



ЕФИКАСНОСТ РАДНЕ МЕМОРИЈЕ: ТЕОРИЈСКИ КОНЦЕПТ И ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ

Дејан Лаловић*

Одељење за психологију, Филозофски факултет, Београд

Анстракт. Ефикасност радне меморије је концепт који спаја психологију памћења са различитим областима когнитивне, диференцијалне и примењене психологије. У овом раду укратко је предочена историја интересовања за процену капацитета краткорочне меморије као и различити методи којима се данас процењују индивидуалне разлике у ефикасности радне меморије. Након тога, размотрена су истраживања која говоре о значајним везама ефикасности радне меморије са општом интелигенцијом, способношћу резоновања, варијаблама личности, као и са неким социјално-психолошким феноменима. Посебно су наглашене везе ефикасности радне меморије са одређеним аспектима педагошке праксе: усвајањем вештине читања, учењем аритметике и расветљавањем узрока опште неуспешности у школском учењу. Дате су и сугестије које, у светлу сазнања о развоју и ограничењима радне меморије у школском добу, могу бити корисне за наставну праксу.

Кључне речи: ефикасност радне меморије, индивидуалне разлике, педагошка пракса.

Добро памћење сматра се обележјем развијеног интелекта још од времена култура старог века (Carruthers, 1990). Судећи по биографским белешкама о способности памћења коју су поседовали велики умови у прошлости као и о методама које су се препоручивале за ефикасније коришћење и побољшање тог потенцијала, ово уверење односило се превасходно на дугорочно памћење. Историја интересовања за краткорочно памћење¹ знатно је краћа, а њени почци се везују, као и у случају бројних чворних тема психологије, за два велика имена – Вилијема Џејмса и Алфреда Бинеа.

* E-mail: dlalovic@f.bg.ac.yu

¹ Аутор повлачи појмовну разлику између конструкта краткорочне меморије – хипостазираног домена когнитивног система, са дистинктивном неуралном основом и специфичним функционалним својствима – и краткорочног памћења, којим се означавају сви процеси који делују над системом краткорочне меморије (погледати у Bedli, 2004, фуснота на 3. страни). Појам краткорочног памћења би се, на овај начин, могао сматрати обухватнијим, јер се заснива на очуваним својствима краткорочне меморије.

Кратка историја интересовања за краткорочно памћење

Пишући о деловању ума као о сталном ходу и смењивању такозваних транзитивних и супстантивних стања, Џејмс наглашава да је основни услов да би неки од садржаја ума био доступан интроспекцији, дакле, да би постао сегмент »интелектуалног« искуства, тај да мора трајати одређено време. О томе Џејмс у чувеним »Принципима психологије« каже:

Сва наша интелектуална мерила којима процењујемо своје стање ума зависе од нашег накнадног сећања. Једино тада је оно повезано у систем и намерно створено да допринесе извесном резултату. Једино тада оно има неки значај за нас (James, 1890: 644).

Перзистенција чулних утисака и стања ума одиграва се у оном што је Џејмс назвао »примарном меморијом«, антиципирајући тако једну од великих тема експерименталне психологије – проучавање деловања процеса краткорочног памћења и својстава краткорочне меморије (КМ), меморијског регистра у коме бивају похрањени краткорочно запамћени садржаји.

Бинеов рад почивао је на другачијим методама од интроспекције којом се користио Џејмс, а такође и на другачијим подстицајима, јер је значајним делом бивао покренут захтевима педагошке праксе. Први тест интелигенције, који је сачинио управо Алфред Бине, имао је за циљ да се уз помоћ њега идентификују деца која ће имати проблема са школовањем. Тај тест је садржао чак три задатка, данас бисмо рекли суптеста, који ангажују краткорочну меморију (Binet & Simon, 1905). Наглашавајући пресудни значај процеса суђења за интелигенцију и тврдећи да се памћење разликује и да је независно од суђења, Бине је задатке »понављања три цифре« и »понављања реченица« замислио као тестове онога што је назвао непосредним памћењем и вољном пажњом. Допустимо ли себи мало слободе у тумачењу историјског дела Бинеа, у његовој идеји да задаци замишљени као тестови краткорочног памћења треба да изискују како непосредно памћење, тако и вољну пажњу, можемо препознати далеку претечу идеје Алана Бедлија о радној меморији. У том домену, видећемо, материјал се краткорочно складишти, али се њиме ту и активно манипулише, при чему оба процеса – складиштење и манипулација – бивају интегрисани ангажовањем свесно усмерене пажње (Baddeley & Hitch, 1974).

Први систематизован напор да се методама експерименталне психологије истраже и у пракси примене сазнања о правилностима краткорочног памћења такође је плод потреба педагошке праксе и производ је епохе Џејмса и Бинеа. Он се везује за име Џозефа Џејкобса, управника

једне од школа у Лондону, који је, бавећи се проценом менталних способности и подобношћу својих ученика за наставак школовања, развио технику мерења капацитета краткорочне меморије која и данас има значајну улогу у истраживањима памћења – мерење опсега за бројеве унапред. Опсег за бројеве унапред је техника која се и данас користи за брзу и коректну процену капацитета КМ, а у Џејкобсовој примени представљао је дужину низа бројева које је испитаник био кадар да у 50% случајева репродукује у поретку у коме су му изложени (Jacobs, 1887). Просечан опсег за бројеве унапред износи 6-7, али је распон у коме се креће у нормалној популацији широк: 4–10, како показује већина истраживања изведених од тог доба.

Краткорочно памћење у диференцијалној психологији

Иако претходно приказана литература сугерише да је веза краткорочног памћења и когниције историјски рано препозната, до средине седамдесетих година двадесетог века није било значајнијих помака у примени сазнања о овом виду памћења у области диференцијалне психологије. Први разлог за такво стање ствари лежи у чињеници да до краја шездесетих година прошлог века нисмо имали на располагању довољно употребљив модел људске когниције, у коме би место и улога КМ били јасно дефинисани. Шездесетих година прошлог века, идеје Вилијема Џејмса о постојању две меморијске инстанце оживеле су у радovima Воа и Нормана, који су преузели изворну Џејмсову терминологију па су говорили о примарној и секундарној меморији (Waugh & Norman, 1965). Нешто касније Еткинсон и Шифрин формулисали су и емпиријски поткрепили свој познати *Модални* или *Стандардни модел* меморије и памћења (Atkinson & Shiffrin, 1968). Модални модел је у свом раном периоду био добро артикулисан и подржан одговарајућом емпиријском потпором, па је извршио знатан утицај на целокупну експерименталну психологију.

Други, озбиљнији разлог за закаснили улазак теме краткорочног памћења у диференцијалну психологију лежи у неадекватној ваљаности стандардних мера капацитета КМ. Почев од поменутог Џејкобсовог рада (Jacobs, 1887), преко Бинеових (Binet & Simon, 1905) и Терманових (Terman, 1916) покушаја самосталне примене задатака памћења у процени субнормалне интелигенције, опсег КМ, који је остао »златни стандард« за процену капацитета КМ и у доба утицаја Модалног модела, није се показао нарочито корисним у процени способности школског учења и интелигенције. Капацитет КМ операционализован на

стандардни начин – опсегом за бројеве унапред – није се показао предиктором способности учења и способности читања са разумевањем (Gyer & Friedman, 1975; Hunt *et al.*, 1973), баш као ни онда када је операционализован учинком у задатку навођеног присећања истог материјала (Perfetti & Goldman, 1976). Примена другачијег, вербалног материјала – слова (Farnham-Diggory & Gregg, 1975; Rizzo, 1939) и речи (Valtin, 1973) – у сличним задацима краткорочног памћења такође није пружила нове податке о разликама у когницији добрих и лоших читача.

Интересовање за истраживање индивидуалних разлика у краткорочном памћењу оживело је са појавом *Модела радне меморије* Бедлија и Хича (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986) који је унео велике новине у област истраживања људског памћења и когниције. Основно својство модела најбоље одређују речи једног од његових твораца, који о радној меморији говори као о »систему за привремено задржавање и манипулацију информацијом током израде низа когнитивних задатака, какви су разумевање језика, учење и резоновање« (Baddeley, 1986: 34). Сходно најновијој верзији модела, радна меморија (РМ) састоји се од три потчињена система – фонолошке петље, намењене похрањивању и манипулацији вербалним материјалом, визуоспацијалне матрице, намењене аналогним операцијама над визуелним представама и епизодичког бафера, хипотетичког система у коме се одиграва повезивање и интеграција информације из различитих модалитета, што је захтев који пред РМ поставља извођење већине когнитивних задатака (Baddeley, 2000). Контролу рада потчињених система врши централни извршилац, компонента РМ која, за разлику од потчињених система, пре наликује систему за усмеравање и одржавање пажње него некаквом меморијском регистру у који се похрањују специфични садржаји. Од значаја за разумевање метода за процену ефикасности РМ јесте чињеница да основни метод за демонстрирање деловања РМ, ако изузмемо значајну неуропсихолошку евиденцију, представља примена експерименталног обрасца *двојних задатака*. Овај образац, примењен у истраживању РМ, састоји се од једновременог задавања задатка краткорочног запамћивања и конкурентног когнитивног задатка, читања са разумевањем, на пример, чија је сврха да циљано ангажује одређени систем РМ. Иако Модел радне меморије никако не представља једину концептуализацију краткорочног памћења и садејства краткорочне и дугорочне меморије (погледати, на пример, Модел утиснутих процеса у Cowan, 1988, 1995, 1999), слободно се може рећи да је извршио пресудан утицај на истраживања индивидуалних разлика и примену сазнања о краткорочном памћењу изван домена експерименталне психологије.

*Индивидуалне разлике у радној меморији
и процена ефикасности радне меморије*

Истраживање индивидуалних разлика у радној меморији данас чини, по мишљењу многих аутора, засебан правац у истраживању РМ (Baddeley, 2000; Morrison, 2005; Jarrold & Towse, 2006). Провера веза ефикасности РМ и бројних когнитивних и некогнитивних варијабли почела је да заузима истакнуто место међу радовима из области експерименталне и диференцијалне психологије. Приказујући резултате ових истраживања, у даљем тексту залажем се за употребу термина *ефикасност* радне меморије, уместо дословног превода са енглеског *»капацитет* радне меморије«. Историјска веза и нека заједничка својства конструката краткорочне и радне меморије могла би навести читаоца да, по аналогији, РМ схвати као меморијско складиште, са нешто другачијом улогом но што је има КМ. Постоје бројни разлози због којих би ова аналогија била нетачна. Уколико радну меморију третирамо пре свега као скуп *процеса* са одређеном улогом унутар когнитивног система, а већина истраживача управо то чини (Miyake & Shah, 1999), термин *»ефикасност радне меморије«* много боље ће одразити дух схватања о РМ од алтернативног термина *»капацитет РМ«*. Пре него што се изложе методе за процену ефикасности РМ, ваља нагласити да се под овим појмом, експлицитно или имплицитно, у највећем броју случајева подразумева ефикасност деловања централног извршиоца, то јест потенцијал да се координише баратање информацијама из различитих модалитета током извођења когнитивних задатака, уз помоћ свесног усмеравања пажње.

Замах интересовања за овај правац истраживања потекао је од чувеног чланка *»Индивидуалне разлике у радној меморији и читању«*, који су Мередит Данеман и Патриша Карпенер објавиле недуго након појаве Модела радне меморије (Daneman & Carpenter, 1980). У том чланку, експлицитно се позивајући на идеје творца Модела РМ, ауторке операционално дефинишу РМ као систем за једновремено складиштење и манипулацију материјалом, које захтева процес читања са разумевањем али и други акти *»више когниције«*. Исти рад садржи резултате примене експерименталног обрасца који су сачиниле за процену индивидуалних разлика у ефикасности РМ и назвале га *здатком мерења опсега радне меморије при читању*. У првобитној верзији, овим задатком се од испитаника захтевало да читају наглас, једну по једну, низове реченица, памтећи при томе ради репродукције последње речи прочитаних реченица. Максимални број реченица чије би последње речи ис-

питаник био у стању да исправно репродукује чинио је опсег његове радне меморије при читању (ОРМЧ). Задатак мерења ОРМЧ представља, дакле, «амалгам» једноставног класичног задатка мерења распона краткорочне меморије за речи коме је додата компонента читања са разумевањем. Због овог својства, задатак ОРМЧ и њему слични задаци мерења опсега КМ, уз упоредно извршавање конкурентног когнитивног задатка, у литератури се често означавају као *комплексни задаци мерења опсега* (радне) *меморије*. Комплексни задаци мерења опсега меморије данас представљају далеко најчешћи метод процене ефикасности РМ.

У годинама које су уследиле, сачињено је неколико комплексних задатака мерења опсега меморије. *Опсег радне меморије при рачунању* следи исти принцип који и задатак ОРМЧ, с тим што он од испитаника захтева да упоредо са решавањем једноставних једначина памти последњи број, то јест решење једначине (Turner & Engle, 1989). Овај задатак сачињен је са идејом да се уз помоћ њега демонстрира значајно теоријско становиште, по коме је ефикасност РМ изражена њеним опсегом независна од специфичности у природи и садржају конкурентног когнитивног задатка. Слична теоријска мотивација допринела је да један комплексни задатак мерења опсега меморије који је дотле коришћен махом у истраживањима са децом – *задатак мерења опсега радне меморије при пребројавању* (Case *et al.*, 1982) – почне да се примењује и на одраслим испитаницима. У овом задатку циљ је да се у сваком низу визуелних стимулуса, међу дистракторима, препознају и преброје они са задатим обележјима – рецимо плави кругови – а да се при томе памти број таквих објеката у сваком од приказаних низова. Опсег РМ при пребројавању тако представља максималан број низова стимулуса у којима је испитаник успео да исправно идентификује тражене објекте памтећи при том и касније исправно репродукујући број таквих мета у сваком низу.

У новије време развијени су и чисто невербални задаци мерења опсега РМ. Најчешће коришћен међу њима је задатак мерења *спацијалног опсега* радне меморије у варијанти Шаа и Мијакеа (Shah & Miyake, 1996). Циљ испитаника у овом задатку је да одговори да ли је свако од приказаних слова, која могу бити ротирана за одређени угао, написано исправно или представља властити одраз у огледалу, а да при том запамти и касније исправно репродукује оријентацију, то јест просторни положај сваког слова у низу приказаних слова. Спацијални опсег РМ износи колико и максимални број визуелних стимулуса за које је испитаник био у стању да исправно процени да ли су, без обзира на угао ро-

тације, представљени на уобичајен начин или као лик у огледалу, и при томе успе да репродукује њихову оријентацију.

Како би овај сажет преглед метода за процену ефикасности РМ био иоле комплетан, треба навести још неколико техника које се често користе за ову сврху, иако по својој природи не спадају у комплексне задатке мерења опсега меморије:

- *Задатак мерења опсега меморије уназад*, то јест репродукције елемената у поретку обрнутом у односу на редослед излагања, већина аутора сматра индикатором ефикасности РМ, али пре свега када се ради о испитаницима децјег узраста (Isaacs & Vargha-Khadem, 1989; Gathercole, 1999; Марјановић и Лаловић, 2006).

- *У задатку праћења категорије* (Yntema & Trask, 1963) испитанику се у сваком експерименталном покушају приказују листе речи које садрже називе представника шест категорија, претходно предочених испитанику. Задатак испитаника је да, након што му се изложе називи категорија (од једне до максималних шест), репродукује речи које су приказане последње по реду као представници датих категорија, у склопу листе речи која му је приказана у покушају о коме се ради.

- *Задатак алфаветског распона* (Craik, 1986) захтева од испитаника да листу сукцесивно изложених речи репродукује у алфаветском поретку. Овај задатак се често среће у испитивањима когнитивног старења.

- *Задатак враћања n-корака уназад* (Welford, 1958) се због своје једноставности често примењује у испитивањима са различитим клиничким узорцима – неуролошким и неуропсихолошким – али и у истраживањима у којима се примењују савремене методе неуроосликавања. Овај задатак захтева да испитаник у низу знакова који му се сукцесивно приказују – слова, бројева или симбола – идентификује да ли је онај који му је управо приказан исти или различит од оног који му је био приказан n места у низу, при чему се n , то јест број корака, дефинише и саопшти испитанику пре приказивања низа (Smith & Jonides, 1997).

*Везе ефикасности радне меморије
са различитим аспектима душевног живота*

Поред несумњиве теоријске привлачности, јер је изведен из идеја утицајног Модела радне меморије Бедлија и Хича о симултаној обради и краткорочном складиштењу који се одигравају у РМ, концепт ефикасности РМ дугује своју популарност и низу занимљивих веза са значајним феноменима душевног живота, од којих неки излазе из домена когниције.

Бројни емпиријски подаци говоре како о конкурентној, тако и о предиктивној ваљаности мера ефикасности РМ. Прва и до данас најобухватнија метаанализа резултата примене задатка ОРМЧ Данеманове и Мериклеа (Daneman & Merikle, 1996) на узорку од 77 објављених истраживања показала је да просечна корелација мере опсега РМ при читању и способности читања са разумевањем износи 0,41, што је нешто више од просечне корелације једноставног распона краткорочне меморије за речи и способности читања са разумевањем (0,28), а осетно више од просечне корелације једноставног распона за цифре са истом способношћу (0,14). Ови подаци, скупа са свим што је познато о историји покушаја да се капацитет КМ доведе у везу са интелектуалним функционисањем, јасно говоре о томе да мера која почива на идеји о специфичним својствима РМ поседује бољу конкурентну ваљаност од мера једноставног капацитета КМ.

Поред јасно изражене упоредне ваљаности у предвиђању језичких способности, показало се да мере ефикасности РМ предвиђају успешност у обављању низа најсложенијих когнитивних задатака, попут резоновања (Kyllonen & Christal, 1990; Engle, 2002) и решавања проблема (Welsh *et al.*, 1999; Engle, 2002), у шта би се могло уврстити и играње брица (Clarkson-Smith & Hartley, 1990) и савладавање сложених задатака који подстичу развијање логичког мишљења (Kyllonen & Stephens, 1990). Ефикасност РМ, изражена комплексним мерама опсега РМ, неки аутори сматрају да чак пресудно учествује у варијанси опште интелигенције (Kane *et al.*, 2004; Conway *et al.*, 2003; Kyllonen, 1996). Поред тога, неке од најутицајних теорија когниције која прати нормално старење третирају опадање ефикасности радне меморије као главно својство опадања когнитивних способности током нормалног старења, које чак има каузални утицај на остале промене у сазнајним функцијама и емоционалном животу старијих људи (Hasher & Zacks, 1988; Jarrold & Towse, 2006).

Комплексне мере опсега меморије имају своју примену и у клиничкој психологији јер, за разлику од једноставних мера опсега меморије, дискриминишу међу оболелим од мултипле склерозе оне који поред (и вероватно услед) своје примарне болести пате и од депресије (Arnett *et al.*, 1999). Поред тога, податак о ефикасности РМ указује и на степен способности да се изађе на крај са стресогеним животним догађајима (Klein & Voals, 2001), док на РМ, баш као и на способност доношења одлука, јасно и на исти начин утиче склоност алкохолу (Finn, 2002). Додајмо да постоје истраживања која показује да ефикасност РМ, то јест њено опадање, када је у несразмери са очекиваним развој-

ним падом у старијим годинама, може бити дијагностички корисно обележје зачетка Алцхајмерове болести (Rosen *et al.*, 2002).

У новије време, неки феномени из области социјалне психологије такође се разматрају кроз призму ефикасности радне меморије, па се тако показало да студенти чије је мишљење подложно деловању стереотипија истовремено имају и смањен опсег РМ (Schmader & Johns, 2003), а да додир и комуникација са припадницима раса спрам којих постоје предрасуде оптерећује деловање РМ и умањује њен опсег (Richeson *et al.*, 2003; Richeson & Shelton, 2003).

Осим занимљивих и доста упечатљивих веза са важним аспектима и феноменима душевног живота, треба нагласити и одређена метријска својства комплексних задатака мерења опсега РМ, која је неопходно имати на уму управо приликом тумачења таквих веза. Комплексне мере опсега РМ показују, наиме, солидну интерну конзистентност, а такође и временску стабилност. Распон Кронбахових алфа коефицијената за ове мере креће се у опсегу од 0,70 до 0,90 (Conway *et al.*, 2002; Kane, 2004; Лаловић и Вејновић, у штампи). Слични су и подаци добијени методом дељења (split-half, погледати преглед у Waters & Caplan, 2003 и Friedman & Miyake, 2005) док се корелације тест-ретест мера крећу у распону од 0,70–0,80, са изузетком неколико истраживања (Hitch *et al.*, 2001, са децом као испитаницима; MacDonald *et al.*, 2001 и Waters & Caplan, 1996, са одраслим испитаницима). Закључак који би се из оваквих података о поузданости могао извести био би да комплексни задаци мерења опсега меморије у највећем броју случајева мере прецизно, то јест, са прихватљивом грешком, без обзира на повремене контроверзе у погледу природе предмета мерења.

Ефикасност радне меморије у педагошко-психолошким истраживањима

Потенцијални значај радне меморије за различите аспекте усвајања знања и наставе може се наслутити већ и интуитивном анализом већине задатака школског учења. Било да се ради о усвајању елементарних аритметичких операција, учењу да се чита на матерњем или страном језику, настави географије, која подразумева координисање визуелно и усмено презентоване информације – да напоменем само неке садржаје и видове наставе – јасно је да ће они у много случајева захтевати да онај који учи изводи менталне операције и, упоредо са тим, краткорочно запамћује прелиминарне резултате тих операција, све до њиховог коначног исхода.

Истраживања развоја РМ код деце школског узраста указују да се њен учинак линеарно повећава од четврте до приближно дванаесте године, након чега се развој наставља успореним темпом. До петнаесте године, ефикасност РМ асимптотски се приближава свом максимуму који достиже у раном адолесцентском добу (Gathercole *et al.*, 2006). Од великог је значаја, за педагошку праксу, имати на уму да је овај когнитивни потенцијал врло варијабилан, те се тако може десити на почетку школског доба, у нашем систему то је приближно 6,5 година. Може се догодити да у истом разреду имамо децу чија ефикасност РМ одговара просечној ефикасности РМ деце узраста 4,5 година (10. перцентил дистрибуције ефикасности РМ за узраст 6,5) и ону код које ће тај потенцијал бити на нивоу просека за узраст од 9,5 (90. перцентил исте дистрибуције, Gathercole *et al.*, 2006). Овако велике индивидуалне разлике свакако да морају носити одређене консеквенце по наставну праксу.

Подаци о односу ефикасности РМ и учења да се чита показују да је овај когнитивни потенцијал предиктор усвајања те вештине, и то независан од класично процењеног капацитета КМ за језички материјал и од још неких варијабли које су од значаја за развој те вештине у почетним фазама њеног усвајања (Swanson & Howell, 2001; Swanson *et al.*, 2003). Код лоших читача може се констатовати дефицит ефикасности РМ, али не и дефицит у капацитету вербалне КМ, што такође говори у прилог тумачења којима се тврди да стицање вештине читања почива на ефикасности РМ пре него на једноставном краткорочном складиштењу језичког материјала (De Jong, 1998).

Усвајање знања из математике такође је условљено ефикасним деловањем радне меморије. Током првих година школовања, умањену ефикасност РМ прате различити проблеми са стицањем знања из математике (Gernsten *et al.*, 2005), те је тако помањкање ефикасности РМ скопчано и са проблемима у извођењу аритметичких операција (Wilson & Swanson, 2001) и са тешкоћама у решавању аритметичких проблема исказаних у облику текста (Swanson & Sachse-Lee, 2001).

Оно што представља посебно озбиљан проблем јесте да се способности деце која имају тешкоћа са наставом математике не поправљају значајно, када их поредимо са децом која у том погледу нормално напредују. Исти је случај и са децом која заостају у погледу развоја способности читања са разумевањем (Geary, 1990), те овакви налази упућују на значај раног откривања дефицита у РМ код ученика и саображавања начина и захтева наставе овом помањкању.

Мере опсега РМ употребљиве су и за диференцијално дијагностиковање узрока општих тешкоћа у школском учењу (Swanson, 1993). Де-

ца која су идентификована као ученици са умањеном општом способношћу учења, што подразумева лош успех у савладавању већине школских предмета, показују слабе резултате у практично свим задацима за процену деловања радне меморије. Исто истраживање указује да за разлику од ових ученика, деца која због проблема са емоцијама и у понашању показују једнако слаб успех у школи, имају потпуно нормално развијен потенцијал РМ (Pickering & Gathercole, 2004).

Треба рећи да поред ових налаза добијених махом на узорцима ученика основне школе, опсег РМ представља меру на основу које се, очекивано добро, може предвидети степен поседовања неких вештина које су значајне за процес високог школовања – вештине у хватању белешака на основу усменог предавања, на пример (Kiewra & Benton, 1988) – и, можда мање очекивано, квалитета писаног изражавања (Benton *et al.*, 1984).

Како радној меморији олакшати рад у настави?

Једна од поука истраживања ефикасности РМ јесте да је оно што опажамо и процењујемо као тај потенцијал у ствари производ интеракције способности за когнитивну обраду и способности за краткорочно запамћивање. Растерећивање једног од ова два ресурса готово увек доводи до бољег учинка оног другог. Уколико поштујемо ограничења у ефикасности РМ као и чињеницу која је претходно већ наглашена – да су индивидуалне разлике у оквиру нормалног опсега овог потенцијала врло велике – најопштија препорука наставницима практичарима гласила би да наставу треба организовати тако да што је могуће мање оптерећује радну меморију ученика.

Приликом обављања сложенијих активности у разреду, које трају нешто дуже, корисно је повремено подсећати ученике на кораке и циљ активности. Још корисније је проверити јесу ли ученици у стању да дотичне инструкције понове. Када се ради о сложеним активностима, корисно је »разбити« их у засебне кораке, кад год је то могуће и обезбедити неки вид спољашњег подсећања које ће помоћи ученицима да одрже нит задатка. Такав вид подсећања могу бити белешке на табли, на пример. Језик којим се користи наставник може бити у већој или, пожељно је, у мањој мери захтеван за когнитивну обраду. Компонента обраде РМ код ученика може се растеретити уколико се води рачуна о сложености језика којим им се обраћа – било лексичкој, било синтаксичкој. Избор речи које су ученицима познате, избегавање система сложених реченица и опште скраћивање реченице може знатно олакшати

њихову обраду, а тиме и побољшати запамћеност поруке (Alloway & Gathercole, 2006).

Распон у коме се унутар сваког узраста креће ефикасност РМ готово да чини неминовном ситуацију да се у одељењу појави одређени број ученика код којих ће бити приметни проблеми са пажњом и/или краткорочним памћењем. У случају сваког појединачног ученика код кога се запази такав и сличан проблем (немиран ученик који не може довољно да се посвети ниједном задатку и ученик који није у стању да прати диктат, били би редом примери) потребно је да се што пре прецизно лоцира порекло, то јест узрок дефицита. Тај поступак није једноставан, из простог разлога што није једноставно раздвојити дејства свесно усмерене пажње и централног извршиоца као компоненте РМ, која се у великом броју случајева могу изједначити. Другим речима, није лако раздвојити последице дефицита у одржавању пажње од дефицита у краткорочном складиштењу. Почетни корак у овој малој »диференцијалној дијагнози« могла би да представља примена неке од новијих Векслерових скала за испитивање интелигенције код деце. Почев од WAIS-III, ове скале нуде могућност извођења такозваног индекса отпорности на дистракцију (freedom of distractibility index, FDI), као и неке мере учинка краткорочног памћења и радне меморије (Wechsler, 1991). Упркос несавршеностима, увид у ове мере може да сугерише доминантну природу проблема код детета које опажамо као ученика који има проблема са пажњом и/или краткорочним памћењем – дефицит пажње, изолован или удружен са дефицитом у краткорочном похрањивању информације. Коначно, треба имати на уму да је ефикасност радне меморије потенцијал који се, баш као и флуидна интелигенција, мало може надоградити. Овакав став преовлађује, упркос томе што постоје одређени експериментални покушаји да се побољша ефикасност РМ (Verhagen *et al.*, 2004; Klingberg *et al.*, 2005). Ефекти и домети ових покушаја још увек су предмет критичких разматрања, али би се они, без обзира на то, могли показати значајним за педагошку праксу, можда и пре него за сам развој сазнања о РМ. Наиме, основна критика која погађа ова истраживања – да остављају могућност да су побољшања ефикасности РМ наступила као последица дејства мотивационих и сличних некогнитивних фактора – не умањује њихову применљивост. За практични рад у васпитно-образовном процесу, важно је имати на уму да ће се ученик који једном испољи проблеме са радном меморијом вероватно сусретати са њима и касније током школовања, те је врло корисно охрабрити га да се обрати наставнику за помоћ сваки пут када искуси потешкоће овог типа.

Напомена. Чланак представља резултат рада на пројекту »Образовање за друштво знања«, број 149001 (2006-2010), чију реализацију финансира Министарство науке Републике Србије.

Коришћена литература

- Alloway, T.P. & S.E. Gathercole (2006): How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1(4), 134-139.
- Arnett, P.A., C.H. Higginson, W.D. Voss, W.I. Bender, J.M. Wurst & J.M. Tippin (1999): Depression in multiple sclerosis: relation to working memory capacity, *Neuropsychology*, 13, 546-556.
- Atkinson, R.C. & R.M. Shiffrin (1968): Human memory: a proposed system and its control processes; in K. Spence & J. Spence (eds.): *The psychology of learning and motivation* (89-195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1986): *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (2000): The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A.D. & G.J. Hitch (1974): Working memory; in G.H. Bower (ed.): *The psychology of learning and motivation* (47-90). New York: Academic Press.
- Benton, S.L., R.G. Kraft, J.A. Glover & B.S. Plake (1984): Cognitive capacity differences among writers, *Journal of Educational Psychology*, 76, 820-834.
- Binet, A. & T. Simon (1905): Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux, *L'année psychologique*, 11, 191-336.
- Carruthers, M.J. (1990): *The Book of Memory: A Study of Memory in Medieval Culture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Case, R., D.M. Kurland & J. Goldberg (1982): Operational efficiency and the growth of short-term memory span, *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386-404.
- Clarkson-Smith, L. & A.A. Hartley (1990): The game of bridge as an exercise in working memory and reasoning, *Journal of Gerontology*, 45, 233-238.
- Conway, A.R.A., N. Cowan, M.F. Bunting, D. Theriault & S. Minkoff (2002): A latent variable analysis of working memory capacity, short term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence, *Intelligence*, 30, 163-183.
- Conway, A.R.A., M.J. Kane & R.W. Engle (2003): Working memory capacity and its relation to general intelligence, *Trends in cognitive sciences*, 7(12), 547-552.
- Cowan, N. (1988): Evolving conceptions of memory storage, selective attention and their mutual constraints within the human information processing system, *Psychological Bulletin*, 104, 163-191.
- Cowan, N. (1995): *Attention and Memory: an integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999): An embedded-processes model of working memory; in A. Miyake and P. Shah (eds.): *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control* (62-101). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Craik, F.I.M. (1986): A functional account of age differences in memory; in F. Klix & H. Hagendorf (eds.): *Human memory and cognitive capabilities, mechanisms, and performances* (409-422). North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V.
- Daneman, M. & P.A. Carpenter (1980): Individual differences in working memory and reading, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M. & P.M. Merikle (1996): Working memory and language comprehension: a meta-analysis, *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 422-433.
- De Jong, P.F. (1998): Working memory deficits of reading disabled children, *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 75-96.

- Engle, R.W. (2002): Working memory capacity as executive attention, *Current Directions in Psychology Science*, 11, 19-23.
- Farnham-Diggory, S. & L.W. Gregg (1975): Short-term memory function in young readers, *Journal of Experimental Child Psychology*, 19, 279-298.
- Finn, P.R. (2002): Motivation, working memory, and decision making: a cognitive-motivational theory of personality vulnerability to alcoholism, *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1, 183-205.
- Friedman, N.P. & Miyake, A. (2005): Comparison of four scoring methods for the reading span test, *Behavior Research and Methods*, 37(4), 581-590.
- Gathercole, S. (1999): Cognitive approaches to the development of short-term memory, *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 410-419.
- Gathercole, S.E., T.P. Alloway, C. Willis & A.M. Adams (2006): Working memory with children with reading disabilities, *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265-281.
- Geary, D.C. (1990): A componential analysis of an early learning deficit in mathematics, *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 363-383.
- Gernsten, R., N.C. Jordan & J.R. Flojo (2005): Early identification and interventions for students with mathematical difficulties, *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293-304.
- Guyer, B.L. & M.P. Friedman (1975): Hemispheric processing and cognitive styles in learning-disabled and normal children, *Child Development*, Vol. 46, 658-668.
- Hascher, L. & R.T. Zacks (1988): Working memory, comprehension and aging: a review and a new view; in G.H. Bower (ed.): *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (193-225). San Diego, CA: Academic Press.
- Hitch, G.J. & E. McAuley (1991): Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties, *British Journal of Psychology*, 82, 375-386.
- Hitch, G.J., J.N. Towse & U. Hutton (2001): What limits children's working memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development, *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 184-198.
- Hunt, E., N. Frost & C. Lunneborg (1973): Individual differences in cognition: a new approach to intelligence; in G. Bower (ed.): *The psychology of learning and motivation* (87-122). New York: Academic Press.
- Isaacs, E.B. & F. Vargha-Khadem (1989): Differential course of development of spatial and verbal memory span: a normative study, *British Journal of Developmental Psychology*, 7, 377-380.
- Jacobs, J. (1887): Experiments on "prehension", *Mind*, 12, 75-79.
- James, W. (1890): *The principles of psychology*. New York: Henry Holt.
- Jarrold, C. & J.N. Towse (2006): Individual differences in working memory. *Neuroscience*, 139, 39-50.
- Kane, M. J., D.Z. Hambrick, S.W. Tuholski, O. Wilhelm, T.W. Payne & R.W. Engle (2004): The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning, *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217.
- Kiewra, K.A., & S.L. Benton (1988): The relationship between information processing ability and note taking, *Contemporary Educational Psychology*, 13, 33-44.
- Klein, K., & A. Boals (2001): The relationship of life event stress and working memory capacity, *Applied Cognitive Psychology*, 15, 565-579.
- Klingberg, T., E. Fernell, P.J. Olesen, M. Johnson, P. Gustafsson, K. Dahlstrom *et al.* (2005): Computerized training of working memory in children with ADHD – a randomized, controlled trial, *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Kyllonen, P.C. (1996): Is working memory capacity Spearman's g ? in I. Dennis & P. Tapscott (eds.): *Human abilities, Their nature and measurement* (49-75). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Kyllonen, P.C. & R.E. Christal (1990): Reasoning ability is (little more than) working memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389-433.
- Kyllonen, P.C. & D.L. Stephens (1990): Cognitive abilities as determinants of success in acquiring logic skill, *Learning and Individual Differences*, 2, 129-160.
- Lalović, D. i D. Vejnović (u štampi): Provera i validacija postupaka merenja opsega radne memorije pri čitanju, *Psihologija*.
- MacDonald, M. C., A. Almor, V.W. Henderson, D. Kempler & E.S. Andersen (2001): Assessing working memory and language comprehension in Alzheimer's disease, *Brain & Language*, 78, 17-42.
- Marjanović, A. i D. Lalović (2006): Kratkoročno pamćenje pokreta na uzrastu 11–12 godina, *Psihologija*, 39(4), 459-474.
- Miyake, A. & P. Shah (1999): *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Morrison, R.G. (2005): Thinking in working memory; in K.J. Holyoak & R.G. Morrison (eds.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (457-473). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Perfetti, C.A. & S.R. Goldman (1976): Discourse memory and reading comprehension skill, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 33-42.
- Pickering, S.J. & S.E. Gathercole (2004): Distinctive working memory profiles in children with special educational needs, *Educational Psychology*, 24, 393-408.
- Riecheson, J.A. & J.N. Shelton (2003): When prejudice does not pay: Effects of interracial contact on executive function, *Psychological Science*, 14, 287-291.
- Riecheson, J.A., A.A. Baird, H.L. Gordon, T.F. Heartherton, C.L. Wyland, S. Trawalter *et al.* (2003): An fMRI examination of the impact of interracial contact to executive function, *Nature Neuroscience*, 6, 1323-1328.
- Rizzo, N.D. (1939): Studies in visual and auditory memory span with specific reference to reading disability, *Journal of Experimental Education*, 8, 208-244.
- Rosen, V., J.L. Bergeson, H.A. Putnam & T. Sunderland (2002): Working memory and apolipoprotein E: what's the connection? *Neuropsychologia*, 40, 2226-2233.
- Schmader, T. & M. Johns (2003): Converging evidence that stereotype threat reduces working memory capacity, *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 440-452.
- Shah, P. & A. Miyake (1996): The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: an individual differences approach, *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 4-27.
- Smith, E.E. & J. Jonides (1997): Working memory: a view from neuroimaging, *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Swanson, H.L. (1993): Working memory in learning disability subgroups, *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87-114.
- Swanson, H.L., M.H. Ashbaker & C. Lee (1996): Learning-disabled readers' working memory as a function of processing demands, *Journal of Experimental Child Psychology*, 61, 242-275.
- Swanson, H.L. & M. Howell (2001): Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages, *Journal of Educational Psychology*, 93, 720-734.
- Swanson, H.L. & C. Sachse-Lee (2001): Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: both executive and phonological processes are important, *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 294-321.
- Swanson, H.L., G. Trainin, D.M. Necochea & D.D. Hammill (2003): Rapid naming, phonological awareness and reading: a meta-analysis of the correlation evidence, *Review of Educational Research*, 73(4), 407-440.
- Terman, L.M. (1916): *The measurement of intelligence: an explanation of and a complete guide for the use of the Stanford revision and extension of the Binet-Simon Intelligence Scale*. Boston: Houghton Mifflin.

- Turner, M.L. & R.W. Engle (1989): Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Valtin, R. (1973): *Reports of research on dyslexia in children*. Paper presented at International Reading Association, Denver.
- Verheagen, P., J. Cerella & C. Basak (2004): A working memory workout: how to expand the focus of serial attention from one to four items in 10 hours or less, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(6), 1322-1337.
- Waters, G.S. & D. Caplan (1996): The measurement of verbal working memory capacity and its relation to reading comprehension, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(A), 51-79.
- Waters, G.S. & D. Caplan (2003): The reliability and stability of verbal working memory measures, *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 35, 550-564.
- Waugh, N.C. & D.A. Norman (1965): Primary memory, *Psychological Review*, 72, 89-104.
- Wechsler, D. (1991): *Wechsler Intelligence Scale for Children* (3rd ed.). San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Welford, A.T. (1958): *Ageing and human skill*. London: Oxford University Press.
- Welsh, M.C., T. Satterlee-Cartmell & M. Stine (1999): Towers of Hanoi and London: contribution of working memory and inhibition to performance, *Brain & Cognition*, 41, 231-242.
- Wilson, K.M. & H.L. Swanson (2001): Are mathematical disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34, 237-248.
- Yntema, D.B. & F.P. Trask (1963): Recall as a search process, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2, 65-74.

Примљено 17.03.2008; прихваћено за штампу 15.04.2008.

Dejan Lalovic
EFFICIENCY OF WORKING MEMORY: THEORETICAL CONCEPT
AND PRACTICAL APPLICATION

Abstract

Efficiency of working memory is the concept which connects psychology of memory with different fields of cognitive, differential and applied psychology. In this paper, the history of interest for the assessment of the capacity of short-term memory is presented in brief, as well as the different methods used nowadays to assess the individual differences in the efficiency of working memory. What follows is the consideration of studies that indicate the existence of significant links between the efficiency of working memory and general intelligence, the ability of reasoning, personality variables, as well as some socio-psychological phenomena. Special emphasis is placed on the links between the efficiency of working memory and certain aspects of pedagogical practice: acquiring the skill of reading, learning arithmetic and shedding light on the cause of general failure in learning at school. What is also provided are the suggestions that, in the light of knowledge about the development and limitations of working memory at school age, can be useful for teaching practice.

Key words: efficiency of working memory, individual differences, pedagogical practice.

Деян Лаловић
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КОНЦЕПТ
И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Резюме

Эффективность рабочей памяти – концепт, соединяющий психологию памяти с разными областями когнитивной, дифференциальной и прикладной психологии. В предлагаемой работе в кратких чертах излагается обзор исследований, связанных с оценкой kapacитетов краткосрочной памяти, а также рассматриваются методы, при помощи которых сегодня оцениваются индивидуальные различия в эффективности рабочей памяти. Автор останавливается на исследованиях, подтверждающих наличие заметных связей между эффективностью рабочей памяти, с одной стороны, и общей интеллигенцией, способностью умозаключения, вариаблами личности, а также с некоторыми социально-психологическими феноменами, с другой. Особенно подчеркиваются связи эффективности рабочей памяти с определенными аспектами педагогической практики: усвоением способности чтения, овладением арифметикой и раскрытием причин общей неуспеваемости в школьной работе. Даются также суггестии, которые, в свете познаний о развитии и ограничениях рабочей памяти в школьном возрасте, могут быть полезными для практики преподавания.

Ключевые слова: эффективность рабочей памяти, индивидуальные различия, педагогическая практика.