side of the body that are connected by afferent and efferent nerve pathways, with the primary motor and sensory areas of the opposite hemisphere. Laterality can be observed at the level of the upper extremity, ocular dominance, and dominance of hearing and at the level of the lower extremities. The aim of our study was to determine the relationship between senses and limbs laterality and the appearance of dyscalculia among primary school students.

Methods. In our study 140 fifth-grade students from all the elementary schools in Kragujevac were involved. For the determination of the dominant laterality senses and limbs some specific questionnaires were used.

Results. The results clearly show the following: dominant handedness does not affect the appearance of dyscalculia ($p=1.000$); upper limb gestual laterality does not affect the appearance of dyscalculia ($p=0.864$); laterality of the lower extremities ($p=0.733$), ocular dominance ($p=0.121$) and laterality of hearing ($p=0.602$) do not affect the appearance of dyscalculia; laterality affection in any segment does not affect the overall mathematics achievement test ($p=0.189$).

Conclusion. All of the problems with laterality observed in students with learning disabilities should be processed by a team. Exercises in psychomotor reeducation program related to guidance, practicing and stabilization laterality have a great impact on reducing learning problems, especially the problems of the calculus.

Key words: child; functional laterality; dyscalculia.

način se bavi i brojevima i u učenju nove veštine daje prednost tehnicu korak po korak. Desna hemisfera je zadužena za slike, ritam, emocije i intuiciju. Ona obrađuje informacije od celine ka delovima na kontekstualan način (2).

Leva hemisfera je superiornija od desne za jezičko funkcionisanje, dok je desna hemisfera superiornija od leve u vizuospacijalnom funkcionisanju (3). Što je lateralizovanost na nivou mozga bolja, to je mozak zreliji (4). Kao mogući faktori uticaja na lateralizovanost navode se nasleđe (5), porođajni stres (6), nivo testosterona u fetalnom periodu (7), gubitak dugih aksona (8).

Lateralizovanost se takođe odnosi i na podelu prostora i tela na dve simetrične polovine subjektivnim pojmovima – desna strana, leva strana, dok dominantna lateralizovanost ukazuje na način na koji telo postoji i deluje u obeleženom prostoru (1). Lateralizovanost se može posmatrati na nivou gornjih ekstremiteta (upotrebna i gestualna), vida, sluha i donjih ekstremiteta.

Upotrebna (vođeća, dominantna) ruka u manipulativnim aktivnostima formira se pod uticajem određenih socioloških faktora, najčešće sredine u kojoj osoba živi (9). Upotrebnu lateralizovanost gornjih ekstremiteta čine svi naučeni pokreti. Takvi pokreti fiksiraju desnu ili levu ruku kao dominantnu i određuju radnje kao što su pisanje, pranje zuba, češljanje i sl. (10). Dominantna lateralizovanost se najčešće javlja kao desnostranost ili levostranost, što je znatno ređe (1).

Gestualna lateralizovanost je određena kortikalnom dominacijom moždanih hemisfera i ona je urođena. Ovu lateralizovanost klinički otkrivaju pokreti koji su sasvim spontani, nemaju posebno značenje ili određeni cilj (9). Prema ovoj definiciji osoba može biti levoruka, desnoruka ili ambidekster – oberuka. Deca se za upotrebnu lateralizovanost opredeljuju u školskom periodu (2). Isti principi se koriste i za donje ekstremitete, čulo vida i sluha, kod kojih takođe postoji sklonost ka jednoj, dominantnoj upotrebnoj strani.

Postoji čitav niz kombinacija dominantnosti. Na primer, možemo imati dominantnu levu ruku, ali dominantnu desnu nogu, dominantno desno oko, ali dominantno levo uvo. Ukoliko se dominantno oko, uvo, ruka i noga nalaze na suprotnoj strani tela u odnosu na dominantnu moždanu hemisferu naš je čulni ulaz olakšan. Svaka neusklađena lateralizovanost ekstremiteta i čula dovodi do smanjenja funkcionalnosti jedne od hemisfera, a samim tim i do teškoća u obradi informacija i učenju. U nekim predhodnim studijama utvrđeno je da je dislateralizovanost češća kod dece koja imaju probleme sa učenjem, nego kod dece čija je lateralizovanost jasno izdiferencirana (11). Pretraživanjem literature nisu pronađeni radovi koji su se mnogo bavili problemima lateralizovanosti i razvojne diskalkulije, već je znatno više pažnje poklonjeno razvojnoj disleksiji.

Na osnovu kliničke prakse, učenici kod kojih postoji neusklađena lateralizovanost ekstremiteta i čula pokazuju teškoće u savlađivanju matematike, poznate kao razvojna diskalkulija, koja predstavlja skup specifičnih teškoća u učenju matematike i obavljanju matematičkih zadataka (12). Prevalenca poremećaja je različita, zavisi od primenjenih kriterijuma i kreće se od 1% do 6,5% (13–16). Novija istraživanja pokazuju da se njena prevalenca kreće i do 9,9% (17).

Cilj studije bio je da se utvrdi povezanost lateralizovanosti čula i ekstremiteta sa pojavom diskalkulije među učenicima osnovnoškolskog uzrasta.

ISPITANICI I METODE

U ispitivanju je učestvovalo 140 ispitanika (83 sa diskalkulijom i 57 bez diskalkulije) dobijenih iz uzorka od 1.078 učenika trećeg razreda svih osnovnih škola na teritoriji grada Kragujevca, koji su na diskalkuliju testirani primenom matematičkog testa. Testiranjem su bile obuhvaćene sve gradske, prigradske i seoske škole. Metod studije bio je, generalno, zasnovan na dizajnu prethodnih, sličnih istraživanja (14, 15, 17).

Deca čiji je skor bio ispod 1,5 SD (standardna devijacija) od srednje vrednosti na matematičkom testu ($n = 107$) pozvana su posle dve godine na individualno testiranje primenom seta neuropsiholoških testova. Pronađeno je i individualno testirano ukupno 83 deteta (66,3% muškog pola i 33,7% ženskog pola). Preostala 24 deteta se odselilo ili nisu pronađeni. Veći deo uzorka pripadao je gradskoj i prigradskoj sredini 84,3%, dok je 15,7% ispitanika pripadalo seoskoj sredini. Kontrolnu grupu činili su učenici čiji je skor na testu bio iznad srednje vrednosti. Bilo ih je 57. Na osnovu dobijenih anamnestičkih podataka od roditelja dece, nije bilo dece sa epilepsijom ili bilo kojim neurološkim poremećajem. Svako dete je individualno testirano u svojoj školi. Deca su izvođena sa časova veština, uz pristanak predmetnog nastavnika. Istraživanje je obavljeno uz saglasnost Etičkog komiteta Fakulteta medicinskih nauka u Kragujevcu, Ministarstva prosvete Srbije, Školske uprave u Kragujevcu, kao i saglasnost svih škola i roditelja dece koja su učestvovala u individualnom istraživanju.

Upotrebna dominantna lateralizovanost gornjih ekstremiteta (ULGE) procenjuje se pokretima koji se svakodnevno izvršavaju u socijalnoj sredini i pokretima koji se uče. Od ispitanika se traži da pokaže traženu radnju određenim predmetom koji je potreban za izvršavanje te radnje. Ukupno ima 12 zadataka. Zadaje se nalog: „Pokaži mi kako...“ Zapisuje se kojom rukom ispitanik izvršava radnju, a zatim na osnovu broja izvršenih pokreta procenjuje da li je ispitanik desnoruk, levoruk ili oberuk (ambidekster).

Gestualna lateralizovanost gornjih ekstremiteta (GLGE) označava stranu kojom dete obavlja spontane nenaučene pokrete, koji govore o uticaju predispozicija sa kojima je dete rođeno. Od ispitanika se traži da izvrši šest zadataka. Procenjuje se koja je ruka gore, što se zapisuje, i na osnovu broja izvršenih pokreta procenjuje da li je desnoruk, levoruk ili ambidekster.

Procena dominantne lateralizovanosti vida (DLV) procenjuje se pomoću kartona sa jednim otvorom, dva razmaknuta otvora i durbinom. Ukupno ima četiri zadatka. Zapisuje se kojim okom ispitanik izvršava zadati zahtev i određuje koje je oko dominantno prilikom izvršavanja zadataka.

Procena dominantne lateralizovanosti sluha (DLS) procenjuje se traženjem ili približavanjem izvoru zvuka.

Ukupno ima četiri zadatka. Zapisuje se kojim uvom ispitanik izvršava zadati zahtev. Tako se određuje koje je uvo dominantno prilikom izvršavanja zadataka.

Procena dominantne lateralizovanosti donjih ekstremiteta (DLDE) procenjuje se pokretima koji se izvršavaju svakodnevno u socijalnoj sredini. Ukupno ima četiri zadatka. Zapisuje se kojom nogom dete izvršava zadatak radnju. Određuje se dominantna lateralizovanost donjih ekstremiteta.

Statistička obrada podataka izvršena je upotrebom više metoda. Podaci su predstavljeni procentualno, a za ispitivanje korelacije između lateralizovanosti čula i ekstremiteta, kao i matematičkog testa korišćen je Spearmanov koeficijent korelacije. Analize su izvršene pomoću SPSS-a, verzija 17.0. Verovatnoća manja ili jednaka 0,05 smatrana je statistički značajnom.

REZULTATI

U diskalkuličnom uzorku je samo 8,4% ispitanika levoruko, a 91,6% desnoruko. Slični rezultati su i u kontrolnoj grupi, 7% levorukih, a 93% desnorukih. U grupi diskalkuličnih je 47% desno lateralizovano u gestualnom prostoru, a 53% levo. Slični rezultati su i u kontrolnoj grupi: 49,1% desno, a 50,9% levo. Gestualna lateralizovanost gornjih ekstremiteta ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,864$). Rezultati studije su detaljnije prikazani i u tabelama 1–3.

Donji ekstremiteti su desnostrano lateralizovani: u diskalkuličnoj grupi bilo ih je 86,7%, a u kontrolnoj grupi 91,2%. U kontrolnoj grupi bio je jedan ambidekster, a u diskalkuličnoj dva. Lateralizovanost donjih ekstremiteta ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,733$). U grupi diskalkuličnih je više onih čije je levo oko dominantno

Tabela 1. Učestalost dominantne lateralizovanosti ekstremiteta i čula u grupi sa diskalkulijom

Lateralizovanost	Desno	Levo	Ambi	Ukupno
ULGE	91,6	8,4	0	100
GLGE	47,0	53,0	0	100
LDE	86,7	10,8	2,4	100
LVID	67,5	32,5	0	100
LSLUH	73,5	14,5	12,0	100

brojevi predstavljaju procenat

Tabela 2. Učestalost dominantne lateralizovanosti ekstremiteta i čula u grupi bez diskalkulije

Lateralizovanost	Desno	Levo	Ambi	Ukupno
ULGE	93,0	7,0	0	100
GLGE	49,1	50,9	0	100
LDE	91,2	7,0	1,8	100
LVID	80,7	19,3	0	100
LSLUH	77,2	8,8	14,0	100

brojevi predstavljaju procenat

(32,5%), dok je takvih u kontrolnoj grupi 19,3%. Ambideksteri nije bilo ni u jednoj grupi. Lateralizovanost vida ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,121$).

Lateralizovanost sluha je slična u obe grupe: u diskalkuličnoj grupi je 73,5% desno, 14,5% levo, 12% su ambideksteri, dok je u kontrolnoj grupi 77,2% desno, 8,8% levo, a 12% ambideksteri. Lateralizovanost sluha ne utiče na pojavu diskalkulije ($p=0,602$).

U grupi diskalkuličnih bilo je više ispitanika sa jasnom izdiferenciranošću lateralizovanosti ekstremiteta i čula – 75%. U kontrolnoj grupi je bilo više ispitanika sa neusklađenom lateralizovanošću ekstremiteta i čula – 37%. Dislateralizovanost u bilo kom segmentu ne utiče na postignuća na ukupnom matematičkom testu ($p=0,189$).

DISKUSIJA

U našem istraživanju upotrebnu dominantnu desnu lateralizovanost gornjih ekstremiteta u grupi dece sa diskalkulijom imalo je 91,6%, a slično je bilo i u kontrolnoj grupi – 93%. Naši rezultati se poklapaju sa rezultatima drugih studija u kojima je takođe utvrđeno da je više od 90% ispitanih desnoruko (18, 1). Individualne razlike u lateralizovanosti ekstremiteta i čula, kao i lateralizovanosti hemisfere jasno su izdiferencirane, manje ili više, kod dece uzrasta od 10 godina (19–22).

S obzirom na to da je desna ruka dominantna u 90% slučajeva, može se zaključiti da ona ima prednosti u realnom svetu (23). Zbog toga je pritisak sredine na izbor vodeće ruke pri pisanju u školi izrazito snažan. Neretko se dešava da sa polaskom u prvi razred srećemo uvežbavanje levorukih da koriste desnu ruku. U našem istraživanju bilo je približno isto levorukih u obe posmatrane grupe. U našoj sredini se proces sazrevanja dominacije ekstremiteta u manipulativnom polju završava između šeste i osme godine života. Svaka ambivalentnost pokreta iz tog perioda predstavlja usporenost sazrevanja struktura i funkcija koje određuju lateralizovanost (1).

Gestualna desnostrana lateralizovanost gornjih ekstremiteta u našem uzorku je manja u odnosu na levostranu, što je suprotno tvrdnjama Bojanina koji je pronašao da u uzrastu od 8 do 11 godina desnostrana gestualna lateralizovanost gornjih ekstremiteta postoji u

Tabela 3. Uticaj dominantne lateralizovanosti na pojavu diskalkulije

Lateralizovanost	Nivo značajnosti
ULGE	$p = 1,000$
GLGE	$p = 0,864$
DLDE	$p = 0,733$
DLV	$p = 0,121$
DLS	$p = 0,602$
Ukupan matematički test	$p = 0,189$

81% slučajja. On dalje navodi, da se upotrebnost i gestualna lateralizovanost kod dece skladne psihomotorne lateralizovanosti prate u 77% slučajeva. Primećena razlika je, verovatno, uslovljena pritiskom socijalne sredine da ambideksteri postanu dešnjaci.

Usporen razvoj dominantne ruke Coren (24) povezuje sa usporenim fizičkim i hormonalnim razvojem, a često se može naći u osnovi disharmoničnog psihomotornog i govornog razvoja, kao i specifičnih smetnji u učenju i ponašanju (25). Levorukost i neutvrđena lateralizovanost ruke (dislateralizovanost) češća je kod dece koja su bila izložena nekoj komplikaciji na rođenju. Prevremeno rođenje, produženi porođaj, inkompatibilija RH faktora, karlični porođaj, porođaj izveden pomoću vakuma ili forcepsa, carski rez, niska porođajna težina ili nizak Apgar skor na rođenju (26) samo su neke od njih. Kod dece u čijoj je anamnezi navedena neka od prethodno pomenutih komplikacija, neophodna je rana detekcija ambideksteria i organizovanje tretmana usmeravanja dominantne lateralizovanosti. Na osnovu iskustva iz kliničke prakse, deca s disgrafijom češće pokazuju razliku između upotrebne i gestualne lateralizovanosti gornjih ekstremiteta nego deca koja imaju skladnu organizovanost psihomotorike (1).

Deca koja imaju više od 7 godina osim razvijene dominacije ruke, razvijaju i dominaciju oka. Zdravi desnoruki pokazuju od 71% (27) do 80–90% i desno lateralizovano oko (28). Naši rezultati su u skladu sa ovim nalazima jer je u našoj kontrolnoj grupi osam desetina ispitanika imalo desno lateralizovano oko, dok ih je u grupi sa diskalkulijom bilo nešto manje, oko dve trećine. Međutim, Maples (18) nalazi da je 48,2% dece u periodu od prvog do trećeg razreda promenilo dominantnu lateralizovanost oka, dok je 51,8% imalo utvrđenu dominantnost, i to desnu. Uzrok takvih rezultata verovatno je u tome što testovi kojima se ispituje dominantnost ruke nisu pogodni za ispitivanje dominantnosti oka. Jedna od pretpostavki jeste i da oko ima tendenciju da promeni dominantnu lateralizovanost do desete godine (18). Dominantnost oka igra važnu ulogu u čitanju, tako da će deca sa levim dominantnom okom preokretati slova kada počnu da uče čitanje i pisanje (2).

Naše istraživanje pokazuje da je pri hodu i nekim drugim zadatim aktivnostima u kontrolnoj grupi desna noga vodeća u devet desetina slučajeva, a u grupi sa diskalkulijom neznatno manje od toga. Ambivalentnost na nivou donjih ekstremiteta bila je mala, tek kod svakog pedesetog u kontrolnoj grupi, a neznatno veća u grupi sa diskalkulijom. O slaganju između lateralizovanosti dominantne ruke i dominantne noge pisali su i drugi autori (29). Oni su ustanovili da se istostranost leve ruke i leve noge kod osoba ženskog pola javlja u 20% slučajeva, dok se istostranost desne noge i desne ruke javlja u 98,8%. Međutim, za žene sa dominantno levom nogom šansa da

koriste i levu ruku iznosi 100%. Kod muškaraca je situacija drugačija. Naime, muškarci pokazuju istostranost desne ili leve ruke i noge u 50% slučajeva. Isto istraživanje pokazuje značajnu korelaciju između dominantne lateralizovanosti ruke i noge. Ovi rezultati koreliraju sa ranijim tvrdnjama da se lateralizovanost noge i ruke bolje slažu nego laterizovanost oka i ruke (1, 30).

U našem uzorku lateralizovanost ekstremiteta i čula nije uticala na pojavu diskalkulije. I rezultati dobijeni na matematičkom testu, takođe pokazuju da ona nema uticaja. Iznenadujuće je da smo dobili veći broj dislateralizovanosti u kontrolnoj grupi (više od trećine) nego u grupi sa diskalkulijom (oko četvrtine). Međutim, neka neurološka ispitivanja pokazuju češću pojavu miksovane lateralizovanosti kod osoba sa lošijim matematičkim izvršenjima (31), dok je Beaton (3) našao negativan uticaj miksovane lateralizovanosti na čitanje.

Šalev i saradnici (32) ispitivali su korelaciju između otežanog usvajanja aritmetike i lateralizovanosti mozga kod dvadeset petoro dece sa razvojnom diskalkulijom i zaključili su da disfunkcija obe hemisfere otežava usvajanje aritmetike, ali se mnogo veći problemi javljaju sa disfunkcijom leve hemisfere. S obzirom na to da se usmeravanje lateralizovanosti može vršiti od četvrte do kraja desete godine života, u ovom periodu smemo samo da pratimo odvijanje procesa izbora dominantne lateralizovanosti i da usmeravamo i pomažemo dogradnju one dominantne lateralizovanosti koja se već spontano ostvaruje, bilo da je reč o desnostranosti ili o levostranosti. Svako mešanje u ove procese može dovesti do razvojnih problema kao što je dizatrija ili disgrafija, ali i do poremećaja osnova matematičkog mišljenja i drugih odrednica logičkog mišljenja. Prevežbavanje je dozvoljeno samo u slučaju oduzetosti ruke, čija se dominacija uspostavlja ili se već uspostavila (1).

Naši rezultati pokazuju da dislateralizovanost u bilo kom segmentu nije povezana sa diskalkulijom, što je suprotno rezultatima većine istraživanja. Međutim, indirektno se može izvesti zaključak da je svaku primećenu dislateralizovanost kod učenika sa smetnjama u učenju neophodno timski obraditi i sa njima raditi vežbe iz programa reedukacije psihomotorike. Te vežbe, koje se sastoje od usmeravanja, uvežbavanja i stabilizovanja lateralizovanosti, znatno utiču na smanjenje problema u učenju, a posebno problema sa računanjem.

SKRAĆENICE

- ULGE – upotrebnost lateralizovanost gornjih ekstremiteta
- GLGE – gestualna lateralizovanost gornjih ekstremiteta
- LDE – lateralizovanost donjih ekstremiteta
- LVID – lateralizovanost vida
- LSLUH – lateralizovanost sluha

LITERATURA

1. Bojanin S. Neuropsihologija razvojnog doba i opšti reedukativni metod. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1985.
2. Hannaford C. Očima i ušima, rukama i nogama: kako poznavanjem individualnog profila dominacije poboljšati učenje i kvalitetu života. Buševac: Ostvarenje, 2008.
3. Beaton A. Left side, right side: a review of laterality research. New Haven: Yale University Press, 1986.
4. Boles DB, Barth JM, Merrill EC. Asymmetry and performance: toward a neurodevelopmental theory. *Brain Cogn* 2008; 66: 124–39.
5. Annett M. A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. *Nature* 1964; 204: 59–60.
6. Bakan P. Handedness and birth order. *Nature* 1971; 229: 195.
7. Geschwind N, Galaburda AM. Cerebral lateralization: biological mechanisms, associations and pathology. Cambridge: MIT Press, 1987.
8. Witelson SF, Nowakowski RS. Left out axons make men right: a hypothesis for the origin of handedness and functional asymmetry. *Neuropsychologia* 1991; 29: 327–33.
9. Vučićević G, Golubović Š. Razvojno neurološke karakteristike dece sa tikom. *Aktuelnosti iz neurologije, psihijatrije i graničnih područja* 2005; 13: 46–9.
10. Korovljević D, Mikalački M, Čokorilo N. Razlike u motoričkim sposobnostima za energetske regulacije kod predškolske dece sa različitim lateralizovanošću gornjih ekstremiteta. *Glasnik Antropološkog društva Srbije* 2011; 46: 421–7.
11. Connolly HB. Lateral dominance in children with learning disabilities. *Phys Ther* 1983; 63: 183–7.
12. Bojanin S. Zašto postoje teškoće u učenju matematike. Beograd: Arhimedes, 2002.
13. Kosc L. Developmental dyscalculia. *J Learn Disabil* 1974; 7: 164–77.
14. Lewis C, Hitch GJ, Walker P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year-old boys and girls. *J Child Psychol Psychiatry* 1994; 35: 283–92.
15. Share DL, Moffitt TE, Silva PA. Factors associated with arithmetic and reading disability and specific arithmetic disability. *J Learn Disabil* 1988; 21: 313–20.
16. von Aster MG. Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia. *Eur Child Adolesc Psy* 2000; 9 (Suppl 2): 41–57.
17. Jovanović G, Jovanović Z, Banković-Gajić J, Nikolić A, Svetozarević S, Ignjatović-Ristić D. The frequency of dyscalculia among primary school children. *Psychiatr Danub* 2013; 25: 170–4.
18. Maples WC. Handedness, eyedness, hand-eye dominance & academic performance. *Journal of Behavioral Optometry* 2002; 13: 87–91.
19. Gaillard WD, Hertz-Pannier L, Mott SH, Barnett AS, LeBihan D, Theodore WH. Functional anatomy of cognitive development: fMRI of verbal fluency in children and adults. *Neurology* 2000; 54: 180–5.
20. Gaillard WD, Sachs BC, Whitnah JR, et al. Developmental aspects of language processing: fMRI of verbal fluency in children and adults. *Hum Brain Map* 2003; 18: 176–85.
21. Bryden PJ, Roy EA, Spence J. An observational method of assessing handedness in children and adults. *Dev Neuropsychol* 2007; 32: 825–46.
22. Corballis MC, Hattie J, Fletcher R. Handedness and intellectual achievements: an even-handed look. *Neuropsychologia* 2008; 46: 374–8.
23. Springer SP, Deutsch G. Left brain, right brain: perspectives on cognitive neuroscience. 5th ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1998.
24. Coren S. The left hander syndrome. The causes and consequences of left-handedness. New York: Free Press, 1992.
25. Šakotić N. Razlike u opštem uspjehu, mucanju, smetnjama u učenju i ponašanju ljevorukih učenika. *Pedagogija* 2007; 62: 60–9.
26. O'Callaghan MJ, Burn YR, Mohay HA, Rogers Y, Tudehope DI. The prevalence and origins of left hand preference in high risk infants, and its implications for intellectual, motor and behavioural performance at four and six years. *Cortex* 1993; 29: 617–27.
27. Lord TR. Does the human body express a true lateral dominance? *Am Bio Teach* 1990; 52: 340–3.
28. Evans BJ. Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007; 27: 417–39.
29. Rajeshwari CE. The laterality of handedness, foot preference and foot overlapping. *J Clin Diagn Res* 2011; 5: 421–4.
30. Dargent-Pare C, de Agostini M, Mesbah M, Dellatolas G. Foot and eye preferences in adults: relationship with handedness, sex and age. *Cortex* 1992; 28: 343–51.
31. Rosenberger PB. Perceptual-motor and attentional correlates of developmental dyscalculia. *Ann Neurol* 1989; 26: 216–20.
32. Shalev RS, Manor O, Amir N, Wertman-Elad R, Gross-Tsur V. Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex* 1995; 31: 357–65.