Istraživački rad

NEUROKOGNITIVNI RAZVOJ KOD DECE MLAĐEG ŠKOLSKOG UZRASTA (I): EGZEKUTIVNE FUNKCIJE, KONSTRUKTIVNE SPOSOBNOSTI I PAMĆENJE

Nadežda Krstić[1,2], Olivera Aleksić[1], Predrag Vidović[3], Mirjana Gojković[4]

[1] Institut za mentalno zdravlje u Beogradu
[2] Defektološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu
[3] Specijalna bolnica za cerebralnu paralizu i razvojnu neurologiju, Beograd
[4] Psihijatrijska bolnica , Klinički centar Sarajevo

Apstrakt: U grupi zdrave dece mladjeg školskog uzrasta, u nekim slučajevima obuhvatajući i stariji predškolski uzrast (N=83-186) ispitivan je razvoj efikasnosti na neuropsihološkim tehnikama, uključujući Viskonsin test sortiranja, Strupov test, probe verbalnog i vizuelnog opsega registrovanja, Rejovu kompleksnu figuru i Test selektivnog podsećanja. Rezultati pokazuju značajne efekte uzrasta u svim ispitivanim oblastima egzekutivnih funkcija, konstruktivnih sposobnosti i pažnje. Analiza ovih nalaza ukazuje da relativno kasno sazrevanje egzekutivnih funkcija može biti značajna osnova za rast performase i na merama usmerenim na druge domene kognitivne obrade kao što su pamćenje ili konstruktivne funkcije.

Ključne reči: *kognitivni razvoj, neuropsihološki testovi (statistika i numerički podaci), egzekutivne funkcije*

Neophodnost kvalitetnih razvojnih pokazatelja u svim domenima psihološkog sazrevanja teško da zahteva posebno obrazloženje. Pa ipak, količina istraživanja normalnog kognitivnog razvoja u paradoksalnoj je suprotnosti sa potrebom za ovakvim podacima. Posledice ‚praznina' u informacijama ove vrste lako se registruju kroz jedno upadljivo ograničenje koje prožima različite oblasti našeg kliničkog zaključivanja: generalno, konstrukti kojima raspolažemo i kojima se rukovodimo kao merilima ‚normalnosti' najčešće su isuviše opšti – time i nedovoljno precizni da bi nam omogućili odgovore na skliska pitanja sa kojima se suočavamo u dijagnostici, prognozi ili tretmanu. Difuzne odrednice kao što su ‚usporen psihomotorni razvoj', ‚mentalna retardacija' ‚razvojna disharmonija', ili ‚smetnje učenja' kao i korišćenje veoma posebnih nozoloških entiteta dirkektno izvedenih iz karakteristika poremećaja (kao što su ‚razvojna disfazija' ili ‚hiperkinetski sindrom') u oba slučaja vode ka znatnoj unifikaciji sasvim raznovrsnih problema i teškoća koje odredjeno dete može imati i nedovoljno upućuju na optimalnu podršku koja bi mu mogla biti potrebna.

Bogata znanja koja imamo o zreloj kognitivnoj strukturi odraslih iz mnogo razloga nisu direktno primenjiva na decu. (1,2) Na drugom polu, tradicionalni interes istraživača razvojnih promena fokusiran je uglavnom na najranije detinjstvo - rezultirajući ne samo srazmerno diskriminativnijim pokazateljima ranog psihomotornog razvoja (dobro oslikanim kroz brojne *baby* skale), već i boljim razumevanjem osnova psihološkog sazrevanja u prvim godinama života. Ipak, istraživanja neuralnog razvoja u poslednjim decenijama pokazala su da se podjednako intenzivni maturacioni procesi takodje odvijaju i tokom predškolskog i školskog doba. Eliminacija sinapsi, koja traje tokom celog detinjstva, detektovana je kao najverovatniji mehanizam na kome se bazira interakcija predprogramiranog neurobiološkog rasta i spoljne sredine (stimulacija utiče na sinaptičku stabilizaciju, dok se eliminišu one veze koje nisu ‚fiksirane' prethodnom aktivacijom)(3), a podaci o različitom tempu sazrevanja odredjenih kortikalnih oblasti, kao ‚nosioca' sasvim specifičnih sistema kognitivne obrade (4,5), potencirali su, izmedju ostalog, i važnost prepoznavanja maturacionih markera tih posebnih kognitivnih sistema za razumevanje poremećaja koji se ispoljavaju i kasnije tokom detinjstva.

Savremeni pristup deci sa smetnjama razvoja inicira potrebu za što preciznijim definisanjem individualnog sklopa ‚snaga' i slabosti' odredjenog deteta kao osnovom za rešavanje bitnih pitanja koja se tiču usmeravanja njegovog obrazovanja, planiranja tretmana, ili savetodavnog rada sa roditeljima. Neuropsihološke tehnike za procenu pojedinih sposobnosti ili komponenti sposobnosti, bazirane na izdiferenciranim konceptima kognitivne strukture, i uz pretpostavljenu vezu sa neuralnim mehanizmima koji te sposobnosti i obezbedjuju, mogu predstavljati, u tom smislu, značajnu dopunu dijagnostičkom postupku u psihijatriji dečijeg doba.

Postoji relativno malo studija u kojima je ispitivan uticaj uzrasta na različite kognitivne funkcije kroz širi vremenski opseg, pošto je najveći broj istraživanja fokusiran na izolovani aspekt neurokognitivnog razvoja u ograničenim uzrasnim okvirima. Generalno, u studijama široke orijentacije kao što su Ardilje i Rozelijeve iz 1994. ili Korkmanove iz 2001. efekti uzrasta na najvećem broju tehnika znatno su izrazitiji do devete godine starosti nego kasnije. (6,7) Ipak, istraživanja usmerena na pojedine kognitivne oblasti pokazuju značajne razvojne promene u periodu iza desete godine na različitim merama pamćenja, konstruktivnih sposobnosti ili kapaciteta registrovanja (opseg upamćivanja) (8,9,10), a tehnike za procenu egzekutivnih funkcija, u zavisnosti od samog testa, registruju rast efikasnosti bar do dvanaeste a često i šesnaeste godine. (11,12)

Nedostatak ovakvih istraživanja kod nas ima dodatnu zabrinjavajuću dimenziju sadržanu u odsustvu normativnih podataka koji bi na nivou *baseline* psihološke dijagnostike doprineli validnosti i pozdanosti kliničkog zaključivanja. Iako nezavisnost neurokognitivnog razvoja od širih kulturosocijalnih faktora može teorijski predstavljati i (delom) plauzibilnu hipotezu, direktna implementacija podataka iz druge sredine više je nego neopravdan postupak, što odlično ilustruje komparacija tri skorašnje razvojne studije izvedene u Zambiji, Kolumbiji i SAD (13,14,9) u kojima su korišćene iste ili slične neuropsihološke tehnike. Na primer, kolumbijska deca su značajno bolja od severnoameričke na Sišor testu ritma na svim uzrastima i njihova uspešnost je u nivou postignuća odraslih Norvežana. (15) Prosečni rezultat zambijskog uzorka na testu kopiranja dizajna je za više od jedne standardne devijacije iznad subjekata iz SAD, a na zadacima vizuelne pažnje i forsiranog imenovanja – otprilike podjednako ispod.

Metod

Subjekti

Ukupni uzorak sačinjava 186 dece, uglavnom mladjeg školskog uzrasta, svih sa teritorije Beograda, sa srazmerno proporcionalnom zastupljnošću polova (94 devojčice, 92 dečaka). Grupa je formirana ‚post hoc' od subjekata koji su učestvovali u razvojnim studijama manjeg obima, kao i od dece koja su kao ‚kontrolna grupa' učestvovala u kliničkim istraživanjima, te nije uniformna u smislu da su sva deca ispitana pod identičnim opštim uslovima, niti da su svi subjekti ‚ispitani' istim tehnikama. Bez obzira na ovo ograničenje, kriterijumi selekcije bili su podjednaki u svim ‚izvornim' istraživanjima: da su u pitanju zdrava deca koja pohadjaju redovnu školu i da u razvojnoj anamnezi nisu imala psihijatrijskih ni neuroloških smetnji. S obzirom na relativno mali broj subjekata u svakom od inicijalnih

uzoraka, uobičajeni nedostatak (ranijih) pouzdanih pokazatelja dečijih opštih sposobnosti, kao i činjenicu da ispitivači nisu lično poznavali decu pre testiranja, u selekciji subjekata korišćena je dodatna pomoć školskih psihologa i učitelja/vaspitača, koji su isključivali onu decu koja su svojim sposobnostima ili po socio-demografskim karakteristikama ‚odskakala' (u bilo kom smeru) od ‚tipične' vršnjačke grupe.

U uzorak koji većinom sačinjavaju deca I-IV razreda osnovne škole (n=157, opseg uzrasta 7-12) uključeno je i 29-toro dece predškolskog uzrasta (selekcija u predškolsloj ustanovi vršena je po istim kriterijumima kao i u školama).

Iako su neposredni zahtevi testovnih procedura bili podjednaki u svim ‚izvornim' studijama (dizajn svih istraživanja formulisan u Odseku za neuropsihologiju Instituta za mentalno zdravlje), da bi se isključili potencijalni efekti različitih ispitivača ili škola, rezultati subjekata iz tri najveće od uključenih studija (84, 42 i 38 subjekata), prethodno ujednačenih po uzrastu, obradjeni su, gde je to bilo moguće, jednosmernom analizom varijanse ili t-testom. Rezultati nisu pokazali značajne razlike izmedju grupa, odnosno, nisu dali ograničavajuće faktore koji bi govorili protiv povezivanja posebnih uzoraka u jedinstven.Ispitanici su podeljeni u grupe prema kalendarskom uzrastu (5-6, 6-7...11-12) u okviru kojih je obradjivano postignuće na testovima. Broj subjekata ispitanih svakom od ovde uključenih neuropsiholoških procedura naveden je u tabeli 1.

TABELA 1: Distribucija testovnih mera

	N	Varijacija	Opseg	Min	Maks	Mdn	Mod	AS	Stand. greška AS	SD	Skjunes	Stand greška skj.	Kurtosis	Stand. greška ku.
WCS (5-11 godina)														
Kategorije	83	0-6	6	0	6	4.0	6	3.9	0.2056	1.87	-.566	0.264	-.795	0.523
Perseveracije	83	0-124	112	5	117	21.0	11	25.1	2.1461	19.55	2.619	0.264	8.489	0.523
Održ. seta	83	0-n	6	0	6	1.0	0	1.1	0.1457	1.33	1.510	0.264	2.250	0.523
Strup test (7-12 godina)														
Imen. boja	84	-	125	25	150	50.0	45	55.0	2.3826	21.83	2.051	0.263	5.236	0.520
Ukup. vreme	84	-	145	35	180	90.0	85	96.0	3.2632	29.91	0.772	0.263	0.742	0.520
Ukup. greške	83	0-n	48	0	48	4.0	2	5.2	0.6555	5.97	4.783	0.264	31.124	0.523
Nekorigovane	82	0-n	48	0	48	1.0	0	2.5	0.6219	5.63	6.728	0.266	53.658	0.526
Korigovane	82	0-app10	8	0	8	2.0	1	2.5	0.2091	1.89	0.266	0.266	0.112	0.526
Mere opsega (5-11 godina)														
Pon.brojeva	186	0-app10	5	3	8	5.5	6	5.4	0.0796	1.09	0.071	0.178	-0.519	0.355
Pon.br.unaz.	98	0-app8	6	0	6	3.0	3	3.1	0.1288	1.27	-0.757	0.244	0.738	0.483
Pon. raspor.	122	0-app8	5	2	7	5.0	4	4.6	0.0839	0.93	0.024	0.219	0.108	0.435
Pon.rasp. un.	38	0-app8	6	0	6	3.0	2*	2.8	0.2460	1.52	0.085	0.383	0.108	0.750
Rejova figura (5-12 godina)														
RCFtip	119	1-7	4	1	5	3.0	4	3.3	0.0929	1.01	-0.609	0.222	0.096	0.440
RCFskor	119	0-36	33	3	36	25.0	29	22.8	0.7941	8.67	-0.574	0.222	-0.782	0.440
RCFodl	119	0-36	32.5	0.5	33	14.0	9*	13.4	0.6773	7.39	-0.036	0.222	-0.774	0.440
Selekt.podsećanje (7-12 godina)														
Reprodukcija	129	0-120	79	36	115	90.0	90	89.9	1.1174	12.7	-0.822	0.213	1.829	0.423
LTS	129	0-120	93	22	115	90.0	96	87.3	1.4510	16.5	-1.257	0.213	2.488	0.423
CLTR	129	0-120	106	2	108	65.0	68*	62.7	2.1086	23.9	-0.251	0.213	60.259	0.423
Intruzije	124	0-n	20	0	20	1	0	1.7	0.2869		3.582	0.217	16.404	0.431
Odl.reprod.	126	0-12	7	5	12	11.0	12	10.7	0.1446	1.62	-1-171	0.216	1.042	0.428

*Postoji multipli mod. Prikazana je najmanja vrednost.

Procedure

- *Viskonsin test sortiranja (Wisconsin Card Soring Test – WCS)* originalno je formiran za procenu apstraktnog mišljenja kod odraslih. (16) Od kako je, u već klasičnoj studiji, Milner pokazala da test jasno diferencira pacijente sa dorzolateralnim frontalnim od onih sa orbitofrontalnim i posteriornim ekscizionim lezijama (17), *WCS* je postao najpoznatija i najšire korišćena tehnika za procenu egzekutivnih funkcija. Test je standardizovan i formalno štampan za kliničku upotrebu (18,19), a Čelun i Baerova su 1986 objavili normativne podatke za decu 6-12 godina starosti, koji i danas pretstavljaju osnovni materijal za obradu testovnih rezultata na ovom uzrastu. (20)

Test, ukratko, podrazumeva sortiranje 126 karata prema jednom od tri klasifikaciona principa koji se sukcesivno menjaju, a o kojima subjekt treba da zaključi na osnovu *feedback*a ispitivača na prethodno dati odgovor. Test je zadavan prema Hitonovoj proceduri iz 1993 godine. Od svih varijabli koje test nudi (ukupno 8), zbog specifičnosti vezanih za uzrast, te identično kao u postupku Čeluna i Baerove, ovde su izdvojene tri: a) ukupan broj kategorija, b) broj perseverativnih odgovora i c) broj grešaka koje sugerišu odustajanje od prethodno već uspostavljenog principa klasifikacije (‚teškoće u održavanju seta'). U ocenjivanju grešaka odustajanja, preuzet je kriterijum pet uzastopnih bilo kojih ili tri uzastopna jednoznačna tačna odgovora. (20)

- *Strupov test (Stroop Test)* je verovatno najpoznatija klinička tehnika za procenu pažnje, ali i više od toga. Procenjuje u kojoj meri pacijent održava perceptivni set odredjen uslovima zadatka uprkos dominaciji konfrontirajućih informacija iz istih *target* stimulusa, odnosno, uprkos distrakciji interferentnim irelevantnim informacijama. Drugim rečima, ispituje distraktibilnost pažnje, kao i snagu (autonomnost) kognitivne kontrole. Mnogo puta replicirana istraživanja su pokazala efikasnost tehnike u proceni disfunkcije prefrontalnih cerebralnih oblasti (za koje se distraktibilnost kao uzrok teškoća u odrzavanju konceptualnog seta i tradicionalno vezuje), te se često koristi i u kliničkom radu kao i u istraživanjima. (21,22,23) Procedura zahteva imenovanje boja (*target* stimulus) kojima su obojene reči koje denotiraju neku drugu iz istog seta boja (konfrontacioni distraktor). Ovde je korišćena verzija sa 50 stimulusa i četiri različite boje, pri čemu je ocenjivano a) ukupno vreme potrebno za dovršavanje testa (u sekundama) kao i b) ukupan broj grešaka; odvojeno c) onih koje subjekt naknadno spontano ispravi (korigovane) i d) nekorigovanih (prve više kompromituju ukupno vreme izvedbe, dok druge ukazuju na srazmerno nezrelije kontrolne mehanizme). Kao vežba, ali takodje i kao dodatna kontrolna varijabla, kao uvod u test zadavan je i e) zadatak imenovanja boja sa identičnim rasporedom *target* stimulusa ali bez distraktora.
- *Opseg neposrednog upamćivanja*. Milerova klasična proba opsega kratkoročnog pamćenja (24), odnosno, tradicionalni zadatak ponavljanja brojeva unapred i unazad iz testova opštih sposobnosti, ovde je zadavan i interpretiran zajedno sa analognim zadatkom reprodukcije prostorno nepravilno rasporedjenih lokacija ('Ponavljanje rasporeda') (25,26), u skladu sa savremenim konceptom radne memorije (27,28): u cilju provere opsega materijal-specifičnog *buffer*-a zadržavanja informacija (oba zadatka ponavljanja unapred), odnosno, radi procene sposobnosti manipulacije

(eventualno funkcije vremenskog kodiranja) zadržanim informacijama (oba zadatka ponavljanja unazad).(29)

Korišćen je klasičan postupak koji podrazumeva prezentaciju jednog stimulusa u sekundi, započinjanje nizom od 3 elementa unapred/2 unazad i završetak testa pri dva uzastopna pogrešna odgovora na nizu (maksimalno devet elemenata u seriji). Skor odražava veličinu najdužeg uspešno reprodukovanog niza.

- *Rejova kompleksna figura (RCF)*, originalno dizajnirana za procenu 'perceptivne organizacije i vizuelnog pamćenja' (30), praktično je nezaobilazan deo svake *base-line* neuropsihološke 'baterije'. Tehnika nudi tri osnovne varijable koje, mada nedovoljno 'čisto', pokrivaju različite komponente kognitivne obrade: a) 'tipom kopiranja' ocenjuju se organizacioni aspekti produkcije, b) 'skorom kopiranja' kvalitet crteža (sa ograničenjem da skor više odražava tačnost elelemata, a manje njihov konfiguracioni sklop), dok c) 'kopija po sećanju' pokriva pamćenje, odnosno predstavlja senzitivniji pokazatelj vizuoprostorne organizacije.(21,23) U kliničkom radu još uvek se koriste norme za decu starosti 5-15 godina koje je dao Rej još 1964 (30), a objavljene su i novije norme za populaciju iz SAD, sa uzrasnim vrednostima znatno nižim od Rejovih. (23)

Test je zadavan prema originalnoj proceduri i pravilima ocenjivanja. Odložena reprodukcija zadavana je sa oko 4-5 minuta odlaganja.

- *(Buschkeov) Test selektivnog upamćivanja (SRT)* predstavlja jednu od tehnika upamćivanja liste reči, čija je svrha procena verbalnog učenja i pamćenja. Karakteristika ove u odnosu na druge slične procedure je u tome da se ovde ne ponavlja cela lista iz pokušaja u pokušaj, već se, osim pre prve reprodukcije, selektivno prezentiraju samo oni stimulusi koje subjekt nije ponovio u prethodnom pokušaju. Logika ovakvog zadavanja je u pretpostavci da će ovakav dizajn omogućiti bolju analizu procesa vezanih za konsolidaciju, zadržavanje ali i korišćenje/organizaciju novoupamćene informacije. (31,23)

Korišćena je verzija sa dvanaest reči i deset ponavljanja kojim je dodat zahtev za naknadnom reprodukcijom liste odložen približno 15 minuta. Od sedam varijabli koje Buschke predlaže za sumiranje postignuća, u ovom istraživanju fokusirali smo se na tri: a) ukupnu sumu tačno reprodukovanih odgovora u svih 10 ponavljanja, b) Skor dugoročnog skladištenja (LTS) zasnovan na sumi svih tačnih odgovora koji su prethodno bar jednom reprodukovani bez neposredno prezentiranog stimulusa i c) Skor konzistentno reprodukovanih iz dugoročnog skladišta (CLTR) koji podrazmeva ajteme koji su upamćeni i 'organizovani' u pretraživanju (suma odgovora koje subjekt konzistentno reprodukuje bez 'spoljnog' podsećanja).

Statistička analiza

Distribucija sirovih skorova na svim korišćenim instrumentima prikazana je kroz osnovne mere deskriptivne statistike. Efekti uzrasta na test-performansu proveravani su jednosmernom analizom varijanse (ANOVA), a post-hoc komparacija parova rezultata uzrasnih grupa *Tukey Honestly Significant Difference* testom. Kontrola potencijalnih efekata pola vršena je multivarijantnom analizom varijanse sa kombinovanim faktorima pola (dečaci i

devojčice) i uzrasta (7-8, 8-9, 9-10, 10-11, 11-12 godina). Zbog specifičnosti u formiranju grupa, testovne varijable sa svakog instrumenta obradjivane su posebno; iz istog razloga, korelacije izmedju mera sa različitih instrumenata za koje se pretpostavlja da pokrivaju srodne ili medjuzavisne neurokognitivne funkcije nisu tražene. Za neke od varijabli deriviranih iz istih tehnika podaci o medjusobnoj povezanosti mera (parcijalne korelacije uz kontrolu uzrasta) ponudjene su tamo gde je procenjeno da proširuju obim informacija upotrebljivih za korisnika.

Rezultati

Viskonsin test sortiranja

Sažetak deskriptivnih podataka za tri najznačajnije varijable Viskonsin testa sortiranja - ukupan broj kategorija, broj perseverativnih grešaka i broj odustajanja od već uspostavljene kategorije ('teškoće održavanja seta') dat je u TABELI 1.

U rezultatima celokupnog uzorka, i pored očekivanih efekata uzrasta, dominiraju relativno zreliji odgovori starije dece što se odražava kroz srazmerno više vrednosti medijane i naročito moda u odnosu na aritmetičku sredinu, kao i značajniju nagnutost sve tri krivulje u pravcu 'tipične' performanse na testu (kod odraslih: 5-6 kategorija, 10-15 perseverativnih grešaka i bez odustajanja).

ANOVA pokazuje značajan uticaj uzrasta na broj ukupno postignutih kategorija ($F=13.378$, $p<0.001$) i broj perseverativnih grešaka ($F=5.123$, $p<0.001$), ali ne i na teškoće u održavanju seta ($F=0.457$, $p>0.05$) (TABELA 2).

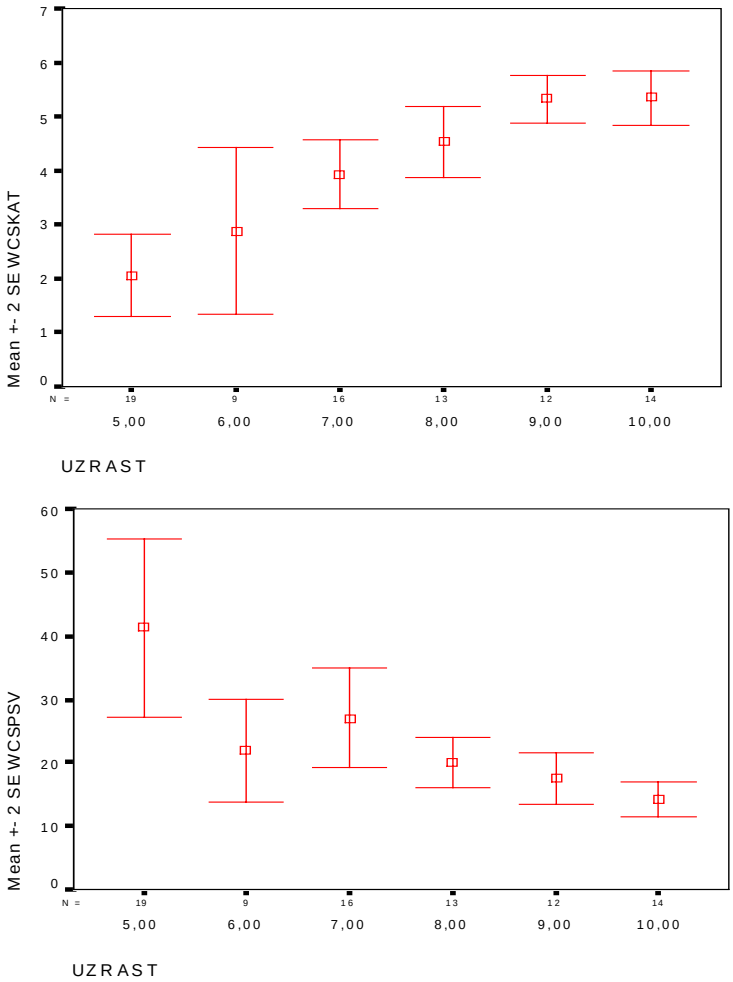
TABELA 2: ANOVA: Efekti uzrasta na varijable Viskonsin testa sortiranja

Varijabla	5-6 M SD	6-7 M SD	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	F	p
N	19	9	16	13	12	14		
Ukupno kategorija	2.1 [a] 1.68	2.9 [c] 2.32	3.9 1.29	4.5 1.20	5.3 [c] 0.78	5.3 [d] 0.93	13.378	0.000
Perseverat. greske	41.3 [b] 30.87	22.0 12.21	27.1 15.61	20.1 7.18	17.5 7.15	14.2 5.10	5.123	0.000
Greške Održ. seta	1.6 1.17	1.3 1.94	0.9 1.12	0.9 0.99	0.8 0.83	1.1 0.33	0.457	0.807

[a] Aritmetička sredina značajno različita od svih ostalih grupa (prema Tukey HSD post hoc testu)
[b] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za jednu ili više grupa (u ovom slučaju, 5-6 od 7-8 i starijih)
[c] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za dve ili više grupa (u ovom slučaju, 6-7 od 9-10 i 10-11)
[d] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za tri ili više grupa (10-11 od 6-7 i 5-6)

Kod ovih poslednjih, ipak, prisutna je izvesna tendencija najmladjih subjekata da nešto učestalije 'odustaju' od već uspostavljene kategorije (najčešće 1-3 pogreške ovog tipa), dok kod starije dece dominiraju očekivani tipični odgovori (0-1 'odustajanja) uz povremena 'iskakanja' individualnih subjekata iz ovog 'profila' (2-6 'odustajanja').

Grafikon 1. Aritmetičke sredine i standardne devijacije (*'error bars'*) postignutih kategorija (WCSkat) i perseverativnih grešaka (WCSpsv) na Viskonsin testu sortiranja



GRAF 1.a,b: Aritmetičke sredine i standardne devijacije (*'error bars'*) postignutih kategorija (WCSkat) i perseverativnih grešaka (WCSpsv) na Viskonsin testu sortiranja

I ukupan broj karegorija i broj perseverativnih grešaka (grafikon 1) kroz uzraste pokazuju relativno sličnu 'razvojnu' krivulju: izmedju 5-6 i 6-7 godina, kao i izmedju 6-7 i 7-8 godina performansa naglo raste, da bi u sledećim uzrasnim grupama razlike sukcesivno bile sve suptilnije, a postignuće na uzrastu 10-11 godina - praktično identično očekivanom za odrasle subjekte. (18) S obzirom na relativno mali broj subjekata u grupama, mogućnost visokih individualnih varijacija kao i srazmernu grubost mera, značajnost razlika izmedju grupa ispoljava se generalno izmedju najmladjih (5-7 godina) i najstarijih (8+) subjekata (tabela 2)

TABELA 2: ANOVA: Efekti uzrasta na varijable Viskonsin testa sortiranja

Varijabla	5-6 M SD	6-7 M SD	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	F	p
N	19	9	16	13	12	14		
Ukupno kategorija	2.1 [a] 1.68	2.9 [c] 2.32	3.9 1.29	4.5 1.20	5.3 [c] 0.78	5.3 [d] 0.93	13.378	0.000
Perseverat. greske	41.3 [b] 30.87	22.0 12.21	27.1 15.61	20.1 7.18	17.5 7.15	14.2 5.10	5.123	0.000
Greške Održ. seta	1.6 1.17	1.3 1.94	0.9 1.12	0.9 0.99	0.8 0.83	1.1 0.33	0.457	0.807

[a] Aritmetička sredina značajno različita od svih ostalih grupa (prema Tukey HSD post hoc testu)
[b] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za jednu ili više grupa (u ovom slučaju, 5-6 od 7-8 i starijih)
[c] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za dve ili više grupa (u ovom slučaju, 6-7 od 9-10 i 10-11)
[d] AS značajno različita od grupa koje su od nje uzarasno udaljene za tri ili više grupa (10-11 od 6-7 i 5-6)

Uz ovakvu strukturu rezultata, efekte uzrasta na rezultate lakše je izvesti iz podatka o statističkoj homogenosti postignuća različitih uzrasnih grupa, nego iz značajnosti razlika izmedju susednih uzrasta (tabela 3).

TABELA 3: Homogeni subsetovi uzrasnih grupa prema *Tukey Honesty Sig. Difference* testu na WCS uz korišćenje harmonične srednje veličine uzorka (13.103)*

	UZRAST	N	Subset za Alpha = 0.05		
			1	2	3
WCS kategorije	5-6	19	2.0526		
	6-7	9	2.8889	2.8889	
	7-8	16		3.9375	3.9375
	8-9	13			4.5385
	9-10	12			5.3333
	10-11	14			5.3571
	Sig.		0.656	0.411	0.117
perseveracije	5-6	19		41.3158	
	6-7	9	27.0625	27.0625	
	7-8	16	22.0000	22.0000	
	8-9	13	20.0769		
	9-10	12	17.5000		
	10-11	14	14.2143		
	Sig.		0.421	0.064	

* za vrednosti koje se ne nalaze u istoj koloni razlika izmedju grupa je značajna ($p < 0.05$)

U celini posmatrano, izmedju sedme i osme godine registruje se relativno izrazitiji porast efikasnosti eventualno zasnovan na sazrevanju kontrolnih procesa.

Strupov test

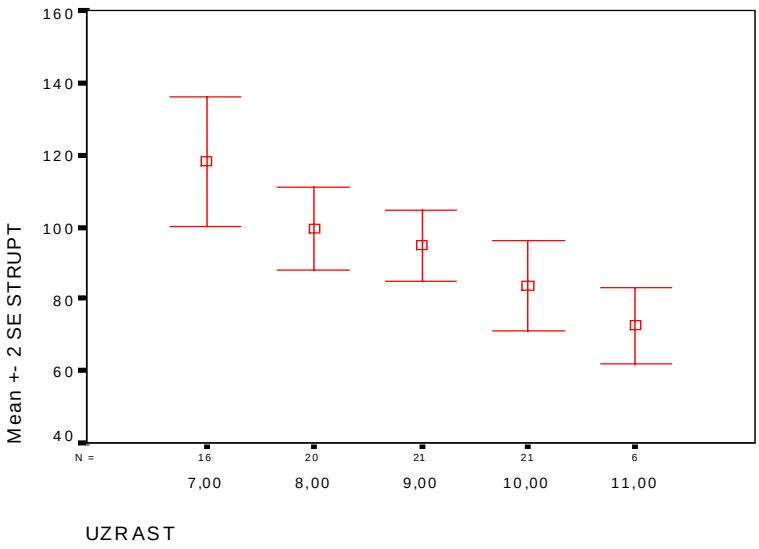
Efekti uzrasta na osnovnu varijablu Strupovog testa - ukupno vreme za dovršavanje testa - navedeni su u tabeli 4 (F=4.903, p=0.001).

TABELA 4: ANOVA: Strup test

Varijabla	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	11-12 M SD	F	p
N	16	20	21	21	7		
Vreme imenov. Boja	80.2[a] 32.32	58.5 14.36	48.8 11.63	44.3 9.02	38.6 8.02	12.690	0.000
Ukupno Vreme	118.2[c] 35.88	99.5 25.55	94.8 22.92	83.5[c] 28.65	72.5[d] 12.94	4.903	0.001
Ukupno grešaka	7.2 11.49	5.4 3.27	4.7 4.68	4.2 3.28	5.0 5.10	0.587	0.673
Nekorigovane Greške	4.8 12.11	2.5 2.72	1.6 1.87	1.6 2.40	2.6 3.78	0.876	0.482
Korigovane greške	2.4 1.99	2.9 2.18	2.3 1.63	2.6 1.75	2.4 2.30	0.227	0.923

[a,b,c,d] značenja kao u tabeli 2.

Iako vreme sukcesivno opada kroz uzraste, post hoc test (Tukey HSD) pokazuje prisustvo značajnih razlika ($p<0.05$ ili više) samo izmedju grupe najmladjih (5-6) i dve grupe najstarijih subjekata (10-12 godina). Ovi rezultati bi mogli ukazivati i na opšti 'razvojni' trend performanse u smislu prisustva dva relativna 'skoka' efikasnosti u ovom periodu, a koji se odvijaju oko osme i kasnije oko desete godine (grafikon 2)



GRAF 2: Aritmetičke sredine i standardne devijacije (*'error bars'*) ukupnog vremena na Strup testu (StrupT)

Za razliku od ovakvog sklopa, postignuće na kontrolnoj varijabli koja ne uključuje inhibiciju distraktornog odgovora (vreme imenovanja boja) pokazuje nešto ravnomerniji pos-

tupan rast kroz uzrasne grupe (F=12.690, p<0.001), pri čemu se samo grupa najmladjih značajno razlikuje od svih ostalih. Kroz poredjenje ove dve varijable, rast efikasnosti u performansi koji se odvija oko desete godine može se izdvojiti se kao najverovatnije specifičan za funkcije pokrivene testom.

Ukupan broj pogrešaka na testu, kao i proporcionalna zastupljenost korigovanih i nekorigovanih grešaka ne razlikuju se značajno izmedju sedme i dvanaeste godine (tabela 4).

TABELA 4: ANOVA: Strup test

Varijabla	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	11-12 M SD	F	p
N	16	20	21	21	7		
Vreme imenov. Boja	80.2[a] 32.32	58.5 14.36	48.8 11.63	44.3 9.02	38.6 8.02	12.690	0.000
Ukupno Vreme	118.2 [c] 35.88	99.5 25.55	94.8 22.92	83.5 [c] 28.65	72.5 [d] 12.94	4.903	0.001
Ukupno grešaka	7.2 11.49	5.4 3.27	4.7 4.68	4.2 3.28	5.0 5.10	0.587	0.673
Nekorigovane Greške	4.8 12.11	2.5 2.72	1.6 1.87	1.6 2.40	2.6 3.78	0.876	0.482
Korigovane greške	2.4 1.99	2.9 2.18	2.3 1.63	2.6 1.75	2.4 2.30	0.227	0.923

[a,b,c,d] značenja kao u tabeli 2.

Ipak, podaci ukazuju na jasnu tendenciju najmladjih subjekata (7-8 godina) da i ne primećuju da su dali odgovor na distraktor a ne 'target' stimulus. Ovo je naročito evidentno u devijaciji skorova unutar grupa u odnosu na dobijene srednje vrednosti: strandardna devijacija u grupi 6-7 godina višestruko nadmašuje sve druge SD vrednosti, a relativno povišena AS kod najstarijih (11-12 god) rezultat je izolovanog *outlier*-a u ovoj grupi. Ovakav problem bi mogao poticati iz sasvim drugog konteksta od razlika u brzini dovršavanja testa i odražavati ne slabost same inhibicije neadekvatnog ogovora, već pre teškoću održavanja autonomnog programa/plana akcije u odnosu na spoljne, situacione faktore. U istom kontekstu, visoka variranja izmedju broja ovakvih grešaka kod subjekata starih 7-8 godina mogla bi ukazivati i da je u pitanju period relativnog dozrevanja ove sposobnosti.

Opseg neposrednog upamćivanja

ANOVA pokazuje značajnu zavisnost od uzrasta obe (specifične za materijal) mere opega kratkoročnog upamćivanja (ponavljanje brojeva i ponavljanje prostornog rasporeda), kao i obe mere koje pokrivaju sposobnost manipulacije neposredno upamćenim elementima - ponavljanje brojeva i rasporeda unazad (tabela 5)

TABELA 5: ANOVA: Efekti uzrasta na mere opsega

Varijabla	5-6 M SD	6-7 M SD	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	F	p
N	19	9	34	28	35	45		
Pon.brojeva	4.4[c] 0.96	4.3 [c] 1.50	5.2 0.97	5.49 1.12	5.8 [c] 0.80	5.6 [c] 0.89	9.382	0.000
Pon.br.unaz.	1.6 [b] 1.17	2.3 [b] 1.12	3.3 0.86	3.8 0.97	3.5 0.52	3.5 1.12	3.941	0.001
Pon. raspor.	3.9 [c] 0.81	4.5 0.88	4.4 0.71	4.8 [c] 1.09	4.9 0.93	5.1 0.81	12.24 1	0.000
Pon.rasp.unaz .	2.2 [c] 1.18	2.8 [c] 1.30	2.5 1.00	4.0 1.41	4.0 0.52	4.3 0.58	4.735	0.002

Pri tome, mere opsega ne koreliraju medjusobno - parcijalne korelacije Ponavljanja brojeva i rasporeda u delu uzorka kod koga su proveravane sve četiri varijable (n=35) iznose 0.16 (p=0.330), dok se korelacije izmedju opsega i manipulacije zadržanim u okviru materijala 'modalno' razlikuju (0.22, p=0.196 za brojeve, a 0.48, p=0.003 za lokacije). U odnosu na ove podatke, mere ponavljanja unazad pokazuju srazmerno visoku medjusobnu povezanost (0.63, p=0.000) što predstavlja dodatnu potvrdu pretpostavci da ove varijable odražavaju uplitanje (u odnosu na modalno- i materijal specifični opseg) nezavisnog egzekutivnog faktora.

Trend promena vrednosti postignuća kroz uzraste bi mogao ukazivati na razlike u sazrevanju odvojenih mehanizama na kojima se, pretpostavljeno, bazira ovakav tip obrade informacija: realtivno izrazitiji rast efikasnosti kod Ponavljanja rasporeda registruje se oko šeste, a kod Ponavljanja brojeva oko sedme godine. Kod ponavljanja unazad, ovaj trend je obrnut: relativno poboljšanje performanse u manipulaciji brojevima (oko sedme godine) prethodi sličnom porastu u manipulaciji zadržanim lokacijama (izmedju osme i devete). Ovakvi rezultati ne moraju biti kontradiktorni upravo kada se uzme u obzir specifičnost materijala - iako desna hemisfera sazreva brže, može postojati više razloga zbog čega bi se egzekutivna kontrola prostornih koordinata ispoljavala drugačije u odnosu na verbalne stimuluse. (32,33,34) Izmedju ostalog, može se pretpostaviti i da (egzekutivni) kontrolni mehanizmi imaju srazmerno većeg učešća u već registrovanju/zadržavanju informacija (ponavljanje unapred) vezanih za lokaciju/prostorni raspored, koga, bar na ovim uzrastima, nema pri analognoj obradi brojeva. Veličine korelacija unutar modaliteta, kao i odnos performanse na uzrastu 11-12 godina prema očekivanoj 'zreloj' performansi, idu u prilog ovoj hipotezi.

Rejova kompleksna figura

TABELA 6: ANOVA: Efekti uzrasta na RCF

Varijabla	5-6 M SD	6-7 M SD	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	11-12 M SD	F	p
N	20	9	23	18	18	21	10		
Tip kopiranja	4.3 [b] 0.59	4.2 [c] 0.44	3.48 [bd] 0.59	3.2 0.94	3.0 0.77	2.8 1.03	2.3 1.16	11.779	0.000
Skor kopiranja	10.7 [b] 4.84	16.2 [b] 7.47	21.0 [ba] 6.77	25.7 5.11	26.4 6.37	29.5 [c] 4.10	31.1 [c] 2.97	29.407	0.000
Odložena kopija	4.3 [b] 3.37	8.7 [c] 3.50	11.4 [bc] 4.60	15.2 [bc] 4.80	15.4 [cb] 5.94	19.2 [c] 1.15	22.1 [b] 3.71	22.977	0.000

[a,b,c,d] značenja kao u tabeli 2. Dvostruka oznaka (n [xy]) govori za stastističku značajnost razlika grupe u odnosu na asimetrično udaljene mladje (prva) ili starije uzrasne grupe (druga oznaka)

Sve tri varijable Rejove kompleksne figure (tabela 6) pokazuju jasne efekte uzrasta na postignuće ($p<0.001$). Kod mladje dece kod koje je prisutna izrazita nezrelost 'organizacije' crteža (kod skoro polovine subjekata starosti 5-7 godina struktura dizajna je tek naznačena i po karakteristikama odgovara petom tipu kopiranja) uticaj 'tipa' dramatično kompromituje skor kopiranja, što naročito dolazi do izražaja kod odložene kopije figure. Na uzrastu 7-9 godina upadljivo dominira 'nezreli organizovani' pristup kopiranju (tip III ili IV prisutni kod >90% dece), pri čemu je postupno nadovezivanje elemenata jednog na drugog nešto učestalije nego elaboracija spoljne konfiguracije forme, u približnoj proporciji 2.5:1.5 u korist tipa III. Tip I ili njegova nekompletna varijanta (tip II) koji se od sedme godine javljaju

tek sporadično u uzorku (kod manje od 5-10% dece), nakon desete godine su prisutni kod više od 20-25% subjekata, uz ne retku pojavu da organizacija crteža bude poboljšana pri naknadnoj reprodukciji figure. Ovakva 'shema' statistički se odražava kroz formiranje tri homogene 'razvojne' podgrupe na ovoj varijabli, uz dve 'prelazne' faze: na uzrastu 7-8 godina, kada 'organizacija' postaje stabilna karakteristika kopije i na uzrastu 9-10 godina, kada (počinje?) da se odvija tranzicija ka zrelijim oblicima konceptualizacije kompleksne forme (tabela 7).

TABELA 7:Homogeni subsetovi uzrasnih grupa (Tukey HSD test) na RCF uz korišćenje harmonične srednje veličine uzorka (N=15.108)

		N	Subset za alpha = .05				
	UZRAST		1	2	3	4	5
RCFtip	5-6	20			4.3500		
	6-7	9			4.2222		
	7-8	23		3.4783	3.4783		
	8-9	18		3.2222			
	9-10	18	3.0000	3.0000			
	10-11	21	2.8095	2.8095			
	11-12	10	2.3000				
	Sig.		.225	.274	.059		
RCFskor	5-6	20	10.6500				
	6-7	9	16.2778	16.2778			
	7-8	23		21.0217	21.0217		
	8-9	18			25.7222	25.7222	
	9-10	18			26.4444	26.4444	
	10-11	21				29.5238	
	11-12	10				31.0500	
	Sig.		.087	.230	.111	.124	
RCFodl	5-6	20	4.2500				
	6-7	9	8.6667	8.6667			
	7-8	23		11.4130	11.4130		
	8-9	18			15.2222	15.2222	
	9-10	18			15.3611	15.3611	
	10-11	21				19.2143	19.2143
	11-12	10					22.0500
	Sig.		.212	.752	.338	.325	.723

Skorovi kopiranja (uključujući i odloženu kopiju po sećanju) su pod bitnim uticajem tipa organizacije, što je naročito izraženo kod najmladjih subjekata. Ipak, sami skorovi se pokazuju kao diskriminativniji razvojni pokazatelj na testu: prema skorovima na direktnoj kopiji formiraju se četiri a prema skorovima odložene reprodukcije čak pet relativno homogenih uzrasnih podgrupa koje se medjusobno značajno razlikuju (respektivno, $F=29.407$ i $F=22.977$, za oba $p<0.001$). Obe mere, prema načinu formiranja homogenih podgrupa i kvantitativnim podacima, pokazuju srazmerno sporiji tempo sazrevanja izmedju osme i devete, eventualno i desete godine u odnosu na prethodni period, ali prisustvo solitarnog 'skoka' izmedju desete i dvanaeste, mogućno uslovljenog kumuliranim efektima sazrevanja sposobnosti vezanih za organizaciju.

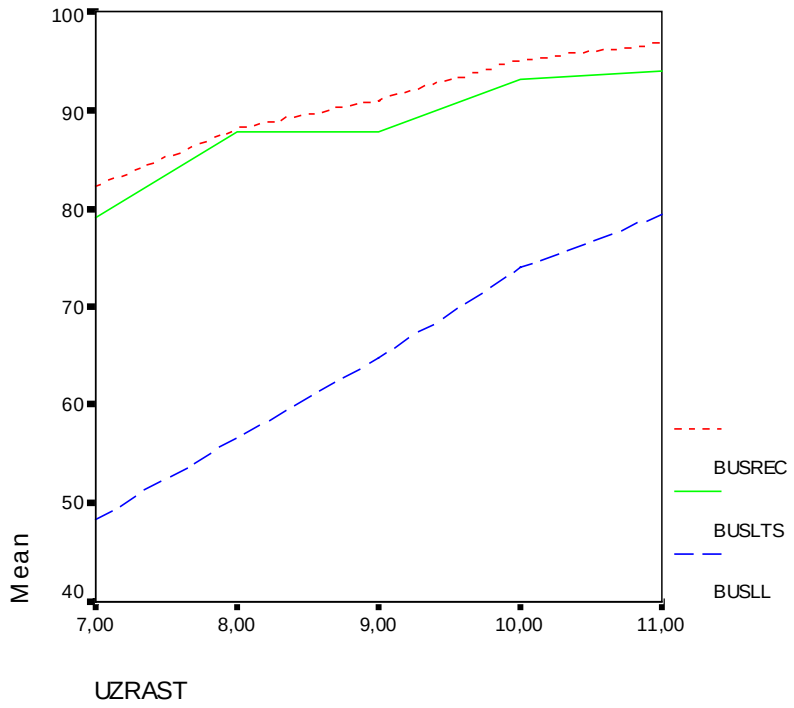
Test selektivnog podsećanja

Jednosmerna analiza varijanse sve tri mere koje su izvedene iz krivulje učenja – ukupne sume tačno reprodukovanih odgovora ('Reprodukcija'), sume 'uskladištenih' (LTS) i sume konzistentno reprodukovanih (CLTR) pokazuju značajne efekte uzrasta (respektivno, F=6.576, p<0.001; F=4.293, p<0.01; i F=9.075, p<0.001) (tabela 8)

TABELA 8: ANOVA: Test selektivnog podsećanja

Varijabla	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	11-12 M SD	F	p
N	31	26	25	28	18		
Reprodukcija	82.3[b] 14.42	88.1 10.64	91.1 12.89	95.1 9.94	96.9 6.98	6.576	0.000
LTS	79.2 [c] 16.30	87.9 16.13	87.8 18.19	93.2 11.47	93.9 9.13	4.293	0.003
CLTR	48.3 [b] 22.1	56.61 22.22	64.7 22.3	73.9[b] 22.08	79.4[c] 11.04	9.075	0.000
Intruzije	1.6 3.99	2.3 4.25	2.1 2.90	1.4 1.88	1.1 1.51	0.533	0.711
Odložena reprodukcija	10.3 1.86	10.3 1.54	11.6 5.74	10.5 1.64	10.9 1.16	0.908	0.461

Krivulje reprodukcije i LTS pokazuju relativno uporedan postupan rast (grafikon 3), pri čemu Tukey HSD post hoc test pokazuje značajne razlike isključivo izmedju grupe najmladjih subjekata (7-8 godina starosti) i starijih grupa koje su za dve, odnosno tri ili više godina uzrasno udaljene od najmladje. Krivulja reprodukcije i LTS krivulja visoko koreliraju medjusobno na svim uzrastima - parcijalna korelacija kontrolisana po uzrastu iznosi 0.87 (p=0.000) što govori da, bar kod zdrave dece, ove dve varijable ne diskriminišu različite komponente mnestičkog procesa..



GRAF 3: Prosečne vrednosti (AS) suma reprodukcije (BusREC), LTS i CLTR (BusLL) uzorka grupisanog po uzrastu

Efikasnost konzistentne reprodukcije pokazuje bitno drugačiji razvoj kroz uzraste - sa većim ukupnim opsegom (tabela 1) i izrazitijim razlikama izmedju aritmetičkih sredina strarosnih grupa (tabela 8) i gotovo linearne forme. Ipak, Tukey HSD test pokazuje da je ova linearnost iluzija, pošto izdvaja dva stupnjevita skoka u ovim uzrasnim okvirima: jedan izmedju dece stare 7-8 godina i starijih, i drugi izmedju subjekata uzrasta 10-12 godina i onih mladjih. Ovako locirani 'skokovi' u skladu su sa teoretskom zavisnošću CLTR od sposobnosti konceptualne organizacije i poklapaju se sa nalazima na drugim ovde uključenim merama egzekutivnih funkcija.

TABELA 8: ANOVA: Test selektivnog podsećanja

Varijabla	7-8 M SD	8-9 M SD	9-10 M SD	10-11 M SD	11-12 M SD	F	p
N	31	26	25	28	18		
Reprodukcija	82.3[b] 14.42	88.1 10.64	91.1 12.89	95.1 9.94	96.9 6.98	6.576	0.000
LTS	79.2[c] 16.30	87.9 16.13	87.8 18.19	93.2 11.47	93.9 9.13	4.293	0.003
CLTR	48.3[b] 22.1	56.61 22.22	64.7 22.3	73.9[b] 22.08	79.4[c] 11.04	9.075	0.000
Intruzije	1.6 3.99	2.3 4.25	2.1 2.90	1.4 1.88	1.1 1.51	0.533	0.711
Odložena reprodukcija	10.3 1.86	10.3 1.54	11.6 5.74	10.5 1.64	10.9 1.16	0.908	0.461

Ukupan broj intruzija, kao i postignuće na 15 minuta odloženoj reprodukciji liste reči ne razlikuju se značajno izmedju 7 i 12 godina starosti. U 70.2% ukupnog uzorka prisutna je samo jedna ili nijedna intruzija; u još 12.9% - dve, u 6.4% izmedju tri i pet. Od 8.9% dece koja su načinila izmedju pet i deset intruzija tokom testa najbrojnija su ona starosti izmedju 9 i 10 godina. Jedan slučaj je izolovani *oulier* sa 20 intruzivnih pogrešaka. Suprotno teorijskim očekivanjima, broj intruzija slabo korelira sa CLTR (koeficijent parijalne korelacije -0.19, p=0.039).

Oko 80% sve dece daje izmedju 10 i 12 tačnih odgovora na probi odložene reprodukcije. Šestoro (4.8%) je izuzetno neuspešno sa manje od 8 tačnih odgovora, što verovatno odražava uplitanje dodatnog nekontrolisanog faktora, eventualno pažnje u perofrmansu. Iako bez statistički značajnih razlika izmedju uzrasta, od 28 dece koja daju manje od 10 tačnih, više od polovine stari su izmedju 7 i 9 godina, dok je 4/6 *outlier*-a distribuirano u tri starije uzrasne grupe. Odložena reprodukcija umereno korelira sa sva tri skora (reprodukcija, LTS i CLTR) derivirana iz krivulje učenja (0.54, p=0.000).

Efekti pola

Multifaktorska analiza varijanse sa kombinovanim efektima uzrasta i pola nije pokazala značajan uticaj pola na efikasnost ni na jednoj od primenjenih mera. Tendencija ka razlici determinisanoj polom koja se bliži značajnosti ($p<0.10$) zabeležena je samo na dve varijable: na Ponavljanju brojeva u korist devojčica ($AS_F=5.5$, $AS_M=5.3$, $F=3.992$, $p=0.055$) i na Ponavljanju rasporeda unazad u korist dečaka ($AS_F=2.5$, $AS_M=3.1$, $F=3.210$, $p=0.084$).

Diskusija

Iako su nominalno u pitanju tehnike koje procenjuju različite sposobnosti (pamćenje, konstruktivne sposobnosti, opseg registrovanja, pažnja), sve ovde korišćene procedure odlikuje prisustvo varijabli koje se smatraju relevantim merama egzekutivnih funkcija. U takve spadaju sve varijable Viskonsin testa sortiranja i Strupovog testa, tip kopiranja Rejove figure, ponavljanje brojeva i rasporeda unazad, kao i (bar) CLTR iz Testa selektivnog upamćivanja. U principu, na svim ovim varijablama performansa dece mladje od 8 godina bitno je niža od one kod starijih subjekata; procedure korišćene i kod još mladje dece (5-7 godina; WCS i ponavljanje unazad) pokazuju da je u pitanju period intenzivnog sazrevanja gde se, i pored relativno malog broja subjekata u našim grupama, značajne razlike izmedju uzrasnih grupa (i statistički) registruju na uzastopnim uzrastima.

Iako se u ovim uzrasnim okvirima odredjen tip 'tranzicije' u efikasnosti najčešće registruje oko sedme (WCS kategorije i perseveracije, Ponavljanje brojeva unazad, CLTR iz Testa selektivnog podsećanja) ili osme godine (Strupov test, Ponavljanje rasporeda unazad, tip kopiranja Rejove figure), što se poklapa sa hipotezom intenzivnijeg kognitivnog 'rasta' do devete godine života, bar dve od ovde testiranih varijabli pokazuju srazmerno intenzivniji rast od desete naviše nego izmedju osme i desete godine: postignuće na Strupovom testu izraženo kroz ukupno vreme i CLTR Testa selektivnog podsećanja. Što se tiče dozrevanja odredjene funkcije, samo na WCST (u pogledu broja kategorija i broja perseverativnih grešaka, ali ne i u smislu sposobnosti 'održavanja seta') performasa dostiže onu koja se tipično beleži kod odraslih subjekata, dok se za sve druge varijable može očekivati i dalji rast

Razvojne studije daju ubedljive podatke da različite komponente egzekutivnih funkcija sazrevaju u različitim periodima, počevši od ranog detinjstva sve do (bar) sredine ado-

lescencije. Dajmond i Goldman-Rakić su registrovale elemente voljne pažnje i intencionalne akcije na osnovu uskladištenih informacija već kod dece stare 11-12 meseci, koja su bila u stanju da uspešno izvedu Pijažeov ‚A umesto B' zadatak. (35,36) Kod dece izmedju tri i pet godina primećuje se kontinuirano poboljšanje u oblasti motorne inhibicije i kontrole, kao i na zadacima usmeravanja i održavanja mentalnog seta. (37) Na uzrastu od šest godina već se registruje efikasnost inhibicije predominantnih i započetih akcija, na primer na ‚go-non-go' zadacima i grubim probama kontrole motorne aktivnosti. Na ovom uzrastu deca su takodje u stanju da reše jednostavnije zadatke koji zahtevaju planiranje i postupnu realizaciju akcije, kao što je simplifikovan Hanojski/Londonski toranj. (38) Postignuće na složenijim probama inhibicije i kontrola započinjanja akcije još uvek se intenzivno razvijaju izmedju šeste i osme godine, dostižući zrelost nešto kasnije. (11) Izmedju osme i desete godine, prema nalazima više studija, registruju se intenzivne promene u različitim komponentama voljne pažnje, da bi, oko desete, performansa na probama održavanja (fokusirane) pažnje, nezavisno od modaliteta, dostigla relativnu stabilnost. Fleksibilnost i sposobnost održavanja mentalnog seta uglavnom dostižu "odrasli" nivo oko desete godine, (20) a vigilnost pažnje i kontrola distraktibilnosti sazrevaju do oko dvanaeste (11,39,40), a sekvenciranje motorne akcije i planiranje složenih akcija dostižu svoj maksimum tek kasnije tokom adolescencije. (11,38) Razvojne promene u postignuću na probama fluentnosti registruju se i posle dvanaeste godine, što je i očekivano s obzirom da one zahtevaju efikasnost većeg broja složenih egzekutivnih funkcija.

Pouzdane determinante sazrevanja bazičnih egzekutivnih funkcija kao što su inhibicija, radna memorija ili vremensko kodiranje, ipak, još uvek nisu ustanovljene. Razlog ovome može biti kompleksnost samih funkcija, medjusobna povezanost konstrukata i koncepcija, ali i direktna uslovljenost rezultata primenjenom procedurom. Na primer, u osnovi bihejvioralne inhibicije mogla bi postojati (bar) tri medjusobno povezana egzekutivna inhibitorna procesa: inhibicija predominantnog odgovora, zaustavljanje započetog odgovora i kontrola interferencije.

Inhibicija irelevantnih odgovora (egzekutivna funkcija) implicitno je sadržana u direktivnosti i selektivnosti mentalnih procesa koji su osnova voljne pažnje, kao što se i fleksibilnost podrazumeva u pomeranju ili deljenju pažnje. Slično je i sa radnom memorijom: onako kako je definiše Baddeley, ona podrazumeva izmedju ostalih, i jednu komponentu koja je egzekutivna funkcija ('central executive'); prema drugim autorima ona sama je jedna od osnovnih egzekutivnih.

Zbog čega, izmedju ostalog, različiti autori 'lociraju' dozrevanje na primer inhibitornih funkcija u neodredjen vremenski okvir od šest godina ili više ('najranije' oko šeste; 'najkasnije' u kasnoj adolescenciji). Slično je i sa sposobnošću planiranja, koja je u različitim studijama po pravilu ispitivana u različitom stepenu simplifikovanim verzijama 'Tornja') Ovi faktori se svakako upliću i u rezultate koje smo ovde dobili. Na primer, inhibicija irelevantnog (automatskog, započetog) odogovora bino determiniše i broj perseveracija na WCS (uslovno, zrelost performanse postignuta do desete godine) i vreme rešavanja Strupovog testa (gde se uspešnost razvija i kasnije). Bar jedna izvesna razlika izmedju dve mere je u tome što je Strupov test zadatak forsiranog izbora u kome subjekt aktivno pokušava da ubrza proces odlučivanja, što mu daje dodatnu dimenziju kompleksnosti, sličnu onoj prisutnoj kod zadataka fluentnosti (a na kojima uspešnost takodje raste i nakon dvanaeste godine).

Komparacija naših rezultata sa onima koji su citirani u stranoj literaturi mogućna je u granicama odabranih procedura i uzrasta. Ne sasvim očekivano, naši nalazi na WCS se izuzetno visoko poklapaju sa nalazima Chelunea i Baerove, iako su obe studije radjene na srazmerno malom uzorku (83 i 105 subjekata, respektivno). Uspešnost na RCF bliža je origi-

nalnim Rejovim podacima, nego rezultatima dečje populacije iz SAD, mada se ovde mora uzeti u obzir dobro poznati problem uslovljenosti rezultata na ovom testu ispitivačem kao faktorom. (41) Rezultati na probama verbalnog opsega (ponavljanje brojeva) uglavnom su konzistentni u istraživanjima sprovedenim u Evropi kao i SAD, pa tako i u našoj. Povezivanjem ovih podataka mogli bi smo pretpostaviti oblike daljeg rasta uspešnosti na starijim uzrastima koji ovde nisu ispitivani (ponavljanje unapred pokazivalo bi relativnu stagnaciju iza desete godine, dok skor ponavljanja unazad i dalje raste). (10) Rezultati na SRT u skladu su sa nalazima i drugih razvojnih istraživanja pamćenja koje govore za bitan rast efikasnosti i nakon desete godine.

Zaključak

Iako se najupadljiviji rast sposobnosti registruje do oko sedme ili osme godine života, tehnike koje ispituju egzekutivne ili kompleksne neurokognitivne funkcije pokazuju značajno poboljšanje dečije efikasnosti i nakon desete. Na većini primenjenih mera, period izmedju (približno) osme i desete godine čini se kao vreme relativno manje izrazitih promena u kognitivnom rastu, koji se, u zavisnosti od ispitivane funkcije nastavlja i kasnije, ili dolazi - najpre u domenu egzekutivnih funkcija i kompleksnih (integrativnih?) sposobnosti - do daljih skokovitih izmena u efikasnosti. Naši nalazi se generalno uklapaju u podatke koje daje većina drugih razvojnih neuropsiholoških studija; prednost naših podataka je u tome što se mogu koristiti i kao okvirne razvojne norme u dijagnostici, tretmanu smetnji, kao i rešavanju pitanja vezanih za edukativne potrebe dece.

NEUROCOGNITIVE DEVELOPMENT IN YOUNGER SCHOOL CHILDREN (I): EXECUTIVE FUNCTIONS, CONSTRUCTIVE ABILITIES AND MEMORY

Nadezda Krstic, Olivera Aleksic, Predrag Vidovic, Mirjana Gojkovic

Abstract: In a group of school children aged 7-12 yrs, on some of the measures also counting older preschoolers (N varying from 83-186), age related development of performance on neuropsychological techniques (including Wisconsin Card Sorting Test, Stroop Test, verbal and visual span measures, Rey Complex Figure and Selective Reminding Test) was assessed. The results show significant effects of age in all domains of executive functions, constructive abilities and memory. Analysis of these findings suggests that relatively prolonged maturation of executive functions may emerge as an important source of performance improvement on measures directed to other areas of cognitive functioning as well, such as memory and constructive abilities.

Key words: *cognitive development, neuropsychological tests (statistic and numeric data), executive functions*

Nadežda KRSTIĆ, dr med.sci, specijalista medicinske psihologije, docent na Defetološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Šef Odseka za neuropsihologiju bloka za decu i omladinu, Instituta za mentalno zdravlje, Beograd

Nadezda KRSTIC, Ph.D., Specialist in Medical Psychology, Associate Professor, Belgrade University School of Special Education, Institute of Mental Health, Belgrade.

LITERATURA:

1. Morris RD, Fletcher JM, Francis DJ. Conceptual and psychometric issues in the neuropsychological assessment of children: measurement of ability discrepancy and change. In: Rapin I, Segalowitz SJ (eds.): Handbook of Neuropsychology, Vol. 6. Amsterdam: Elsevier; 1992. p.341-353.
2. Krstić N. Osnove razvojne neuropsihologije. Beograd: Institut za mentalno zdravlje, 1999.
3. Changeaux JP, Dehaene S. Neuronal models of cognitive functions. Cognition 1989; 33:63-109.
4. Yakovlev P, Lecour A. The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain. In: Minkowski A (ed.): Regional Development of the Barin in Early Life. Oxford: Blackwell; 1967. p.3-77.
5. Huttenlocher PR. Morphometric study of human cerebral cortex development. Neuropsychologia 1990; 28:517-527.
6. Ardila A, Roselli M. Development of language, memory and visuospatial abilities in 5 to 12-year-old children using a neuropsychological battery. Dev Neuropsyhology 1994; 10:97-120.
7. Korkman M, Kemp SL, Kirk U. Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5-12: A cross-sectional study of 800 children from the United States. Dev Neuropsychology 2001; 20:331-355.
8. Anderson VA, Lajoie G. Development of memory and learning skills in school-aged children: A neuropsychological perspective. Applied Neuropsychology 1996; 3(4):128-139.
9. Kramer JH, Delis DC, Kaplan E, O'Donnell L, Pritfitera A. Developmental sex differences in verbal learning. Neuropsychology 1997; 11:577-584.
10. Anderson VA, Anderson P, Northam E, Jacobs R, Catroppa C. Development of executive functions through late childhood and adolescence in Australian sample. Dev Neuropsychology 2001; 20:385-407.
11. Levin HS, Culhane KA, Hartmann J, Evankovich K, Mattson A. Developmental changes in purported frontal lobe functioning. Dev Neuropsychology 1991; 7:377-395.
12. Welsh MC, Groisser D, Pennington BF. A normative developmental study of measures hypotetized to tap prefrontal functioning. J Clin Exp Neuropsychology 1988; 10:579-595.
13. Mulenga K, Ahonen T, Aro M: Performance of Zambian children on NEPSY: A pilot study. Dev Neuropsychology 2001; 20:375-385.
14. Roselli M, Ardila A, Bateman JR, Guzman M. Neuropsychological test scores, accademic performance and developmental disorders in spanish-speaking children. Dev Neuropsychology, 2001; 20:355-375.

15. Klove H. Validation studies in adult clinical neuropsycology. In R.M.Reitan, L.A.Davidson (eds): Clinical Neuropsychology: Current status and applications. Washington DC: Winston; 1974. p.201-263.
16. Grant DA, Berg, EA. A behavioural analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. J Exp Psychology 1948; 38:404-411.
17. Milner B. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. B Med Bull 1971; 3:272-277.
18. Heaton RK. Wiscinsin Card Sorting Test Manual. Florida: Psychological Assessment Resources Odessa; 1981.
19. Heaton RK, Chelune GJ, Talley JK, Kay GG, Curtiss G. Wiscinsin Card Sorting Test Manual: Revised and expanded. Florida: Psychological Assessment Resources Odessa; 1993.
20. Chelune G, Baer R. Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. J Clin Exper Neuropsychology 1986; 8:219-228.
21. Lezak MD. Neuropsychological Assessment. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1983.
22. Stuss DT, Benson DF. The Frontal Lobes. New York: Raven Press; 1986.
23. Spreen O, Strauss E. A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms and Commentary. New York: Oxford Univiversity Press; 1991.
24. Miller G. The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychol Rev 1994; 101:343-352.
25. Krstic N, Gojkovic M. Uvod u neuropsihološku dijagnostiku. Beograd: Savez društava psihologa Srbije; 1994.
26. Wechsler D. A manual for the Wechsler Memory Scale - revised. San Antonio: The Psychological corporation; 1987.
27. Baddeley AD. The Working Memory. Oxford: Clarendon Press; 1986.
28. Baddeley AD. Exploring the Central Executive. Quart J Exp Psychology 1996; 49:5-28.
29. Smith EE, Marshuetz C, Geva A. Working memory: Findings from neuroimageing and patient studies. In: Grafman J (ed.): Handbook of Neuropsychology, 2nd ed, vol. 7: The Frontal Lobes. Amsterdam: Elsevier; 2002. p.55-73.
30. Rey A. L'examen clinique en psychologie. Paris: Presses Universitaires de France; 1964.
31. Buschke H, Fuld P. Evaluating storage, retention an retrieval in disordered memory and learning. Neurology 1974; 1019-1025.
32. Thatcher RW. Maturation of human frontal lobes: Physiological evidence for stageing. Dev Neuropsychology 1991; 7:397-419.
33. Goldberg E, Costa LD. Hemisphere Differences In The Acquisition And Use Of Descriptive Systems. Brain and Language 1981; 14:144-173.
34. Byrnes JP. Minds, Brains and Learning: Understanding the Psychological and Educational Relevance of Neuroscientific Research. New York: Guilford Press; 2001.

35. Diamond A. Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants'performance on A not B. Child Dev 1985; 56:868-883.
36. Goldman-Rakić PS. Development of cortical circuitry and cognitive function. Child Dev 1987; 58:601-622.
37. Klenberg L, Korkman M, Lahti-Nuuttila P: Differential development of attention and executive functions in 3-12-year old Finnish children. Dev Neuropsychology 2001; 20:407-429.
38. Welsh MC, Pennington BF, Groisser DB: A normative study of executive function: a window on prefrontal function in children. Dev Neuropsychology 1991; 7:131-149.
39. Paus T. The deveopment of sustained attention in children might be related to the maturation of frontal cortical functions. Acta Neurobiol Exp Warsz 1989; 49:51-55.
40. Paus T, Babenko V, Radil T.: Development of an ability to maintain verbally instructed central gaze fixation studied in 8- to 10-year-old children. Int J Psychophysiology 1990; 10:53-61.
41. Barr WB. The use of figural reproduction tests as measures of nonverbal memory in epilepsy surgery candidates. J Int Neuropsychol Soc 1997; 3: 435-443.