Зборник Института за педагошка истраживања ISSN 0579-6431
Година 48 • Број 2 • Децембар 2016 • 321–338 Оригинални научни чланак
УДК 159.953.5.072-057.874 (497.11)˝2016˝ DOI: 10.2298/ZIPI1602321K
371.3::51

ОДНОС РАДНЕ МЕМОРИЈЕ И МАТЕМАТИЧКИХ ВЕШТИНА КОД УЧЕНИКА ТРЕЋЕГ РАЗРЕДА ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

Анита Ковачић Поповић[*]
Савез за церебралну и дечију парализу Београда, Србија

Марина Вујановић
ОШ „Миодраг Матић“, Београд, Србија

Апстракт. Радна меморија представља важан фактор индивидуалних разлика код деце у постигнућима у математици. Специфична компонента радне меморије је визуопросторна радна меморија, одговорна за одржавање и обраду визуелних и просторних информација, које су значајне за успешно решавање задатака. Циљ истраживања је да се утврди да ли постоји повезаност између визуопросторне радне меморије и нивоа усвојености математичких вештина. Истраживање је спроведено у другом полугодишту 2016. године, у основним школама у Београду. Узорак чине 103 ученика оба пола, узраста 9–10 година. За процену визуопросторне радне меморије коришћени су инструменти: препознавање кућа и слагалица. Према неуропсихолошком тесту за обраду бројева и рачунања формирана је група деце која испољавају тешкоће у учењу математике. Резултати показују да је капацитет визуопросторне радне меморије директно пропорционалан резултатима на тесту математичких вештина. Анализом резултата математичких вештина утврђена је статистички значајна разлика између деце која испољавају тешкоће и деце која немају тешкоће у учењу математике ($p<0,05$). Такође, разлика између ове две групе се запажа на нивоу активне и пасивне визуопросторне радне меморије, с тим што бољи резултат постижу ученици који немају тешкоће у учењу математике. Визуопросторна радна меморија је изузетно значајна за усвајање математичких вештина и постигнућа из математике.

Кључне речи: визуопросторна радна меморија, деца са тешкоћама у учењу математике, математичке вештине.

[*] E-mail:anitakovacic987@hotmail.com

УВОД

Током предшколског периода одвија се развој готово свих способности и вештина, па тако и рани развој математичких вештина. Голубовић (Golubović, 2004) у свом раду наводи да вештине и способности које су неопходне за усвајање математике и које стварају основу за њено успешно савладавање у основи нису математичке природе. Како наводи Шарма (Sharma, 2012), то су следеће вештине: способност праћења редоследа налога; просторна оријентација и организација; препознавање облика и форми; визуализација; процена величине, тежине и броја; дедуктивно и индуктивно мишљење.

Резултати бројних студија указују на то да су адекватне језичке способности предуслов за рано учење математике (Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003; Hooper, Roberts, Sideris, Burchinal & Zeisel, 2010; Romano, Babchishin, Pagani & Kohen, 2010). Као други предуслов, наводи се радна меморија, која представља систем за привремено одржавање и обраду информација (Baddeley, 2000). У истраживањима о радној меморији најраспрострањенији је вишекомпонентни модел Бедлија и Хича (Baddeley & Hitch, 1974) који се састоји од централног извршитеља, који контролише и регулише целокупни систем радне меморије, уз помоћ два потчињена система: фонолошка петља и визуопросторна контура (Baddeley, 2000; Henry, 2001). Како истиче Бедли (Baddeley, 2000), у модел радне меморије уведен је и концепт епизодичког складишта (бафера) који је представљен као модално неутрална компонента складишта, задужена за интеграцију информација из супкомпонената радне и дугорочне меморије (Buha & Gligorović, 2012).

Радна меморија, као део когнитивног система, сматра се важном за математичке перформансе (Andersson, 2008). Током извођења неког когнитивног задатка информације се призивају из дугорочне меморије и привремено задржавају у систему радне меморије докле год је неопходно да се изврши нека ментална активност. У бројним студијама је испитиван однос памћења и вештине почетног рачунања који су директно пропорционални са радном меморијом (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent & Numtee, 2007; Klein & Bisanz, 2000; Swanson, 2011).

Испољавање тешкоћа у учењу математике повезано је са узрастом детета и најчешће их препознајемо код деце узраста од 9 до 10 година (Geary, 1994). Налази студија указују да се однос између радне меморије и математике мења током година. Млађа деца се више ослањају на визуопросторну радну меморију и користе више визуелнопросторне стратегије код учења и примене нових математичких вештина (De Smedt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets & Ghesquière, 2009; Geary *et al*., 2004). Како деца расту, а након што су усвојила вештине, више се ослањају на вербалну радну меморију и вербалне стратегије (De Smedt *et al*., 2009; Holmes & Adams, 2006). Аутори указују на то да вербална радна меморија јесте везана за математичке перформансе деце узраста од 8 до 10 година и да подржава математичке вештине у основној школи (McKenzie, Bull & Gray, 2003; Van der Ven, Kroesbergen, Boom & Leseman, 2012), док визуелна радна меморија игра важну улогу током раног учења математике код деце узраста од 4 до 7 година (Holmes & Adams, 2006).

Глигоровић и Буха (Gligorović i Buha, 2015: 331) наводе да су математичке вештине веома значајне у готово свим областима живота, од академских постигнућа до концепата неопходних за самостално функционисање. Исти аутори истичу да се као најпоузданији критеријуми за процену математичких вештина код деце млађег школског узраста издвајају елементарне логичке структуре, кореспонденција, перманентност бројног низа, поређење бројева, процедурални (успостављање редоследа бројног низа) и концептуални (могућност поређења и манипулације бројевима) аспекти бројања (Desoete & Ghesquière, 2006; Desoete, Stock, Schepens, Baeyens & Roeyers, 2009; Geary *et al*., 2007; Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Gligorović, 2013; Mazzocco, 2005; Stock, Desoete & Roeyers, 2007).

У већини досадашњих истраживања испитиван је значај радне меморије код деце различитог узраста и стања, као и повезаност са другим когнитивним системима. Тако је уочена и значајна повезаност између радне меморије и математичких вештина код деце која испољавају тешкоће у учењу математике (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella & Altoè, 2008; Toll, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2011). Сходно томе, постоји потреба да се додатно проучи однос визуопросторне радне меморије код ученика који имају тешкоће у учењу математике у основној школи. Поставља се питање: „Да ли визуопросторна радна меморија утиче на усвајање математичких вештина?"

Основни циљ истраживања је да се утврди однос између визуопросторне радне меморије и нивоа усвојености математичких вештина код деце која испољавају тешкоће у учењу математике у односу на децу која немају тешкоће у учењу математике трећег разреда основне школе.

МЕТОДОЛОГИЈА

Узорак. Узорак чине 103 детета типичног развоја III разреда основне школе, оба пола (43/41,7% дечака, 60/58,3% девојчица), узраста 9–10 година. Група коју су чинила деца која испољавају тешкоће у учењу математике формирали смо применом неуропсихолошког теста за обраду бројева и рачунања код деце, чија су постигнућа одступала од нормативних вредности за 1,5 стандардну девијацију. Применом овог критеријума, идентификовали смо 48 ученика (19/39,58% дечака и 29/60,42% девојчица) који имају тешкоће у учењу математике. Истраживање је спроведено у другом полугодишту 2016. године у седам основних школа у Београду, уз сагласност родитеља и надлежних у школама. На основу анализе школске документације установљено је која деца имају потешкоће у интелектуалном развоју и она нису укључена у узорак.

Инструменти и процедура. За процену математичких вештина примењен је неуропсихолошки тест за обраду бројева и рачунања код деце (Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children – *ZAREKI-R*; von Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006) конструисан у циљу откривања потешкоћа у учењу математике код деце од I до IV разреда основне школе. Састоји се из 12 суптестова: *Бројање тачака* – испитаник треба да нумерише различити сет тачака; *Бројање уназад* – испитаник броји уназад од 22 до 1 и од 67 до 54; *Писање бројева* – од испитаника се тражи да арапским цифрама напишу осам бројева који су презентовани усмено (нпр. 14, 1200); *Рачунање* – усмено се презентују задаци сабирања, одузимања и множења (нпр. 5 + 8; 15 – 9; 3 x 4); *Читање бројева* – од испитаника се тражи да прочита осам бројева који су написани арапским цифрама (нпр. 57, 969); *Позиционирање бројева на скали* – испитанику се показује вертикална линија, која је обележена са 0 на почетку и 100 на врху, подељена са четири хоризонталне линије; од испитаника се тражи да покаже која хоризонтална линија одговара арапском броју који је усмено и визуелно представљен; *Памћење бројева унапред и уназад* – секвенце бројева који се представљају су у растућем низу; код понављања бројева унапред испитаник треба да понавља цифре истим редоследом, као што их испитивач изговара, а код понављања уназад, испитаник понавља цифре обрнутим редоследом; цифре се задају са фреквенцом, без груписања; *Усмено поређење бројева* – усмено се презентују парови бројева, испитаник треба да процени који је број већи (нпр. 800 или 108); *Перцептивна процена* – испитанику се визуелно приказују стимулуси (нпр. 57 лоптица) у трајању од 5 секунди; потребно је да испитаник без бројања каже приближан број; *Когнитивна процена* – испитаник би требало да процени реченице у односу на количину и контекст и одговори да ли је то мало или много (нпр. Два облака на небу); *Решавање проблемских задатака* – испитанику се усмено презентује шест проблемских задатака, којима се повећава сложеност (нпр. Петар има 12 кликера. Другарици Ани је дао 5 кликера. Колико кликера му је остало?); *Писмено поређење бројева* – визуелно су представљеени парови арапских бројева, а испитаник треба да процени који је већи (нпр. 1007 или 1070). Батерија је дизајнирана тако да испитаници одговарају усмено или писаним путем на појединим суптестовима. Сваки суптест носи одређени број бодова, а укупан скор износи 122 бода. Уколико испитаници трећег разреда имају испод 92 бода, сматра се да имају тешкоћу у учењу математике. Тестирање се обавља индивидуално и траје од 15 до 30 минута.

За процену визуопросторне радне меморије користили смо два теста који се тичу пасивне и активне функције. Пасивна се односи на једноставно складиштење визуопросторних информација, док активна има комплекснију улогу обраде (Cornoldi & Vecchi, 2003). Задаци којима се процењује пасивна функција захтевају повлачење информација у истом облику како су запамћене, у односу на задатке помоћу којих се процењује активна функција и који изискују да се информације мењају, трансформишу или да се на одређен начин њима манипулише (Mohr & Linden, 2005).

Тест за активну визуопросторну радну меморију (The *Jigsaw Puzzle task*, адаптиран Vecchi & Richardson, 2000) састоји се од 28 цртежа који су подељени тако да садрже од 2 дела до 10 нумерисаних делова. Сваки цртеж познатог објекта презентује се посебно у трајању од 2 секунде, заједно са вербалним називом, а потом бива склоњен. Затим се приказују нумерисани делови цртежа и одговарајући шаблон у коме би требало да се сложе. Ниво комплексности је представљен бројем делова који сачињавају сваки цртеж (1–10). За обављање овог задатка испитаници имају 90 секунди. Тест се прекида када испитаник изостави две ставке у слагању истог цртежа. Оцењивање подразумева укупан број делова који су исправно постављени у оквиру времена које је дато за обављање задатка.

Тест за пасивну радну меморију (*The Houses Recognition test*, адаптиран Mammarella, Cornoldi & Donadello, 2003) састоји се од шематских цртежа кућа које се виде спреда. Сет од две куће се приказује у периоду од 3 секунде, одмах након презентације испитаник би требало да препозна циљане куће у оквиру сета од четири стимулуса. Ниво комплексности дефинисан је бројем кућа које би требало да препозна (2–6). За обављање овог задатка испитаници имају 90 секунди, тест се прекида када испитаник изостави две куће. Оцењивање подразумева укупан број кућа које су препознате у оквиру времена које је дато за обављање задатка.

Статистичка обрада података. У статистичкој обради коришћене су мере дескриптивне статистике, док су разлике између група одређене помоћу t теста за велике независне узорке, а за испитивање повезаности две континуиране варијабле користили смо Пирсонов коефицијент корелације. Статистичка значајност дефинисана је на нивоу вероватноће нулте хипотезе од $p \leq 0,05$ до $p < 0,01$. Статистичка обрада и анализа урађена је у компјутерском програму SPSS, 20 (Statistical Package for the Social Sciences).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати постигнућа ученика према областима математичких вештина и полу и узрасту приказани су у Табели 1 и Табели 2.

Табела 1: Структура узорка према полу и областима математичких вештина на ZAREKI-R тесту

ZAREKI-R	Дечаци (N=43)		Девојчице (N=60)			
	M	SD	M	SD	t (101)	p
БТ	4,6744	,52194	4,8333	,37582	-,797	,075
БУ	3,6047	,79101	3,6167	,61318	-,087	,931
ПБ	7,6512	,81310	7,6833	,70089	-,215	,830
РС	6,1628	1,49492	5,9000	1,33658	,936	,351
РО	5,6977	1,65522	5,0667	1,81208	1,806	,074
РМ	5,7907	,46589	5,5667	,90884	1,482	,142
ЦБ	7,8837	,32435	7,8333	,45721	,619	,537
ПБС1	5,1395	1,24559	5,4167	,84956	-1,343	,182
ПБС2	7,6279	2,93601	8,4167	2,38847	-1,501	,136
ПБУ1	9,4186	1,56194	9,5500	1,62005	-,412	,681
ПБУ2	6,3023	1,64077	6,3500	1,90294	-,133	,895
УП	7,1860	1,00607	7,1667	,80605	,108	,914
ПП	4,0233	1,26281	3,9500	1,18501	,301	,764
КП	5,4884	,85557	5,3167	,96536	,933	,353
РПЗ	4,5116	1,29784	4,4500	1,37070	,230	,819
ППЦ	7,7907	,46589	7,7167	,64022	,645	,520

Легенда. БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Неуропсихолошки текст за обраду бројева и рачунања код деце.

Табела 2: Структура узорка према узрасту и областима математичких вештина на ZAREKI-R тесту

ZAREKI-R	9 година (N=68)		10 година (N=35)			
	M	SD	M	SD	t (101)	p
БТ	4,7647	,46094	4,7714	,42604	-,072	,943
БУ	3,5441	,70040	3,7429	,65722	-1,392	,167
ПБ	7,5735	,83427	7,8571	,49366	-1,849	,067
РС	5,7500	1,37542	6,5143	1,33662	-2,696	,008
РО	4,9559	1,63391	6,0571	1,81404	-3,120	,002
РМ	5,6618	,56278	5,6571	1,05560	,029	,977
ЦБ	7,8088	,43219	7,9429	,33806	-1,599	,113
ПБС1	5,2500	1,11134	5,4000	,88118	-,694	,490
ПБС2	7,7941	2,65172	8,6571	2,57754	-1,579	,117
ПБУ1	9,3824	1,53593	9,7143	1,69031	-1,004	,318
ПБУ2	5,9559	1,65208	7,0571	1,84619	-3,078	,003
УП	7,1471	,81524	7,2286	1,03144	-,438	,662
ПП	3,8676	1,26850	4,2000	1,07922	-1,322	,189
КП	5,3382	,95590	5,4857	,85307	-,768	,444
РПЗ	4,3824	1,30475	4,6571	1,39205	-,990	,325
ППЦ	7,7647	,57608	7,7143	,57248	,422	,674

Легенда. БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Неуропсихолошки текст за обраду бројева и рачунања код деце.

Анализа података приказаних у Табели 1 упућује на то да није утврђена статистички значајна разлика између дечака и девојчица ($p>0,05$). У процењеним областима математичких вештина забележена је разлика у односу на узраст ученика ($p<0,05$). Старији ученици (AS=6,51; AS=6,06; AS=7,06) су статистички значајно успешнији од млађих ученика (AS=5,75; AS=4,96; AS=5,96) у областима сабирања, одузимања и памћења бројева уназад (Табела 2).

Сматра се да је радна меморија најбољи предиктор за усвајање математичких вештина на узрасту од шест година (Alloway & Alloway, 2010; Kroesbergen, van de Rijt & Van Luit, 2007; Swanson & Kim, 2007). Надаље, истраживања потврђују да су радна меморија, брзина обраде информација и инхибиција важни предуслови разумевања и овладавања базичном математичком способношћу (Swanson, 2011). Резултати указују на то да је способност радне меморије бољи предиктор каснијег академског постигнућа у односу на рани IQ резултат (Alloway & Alloway, 2010). За разлику од IQ резултата, радна меморија није у корелацији са социоекономским статусом родитеља или нивоом образовања. Истраживачи (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009) процењују да око 10 до 15% деце школског узраста има нижи капацитет радне меморије који је често удружен са дефицитом пажње или нижом интелигенцијом.

Табела 3: Корелација резултата ZAREKI-R теста и визуопросторне радне меморије

ZAREKI-R	Активна РМ (N=103)		Пасивна РМ (N=103)	
	r	p	r	p
Бројање тачака	,148	,136	,127	,201
Бројање уназад	**,558****	**,000**	**,361****	**,000**
Писање бројева	**,249***	**,011**	**,241***	**,014**
Рачунање:				
Сабирање	**,438****	**,000**	**,410****	**,000**
Одузимање	**,577****	**,000**	**,393****	**,000**
Множење	**,396****	**,000**	**,262****	**,008**
Читање бројева	**,327****	**,001**	**,245***	**,013**
Позиционирање бројева на скали:				
Одређивање бројева на скали	**,225***	**,022**	**,282****	**,004****
Обележавање бројева на скали	**,380****	**,000**	**,314****	**,001**
Памћење бројева унапред	**,274****	**,005**	,067	,500
Памћење бројева уназад	**,382****	**,000**	**,293****	**,003**
Усмено поређење бројева	**,306****	**,002**	**,273****	**,005**
Перцептивна процена	**,240***	**,015**	**,283****	**,004**
Когнитивна процена	**,237***	**,016**	,126	,206
Решавање проблемских задатака	**,439****	**,000**	**,310****	**,001**
Писмено поређење бројева	**,258****	**,008**	,125	,208

Легенда. ZAREKI-R: Неуропсихолошки текст за обраду бројева и рачунања код деце; РМ: радна меморија.

Применом Пирсоновог коефицијента корелације утврђен је статистички значајан однос капацитета визуопросторне радне меморије и готово свих процењених области математичких вештина на ZAREKI-R тесту.

Установили смо да активна визуопросторна радна меморија корелира са свим посматраним областима математичких вештина ($p<0,05$), осим у области бројања тачака ($r=,148$; $p=,136$). Статистички значајна повезаност није нађена између пасивне визуопросторне радне меморије и области бројања тачака, памћења бројева унапред, когнитивне процене и поређења бројева ($p>0,05$), док се у осталим областима уочава позитивна корелација. Дакле, што је већи скор на тестовима активне или пасивне визуопросторне радне меморије, бољи су и резултати на тесту математичких вештина (Табела 3).

С друге стране, суптест *памћење бројева* (који процењује фонолошку петљу) може да се пореди са осталим задацима на ZAREKI-R тесту. У нашем раду, дошли смо до закључка да постоји корелација са задацима бројања уназад ($r=,423$; $p=,000$), рачунања (сабирања $p=,004$; одузимања $p=,000$; множења $p=,008$), читања бројева ($r=,310$; $p=,001$), усменог поређења ($r=,296$; $p=,002$), перцептивне процене ($r=,355$; $p=,000$), решавања проблемских задатака ($r=,360$; $p=,000$) и писаног поређења ($r=,254$; $p=,010$). Корелација није пронађена у четири преостале области. У студији Доса и сарадника (Dos *et al*., 2012), установљена је статистичка значајност између памћења бројева и осталих задатака на ZAREKI-R тесту, што је потврђено и у истраживањима у којима је изучаван однос радне меморије и аритметичких вештина (Gathercole & Alloway, 2004; Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; Koumoula *et al*., 2004; Silva & Santos, 2011; Swanson, 2006). Претпостављамо да ограничени капацитет радне меморије представља велики фактор ризика за постигнућа у области математике, док други аутори истичу да тешкоће у домену радне меморије представљају фактор ризика за школски неуспех у целини (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009).

Табела 4: Однос резултата на ZAREKI-R тесту код деце која испољавају тешкоће и деце која немају тешкоће у учењу математике

ZAREKI-R	Имају тешкоћу у учењу мат. (N=48)		Немају тешкоћу у учењу мат. (N=55)			
	M	SD	M	SD	t (101)	p
Бројање тачака	4,6875	,51183	4,8364	,37335	-1,700	,092
Бројање уназад	3,2917	,84949	3,8909	,31463	-4,866	**,000**
Писање бројева	7,4583	,94437	7,8545	,44797	-2,776	**,007**
Рачунање:						
Сабирање	5,2708	1,34859	6,6545	1,10919	-5,712	**,000**
Одузимање	4,2500	1,63082	6,2727	1,28315	-7,037	**,000**
Множење	5,4583	1,00970	5,8364	,37335	-2,583	**,011**
Читање бројева	7,7083	,54415	7,9818	,13484	-3,605	**,000**
Позиционирање бројева на скали:						
Одређивање бројева на скали	5,0208	1,21146	5,5455	,78924	-2,635	,010
Обележавање бројева на скали	6,7917	2,69719	9,2182	2,02476	-5,202	**,000**
Памћење бројева унапред	8,6875	1,38620	10,2000	1,41944	-5,454	**,000**
Памћење бројева уназад	5,1667	1,29374	7,3455	1,53017	-7,741	**,000**
Усмено поређење бројева	6,8125	,78973	7,4909	,85792	-4,154	**,000**
Перцептивна процена	3,5000	1,30466	4,4000	,95452	-4,029	**,000**
Когнитивна процена	5,2500	1,08176	5,5091	,74219	-1,432	,155
Решавање проблемских задатака	3,8333	1,43413	5,0364	,94209	-5,090	**,000**
Писмено поређење бројева	7,6250	,70334	7,8545	,40452	-2,062	**,042**

Утврђена је статистички значајна разлика између ученика који испољавају тешкоће и ученика који немају тешкоће у учењу математике (Табела 4). Средња вредност скорова у процењеним областима математичких вештина већа је код ученика који немају тешкоће у учењу математике. У областима *бројање тачака и когнитивна процена* резултати су уједначени и разлика није пронађена (p>0,05).

Код деце која имају тешкоће у учењу математике могу бити присутне опште или специфичне потешкоће. Опште потешкоће подразумевају: парафазичне супституције, омисије, персеверације, огледалско писање, погрешан смер решавања, просторна дезоријентација, успореност, визуелне грешке, процедуралне грешке, слабо памћење и препознавање низа бројева. Поред ових тешкоћа могу се појавити и специфичне тешкоће као што су: тешкоће у логици, тешкоће у планирању и тешкоће при провери резултата (Golubović & Golubović, 2003).

Голубовић (2004) у свом раду наводи постојање и других разлога за испољавање тешкоћа у учењу математике. Њих треба тражити у: нивоу когнитивног развоја, срединским факторима, процесу подучавања, усклађености стила учења и предавања, страху, као и припремљености детета за учење математике.

Табела 5: Однос резултата на ZAREKI-R тесту код деце која испољавају тешкоће и деце која немају тешкоће у учењу математике и визуопросторне радне меморије

Радна меморија	ZAREKI-R	N	M	SD	t (101)	p
Активна радна меморија	имају тешкоћу у учењу математике	48	4,5417	,77070	-6,469	**,000**
	немају тешкоће у учењу математике	55	5,4545	,66160		
Пасивна радна меморија	имају тешкоћу у учењу математике	48	3,1875	,64102	-5,699	,000
	немају тешкоће у учењу математике	55	3,9818	,75745		

Из података приказаних у Табели 5 запажа се да постоји разлика између ученика који испољавају тешкоће и ученика који немају тешкоће у учењу математике у вези са активном и пасивном визуопросторном радном меморијом (p=,000). Већи скор и на активној (AS=5,45) и на пасивној визуопросторној радној меморији (AS=3,98) имају ученици који немају тешкоће у учењу математике. У истраживањима је (De Smedt *et al*., 2009; Van der Ven *et al*., 2012) пронађена корелација између визуопросторне радне меморије и математичких вештина код деце типичне популације различитог узраста, као и код деце која имају тешкоће у учењу математике (Van der Sluis, Van der Leij & De Jong, 2005).

Карактеристике деце која испољавају тешкоће у учењу математике су: тешкоће у учењу и запамћивању математичких чињеница (Geary, 1993; Gaery & Hoard, 2001; Shalev & Gross-Tsur, 2001), потешкоће у рачунању, лоше стратегије рачунања, дужи временски период за израчунавање, велики број грешака (Geary, 1993). Такође, нижи капацитет радне меморије код деце која испољавају тешкоће у учењу математике доприноси смањењу количине информација, као и могућности да се њима манипулише током решавања математичких проблема (Kaufmann *et al*., 2013). Резултати појединих студија (Hitch & McAuley, 1991; Passolunghi & Siegel, 2001) указују на то да деца која имају тешкоће у учењу математике имају и нижи капацитет радне меморије на задацима који се односе на обраду нумеричких података.

Анализирајући поједине студије (Dos *et al*., 2012), дошли смо до резултата да деца, узраста од 7 до 12 година, из градске средине имају боље резултате од деце из руралне средине. На неуропсихолошком тесту за обраду бројева и рачунања (ZAREKI-R) деца из градске средине имала су боље резултате на суптестовима писаног поређења бројева и памћења бројева унапред и уназад, док су деца из руралне средине имала ниже резултате на седам суптестова, укључујући писано поређење и памћење бројева (Koumoula *et al*., 2004).

Основно ограничење нашег истраживања можемо потражити у чињеници да узорак чине само деца која похађају школу у градској средини. Ово истраживање представља само један од могућих приступа у анализирању односа радне меморије и математичких вештина. Да би били добијени још поузданији резултати, будућа истраживања би требало да буду усмерена на анализу повезаности постигнућа у области математике, капацитета радне меморије и интелектуалних способности.

ЗАКЉУЧАК

У детињству се често јављају проблеми који су повезани са радном меморијом и који касније могу узроковати лошије школско постигнуће. Циљ овог истраживања био је да се утврди веза између визуопросторне радне меморије и математичких вештина код деце која испољавају тешкоће и деце која немају тешкоће у учењу математике. Резултати до којих смо дошли указују на то да нижи капацитет радне меморије значајно утиче на усвајање математичких вештина, а тиме и на постигнуће у школи. Показало се да деца која испољавају тешкоће у учењу математике имају и нижи капацитет радне меморије. Приликом учења математике, деца усвајају одређене вештине, како би могла да решавају математичке проблеме. На тај начин они складиште информације са којима касније могу да манипулишу у решавању сложених математичких операција.

Ово временом доводи до запамћивања математичких формула и решавања комплекснијих задатака. Уколико је складиште нижег капацитета, не може да прими пуно информација што отежава решавање задатака који захтевају ширу анализу и запамћивање релевантних информација у самом поступку решавања задатака.

Спровођењем интерактивног компјутеризованог тренинга радне меморије може се утицати на математичке вештине. Дахлин (Dahlin, 2013) сматра да је визуопросторна радна меморија повезана са способностима деце да развију математичке способности. Овај аутор наводи да уколико би се програм тренинга (Cogmed Working memory training) спроводио свакодневно 30–40 минута, током пет недеља, математичке вештине би се развиле. Резултати бројних истраживања указују на позитивне резултате у вези са унапређивањем капацитета радне меморије применом тренинга радне меморије.

Будућа истраживања би требало усмерити на идентификовање деце која имају нижи капацитет радне меморије и њихово укључивање у програме тренинга радне меморије. На тај начин би опште способности код деце биле унапређене, што би довело и до бољег постигнућа у школи.

Коришћена литература

Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, *106*(1), 20–29. DOI: 10.1016/j.jecp.2009.11.003

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, *80*(2), 606–621. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2009.01282.x

Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, *78*(2), 181–203. DOI: 10.1348/000709907X209854

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 417–423. DOI: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, *8*, 47–89. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1

Buha, N. & Gligorović, M. (2012). Povezanost radne memorije i intelektualnog funkcionisanja kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, *11*(1), 21–38. DOI: 10.5937/specedreh1201021B

Comoldi, C. & Vecchi, T. (2003). *Visuospatial working memory and individual differences. Essays in cognitive psychology.* Hove: Psychology Press.

Dahlin, K. I. (2013). Working memory training and the effect on mathematical achievement in children with attention deficits and special needs. *Journal of Education and Learning*, *2*(1), 118–133. DOI: 10.5539/jel.v2n1p118

De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B. & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(2), 186–201. DOI: 10.1016/j.jecp.2009.01.004

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P. & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, *20*(3/4/5/6), 487–506. DOI: 10.1080/02643290244000239

Desoete, A., & Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, *16*(4), 351–367. DOI:10.1016/j.lindif.2006.12.006

Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement*? Journal of Psychoeducational Assessment, 27*(3), 252–264. DOI:10.1177/0734282908330588

Dos, S. F., Da Silva, P. A., Ribeiro, F. S., Dias, A. L., Frigério, M. C., Dellatolas, G. & von Aster, M. (2012). Number processing and calculation in Brazilian children aged 7-12 years. *The Spanish Journal of Psychology*, *15*(2), 513–525. DOI: 10.5209/rev_SJOP.2012.v15.n2.38862

Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties* (*PATOSS*), *17*, 2–12.

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*(3), 265–281. DOI: 10.1016/j.jecp.2005.08.003

Geary, D. C. & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, *15*(7), 635–647. DOI: 10.1080/02687040143000113

Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognition, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*(2), 345–362. DOI: 10.1037/0033-2909.114.2.345

Geary, D. C. (1994). Mathematical disabilities. In D. C. Geary (Ed.), *Children's mathematical development*. Washington, DC: American Psychological Association (pp. 155–187). DOI: 10.1037/10163-005

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J. & Catherine DeSoto, M. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*(2), 121–151. DOI: 10.1016/j.jecp.2004.03.002

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, *78*(4), 1343–1359. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x

Gersten, R., Jordan, N. C. & Flojo, J. R. (2005). Early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *38*(4), 293–304. DOI: 10.1177/00222194050380040301

Gligorović, M. (2013). *Klinička procena i tretman teškoća u mentalnom razvoju*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, CIDD.

Gligorović, M. & Buha, N. (2015). Razvojne sposobnosti i postignuća u oblastima srpskog jezika i matematike. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, *14*(3), 319–344. DOI: 10.5937/specedreh14-9277

Golubović, Š. & Golubović, B. (2003). Razvojna diskalkulija-prepoznavanje i pomoć. Aktuelnosti iz neurologije, psihijatrije i graničnih područja, *11*(1), 30–32. http://aktuelnosti.posetite.me/pdf/2003/2003[1-1]07.pdf

Golubović, Š. (2004). Karakteristike dece sa razvojnom diskalkulijom. *Norma*, *10*(1–2), 67–77. http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0353-71290402067G

Henry, L. A. (2001). How does the severity of learning disability afect working memory performance? *Memory*, *9*(4/5/6), 233–247. DOI: 10.1080/09658210042000085

Hitch, G. J. & McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British journal of psychology*, *82*(3), 375–386. DOI: 10.1111/j.2044-8295.1991.tb02406.x

Holmes, J. & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, *26*(3), 339–366. DOI: 10.1080/01443410500341056

Holmes, J., Gathercole, S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental science*, *12*(4), 9–15. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x

Hooper, S. R., Roberts, J., Sideris, J., Burchinal, M. & Zeisel, S. (2010). Longitudinal predictors of reading and math trajectories through middle school for African American versus Caucasian students across two samples. *Developmental Psychology*, *46*(5), 1018–1029. DOI: 10.1037/a0018877

Kaufmann, L., Mazzocco, M. M., Dowker, A., von Aster, M., Göbel, S. M., Grabner, R. H., Henik, A., Jordan, N. C., Karmiloff-Smith, A. D., Kucian, K., Rubinsten, O., Szucs, D., Shalev, R. & Nuerk, H-C. (2013). Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers Psychology*, *4*, 1–5. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00516

Klein, J. S. & Bisanz, J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *54*(2), 105–116. DOI: 10.1037/h0087333

Koumoula, A., Tsironi, V., Stamouli, V., Bardani, I., Siapati, S., Graham, A., Kafantaris, I., Charalambidou, I., Dellatolas, G. & von Aster, M. (2004). An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek schoolchildren. *Journal of Learning Disabilities*, *37*(5), 377–388. DOI: 10.1177/00222194040370050201

Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, *20*, 1–19. DOI: 10.1016/S0735-004X(07)20001-1

Mammarella, N., Cornoldi, C. & Donadello, E. (2003). Visual but not spatial working memory deficit in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, *53*(2), 311–314. DOI: 10.1016/S0278-2626(03)00132-5

Mazzocco, M. M. M. (2005). Challenges in identifying target skills for math disability screening and intervention. *Journal of Learning Disabilities*, *38*(4), 318–323. DOI: 10.1177/00222194050380040701

McKenzie, B., Bull, R. & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetic performance. *Education and Child Psychology*, *20*(3), 93–108.

Mohr, H. M. & Linden, D. E. J. (2005). Separation of the systems for color and spatial manipulation in working memory revealed by a dual-task procedure. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(2), 355–366. DOI: 10.1162/0898929053124929

Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, *80*(1), 44–57. DOI: 10.1006/jecp.2000.2626

Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C. & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, *33*(3), 229–250. DOI: 10.1080/87565640801982320

Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L. S. & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: Replication and extension using a nationwide Canadian survey. *Developmental Psychology*, *46*(5), 995–1007. DOI: 10.1037/a0018880

Shalev, R. S. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. Review article. *Pediatric Neurology*, *24*(5), 337–342. DOI: 10.1016/S0887-8994(00)00258-7

Sharma, M.C. (2012). *Games and their uses in mathematics learning*. Framingham, MA: CT/LM.

Silva, P. A. & Santos, F. H. (2011). Discalculia do desenvolvimento: Avaliação da representação numérica pela Zareki-R (Developmental dyscalculia: Assessment of number representation by the Zareki-R). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *27*(2), 169–177. DOI: 10.1590/S0102-37722011000200003

Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2007). Early markers for arithmetic difficulties. *Educational and Child Psychology*, *24*(2), 28–39.

Swanson, H. L. & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intilligence*, *35*(2), 151–168. DOI: 10.1016/j.intell.2006.07.001

Swanson, H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*(3), 239–264. DOI: 10.1016/j.jecp.2005.09.006

Swanson, H. L. (2011). Working memory, attention, and mathematical problem solving: A longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, *103*(4), 821–837. DOI: 10.1037/a0025114

Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H. & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *44*(6), 521–532. DOI: 10.1177/0022219410387302

Van der Sluis, S., Van der Leij, A. & De Jong, P. F. (2005). Working memory in Dutch children with reading and arithmetic related learning LD. *Journal of Learning Disabilities*, *38*(3), 207–221. DOI: 10.1177/00222194050380030301

Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J. & Leseman, P. P.M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 100–119. DOI: 10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x

Vecchi, T. & Richardson, J. T. E. (2000). Active processing in visuo-spatial working memory. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, *19*, 3–32.

von Aster, M., Weinhold Zulauf, M., & Horn, R. (2006). ZAREKI-R (Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children – NUCALC), revidierte Version. Frankfurt: Harcourt Test Services.

Примљено 19.8.2016; прихваћено за штампу 6.12.2016.

THE RELATIONSHIP BETWEEN WORKING MEMORY AND MATHEMATICAL SKILLS IN THIRD-GRADE PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Anita Kovačić Popović
Cerebral and Child Palsy Association of Belgrade, Serbia

Marina Vujanović
Miodrag Matic Primary School, Serbia

Abstract

Working memory is an important factor that accounts for individual differences in mathematics achievement among children. A specific component of working memory is the visuospatial working memory, responsible for maintenance and processing of visual and spatial information significant for successful task completion. This research was aimed at examining whether there is a link between visuospatial working memory and the level of acquisition of mathematical skills. The research was conducted in primary schools in Belgrade in the second academic term of the year 2016. The sample included 103 students of both genders, aged 9 to 10. In order to assess the visuospatial working memory we used the Houses Recognition test and the Jigsaw Puzzle task. Bearing in mind the results of the Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children, a group of children with learning difficulties in mathematics was formed. The results indicated that the capacity of visuospatial working memory was directly proportional to the results of the test of mathematical skills. The analysis of the results of mathematical skills has shown that there was a significant correlation between the children with difficulties and those without difficulties in learning mathematics ($p<0.05$). Furthermore, there is a difference between these two groups at the level of both active and passive visuospatial working memory, with the better results achieved by the students with no learning difficulties in mathematics. Visuospatial working memory is very significant for the acquisition of mathematical skills and achievement in mathematics.

Key words: visuospatial working memory, children with learning difficulties in mathematics, mathematical skills.

ОТНОШЕНИЕ РАБОЧЕЙ МЕМОРИИ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ У УЧАЩИХСЯ ТРЕТЬЕГО КЛАССА ВОСЬМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЫ

Анитта Ковачич Поповић
Общество поддержки лицам с церебральным и детским параличом Белград, Сербия

Марина Вуянович
Восьмилетняя школа им. Миодрага Матича, Белград, Сербия

Аннотация

Рабочая мемория представляет собой важный фактор индивидуальных различий детей в постижениях в математике. Специфический компонент радбочей мемории – это визуопросранственная рабочая мемория, отвественная за сохранение и обработку визуальлных и пространственных информаций, которые важны для успешного выполнения задач. Цель исследования – выявить. существует ли взамосвязь между визуопространственной рабочей меморииии и уровнем усвоенности математических умений. Исследование было проведено во втором полугодии 2016 года, в восьмилетних школах г. Београда. Корпус испытуемых составил 103 учащихся обоих полов, в возрасте 9–10 лет. Для оценки визуопространственной рабочей мемории были использованы инструменты опознания домов и мозаиковых игр. На основании нейропсихологического теста для обработки чисел и считания сформиралась группа детей с трудностями в овладении математикой. Резултьаты показывают, что капацитет визуопросторанстанной рабочей мемориии прямо пропорционален результатам на тесту математических умений. Анализ результатов математических умений выявил статистички значимое различие между детьми, сталкивающися с трудносятми и детьми, у которых нет трудностей в овладении математикой ($p<0,05$). Разлица между упомямутыми двумя группами наблюдается на уровне активной и пассивной визуопространственной рабочей мемории, причем лучшего результата добиваются учащиеся, у которых нет трудностей в усвоении математики. Визуопространственная рабочая мемория имеет исключитечьное значение для усвоения математический умений и постижений по математике.

Ключевые слова: визуо-пространственная рабочая мемория, дети с трудностями в овладении математикой, математические умения