

# Odnos fonološkog kodiranja s mjerama kognitivnog učinka kod djece sa specifičnim teškoćama čitanja

---

**Pavičić Dokoza, Katarina; Ribar, Maja; Kolundžić, Zdravko**

*Source / Izvornik:* **Translacijski pristup u dijagnostici i rehabilitaciji slušanja i govora :55 godina SUVAG-a : znanstveno-stručna monografija, 2018, 198 - 215**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:257:210245>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



*Repository / Repozitorij:*

[SUVAG Polyclinic Repository](#)



## ODNOS FONOLOŠKOG KODIRANJA S MJERAMA KOGNITIVNOG UČINKA KOD DJECE SA SPECIFIČNIM TEŠKOĆAMA ČITANJA

*Izvorni znanstveni rad*

### SAŽETAK

Razumijevanje specifičnih teškoća čitanja istraživano je kroz brojne studije kojima je cilj rasvijetljivanje procesa u pozadini čitanja koji dovode do odstupanja u razvoju ove složene vještine. Fonološka svjesnost, fonološko imenovanje i fonološko pamćenje smatraju se važnim kognitivnim procesima odgovornim za prepoznavanje riječi. S druge strane, veliki broj istraživanja usmjeren je i na proučavanje učinka vizualnih sposobnosti na proces prepoznavanja riječi. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti odnos između zadataka fonološkog kodiranja s mjerama kognitivnog učinka kod djece sa specifičnim teškoćama učenja. Istraživanjem je obuhvaćeno 23 djece u dobi od 7 g. i 6 mj. do 11 g. i 11 mj. s dijagnozom specifičnih teškoća učenja, urednih intelektualnih sposobnosti i bez drugih teškoća (uredan neurološki i audiološki status). Fonološko procesiranje mjereno je putem serije ispitnih zadataka koji se sastoje od prepoznavanja niza grafema te serijom riječi (Mottier lista, pseudoriječi). Mjere kognitivnog učinka operacionalizirane su putem verbalnih i neverbalnih subskala Wechlerovog testa inteligencije za djecu. Utvrđeno je da je točnost fonološkog kodiranja u najvećoj mjeri povezana s neverbalnim subtestom u čijoj podlozi se nalazi misaona i perceptivna organizacija (sastavljanje predmeta), dok je brzina u najvećoj mjeri bila povezana s neverbalnim subtestom u čijoj pozadini se nalazi vizuomotorička koordinacija i brzina mentalne reakcije (šifriranje). Brzina fonološkog kodiranja bila je u visokoj povezanosti s rasponom fonološkog pamćenja, a fonološko pamćenje u najvećoj mjeri bilo određeno pamćenjem niza brojeva kao mjerom kognitivnog učinka. Dobiveni rezultati raspravljeni su u kontekstu suvremenih teorija razvoja čitanja.

**Ključne riječi:** fonološko kodiranje, fonološko pamćenje, kognitivni učinak

### Uvod

Jezični razvoj i specifičnosti jezičnog razvoja istraživani su na osobama urednih jezičnih sposobnosti kao i osobama s različitim jezičnim poremećajima. Isto možemo reći i za usvajanje vještine čitanja. Razvoj čitanja je proces koji podrazumijeva usvajanje brojnih specifičnih funkcija

tijekom predškolskog i ranog školskog razdoblja. Upravo ti procesi koji su u pozadini jezičnog razvoja, a imaju značajna utjecaj na usvojenost vještine čitanja, vrlo su često predmet brojnih istraživanja (Bishop i Snowling 2004; de Jong i Olson 2004). Fonološka svjesnost, fonološko imenovanje i fonološko pamćenje smatraju se važnim kognitivnim procesima odgovornim za prepoznavanje riječi. S druge strane, veliki broj istraživanja usmjeren je i na proučavanje učinka vizualnih sposobnosti na proces prepoznavanja riječi. Flecher i dr. (2007, prema Ivšac Pavliša i Lenček 2011) navode da su upravo fonološka svjesnost, fonološko imenovanje i fonološko pamćenje kognitivni procesi koji su odgovorni za teškoće u prepoznavanju riječi. U kontekstu ovog istraživanja posebice je važno spomenuti vještinu poznavanja slova. Poznavanje slova zahtijeva uspostavljanje veze između vizualnog simbola i fonološkog koda. Upravo poznavanje slova se smatra važnim prediktorom čitanja (Ecalte, Magnan i Biot-Chevrier 2008, de Jong i Olson 2004). Na način i brzinu usvajanja grafo-fonemske veze značajno utječe ortografija jezika (Ecalte, Magnan i Biot-Chevrier 2008). Ta veza je važna jer jezici s dubinskom ortografijom više resursa kod prepoznavanja riječi troše iz leksičkih kodova dok jezici s površinskom, transparentnom ortografijom koriste resurse subleksičke razine (fonemske). Hrvatski jezik spada u transparentne, tj. jezike s jasnom ortografijom. Osim ove razine, kod prepoznavanja slova važna je i vizualna sastavnica, tj. vizualno perceptivna složenost samog grafema. Istraživanja su pokazala da vizualne teškoće mogu imati važnu ulogu u brzini i kvaliteti usvajanja čitanja i pisanja (Singleton 2009, prema Ivšac Pavliša i Lenček 2011). Fonološko pamćenje je također važna sastavnica fonoloških procesa koji sudjeluju u usvajanju čitanja. Reid (2009) navodi da se fonološko pamćenje odnosi na fonološko kodiranje informacija za privremeno odlaganje informacija u radnom pamćenju. Kada govorimo o fonološkom pamćenju važna su dva procesa: proces pohrane informacija i proces prizivanja kodiranih fonoloških informacija. Sternberg (2005) navodi da vizualno prezentirana slova ipak kodiramo na osnovi njihova zvuka, a ne vizualnog oblika što navodi na zaključak da je za njihovo kratkoročno pamćenje ipak važniji akustički nego vizualni kod. Posner i Mitchell (1967) navode tri različita tipa procesiranja: vizualni, fonemski i semantički; pri zadatku što bržeg prosuđivanja isto-različito za slova abecede. Istraživanje je pokazalo da je vrijeme odluke uvijek kraće kada se radi o istim, nego o različitim simbolima. Osim toga, vrijeme se pokazalo kao značajan parametar kod odlučivanja na način da, ukoliko je vrijeme od zadavanja podražaja do odluke bilo kraće, su se ispitanici oslanjali na fizičke kodove, a ukoliko je vrijeme odluke bilo dulje tada su se oslanjali na fonetske kodove, tj. bile su izraženije greške uzrokovane auditivnom sličnošću (Thorson, Hochhaus, i Stanners 1976). S aspekta vještine početnoga čitanja, postavlja se pitanje koliko je brzina obrade informacija, tj. različite mjere kognitivnog učinka, važne za uspješnost, tj. brzinu dekodiranja.

Groff (2004) je istraživanjem potvrdio da se prepoznavanje i pamćenje vizualnog oblika riječi događa u vizualnom korteksu, tj. u fuziformnom girusu u desnoj moždanoj hemisferi. Istraživanje koje su proveli Blau i dr. (2010) uz pomoć metode funkcionalne magnetske rezonancije pokazalo je postojanje različite aktivnosti u dijelu Heschlove vijuge/ fuziformnog girusa, tj. pokazalo je postojanje različite aktivacije kod prepoznavanja nekongruentnosti u nizu grafema. VWFA – *Visual Word Form Area* za koju se smatra da se nalazi unutar fuziformnog girusa i odraz je međudjelovanja dorzalnog i ventralnog puta u ortografskom procesiranju. Istraživanje koje su proveli Boros i dr. (2016) pokazalo je da smanjena aktivnost u srednjem okcipitalnom girusu

(MOG) važnom za vizualno i prostorno procesiranje utječe na deficit u VWFA području. Upravo fonotaktička pravila (posebice fonotaktička vjerojatnost) predstavljaju parametar koji nam olakšava prepoznavanje je li to mogući niz koji bi u određenom jeziku zadovoljavao kriterij da nešto može ili ne može biti riječ.

Najčešće korištena mjera fonološkog radnog pamćenja jesu pseudoriječi. Nerijetko se, upravo, pseudoriječima te parametrima koji određuju pseudoriječi ne daje dovoljna pozornost. Istraživanje koje su provele Kelić, Zelenika Zeba i Kuvač Kraljević (2016) pokazalo je pozitivnu korelaciju između ponavljanja brojeva i ponavljanja slogova, no ponavljanje pseudoriječi nije bilo povezano s navedenim mjerama radnog pamćenja što upućuje na zaključak da je ponavljanje pseudoriječi mjera subleksičke fonološke obrade te da ovisi o slogovnoj strukturi i fonotaktičkoj vjerojatnosti, a ne jednostavna mjera opsega radnog pamćenja.

Tečnost čitanja se zato i dovodi u bliski kontekst s grafofoničkim leksikom koji naglašava blisku povezanost ortografske i fonološke veze (Blomert i Willems 2010). Ziegler i dr. (2010) idu korak dalje i navode da se teškoće javljaju kod dekodiranja niza slova i brojeva, ali ne i drugih vizualnih objekata, tj. da se teškoće dekodiranja javljaju kod simbola povezanih s fonološkim kodom. Facchetti i dr. (2010) taj deficit nazivaju deficit multisenzornog "shiftinga" kod osoba s disleksijom. Upravo vještina sukcesivnog vizualnog pretraživanja u predškolskoj dobi pokazala se kao dobar prediktor buduće vještine čitanja u 1. i 2. razredu osnovne škole (Franceschini i dr. 2012; Gori i dr. 2015).

U logopedskoj dijagnostici koriste se različite serije ispitnih zadataka kojima je cilj ispitati sposobnosti fonološkog radnog pamćenja. Najčešće korišteni u Republici Hrvatskoj su zadatci fonološkog radnog pamćenja autorice prof. dr. sc. Mirjane Lenček kojima je cilj procijeniti brzinu i točnost dekodiranja nizova grafema. U skladu s time, ciljevi ovog istraživanja bili su odrediti raspon brzine i točnosti dekodiranja nizova grafema te fonološkoga pamćenja u različitim skupinama djece sa specifičnim teškoćama čitanja te odrediti odnos između uratka na zadacima fonološke obrade i mjera kognitivnog učinka u skupini djece sa specifičnim teškoćama čitanja.

### ***Metode i materijali***

Provedena je retrospektivna studija u koju su uključena djeca s dijagnozom specifičnih teškoća čitanja, što podrazumijeva uredne intelektualne sposobnosti, kao i uredan neurološki i audiološki nalaz. Zadovoljenje navedenih kriterija osigurano je kliničkim pregledom unutar ustanove.

### ***Sudionici***

Za određivanje raspona fonološkog procesiranja korišteni su rezultati za 17 djece u dobi od 7 do 8 godina, 17 djece u dobi od 9 do 10 godina te 9 djece u dobi od 11 do 12 godina. Pri ispitivanju odnosa između fonološkog radnog pamćenja i mjera kognitivnog učinka analiziran je poduzorak djece za koje su bili dostupni podaci o kognitivnom učinku. Navedeni poduzorak činili su rezultati 23 djece u dobi od 7,6 do 11,11 godina. Pri tome je aritmetička sredina (standardna devijacija) dobi iznosila 10 (1,2) godina.

## ***Instrumenti***

Fonološko radno pamćenje (točnost i brzina) mjereno je internim ispitnim materijalom koji je korišten samo za ovo istraživanje (VPB zadaci) uz dozvolu autorice prof. dr. sc. Mirjane Lenček. Zadatak je, između više ponuđenih slovnih nizova, odabrati onaj koji je jednak zadanome. Uradak u zadatku izražava se brojem točnih odgovora te brzinom rješavanja, a serija se sastoji od 30 zadataka.

Fonološko pamćenje mjereno je putem originalne inačice Mottier liste. Zadatak sudionika bio je pravilno ponoviti pseudoriječ za ispitivačem, a lista se sastoji od 30 podražaja. Pri tome se podražaji sastoje od dva do šest slogova.

Za mjerenje kognitivnog učinka korišten je Weschslerov test inteligencije za djecu (REWISC) pri čemu su u analizi uzeti u obzir ukupan verbalni i neverbalni IQ, kao i verbalne i neverbalne subskale. Verbalne subskale obuhvaćale su poučenost, shvaćanje, računanje, rječnik, pamćenje i sličnosti, dok su neverbalne subskale obuhvaćale dopunjavanje, strip, kocke, predmete i šifriranje.

## **Rezultati**

### ***Raspon fonološkog procesiranja***

Rezultati na mjerama točnosti i brzine fonološkog kodiranja te fonološkog pamćenja u svakoj skupini djece prikazani su u Tablici 1. Najveći opaženi raspon u točnosti fonološkog kodiranja, u terminima razlike između najvišeg i najnižeg rezultata, utvrđen je u najmlađoj dobnoj skupini djece, a ovo je ujedno i jedina skupina u kojoj nije ostvaren maksimalan mogući rezultat koji je iznosio 30. Srednja vrijednost, odnosno medijan rezultata iznosio je 26 u najmlađoj dobnoj skupini, 29 u srednjoj dobnoj skupini, i 27 u najstarijoj dobnoj skupini. Iako je medijan rezultata u najstarijoj dobnoj skupini bio niži nego u onoj srednjoj, u ovoj dobnoj skupini srednjih 50% rezultata (interkvartilni raspon) obuhvaćalo je maksimalan rezultat, što znači da je veći udio djece u ovoj dobnoj skupini postigao maksimalan rezultat u odnosu na srednju dobnu skupinu. Kad je riječ o brzini fonološkog kodiranja, utvrđen je linearan porast brzine s obzirom na dob. Pri tome je najmlađoj dobnoj skupini za rješavanje ispitnih zadataka bilo potrebno najviše vremena, a medijan vremena rješavanja ove skupine u većoj se mjeri razlikovao od preostalih dviju, nego što su se one međusobno razlikovale.

Fonološko pamćenje (Mottier lista) bilo je najmanje u skupini djece od 7 do 8 godina te je medijan rezultata u ovoj skupini iznosio 23, dok je u preostale dvije skupine bio podjednak i iznosio je 28 u skupini djece od 9 do 10 godina, a u skupini djece od 11 do 12 godina iznosio je 27. Također, u najmlađoj skupini djece rezultati su u najvećoj mjeri varirali, dok su u najstarijoj skupini djece u najmanjoj mjeri varirali.

**Tablica 1.** Rezultati na mjerama točnosti i brzine fonološkog kodiranja te fonološkog pamćenja u pojedinaj dobnaj skupini

Mjera fonološkog procesiranja/dobna skupina	Raspon	Medijan	(IQR)
Točnost fonološkog kodiranja (broj točnih odgovora)			
7-8 godina	8-29	26	(24-28)
9-10 godina	25-30	29	(27-29)
11-12 godina	19-30	27	(24-30)
Brzina fonološkog kodiranja (m:s)			
7-8 godina	3:47-11:02	5:12	(4:31-6:05)
9-10 godina	2:05-4:46	3:40	(2:50-4:17)
11-12 godina	2:14-3:50	3:11	(3:05-3:25)
Fonološko pamćenje			
7-8 godina	17-30	23	(21-27)
9-10 godina	22-30	28	(26-30)
11-12 godina	22-30	27	(26-28)

KRATICE: IQR = interkvartilni raspon

Između točnosti i brzine fonološkog kodiranja nije utvrđena statistički značajna povezanost ( $r = 0,14$ ;  $p = 0,512$ ) kao niti između točnosti fonološkog kodiranja i fonološkog pamćenja ( $r = 0,07$ ;  $p = 0,745$ ). S druge strane, između brzine fonološkog kodiranja i fonološkog pamćenja utvrđena je visoka negativna povezanost ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,004$ ).

### Odnos između fonološkog procesiranja i mjera kognitivnog učinka

Kako bi se odredio odnos između fonološkog procesiranja i kognitivnog učinka, provedena je serija regresijskih analiza putem kojih se predviđao rezultat na pojedinoj mjeri fonološkog procesiranja na temelju pojedine mjere kognitivnog učinka uz kontrolu dobi. Odnos između točnosti fonološkog kodiranja i mjera kognitivnog učinka prikazan je u Tablici 2.

**Tablica 2.** Odnos između točnosti fonološkog kodiranja i mjera kognitivnog učinka

Mjera kognitivnog učinka	n	b	p
Verbalni IQ	22	0,05	0,303
Verbalni subtestovi			
Poučenost	23	0,07	0,688
Shvaćanje	23	0,34	0,086
Računanje	23	-0,04	0,886
Rječnik	23	0,33	0,143
Pamćenje	23	-0,10	0,715
Sličnosti	11	0,66	0,318
Neverbalni IQ	22	0,05	0,230
Neverbalni subtestovi			
Dopunjavanje	15	0,53	0,132

Strip	17	0,03	0,922
Kocke	23	0,19	0,207
Predmeti	18	0,42	0,015
Šifriranje	23	0,10	0,577

KRATICE: n = broj djece; b = sirovi (nestandardizirani regresijski koeficijent; p = razina statističke značajnosti)

Provedenim analizama utvrđeno je da je bolji učinak na verbalnom subtestu shvaćanja, uz kontrolu dobi, marginalno statistički značajno povezan s većom točnošću fonološkog kodiranja. Međutim, zbog malog uzorka ovaj rezultat treba interpretirati s oprezom. U slučaju neverbalnih subtestova, bolji učinak na subtestu sastavljanja predmeta bio je, uz kontrolu dobi, statistički značajno povezan s većom točnošću fonološkog kodiranja.

Odnos između brzine fonološkog kodiranja i mjera kognitivnog učinka prikazan je u Tablici 3.

**Tablica 3.** Odnos između brzine fonološkog kodiranja i mjera kognitivnog učinka

Mjera kognitivnog učinka	n	b	p
Verbalni IQ	22	0,28	0,705
Verbalni subtestovi			
Poučenost	23	2,83	0,239
Shvaćanje	23	-1,67	0,560
Računanje	23	0,48	0,898
Rječnik	23	2,47	0,446
Pamćenje	23	-5,74	0,107
Sličnosti	11	2,02	0,849
Neverbalni IQ	22	-0,69	0,208
Neverbalni subtestovi			
Dopunjavanje	15	-0,87	0,890
Strip	17	-2,27	0,508
Kocke	23	-1,45	0,506
Predmeti	18	-3,75	0,241
Šifriranje	23	-4,09	0,079

KRATICE: n = broj djece; b = sirovi (nestandardizirani regresijski koeficijent; p = razina statističke značajnosti)

Bolji učinak na neverbalnom subtestu šifriranja bio je, uz kontrolu dobi, marginalno statistički značajno povezan s većom brzinom fonološkog kodiranja.

Odnos između fonološkog pamćenja i mjera kognitivnog učinka prikazan je u Tablici 4.

**Tablica 4.** Odnos između fonološkog pamćenja (Mottier lista) mjera kognitivnog učinka

Mjera kognitivnog učinka	n	b	p
Verbalni IQ	22	0,04	0,402
Verbalni subtestovi			
Poučenost	23	0,02	0,912
Shvaćanje	23	0,22	0,247
Računanje	23	0,17	0,514
Rječnik	23	0,02	0,937
Pamćenje	23	0,47	0,048
Sličnosti	11	0,67	0,356
Neverbalni IQ	22	0,03	0,333
Neverbalni subtestovi			
Dopunjavanje	15	0,14	0,785
Strip	17	0,12	0,619
Kocke	23	0,03	0,825
Predmeti	18	0,28	0,264
Šifriranje	23	0,23	0,165

KRATICE: n = broj djece; b = sirovi (nestandardizirani regresijski koeficijent; p = razina statističke značajnosti)

Bolji učinak na verbalnom subtestu pamćenja niza brojeva bio je, uz kontrolu dobi, statistički značajno povezan s boljim fonološkim pamćenjem. Drugim riječima, veći raspon upamćenih brojeva bio je povezan s boljim fonološkim pamćenjem ispitanim putem Mottier liste.

## Rasprava

Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja u našoj zemlji i svijetu možemo zaključiti kako su procesi fonološke obrade od presudne važnosti za uredan tijek usvajanja vještine čitanja, posebice u početnoj fazi dekodiranja, prepoznavanja riječi (Fletcher i dr. 2007, Ivšac Pavliša i Lenček 2011). Za kasniji tijek automatizacije čitanja vodeću ulogu preuzimaju ostale jezične sastavnice, posebno rječnik i morfosintaktička znanja. (Ehri 2005).

Dobiveni rezultati potvrđuju tijek razvoja fonološke obrade sve do 12 godine života i najintenzivnije razdoblje do osme godine. To je dob početka sustavne poduke čitanja i pisanja zbog čega je i značaj procesa fonološke obrade presudan. Zbog toga su najizraženije razlike između skupina djece KD od 7 do 8 godine i od 9 do 12 godine.

Značajan je podatak da ispitanici u dobi od 7 do 8 godina imaju nižu razinu fonološkoga kodiranja i fonološkoga pamćenja. Rezultati počinju s osam točnih odgovora za fonološko kodiranje i 17 za fonološko pamćenje u vrijeme kada su uključeni u sustavnu poduku čitanja. S obzirom na to da se radi o djeci sa specifičnim teškoćama čitanja, niska razina fonološkoga kodiranja je očekivana. Teškoće fonološke obrade početkom školovanja otežavaju opismenjavanje, a slabija pismenost ne potiče razvoj fonološke obrade zbog čega je njihov razvoj usporeniji u odnosu na djecu bez teškoća.



Pozitivna korelacija između neverbalnog subtesta predmeti i točnosti fonološkog kodiranja implicira mogućnost postojanja veze između vidnog procesiranja i radnog pamćenja, u ovom slučaju točnosti fonološkog kodiranja. Uspješnost rješavanja ovog zadatka ovisi o sposobnosti zadržavanja vizualnih informacija dok traje proces pretraživanja na ponuđenim uzorcima. Kako je i brzina fonološkog kodiranja u pozitivnoj korelaciji sa subtestom šifriranje, sve implicira da je brzina obrade informacija ključan aspekt u pozadini obaju procesa. Budućim istraživanjima, a u cilju određivanja terapijskih postupaka, nužno je odrediti samostalni doprinos vizualnog odnosno auditivnog procesiranja.

Odnos kognitivnih sposobnosti i fonološke obrade je manje istraživano. Ponavljanje pseudoriječi se vrlo često pojavljuje u dijagnostičkim logopedskim instrumentima s ciljem ispitivanja radnog pamćenja. Međutim, veza između ponavljanja pseudoriječi i radnog pamćenja nije tako jasna jer ponavljanje pseudoriječi podrazumijeva odvajanje fonološke obrade od ostalih razina jezične obrade. Istraživanje koje su provele Kelić, Zelenika Zeba i Kuvač Kraljević (2016) pokazalo je da između ponavljanja slogova i ponavljanja brojeva postoji visoka značajna korelacija što nije bio slučaj kod ponavljanja pseudoriječi u njihovom istraživanju. Ponavljanje pseudoriječi nije se pokazalo povezanim ni s jednom od dviju mjera radnog pamćenja, tj. niti s ponavljanjem slogova niti s ponavljanjem brojeva što navodi na zaključak da na ponavljanje pseudoriječi snažno utječe fonološka struktura oblikovanih pseudoriječi.

## Zaključak

Rezultati ovog pilot istraživanja su pokazali da je brzina fonološkog kodiranja bila u visokoj povezanosti s rasponom fonološkog pamćenja, a fonološko pamćenje u najvećoj je mjeri bilo određeno pamćenjem niza brojeva kao mjerom kognitivnog učinka. Uzimajući u obzir neka od ograničenja u ovoj studiji, poput nedovoljne kontrole pseudoriječi s obzirom na njihovo oblikovanje te činjenicu da je Mottier lista pseudoriječi niz kombinacija postepeno usložen po broju CV slogova, a ne složenosti slogova, ovo pitanje je potrebno dodatno istražiti na većim uzorcima i uz sustavnu kontrolu oblikovanja pseudoriječi.

## LITERATURA

1. Bishop, D.V.M.; Snowling, M. J. 2004. *Developmental dyslexia and specific language impairment: same or different?* *Psychological Bulletin* 130. 858-888.
2. Blau, V.; Reithler, J.; van Atteveldt, N.; Seitz, J.; Gerretsen, P.; Goebel, R.; Blomert, L. 2010. *Deviant processing of letters and speech sounds as proximate cause of reading failure: a functional magnetic resonance imaging study of dyslexic children.* *Brain* 133. 868-879.
3. Blomert, L.; Willems, G. 2010. *Is there a causal link from a phonological awareness deficit to reading failure in children at familial risk for dyslexia?* *Dyslexia* 16. 300-317.
4. Boros, M.; Anton, J. L.; Pech-Georgel, C.; Grainger, J.; Szwed, M.; Ziegler, J. C. 2016. *Orthographic processing deficits in developmental dyslexia: Beyond the ventral visual stream.* *Neuroimage* 128. 316-327.
5. De Jong, P.F.; Olson, R.K. 2004. *Early predictors of letter knowledge.* *Journal of Experimental Child Psychology* 88. 254-273.
6. Ecalle, J.; Magnan, A.; Biot-Chevrier, C. 2008. *Alphabet knowledge and early literacy skills in French beginning readers.* *European Journal of Developmental Psychology* 5/3. 303-325.

7. Ehri, L. C. 2005. *Learning to read words: Theory, findings, and issues*. *Scientific Studies of Reading* 9. 167-188.
8. Facoetti, A.; Trussardi, A. N.; Ruffino, M.; Lorusso, M. L.; Cattaneo, C.; Galli, R.; Molteni, M.; Zorzi, M. 2010. *Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia*. *Journal of Cognitive Neuroscience* 22. 1011-1025.
9. Fletcher, J.M.; Lyon, G.R.; Fuchs, L.S.; Barnes, M.A. 2007. *Learning disabilities: From identification to intervention*. The Guilford Press. New York.
10. Franceschini, S.; Gori, S.; Ruffino, M.; Pedrolli, K.; Facoetti, A. 2012. *A causal link between visual spatial attention and reading acquisition*. *Current Biology* 22. 814-819.
11. Gori, S.; Facoetti, A. 2015. *How the visual aspects can be crucial in reading acquisition: The intriguing case of crowding and developmental dyslexia*. *Journal of Vision* 15. 1-20.
12. Groff, P. 2004. *A critical analysis of the sources of reading recovery: An empiricist perspective*. *Interchange* 35. 37-58.
13. Iušac Pauliša, J.; Lenček, M. 2011. *Fonološke vještine i fonološko pamćenje: neke razlike između djece urednoga jezičnoga razvoja, djece s perinatalnim oštećenjem mozga i djece s posebnim jezičnim teškoćama kao temeljni prediktori čitanja*. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 47/1. 1-16.
14. Kelić, M., Zelenika Zeba, M. i Kuvač Kraljević, J. 2016. *Što mjerimo pseudoriječima i kako mjerimo pseudoriječ*. *Logopedija*, 6. 75-81.
15. Posner, M. I. i Mitchell, R. F. 1967. *Chronometric analysis of classification*. *Psychological Review*, 74/5. 392-409. <http://dx.doi.org/10.1037/h0024913>
16. Reid, G. 2009. *Dyslexia. A Practitioner's Handbook. Fourth Edition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd.
17. Sternberg, R. J. 2005. *Kognitivna psihologija*. Naklada Slap. Jastrebarsko.
18. Thorson, G.; Hochhaus, L.; Stanners, R. F. 1976. *Temporal changes in visual and acoustic codes in a letter-matching task*. *Perception & Psychophysics* 19. 346-348.

## RELATIONSHIP OF PHONOLOGICAL PROCESSING WITH MEASURES OF COGNITIVE PERFORMANCE IN CHILDREN WITH SPECIFIC READING DIFFICULTIES

*Original scientific paper*

### ABSTRACT

*Understanding of specific reading difficulties is examined through a number of studies aimed at illuminating background reading processes that lead to aberrations in the development of this complex skill. Phonological awareness, phonological naming and phonological memory are considered responsible for word recognition. On the other hand, a considerable number of research is also directed at the effect of visual abilities on word recognition processes examination. The aim of this study was to determine the relationship between phonological processing tasks and measures of cognitive performance in children with specific reading difficulties. The study included 23 children aged between 7,6 to 11,11 years with specific learning difficulty diagnosis, normal intelligence and no other difficulties (normal neurological and audiological status). Phonological processing was measured through a series of items consisting of grapheme array recognition and series of words (Mottier list, pseudo-words). Cognitive performance measures were operationalized through verbal and non-verbal scales of Wechsler intelligence scale for children. It was discovered that phonological coding accuracy was at the largest degree correlated with the non-verbal subtest with reasoning and perceptual organization in its background (block design), while coding speed was at the largest degree correlated with a non-verbal subtest with visual-motor coordination and mental reaction speed in its background (coding). Phonological coding speed was highly correlated with phonological memory span, and phonological memory span was at the largest degree correlated with digit span memory as a measure of cognitive performance. The results are discussed in context of contemporary theories of reading development.*

**Key words:** *phonological coding, phonological memory, cognitive performance*

### Introduction

Language development and specificities of language development have been explored in persons with typical language development, as well as in persons with different language disorders. The

same can be said for acquisition of reading skill. Reading development is a process that implies the acquisition of a number of specific functions during pre-school and early school period. These processes, which are in the background of language development and have significant influence on the acquisition of reading skills, are very often subject of numerous researches (Bishop & Snowling, 2004; de Jong & Olson, 2004). Phonological awareness, phonological naming, and phonological memory are considered important cognitive processes that are responsible for word recognition. On the other hand, a large number of researches are also focused on studying the effect of visual abilities on the word recognition process. Fletcher et al. (2007, according to Ivšac Pavliša & Lenček, 2011) state that phonological awareness, phonological naming and phonological memory are cognitive processes that are responsible for letter recognition. In the context of this research, it is particularly important to mention letter knowledge skill. Letter knowledge skill requires establishing a link between the visual symbol and phonological code. This skill is considered an important predictor of reading (Ecalte, Magnan, & Biot-Chevrier, 2008; de Jong & Olson, 2004). Orthography of the language has a significant influence on the mode and speed of a grapho-phonemic link acquisition (Ecalte, Magnan, & Biot-Chevrier, 2008). This link is important because during word recognition languages with deep orthography use more resources during word recognition, while languages with shallow, transparent orthography use sub-lexical level (phonemic) resources. Croatian language belongs to transparent, i.e. languages with clear orthography. Besides this level, visual component, i.e. visual-perceptual complexity of the grapheme itself is also important in letter recognition. Research has shown that visual difficulties can play an important role in reading and writing acquisition speed and quality (Singleton, 2009, according to Ivšac Pavliša & Lenček, 2011). Phonological memory is also an important component of phonological processes involved in reading acquisition. Reid (2009) states that phonological memory refers to phonological coding of information for temporary storage of information in working memory. When talking about phonological memory, two processes are important: the process of storing information and the process of invoking coded phonological information. Sternberg (2005) states that we code visually presented letters on the basis of their sound, not visual form, which suggests that the acoustic code is nonetheless more important than the visual code for their short-term memory. Posner and Mitchell (1967) point to three different types of processing: visual, phonemic and semantic, in a task of as quick as possible judgment of "same" or "different" for alphabet letters. Research has shown that decision time is always shorter when it comes to the same than to different symbols. In addition, time has proven to be a significant parameter for decision making, i.e. if time between stimulus and decision was shorter when the respondents relied on the physical codes, and if decision time was shorter then the respondents relied on the phonetic codes, i.e. errors caused by auditory similarity were more pronounced (Thorson, Hochhaus, & Stanners, 1976). From the aspect of initial reading skills, i.e. decoding, the question arises how important speed of information processing is, or different measures of cognitive performance, for efficacy, i.e. decoding speed.

Groff (2004) in his research confirmed that recognition and memory of the visual form of the word occurs in the visual cortex, i.e. in fusiform gyrus in the right cerebral hemisphere. Research carried out by Blau et al. (2010) using functional magnetic resonance showed the existence of different activities in the part of Heschl's gyrus/fusiform gyrus, that is, there was activation

in the recognition of incongruence of a series of graphemes. VWFA – Visual Word Form Area, which is considered to be within fusiform gyrus, and reflects interaction between the dorsal and ventral paths in orthographic processing. Research carried out by Boros et al. (2016) showed that decreased activity in the middle occipital gyrus (MOG), which is important for visual-spatial processing affects deficit in VWFA. Phonotactic rules (especially phonotactic probability) is a parameter which facilitates recognition whether a sequence satisfies criteria to be considered a word in a certain language.

One of the most often used measures of phonological working memory are pseudowords. Often, pseudowords and parameters that determine pseudowords do not receive enough attention. The research carried out by Kelić, Zelenika Zeba and Kuvač Kraljević (2016) has shown that there is a positive correlation between digit repetition and syllable repetition, but pseudoword repetition was not related to working memory measures, which implies that it is more a measure of sublexical phonological processing and that it depends on the syllable structure and phonotactic probability.

The fluency of reading is therefore brought in a close context with the graphophonemic lexicon, which emphasizes the close association of the orthographic and phonological connection (Blomert & Willems, 2010). Ziegler et al. (2010) go a step further and state that difficulties arise in decoding digit and letter series, but not other visual forms, i.e. decoding difficulties occur with symbols linked to phonological code. Facoetti et al. (2010) describe this deficit as a multisensory “shifting” deficit in dyslexic persons. Precisely the skill of successive visual search in preschool age has proven to be a good predictor of future reading skills in 1st and 2nd grade (Franceschini et al., 2012; Gori et al., 2015).

Different series of test tasks are used in speech pathology diagnostics to examine capacity of phonological working memory. The most commonly used in the Republic of Croatia are phonological memory tasks whose author is Professor Mirjana Lenček, Ph. D., whose purpose is to evaluate the speed and accuracy of grapheme array decoding. Accordingly, the aims of this study were to determine the range of speed and accuracy of grapheme decoding, and of phonological memory in different groups of children with specific reading difficulties and to determine the relationship between performance on phonological processing tasks and cognitive performance measures in group of children with specific reading difficulties.

## **Methods and materials**

A retrospective study was conducted involving children with a diagnosis of specific reading difficulties, which implies normal intellectual abilities, as well as normal neurological and audiological test results. The fulfillment of these criteria was ensured by clinical examination within the institution.

### ***Participants***

To determine the range of phonological processing, results for 17 children aged 7 to 8 years, 17

children aged 9 to 10 years and 9 children aged 11 to 12 years. In examination of relationship between phonological working memory and cognitive performance measures, a subset of children for whom cognitive performance data was available was analyzed. The aforementioned subsample consisting of 23 children aged from 7.6 to 1.11 years was analyzed. Mean (standard deviation) age was 10.0 (1.2) years.

### ***Measures***

Phonological working memory (accuracy and speed) was measured using internal test material used only for the purpose of this research (VPB tasks), with permission of the author, Prof. Mirjana Lenček, Ph.D. The task is to choose between several letter sequences the one that is equal to the target sequence. Test performance is expressed as the number of correct responses and performance speed, and test series consists of 30 tasks.

Phonological memory was measured using the Mottier list. The task of participant was to repeat correctly the pseudo-word after the examiner, and the list consists of 30 stimuli. Stimuli contain two to six syllables.

Wechsler Intelligence Scale for Children (REWISC) was used to measure cognitive performance, with total verbal and non-verbal IQ score, as well as verbal and non-verbal subscales being considered in the analysis. Verbal subscales included Information, Comprehension, Arithmetic, Vocabulary, Memory and Similarities, while nonverbal subscales included Picture completion, Picture arrangement, Block Design, Object Assembly and Coding.

## **Results**

### ***Phonological processing range***

The results on measures of phonological coding speed and accuracy, and phonological memory in each group of children are shown in Table 1. The largest observed range of phonological coding accuracy, in terms of differences between the highest and lowest scores, was found in the youngest group of children, and this is the only group in which the maximum possible score of 30 was not reached. The middle value or median of results was 26 in the youngest age group, 29 in the middle age group, and 27 in the oldest group. Although median of results in the oldest age group was lower than in the middle age group, in this age group middle 50% of results (i.e. interquartile range) included maximum result, meaning that the higher proportion of children in this age group achieved the maximum result compared to the middle age group. When it comes to the phonological coding speed, a linear increase in speed with regard to age was established. The youngest age group needed the most time to solve the test tasks, and this age group median value of time needed to solve tasks differed to a larger degree from the other two groups than these groups differed between each other.

The phonological memory (Mottier list) was the lowest in the group of children aged 7 to 8 years and median result in this group was 23, while in the remaining two groups it was about the same.

Its value was 28 in the group of children aged 9 to 10 years, and in the group of children aged 11 to 12 years its value was 27. In addition, in the youngest group of children results varied to the largest extent, while in the oldest age group they varied to the smallest extent.

**Table 1.** Results on measures of phonological accuracy and speed, and phonological memory in each age group

Phonological processing measure/age group	Range	Median	(IQR)
Phonological coding accuracy (No. of correct responses)			
7-8 years	8-29	26	(24-28)
9-10 years	25-30	29	(27-29)
11-12 years	19-30	27	(24-30)
Phonological coding speed (m:s)			
7-8 years	3:47-11:02	5:12	(4:31-6:05)
9-10 years	2:05-4:46	3:40	(2:50-4:17)
11-12 years	2:14-3:50	3:11	(3:05-3:25)
Phonological memory			
7-8 years	17-30	23	(21-27)
9-10 years	22-30	28	(26-30)
11-12 years	22-30	27	(26-28)

ABBREVIATIONS: IQR = interquartile range

There was no statistically significant correlation between phonological coding speed and accuracy ( $r = 0.14$ ;  $p = 0.512$ ), nor between phonological coding accuracy and phonological memory ( $r = 0.07$ ;  $p = 0.745$ ). On the other hand, a high negative correlation was found between phonological coding speed and phonological memory ( $r = -0.58$ ;  $p = 0.004$ ).

### Relationship between phonological processing and measures of cognitive performance

In order to determine the relationship between phonological processing and cognitive performance, a series of regression analyses was performed through which the result on each of the phonological processing measures was predicted based on each of the cognitive performance measures, controlling for age. The relationship between phonological coding accuracy and cognitive performance measures is shown in Table 2.

**Table 2.** Relationship between phonological coding accuracy and cognitive performance measures

Cognitive performance measure	n	b	p
Verbal IQ	22	0.05	0.303
Verbal subscales			
Information	23	0.07	0.688
Comprehension	23	0.34	0.086
Arithmetic	23	-0.04	0.886
Vocabulary	23	0.33	0.143
Memory	23	-0.10	0.715

Similarities	11	0.66	0.318
Non-verbal IQ	22	0.05	0.230
Non-verbal subscales			
Picture completion	15	0.53	0.132
Picture arrangement	17	0.03	0.922
Block design	23	0.19	0.207
Object Assembly	18	0.42	0.015
Coding	23	0.10	0.577

ABBREVIATIONS: *n* = number of children; *b* = raw (unstandardized) regression coefficient; *p* = level of statistical significance

The analyses conducted showed that better performance on verbal subtest Comprehension, when adjusted for age, was in marginally statistically significantly associated with greater phonological coding accuracy. However, due to small sample size, this result should be interpreted with caution. When it comes to non-verbal subtests, better performance on Object Assembly subtest, when adjusted for age, was statistically significantly associated with greater phonological coding accuracy.

Relationship between phonological coding speed and cognitive performance measures is shown in Table 3.

**Table 3.** Relationship between phonological coding speed and cognitive performance measures

Cognitive performance measure	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>
Verbal IQ	22	0.28	0.705
Verbal subscales			
Information	23	2.83	0.239
Comprehension	23	-1.67	0.560
Arithmetic	23	0.48	0.898
Vocabulary	23	2.47	0.446
Memory	23	-5.74	0.107
Similarities	11	2.02	0.849
Nonverbal IQ	22	-0.69	0.208
Nonverbal subscales			
Picture completion	15	-0.87	0.890
Picture arrangement	17	-2.27	0.508
Block design	23	-1.45	0.506
Object Assembly	18	-3.75	0.241
Coding	23	-4.09	0.079

ABBREVIATIONS: *n* = number of children; *b* = raw (unstandardized) regression coefficient; *p* = level of statistical significance

Better performance on nonverbal subtest Coding, when adjusted for age, was marginally statistically significantly associated with greater phonological coding speed.



Relationship between phonological memory and cognitive performance measures is shown in Table 4.

**Table 4.** Relationship between phonological memory and cognitive performance measures

Cognitive performance measure	n	b	p
Verbal IQ	22	0.04	0.402
Verbal subscales			
Information	23	0.02	0.912
Comprehension	23	0.22	0.247
Arithmetic	23	0.17	0.514
Vocabulary	23	0.02	0.937
Memory	23	0.47	0.048
Similarities	11	0.67	0.356
Nonverbal IQ	22	0.03	0.333
Nonverbal subscales			
Picture completion	15	0.14	0.785
Picture arrangement	17	0.12	0.619
Block design	23	0.03	0.825
Object Assembly	18	0.28	0.264
Coding	23	0.23	0.165

ABBREVIATIONS: n = number of children; b = raw (unstandardized) regression coefficient; p = level of statistical significance

Better performance on verbal subtest Memory was, when adjusted for age, statistically significantly associated with better phonological memory. In other words, larger range of numbers remembered was associated with better phonological memory examined using the Mottier list.

## Discussion

According to the results in our country and in the world, we can conclude that processes of phonological processing are of crucial importance for the typical course of literacy skill acquisition, especially in the initial phase of decoding, word recognition (Fletcher et al. 2007, Ivšac Pavliša and Lenček, 2011). For the later course of the reading automatization, other language components, especially vocabulary and morphosyntactic knowledge take over leading role (Ehri, 2005).

Obtained results confirm the course of phonological processing development until the age of twelve, with its most intensive period until the age of eight. That is the age when systematic teaching of reading and writing starts, which makes the process of phonological processing of crucial importance. Therefore, the most pronounced differences are those between children of chronological age of 7 to 8 years and those aged 9 to 12 years.

Significant information is that children aged 7 to 8 years have lower level of phonological coding and phonological memory. The results start with eight correct answers for phonological coding, and 17 for phonological memory at the time of their involvement in systematic teaching

of reading. Given that children with specific reading difficulties are concerned, a low level of phonological coding is expected. Phonological processing difficulties at the beginning of schooling make acquiring literacy difficult, and lower literacy does not encourage the development of phonological processing, which is why their development is slower compared to children without difficulties.

Positive correlation between non-verbal subtest block design and phonological coding accuracy implies a possible connection between visual processing and working memory, in this case phonological coding accuracy. The success of solving this task depends on the ability to retain visual information while the search process of the offered patterns lasts. Since phonological coding speed is positively correlated with coding subtest, all this implies that information processing speed is a key aspect in the background of both processes. In future research, and in order to determine therapeutic procedures, it is necessary to determine the independent contribution of visual or auditory processing.

The relationship between cognitive abilities and phonological processing is less explored. Repetition of pseudowords appears very often in speech pathology diagnostic instruments with the purpose of working memory examination. However, relationship between repetition of pseudowords and working memory is not so clear since repetition of pseudowords involves separating phonological processing from other levels of linguistic processing. The research carried out by Kelić, Zelenika Zeba and Kuvač Kraljević (2016) showed that there is a high correlation between syllable repetition and digit span repetition, which was not the case with pseudoword repetition in their research. Pseudoword repetition did not prove to be related to any of the two measures of working memory, i.e. syllable repetition nor digit span repetition, suggesting that pseudoword repetition is strongly influenced by phonological structure of formed pseudowords.

## Conclusion

Results of this pilot study have shown that phonological coding speed was highly correlated with phonological memory span, and phonological memory was to a largest degree determined by digit span memory as a measure of cognitive performance. Taking into consideration some of the limitations of this study, such as insufficient control of pseudowords in terms of their formation, and the fact that the Mottier list of pseudowords is an array of combinations with gradually increasing the number of consonant-vowel syllables, but not syllable complexity, this issue needs to be further investigated on larger samples and with systematic control of pseudowords formation.

## REFERENCES

1. Bishop, D.V.M., & Snowling, M. J. (2004). *Developmental dyslexia and specific language impairment: same or different?* *Psychological Bulletin*, 130, 858-888.
2. Blau, V, Reithler, J., van Atteveldt, N., Seitz, J., Gerretsen, P., Goebel, R., & Blomert, L. (2010). *Deviant processing of letters and speech sounds as proximate cause of reading failure: a functional magnetic resonance imaging study of*

dyslexic children. *Brain*, 133, 868-879.

3. Blomert, L. & Willems, G. (2010). Is there a causal link from a phonological awareness deficit to reading failure in children at familial risk for dyslexia? *Dyslexia*, 16, 300-317.
4. Boros, M., Anton, J. L., Pech-Georgel, C., Grainger, J., Szwed, M., & Ziegler, J. C. (2016). Orthographic processing deficits in developmental dyslexia: Beyond the ventral visual stream. *Neuroimage*, 128, 316-327.
5. De Jong, P.F. & Olson, R.K. (2004). Early predictors of letter knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology* 88, 254-273.
6. Ecalte, J., Magnan, A., & Biot-Chevrier, C. (2008) Alphabet knowledge and early literacy skills in French beginning readers. *European Journal of Developmental Psychology*, 5(3), 303-325.
7. Ehri, L. C. (2005). Learning to read words: Theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, 9, 167-188.
8. Facoetti, A., Trussardi, A. N., Ruffino, M., Lorusso, M. L., Cattaneo, C., Galli, R., Molteni, M., & Zorzi, M. (2010). Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1011-1025.
9. Fletcher, J.M., Lyon, G.R., Fuchs, L.S., & Barnes, M.A. (2007). *Learning disabilities: From identification to intervention*. New York: The Guilford Press.
10. Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, 22, 814-819.
11. Gori, S. & Facoetti, A. (2015). How the visual aspects can be crucial in reading acquisition: The intriguing case of crowding and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 15, 1-20.
12. Groff, P. (2004). A critical analysis of the sources of reading recovery: An empiricist perspective. *Interchange*, 35, 37-58.
13. Ivšac Pavliša, J. & Lenček, M. (2011). Fonološke vještine i fonološko pamćenje: neke razlike između djece urednoga jezičnoga razvoja, djece s perinatalnim oštećenjem mozga i djece s posebnim jezičnim teškoćama kao temeljni prediktori čitanja. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 47(1), 1-16.
14. Kelić, M., Zelenika Zeba, M., & Kuvač Kraljević, J. (2016). Što mjerimo pseudoriječima i kako mjerimo pseudoriječi. *Logopedija*, 6, 75-81.
15. Posner, M. I. & Mitchell, R. F. (1967). Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, 74(5), 392-409.
16. Reid, G. (2009). *Dyslexia. A Practitioner's Handbook. Fourth Edition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd.
17. Sternberg, R. J. (2005). *Kognitivne psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
18. Thorson, G., Hochhaus, L., & Stanners, R. F. (1976). Temporal changes in visual and acoustic codes in a letter-matching task. *Perception & Psychophysics*, 19, 346-348.