

# S A D R Ź A J

	Strana
<i>Predgovor</i>	13
<b>1 METODOLOŠKI PROBLEMI U ISPITIVANJU MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA DECE POMOĆU PRIMENE KINEZIOLOŠKIH AKTIVNOSTI</b>	15
<b><i>Gustav Bala</i></b>	
1.1 Uvod	17
1.2 Kineziološka aktivnost dece	18
1.3 Integralni razvoj dece	22
1.4 Problemi vezani za ispitivanje kognitivnog funkcionisanja kod dece	26
1.5 Povezanost funkcionisanja centralnog nervnog sistema, kognitivnih i motoričkih sposobnosti	29
1.6 Povezanost funkcionisanja srca i mozga	35
1.7 Uslovljenosti nastanka i razvoja karakteristika, osobina i sposobnosti nasleđem i okolinom	37
1.8 Definisane modele konstrukata na osnovu kojeg se vrši izbor mernih instrumenata za procenu mogućnosti poboljšanja kognitivnih sposobnosti dece pomoću kinezioloških aktivnosti	40
1.9 Definisane populacije dece i način izbora uzorka ispitanika	42
1.10 Određivanje manifestnih karakteristika i sposobnosti dece i izbor ili konstrukcija mernih instrumenata za njihovu procenu	46
1.11 Odabir eksperimentalnog dizajna	48
1.12 Eksperimentalni tretman (plan i program primene kinezioloških aktivnosti)	51
1.13 Adekvatnost modela i metoda za analizu podataka	53
1.14 Dizajniranje mogućeg modela poboljšanja kognitivnog funkcionisanja dece pomoću primene kinezioloških aktivnosti	56
Sažetak	61
Summary	62
Literatura	63
<b>2 KOGNITIVNO FUNKCIONISANJE I FIZIČKO VEŽBANJE KOD DECE</b>	69
<b><i>Nebojša Majstorović</i></b>	
2.1 Uvod	69
2.2 Relacije fizičkog vežbanja i kognitivnog razvoja dece	72
Sažetak	77
Summary	78
Literatura	79

### **3 RELACIJE MOTORIČKOG I KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA KOD DECE**

***Željko Krneta, Nebojša Majstorović, Damjan Jakšić i Dejan Madić***

**83**

3.1 Uvod	85
3.2 Motoričke sposobnosti dece predškolskog uzrasta	87
3.3 Merenje motoričkih sposobnosti kod dece predškolskog uzrasta	88
3.4 Kognitivne sposobnosti dece predškolskog uzrasta	93
3.5 Merenje kognitivnih sposobnosti kod dece predškolskog uzrasta	94
3.6 Relacije motoričkih i kognitivnih sposobnosti dece	95
3.7 Istraživanja relacija akutnih fizičkih aktivnosti i kognitivnog funkcionisanja dece	96
3.8 Istraživanja relacija hroničnih fizičkih aktivnosti i kognitivnog funkcionisanja	97
Sažetak	101
Summary	102
Literatura	103

### **4 RELACIJE KOGNITIVNOG I KARDIOVASKULARNOG FUNKCIONISANJA KOD DECE**

**109**

***Gustav Bala, Nebojša Majstorović i Živojin Jonjev***

4.1 Uvod	111
4.2 Kognitivne sposobnosti	112
4.3 Moždani talasi	113
4.4 Električni sistem srca (srčani talasi)	114
4.5 Povezanost funkcionisanja srca i mozga	117
4.6 Kardiovaskularni fitnes i kognitivno funkcionisanje	119
Sažetak	120
Summary	121
Literatura	122

### **5 POVEZANOST RESPIRATORNOG I KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA DECE**

**125**

***Damir Lukač i Nebojša Majstorović***

5.1 Uvod	127
5.2 Povezanost respiratornog i kognitivnog funkcionisanja dece	127
Sažetak	130
Summary	131
Literatura	132

6 NEUROFIZIOLOŠKA OSNOVA MOTORNOG UČENJA I VEŽBANJA KOD DECE	135
<i>Gustav Bala, Dejan Madić i Patrik Drid</i>	
6.1 Uvod	137
6.2 Vrste motoričkog ponašanja	138
6.3 Kineziološki sistemi u procesu motornog učenja	139
6.4 Karakteristike i funkcionisanje mozga i centralnog nervnog sistema deteta pri realizaciji kinezioloških aktivnosti	141
6.5 Anatomske i fiziološke osnove neuronskih mreža	147
6.6 Razvojne karakteristike i funkcionisanje lokomotornog sistema deteta	149
6.7 Upravljanje procesom motornog učenja i vežbanja	151
6.8 Primeri istraživanja o efektima motornog učenja kod dece	156
Sažetak	161
Summary	163
Literatura	165
7 IGRE U FUNKCIJI UNAPREĐENJA INTELEKTUALNIH SPOSOBNOSTI DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA	167
<i>Patrik Drid i Dejan Madić</i>	
7.1 Uvod	169
7.2 Igre u funkciji unapređenja intelektualnih sposobnosti dece	169
7.3 Zaključak	176
Sažetak	177
Summary	178
Literatura	179
8 EFEKTI PRIMENE KINEZIOLOŠKIH AKTIVNOSTI NA KARDIOVASKULARNO FUNKCIONISANJE KOD DECE	183
<i>Živojin Jonjev i Gustav Bala</i>	
8.1 Uvod	185
8.2 Kinezološka aktivnost dece kao metoda prevencije kardiovaskularnih oboljenja	186
8.3 Faktori rizika za nastanak koronarne bolesti i fizički trening kod dece	188
8.4 Zaključak	193
Sažetak	194
Summary	195
Literatura	196

9 EFEKTI PRIMENE KINEZIOLOŠKIH AKTIVNOSTI NA RESPIRATORNO FUNKCIONISANJE KOD DECE	199
<i><b>Patrik Drid i Damir Lukač</b></i>	
9.1 Uvod	201
9.2 Aerobni trening dece	205
9.2.1 Aerobni trening niskog intenziteta	207
9.2.2 Aerobni trening umerenog intenziteta	208
9.2.3 Aerobni trening visokog intenziteta	208
9.3 Zaključak	209
Sažetak	212
Summary	213
Literatura	214

# CONTENTS

	Page
<i>Preface</i>	13
<b>1 METHODOLOGICAL PROBLEMS IN TESTING POSSIBILITIES OF IMPROVEMENT OF INTELLECTUAL FUNCTIONING IN CHILDREN BY MEANS OF KINESIOLOGICAL ACTIVITIES</b>	<b>15</b>
<i><b>Gustav Bala</b></i>	
1.1 Introduction	17
1.2 Kinesiology activity of children	18
1.3 Integral development of children	22
1.4 Problems related to the testing of cognitive functioning in children	26
1.5 Correlation function of the central nervous system, cognitive and motor abilities	29
1.6 Correlation function of the heart and brain	35
1.7 Dependent origination and development characteristics, features and ability heritage and environment	37
1.8 Definition of the model constructs based on which the selection measurement instruments to assess the possibility of improving cognitive abilities of children with kinesiology activities	40
1.9 Defining the population of children and the method of selecting the sample	42
1.10 Determination of manifest characteristics and abilities of the children and the choice of either construction of measuring instruments for their assessment	46
1.11 The choice of the experimental design	48
1.12 The experimental treatment (curriculum implementation kinesiological activities)	51
1.13 Adequacy of models and methods for data analysis	53
1.14 Designing a possible model to improve cognitive functioning of children with the use of kinesiology activities	56
Sažetak	61
Summary	62
Literatura	63
<b>2 COGNITIVE FUNCIONING AND PHYSICAL EXERCISING IN CHILDREN</b>	<b>67</b>
<i><b>Nebojša Majstorović</b></i>	
2.1 Introduction	69
2.2 The relation between physical exercise and cognitive development of children	72
Sažetak	77
Summary	78
Literatura	79

<b>3 RELATIONS OF COGNITIVE AND MOTOR ABILITIES IN CHILDREN</b>	<b>83</b>
<b><i>Željko Krneta, Nebojša Majstorović, Damjan Jakšić i Dejan Madić</i></b>	
3.1 Introduction	85
3.2 The motor abilities of preschool children	87
3.3 Measurement of motor skills in preschool children	88
3.4 Cognitive abilities of preschool children	93
3.5 Measurement of cognitive abilities in preschool children	94
3.6 Relation of motor and cognitive abilities in children	95
3.7 Researches of relations between physical activity and cognitive functioning children	96
3.8 Researches of relations between chronic physical activity and cognitive functioning	97
Sažetak	101
Summary	102
Literatura	103
<b>4 RELATIONS OF COGNITIVE AND CARDIOVASCULAR FUNCTIONING IN CHILDREN</b>	<b>109</b>
<b><i>Gustav Bala, Nebojša Majstorović i Živojin Jonjev</i></b>	
4.1 Introduction	111
4.2 Cognitive abilities	112
4.3 Brain waves	113
4.4 Electrical system of the heart (heart waves)	114
4.5 Correlation function of the heart and brain	117
4.6 The cardiovascular fitness and cognitive functioning	119
Sažetak	120
Summary	121
Literatura	122
<b>5 RELATIONS OF COGNITIVE AND RESPIRATIVE FUNCTIONING IN CHILDREN</b>	<b>125</b>
<b><i>Damir Lukač i Nebojša Majstorović</i></b>	
5.1 Introduction	127
5.2 Correlation of respiratory and cognitive functioning of children	127
Sažetak	130
Summary	131
Literatura	132
<b>6 NEUROPHYSIOLOGICAL BASIS OF MOTOR LEARNING AND EXERCISE IN CHILDREN</b>	<b>135</b>
<b><i>Gustav Bala, Dejan Madić i Patrik Drid</i></b>	
6.1 Introduction	137
6.2 Types of motor behavior	138
6.3 Kinesiology systems in the process of motor learning	139

6.4 Characteristics and functioning of the brain and central nervous system of children in the implementation of kinesiology activities	141
6.5 Anatomical and physiological basis of neural networks	147
6.6 Development characteristics and functioning of the musculoskeletal system in children	149
6.7 Managing the process of motor learning and exercise	151
6.8 Examples of research on the effects of motor learning in children	156
Sažetak	161
Summary	163
Literatura	165
<b>7 GAMES AS A FUNCTION OF PROMOTION AND DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL ABILITIES IN PRESCHOOL CHILDREN</b>	<b>167</b>
<i><b>Patrik Drid i Dejan Madić</b></i>	
7.1 Introduction	169
7.2 Games aimed at improving the intellectual abilities of children	169
7.3 Conclusion	176
Sažetak	177
Summary	178
Literatura	179
<b>8 EFFECTS OF KINESIOLOGICAL ACTIVITIES ON CARDIOVASCULAR FUNCTIONING IN CHILDREN</b>	<b>183</b>
<i><b>Živojin Jonjev i Gustav Bala</b></i>	
8.1 Introduction	185
8.2 Kinesiology activity of children as a method of prevention cardiovascular disease	186
8.3 Risk factors for coronary heart disease and physical activity in children	188
8.4 Conclusion	193
Sažetak	194
Summary	195
Literatura	196
<b>9 EFFECTS OF KINESIOLOGICAL ACTIVITIES ON RESPIRATORY FUNCTION IN CHILDREN</b>	<b>199</b>
<i><b>Patrik Drid i Damir Lukač</b></i>	
9.1 Introduction	201
9.2 Aerobic training children	205
9.2.1 The low-intensity aerobic training	207
9.2.2 Moderate intensity aerobic training	208
9.2.3 The high-intensity aerobic training	208
9.3 Conclusion	209
Sažetak	212
Summary	213
Literatura	214

**RELACIJE MOTORIČKOG I  
KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA  
KOD DECE**

**RELATION OF MOTOR AND  
COGNITIVE FUNCTIONING IN  
CHILDREN**

**Željko Krneta, Nebojša Majstorović,  
Damjan Jakšić i Dejan Madić**







### 3.1 UVOD

Ideja da fizičke aktivnosti podstiču kognitivne funkcije kod čoveka, izražena je još kroz drevnu latinsku izreku „Mens sana in corpore sano“ ("Zdrav duh u zdravom tielu"). Fizička aktivnost je oduvek smatrana kao dobro sredstvo za poboljšanje zdravstvenog statusa ljudi a posebno dece. Ovakav način razmišljanja je uticao na razvoj savremene nastave fizičkog vaspitanja u obrazovnim sistemima mnogih zemalja. Fizičko vaspitanje je deo vaspitno-obrazovnog sistema od njegovog nastanka a postaje obavezno u mnogim državama u drugoj polovini devetnaestog veka. Tokom dvadesetog veka došlo je do većeg naglaska na fizičkoj aktivnosti dece i bilo je rašireno shvatanje o važnosti obraćanja pažnje na obrazovanje tela, koliko i uma. Uprkos dugogodišnjem verovanju da zdravo telo podržava zdrav um, veza između fizičke aktivnosti i kognitivnih sposobnosti je tek nedavno pokazana kod odraslih i dece. Nekoliko nedavno sprovedenih eksperimenata sa odraslim ljudima i životinjama (Colcombe i sar., 2004; Pereira i sar., 2007) pokazala su da vežbanje koje se izvodi na redovnoj osnovi, za nekoliko nedelja menja način kognitivnog funkcionisanja. Fizička aktivnost rezultira nizom bioloških reakcija u mišićima i organima koji se reflektuju i na neke funkcije mozga (Dishman i sar., 2006). S obzirom da deca reaguju na vežbe na način sličan kao odrasli, vežbovna iskustva bi mogla imati važne implikacije na obrazovanje dece. Uticaj fizičkog vežbanja na kognitivno funkcionisanje dece i akademsko postignuće ipak ostaje i dalje dosta nedefinisano i navodi na potrebu daljih istraživanja.

Istraživanja uticaja vežbanja na kognitivne funkcije ima dosta. Od 1960. godine nekoliko stotina eksperimenata je provedeno širom sveta na ovu temu. Rezultati tih istraživanja su kontradiktorni. Dobijene su potvrde o poboljšanju kognitivnih funkcija pod uticajem fizičkih aktivnosti, ali i nalazi koji su pokazali da je taj uticaj neznatan ili ga nema. Otvorena su i brojna nova pitanja, kao što su: koji su adekvatni uslovi za posmatranje tih fenomena (intenzitet i trajanje vežbi, posmatranje tokom vežbanja ili nakon vežbanja itd.), koji fiziološki mehanizmi mogu objasniti pozitivne ili negativne posledice vežbanja na kognitivne funkcije i kognitivne procese, i dr.

Istraživanja koja su procenjivala efekte vežbanja na kognitivne funkcije koristila su veliki izbor protokola vežbanja (Tomporowski i Ellis, 1986). Fizičke vežbe koje obavljaju ispitanici mogu se svrstati prema njihovom načinu izvođenja u kontinuirana ili intervalna, prema snazi i trajanju na kratkotrajna ili akutna i dugotrajna ili hronična, prema načinu obezbeđenja energije u aerobna ili anaerobna. Ipak, efekti uticaja fizičkih aktivnosti na

kognitivne funkcije su najčešće analizirani sa dva aspekta: uticaji nakon kratkotrajnog, akutnog vežbanja i nakon dugotrajnog, hroničnog vežbanja (Audiffren, 2009).

Studije koje su koristile akutni tip vežbanja merile su mentalne performanse tokom ili odmah nakon fizičke aktivnosti. Studije koje su tretirale dugotrajna vežbanja bavile su se efektima njihovog delovanja na kognitivne funkcije. Kognicija je opšti pojam koji se odnosi na mentalno procesiranje informacija koje stižu u CNS osobe. Kognicija uključuje niz različitih procesa kao što su percepcija, pažnja, pamćenje, radna memorija, izvršne funkcije, rezonovanje i zaključivanje, opšta inteligencija a često je povezana i sa akademskim uspehom (Tomporowski, 2008). Ispitivanje uticaja fizičke vežbe na kognitivne sposobnosti dece je razvojno-psihološka tema koja ima za cilj da objasni da li fizička vežba utiča na tok kognitivnog razvoja deteta. Kognitivni razvoj predstavlja proces pojave, usložnjavanja i integracije neuralnih struktura na osnovu kojih se formiraju mentalne reprezentacije spoljašnjeg i unutrašnjeg sveta. Neuralne strukture se tiču neuronskih mreža koje omogućavaju prethodno pomenute bazične kognitivne procese.

Proces kognitivnog razvoja deteta objašnjavaju tri teorijska pristupa: racionalno-konstruktivistički, teorija socijalnog razvoja i integrisana teorija. Racionalno-konstruktivistički pristup (Jean Piaget) stavlja naglasak na urođenost i samorazvojnost kognitivnih struktura, dok socijalna teorija (Lav Vigotski) vidi razvoj kao proces kognitivnog prilagođavanja deteta na dato socijalno okruženje. Savremena shvatanja idu u susret socijalne teorije razvoja, odnosno, shvatanju kognitivnog razvoja kao oblika socijalne adaptacije u čemu razvoj jezika zauzima centralno mesto (npr. Cole i Cole, 1993; Goldin-Meadow, 2000).

Case i Okamoto (1996) pomoću modularne hipoteze o razvoju uma zadržavaju ideju o interakciji deteta sa okruženjem kao glavnim podsticajem razvoja, ali ističu da se ne radi o interakciji nekakvih generalnih kognitivnih struktura sa objektima iz okruženja, već o strukturama poput naracije, broja i prostora. Prema ovim autorima, razvoj ovih kognitivnih struktura prolazi kroz stadijume koji oni nazivaju pre-dimenzionalni (oko 4. godine života), jednodimenzionalni (oko 6. godine), dvodimenzionalni (oko 8. godine) i integrisani dvodimenzionalni (oko 10. godine života) a koji se razlikuju prema tome koliko pojmova o određenom domenu (priča, broj, prostor) dete može da procesira u jednom trenutku. Druga integrisana teorija kognitivnog razvoja (Karmiloff-Smith, 1992), takođe odbacuje ideju o razvoju generalnih kognitivnih struktura i okreće se modulima sadržaja koji su univerzalni za razvoj deteta: jezik, materijalni svet i način njegovog funkcionisanja, kvantitet, misao i emocija i simboličke reprezentacije (prema Lerner, Gonzalez, Small i Fischhoff, 2003).

Pored novih teorija i nove istraživačke tehnologije (npr. „neuroimaging“) omogućavaju da se prate razvojne promene u mozgu i koriste kao moguće objašnjenje kvalitativnih skokova tokom kognitivnog razvoja. Johnson i Munakata (2005) nalaze da mozak u razvoju koristi četiri sistema učenja, a da u okviru pristupa neuralnih mreža postoje dva takva sistema koja bi mogla da objasne proces kognitivno-razvojne promene: mehanizam učenja putem detekcije grešaka i mehanizam samo-organizujućeg učenja. Prvi sistem doprinosi razvoju tako što se individua usmerava na učenje (postizanje željenog stanja) uz maksimalnu redukciju grešaka u postupanju (npr., izbegavanje da trener primeti grešku). Ovaj mehanizam učenja je najviše angažovan u ranom periodu formiranja kognitivnih reprezentacija, nakon čega nastaju neurobiološke promene koje sistem učine manje osetljivim na nove greške a više spremnim da nastale strukture „ušanči“. Mehanizam samo-organizujućeg učenja ne pokreće nastojanje ka redukciji grešaka, nego funkcionalnost nastalih kognitivnih reprezentacija koja se zasniva na relevantnosti tih

reprezentacija za okruženje i rešavanje problema u tom okruženju. Ovi mehanizmi bi mogli biti od koristi trenerima kada nastoje da razumeju stanje nečije motoričke veštine (možda i vrhunske) nastale pod tenzijom od moguće greške ili kada takve tenzije nema.

Savremena psihologija poznaje vrlo različite tehnike procene kognitivne efikasnosti kod dece zasnovane na različitim teorijama kognitivnog funkcionisanja. Otuda nije iznenađujuće da su empirijska istraživanja koja su tretirala relacije motoričkih sposobnosti i kognitivne efikasnosti dece, koristila različite kognitivne testove (npr. samo testove memorije ili klasične IQ testove). Iz toga razloga je još uvek rano za generalne zaključke o prirodi i strukturi relacija motoričkih i kognitivnih sposobnosti kod dece. Imajući to u vidu, prikaz relacija kognitivnih i motoričkih sposobnosti daćemo vodeći računa o karakteristikama i vrsti fizičkih aktivnosti koje su dovodene u vezu sa kognitivnim funkcionisanjem dece, kao i o prirodi i vrsti samih kognitivnih sposobnosti merenih određenim instrumentima.

### 3.2 MOTORIČKE SPOSOBNOSTI DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA

Deca predškolskog uzrasta se značajno razlikuju od odraslih u pogledu njihovog fizičkog rasta i razvoja, te kognitivnog, socijalnog i psihološkog statusa. Pretražujući inostranu literaturu, zapažamo nekoliko značajnih termina koji se jako retko koriste. Svakako najznačajniji termin prilikom analiziranja motoričkih sposobnosti dece predškolskog uzrasta je termin *fitness*, odnosno fizički fitnes (Physical fitness – PF). Sama reč *fitness* potiče od engleske reči *fit*, koja bi se bukvalno mogla prevesti kao biti spreman ili biti u formi. Ipak, u užem smislu ova reč označava dobro razvijene motoričke sposobnosti, te se u tom smislu najčešće i shvata u inostranoj literaturi. Osim toga, moguće je dodati i da je PF skup osobina koje pojedinci imaju ili dostižu, a koje su opet u vezi sa mogućnostima izvođenja bilo koje fizičke aktivnosti (Caspersen, Powell i Christiansen, 1985). U prethodnih 30-40 godina pojavljivale su se brojne definicije PF, a detaljan pregled dobrog dela njih moguće je pogledati kod Pate (1988).

Motoričko izvođenje ili motorički učinak (*Motor performance – MP*), sveobuhvatniji je i šire definisan pojam od PF i podrazumeva mogućnost izvođenja fizičkih veština i specifičnijih fizičkih aktivnosti, pa i onih koje su uključene u pojedine sportove. I konačno, treći termin koji se navodi jeste zdravstveni fizički fitnes (*Health-Related Physical Fitness – HRPF*), a predstavlja osobine koje se odlikuju sposobnošću izvođenja dnevnih aktivnosti sa snažnim uticajem na smanjenje rizika od prerane starosti i bolesti prouzrokovanim nedostatkom kretanja.

Prema Pate (1988) upravo su ovo tri koncepta, tri tačke gledišta sa kojih je moguće posmatrati razvoj motoričkih sposobnosti dece (Tabela 1).

Tabela 1. Komponente MP, PF i HRPF (Pate, 1988)

Motorički učinak (MP)	Fizički fitnes (PF)	Zdravstveni fizički fitnes (HRPF)
Anaerobna snaga		
Brzina		
Mišićna snaga	Mišićna snaga	Mišićna snaga
Mišićna izdržljivost	Mišićna izdržljivost	Mišićna izdržljivost
Kardio-respiratorna izdržljivost	Kardio-respiratorna izdržljivost	Kardio-respiratorna izdržljivost
Gipkost		Gipkost
Agilnost		Telesna kompozicija

### 3.3 MERENJA MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI KOD DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA

Merenje motoričkih sposobnosti kod predškolske dece nije ni malo jednostavan i lak zadatak. Iskustva govore da deca predškolskog uzrasta jako teško mogu odgovoriti na nadražaje u smislu motoričkih sposobnosti, a pogotovo one koji se iskazuju verbalnim putem. Motivacija i zrelost u tom uzrastu često predstavljaju i presudnu ulogu. Iz razloga što je predeterminata svakog uspešnog testiranja (ma u kojoj oblasti se ono vršilo) dati maksimum raspoloživih resursa, pojedini autori (npr. Luke i Sinclair, 1991) smatraju da je u samom startu neophodno selekcionisati decu prema motivaciji i zrelosti. Pomenuti autori na ovaj problem nailaze u osnovnoj školi, tj. u mlađem školskom periodu, što dodatno daje na težini, ako se uzme u obzir testiranje motoričkih sposobnosti dece predškolskog uzrasta. Iz tog razloga, norme i dobijeni rezultati testiranja na taj način neretko znaju biti konfuzni i zbunjujući.

Fizički fitnes (PF), učestvovanje u fizičkim aktivnostima, bazične motoričke veštine i telesna kompozicija predstavljaju važne činioce u razvoju zdravog života dece. Drugim rečima, dete koje je „fizički fit“ živi sa smanjenim rizikom od razvoja ozbiljnih zdravstvenih problema.

Osim toga, fizički fitnes ima najmanje dva aspekta (Shepard, 1982) sa kojeg ga je moguće proučavati i to:

1. Zdravstveni fitnes (*health-related fitness – HRF*) i
2. Testovi sposobnosti (*performance-related fitness – PRF*).

Oba prethodno pomenuta imaju veoma visok stepen zajedničkog, dok se očekuje da značajnije različitosti moraju biti prepoznate od strane bilo kog pedagoga. Oba u mnogome zavise od genetskog potencijala (dara), ali su i pod uticajem biokulturalnih i biosocijalnih komponenata (Shepard, 1982). Konačno, *HRF* testovi mogu meriti faktore koji su direktno usmereni prema zdravlju individue.

*PRF* testovi obuhvataju merenja eksplozivne snage, agilnosti, koordinacije i brzine. Neki fitnes testovi mogu uključiti i nešto specifičnije motoričke veštine poput npr. bacanja (Docherty, 1996). Prema American College of Sports Medicine (1988) definisane su esencijalne komponente *HRF*-a i to: kardiovaskularni fitnes, mišićna snaga, mišićna izdržljivost, gipkost i telesna kompozicija. Preporučeni *HRF* testovi prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. HRPF komponente i testovne procedure (Baranowski i sar., 1992)

Komponente	Laboratorijski testovi	Terenski testovi
Kardio-respiratorna izdržljivost	maksimalna aerobna snaga ( $VO_{2max}$ ), submaksimalni testovi na bicil ergometru ( $PWC_{170}$ )	Trčanje određenih deonica (milja, 9min, 12min), step test, procenjeni shuttle-run
Telesna kompozicija	hidrostatična težina, rastvor deuterium oksida, „kalijumovo brojanje”, bioelektrična impedanca	kožni nabori, indeks(i) telesne mase, mere obima
Gipkost	goniometrijske mere, Leighton-ov fleksometar	pretklon u sedu, pretklon u stoju
Mišićna snaga	izometrijski dinamometar, izokinetički dinamometar, <i>isoinertial one repetition maximum, cable densitometer</i>	zglobovi, modifikovani zglobovi, podizanje trupa
Mišićna izdržljivost	ponavljanja ili vreme do zamora i procenat od maksimalne sile	zglobovi, modifikovani zglobovi, podizanje trupa

U većini radova koji su tretirali relacije motoričkih sposobnosti i veština sa kognitivnim funkcionisanjem dece, primenjivano je više kompleksnih baterija testova. Izdvajamo nekoliko najviše korišćenih baterija koje su pokazale i dobre metrijske karakteristike i pragmatičku valjanost.

**Test of gross motor development - TGMD-2** (Ulrich i Ulrich, 1984), je test koji meri bazične motoričke sposobnosti koje se razvijaju rano u životu. Jedan je od najkompleksnijih i najviše korišćenih standardizovanih testova. Koristi se za:

- identifikaciju dece koja znatno zaostaju za svojim vršnjacima u nivou bazičnih motornih veština i sposobnosti,
- planiranje nastavnih programa za razvoj bazičnih motornih veština,
- procenu individualnog napretka u razvoju bazičnih motornih veština,
- procenu uspeha bazičnog motornog programa,
- kao merni instrument u istraživanju bazičnih motornih veština i sposobnosti.

TGMD-2 je dizajniran za procenu bazičnog motornog funkcionisanja dece uzrasta od 3 do 10 godina. Obuhvata procenu 12 bazičnih motornih veština podeljenih u dve grupe:

- lokomotorne veštine (trčanje, poskoci, galop, skok u visinu, skok horizontalno i klizanje),
- manipulacija objektima (veštine sa loptom, kao što su udaranje stojeće lopte, hvatanje, dribling loptom, šutiranje, udaranje, obručno gornje bacanje i donje kotrljanje).

Ukupan rezultat u testu čini bruto vrednost dobijena iz oba segmenta testa. Bruto motorni rezultat je najkorisnija vrednost dobijena iz TGMD-2, jer odražava osnovne konstrukte ugrađene u testu i vrlo je pouzdan. To je najbolja procena trenutnog razvoja bazičnog motoričkog razvoja pojedinca. Visoke vrednosti rezultata pokazuju dobro razvijene lokomotorne veštine i veštine manipulacije objektima. Deskriptivna ocena rezultata je data u Tabeli 3, kao ukupni rezultat (GMQ) i kao percentilna vrednost.

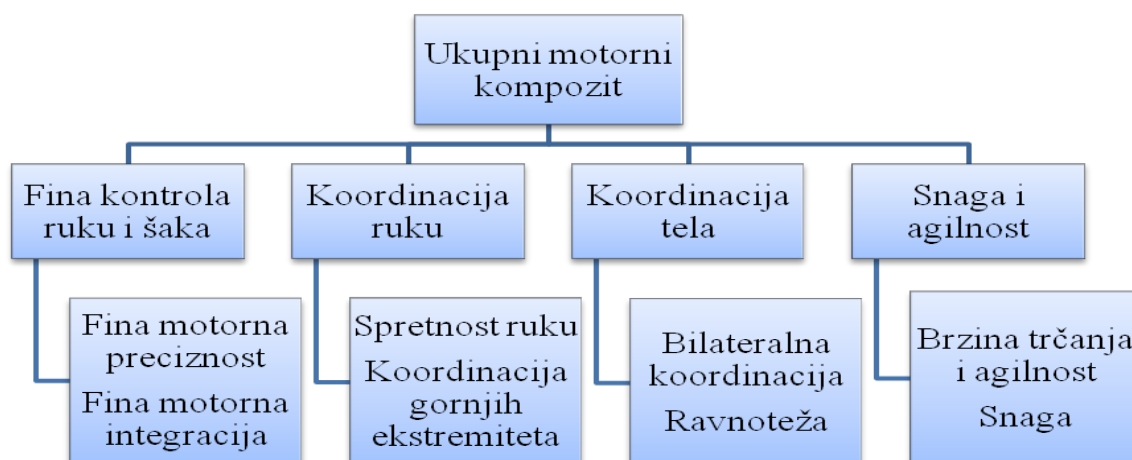
Test TGMD-2 je normiran na uzorku od 1.208 zaposlenih i školske dece u 10 država u SAD (uključujući sve uzraste, pol, regije, rasu, ruralnu i urbanu sredinu, roditeljsko obrazovanje). Tri izvora varijanse pogreške analizirani su u odnosu na TGMD-2 subtestove i ukupni rezultat. Homogenost subtestovnih rezultata prelazi vrednost od 0,80. Pouzdanost merenja dobijena test-retest metodom imala je vrednost od 0,88 i više, dok je objektivnost merenja dobijena na nivou od 0,98.

Tabela 3. Granične vrednosti za ocene u testu TGMD-2

Opisna ocena	GMQ	Percentili
Vrlo superiorna	> 130	> 99
Superiorna	121 - 130	92 - 98
Iznad proseka	111 - 120	76 - 91
Prosečna	90 - 11	25 - 75
Ispod proseka	80 - 89	10 - 24
Slaba	70 - 79	2 - 8
Vrlo loša	< 70	< 1

**The Bruininks-Oseretsky Test of of motor proficiency - BOT-2** (Bruininks, 1978) je drugi često korišćen kompleksni kompozitni test za procenu motornih veština i sposobnosti dece. On obuhvata procenu više bazičnih sposobnosti i finih motornih veština. Prilagođen je uzrastu ispitanika od 4 – 21 godine i sastoji se od 8 subtestova. Skorovi tih subtestova su grupisani u nekoliko sposobnosti koje su nazvane: fina kontrola ruku, kordinacija ruku, koordinacija celog tela i snaga i agilnost (Slika 1). Skorovi pojedinih subtestova se kombinuju u ukupni testovni rezultat koji predstavlja generalnu meru motorike ispitanika i koji je normiran na  $AS=50$  i  $s=10$ .

Ceo test zahteva 45-60 minuta za administraciju, ali odvojena kompozitna oblast se može uraditi za 10-15 minuta. BOT-2 takođe ima kratak formular koji se sastoji od jednog do dva predmeta iz svake od osam oblasti. Ovo se može koristiti kao skrining instrument i može se primenjivati u 10-15 minuta.



Slika 1. Šematski prikaz organizacije testa BOT-2

**The Movement Assessment Battery for Children - Movement ABC** (Henderson i Sugden, 1992), je kompozitni test zasnovan na proceni fine i bazične motorike za decu uzrasta od 4 do 12 godina. Test sadrži stavke u tri kategorije: manuelna spretnost, veština baratanja loptom i dinamička ravnoteža. Test je dat u skladu sa 4 različite kategorije, sa promenljivim test sadržajima u zavisnosti od starosne kategorije. Testiranje rezultira sa ukupnim skorom koji se konvertuje u percentile. Percentil rezultati ispod 5% ukazuju na definitivan motorni problem kod dece, dok se raspon od 5 - 15% smatra graničnim vrednostima za motorne probleme.

ABC test takođe sadrži i upitnik koji se popunjava od strane nastavnika ili drugog profesionalca i služi da proceni kako dete izvodi motorne aktivnosti u svakodnevnim situacijama, kao i detetova osećanja i odnos prema motornim aktivnostima. Ispitivaču je dozvoljeno da koristi bilo koji metod da se obezbedi razumevanje zadatka, što rezultira u testu koji je više fokusiran ka motornim zadacima. Iz tog razloga, test ABC je posebno pogodan za decu koja imaju problema sa ponašanjem, komunikacijom, inteligencijom i / ili pažnjom.

**The Peabody Developmental Motor Scales - Second Edition - PDMS2** (Folio i Fewell, 2000) je test bazičnog i finog motornog razvoja za decu od rođenja do 6 godina. Procena bazične motoričke komponente vrši se pomoću četiri subtesta: za ravnotežu, kretanja, reflekse i manipulaciju objektima. Dva subtesta, rezonska i vizuelna motorna integracija, čine fini deo motorike. Test zahteva da dete izvrši određene stavke motornih zadataka i zatim se oceni sa 2, 1 ili 0 boda za svaku stavku, u zavisnosti da li je dete pravilno uradilo, delimično ili nije izvršilo stavku po njenom opisu. Standardni skorovi, percentili i starosni ekvivalenti su dostupni kao količnik rezultata fine i bazične oblasti motorike. Ceo test PDMS-2 može da se administrira u 45-60 minuta. Odvojeni fini ili bazični motorni subtestovi administriraju se za 20-30 minuta.

**The Wide Range Assessment of Visual Motor Abilities - WRAVMA** (Adams i Sheslow, 1995) se sastoji od tri subtesta: Vizuelno-motorni, Vizuelno-prostorni i Fina motorika, koji se mogu primenjivati na deci uzrasta od 3-17 godina. Test se u celini može realizovati za 15-25 minuta po ispitaniku. Vizuelni motorni test predstavlja niz zadataka koje dete treba da reprodukuje. Vizuelno-prostorni test je test u kome dete treba da izabere opciju koja se najbolje podudara sa datom slikom. Test fine motorike zahteva od deteta da ubaci što više potkovicica u odgovarajuće postolje za 90 sekundi. Primenom sva tri subtesta moguće je da se utvrdi da li su vizuelno motorne teškoće posledica problema sa prostornim veštinama, motornim veštinama ili zbog integracije obe.

Pored navedenih baterija testova i mera koje su se koristile u proceni motoričkih sposobnosti i veština dece, uglavnom u radovima sa prostora Evrope i USA, karakteristična je primena baterija testova pod modelom motoričkih sposobnosti koji je razvijen na prostorima bivše Jugoslavije. Na osnovu modela motoričkih sposobnosti odrasle dece i omladine (Kurelić i sar., 1975; Metikoš, Gredelj i Momirović, 1979; Strel i Šturm, 1981), školske dece uzrasta 6 do 10 godina (Bala, 1981), kao i predškolske dece (Bala, 2002) odabran je uzorak motoričkih testova koji pokriva procenu odgovarajućih fizioloških mehanizama (Gredelj, Metikoš, Hošek i Momirović, 1975), sa ciljem definisanja generalnog faktora motorike dece:

#### A) MEHANIZAM ZA STRUKTURIRANJE KRETANJA

##### I Koordinacija tela i reorganizacija stereotipa kretanja

###### 1) Test "Poligon natraške"



B) MEHANIZAM ZA SINERGIJSKU REGULACIJU I REGULACIJU TONUSA

II Frekvencija pokreta

2) Test "Taping rukom"

III Gipkost

3) Test "Pretklon u sedu raznožnom"

C) MEHANIZAM ZA REGULACIJU INTENZITETA EKSCITACIJE

IV Eksplozivna snaga

4) Test "Skok udalj iz mesta"

5) Test „Trčanje 20 m”

D) MEHANIZAM ZA REGULACIJU TRAJANJA EKSCITACIJE

V Repetitivna snaga trupa

6) Test "Podizanje trupa"

VI Statička snaga ruku i ramenog pojasa

7) Test "Izdržaj u zgibu".

U nastavku dajemo i kratki opis navedenih testova:

1. *Poligon natraške* - dete treba što brže četvoronoške unazad da savlada razdaljinu od 10 m sa dve prepreke, i to tako da prvo pređe preko poklopca švedskog sanduka, a zatim da se provuče kroz okvir švedskog sanduka. Zadatak se meri u desetinkama sekunde, uz prethodnu probu.
2. *Taping rukom* - u toku petnaest sekundi dete treba da naizmenično boljom rukom udara po označenim površinama malog stola, dok drugu šaku drži između označenih površina. Rezultat je broj naizmeničnih duplih dodira u zadatom vremenu.
3. *Pretklon u sedu raznožnom* - dete iz seda raznožnog, leđima naslonjeno na zid, izvodi što dublji pretklon klizeći prstima obe šake po lenjiru sa označenim cm, položenim na tlo ispred deteta. Rezultat je daljina dohvata u cm od početne tačke dodira na tlu iz sedenja, naslonjenim o zid.
4. *Skok udalj iz mesta* - dete sunožnim odskokom treba da skoči što dalje na tepih sa označenim cm. Rezultat je dužina skoka u cm.
5. *Trčanje 20 m* - dete iz stojećeg starta, trči što brže razdaljinu od 20 m. Rezultat je vreme u desetinkama sekunde pretrčane razdaljine od 20 m.
6. *Podizanje trupa* - dete leži leđima na strunjači, savijenim kolenima i ukrštenim rukama na suprotnim ramenima. Ispitivač pridržava stopala detetu, koje se diže iz početnog položaja u sed i odmah vraća u ležanje. Rezultat je broj korektno izvedenih podizanja u sed u trajanju 60 sekundi.
7. *Izdržaj u zgibu* - dete pothvatom visi što duže u zgibu na malom vratilu, održavajući bradu iznad šipke vratila. Rezultat je vreme izdržaja u desetinkama sekunde.

Detaljan opis sa standardizacijom i metrijskim karakteristikama ovih testova, može se naći kod Bala (2002) i Bala, Popović i Stupar (2002).

### **3.4 KOGNITIVNE SPOSOBNOSTI DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA**

Kognitivne sposobnosti podrazumevaju mentalno procesiranje informacija i uključuju takve procese kao što su pažnja, percepcija, pamćenje, rezonovanje i rešavanje problema. Kognitivno procesiranje, pored obrade informacija, uključuje i kontrolu izvršenja akcije i to kroz proces kontrole „odozdo prema gore“ (kodiranje i obrada stimulusa), i kroz proces kontrole „od gore nadole“ (planiranje, strategija korišćenja i organizacija cilja usmerene aktivnosti).

Pitanje latentne strukture kognitivnih sposobnosti je u psihologiji rešavano faktorizacijom individualnih mera sposobnosti. U prvoj polovini 20. veka pojavljuju se hijerarhijski i heterarhijski modeli inteligencije koji na različite načine oslikavaju latentni prostor inteligencije. I dok hijerarhijski model insistira na postojanju jednog opšteg G-faktora inteligencije koji se manifestuje u određenom broju specifičnih dimenzija, dotle heterarhijski model govori o postojanju međusobno nezavisnih intelektualnih sposobnosti.

Savremena istraživanja otkrivaju da je generalni kognitivni faktor uključen u planiranje i u odabir strategije potrebne za ostvarenje cilja (Das i sar., 1994). Danas postoji opšti konsenzus među istraživačima da kognitivno procesiranje čini više komponenti. Tako, pomoću konfirmativne faktorske analize, Miyake i sar. (2000) nalaze tri podkomponente kognitivne dimenzije: (1) prebacivanje između zadataka ili mentalnih setova, (2) ažuriranje i praćenje rada radne memorije i (3) inhibicija dominantnih unapred pripremljenih odgovora. Drugi istraživači (npr. Towse i Neil 1998; Towse i McLachlan, 1999; Miyake i sar., 2000; Fridman i Miyake, 2004) metodom glavnih komponenti faktoriziraju skup slučajno generisanih zadataka i potvrđuju da je struktura kognitivnog prostora tro-komponentna. Dve od tih komponenti su podudarne sa dve podkomponente izdvojene u istraživanju Miyake i sar. (2000).

Empirijski nalazi dobijeni u skorijim istraživanjima na odraslima potvrđuju predviđanja izvedena iz hipoteze o centralnom izvršnom procesoru (engl. Central executive hypothesis). Pretpostavljeno je da se ista hipoteza može upotrebiti za predviđanje efekata fizičkog vežbanja na poboljšanja centralnog izvršnog procesora kod dece. Kada je reč o kognitivnom razvoju, postoje dokazi da se količina sive mase kore mozga drastično povećava u ranom djetinjstvu, a potom da se u periodu između 7. godine i mladosti smanjuje, kao i da se tada ubrzava mijelinizacija i povezivanje neurona u frontalnom korteksu (Giedd i sar., 1999; Sowell, Thompson, Holmes i sar., 1999; Sowell, Thompson, Leonard i sar., 2004). Proces povećane mijelinizacije, specijalizacije i povezivanja neurona u prefrontalnom regionu korteksa prati postignuće na kognitivnim testovima, što ukazuje na ubrzanje kognitivnog procesiranja (Amso i Casey 2006; Casey i sar., 2005; Gogtay i sar., 2004). Diferencijacija i integracija kortikalnih mreža u prefrontalnom režnju su odgovorni za kontinuirano poboljšanje u brzini obrade, korišćenje strategije i radne memorije kod dece (Diamond, 2002). Fizičko vežbanje utiče na neurološki razvoj deteta (Nelson 1999, 2000), jer dovodi do proizvodnje neurotrofina koji potpomažu opstanak, rast i diferencijaciju neurona (Vaynman i Gomez-Pinilla, 2006), sinaptogenezu i mijelinizaciju

(Huttenlocher, 1994; Huttenlocher i Dabholkar, 1997), kao i angiogenezu koja utiče na nivo i distribuciju glukoze i kiseonika (Black, Isaacs, Anderson, Alcantara i Greenough, 1990). O povezanosti motoričkih aktivnosti i promena u kognitivnom funkcionisanju kod dece biće reči kasnije u ovom tekstu.

### 3.5 MERENJE KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI KOD DECE PREDŠKOLSKOG UZRASTA

Ako se slede osnovne premise savremenih teorija kognitivnog razvoja, postavlja se pitanje: da li sadržaj interakcije koju dete ostvari sa fizičkim i socijalnim okruženjem dovodi do boljeg/lošijeg kognitivnog funkcionisanja i da li takva interakcija, ukoliko je sistematska i dugotrajna, ubrzava sâm proces kognitivnog razvoja? Da bi se odgovorilo na ovo pitanje neophodno je definisati tehnologiju merenja kognitivnih resursa deteta, bez obzir na to da li se radi o istraživanju sa longitudinalnim nacrtom ili nacrtom poprečnog preseka.

Najčešća klasična mera kognitivnih sposobnosti kod dece je WISC (Wechsler Intelligence Scale) sa varijantama za mlađu decu (2-6; WPPSI-III) i decu starijeg uzrasta (6-16 godina WISC-III i WISC-IV). Ovaj test daje, pored generalnog IQ, i verbalni IQ, IQ postignuća, kvocijent brzine procesiranja i jezički kompozitni skor. Vrlo poznata je i Stanford-Binet-ova skala inteligencije sa verbalnim i neverbalnim zadacima koji mere fluidno, kvantitativno i vizuelno-spacijalno rezonovanje, znanje i radnu memoriju. Ovaj test daje 10 subskalnih skorova kao i ukupan IQ skor.

Poznat i vrlo čest u primeni je i test *Ravenove progresivne matrice* sa varijantom u boji koja je namenjena za merenje G-faktora inteligencije kod dece uzrasta od 5 godine i naviše. Ravenove matrice u boji, kao neverbalni test, sadrže tri serije (A, Ab i B) sa po 12 zadataka. Serija A se bazira na dopunjavanju kontinuiranih sklopova, serija B na otkrivanju analogije među parovima figura, dok je serija Ab uvedena da bi se smanjio prelaz u direkciji mišljenja. Predviđene su kao test nezavisan od kulture (Raven, 1956).

Pored testova opštih intelektualnih sposobnosti, postoje mnogi testovi dizajnirani da mere pojedine kognitivne sposobnosti definisane u okviru savremenih kognitivnih teorija, kao što je PASS teorija (Das, Kirby i Jarman, 1975). Na primer, „Cognitive Assessment System“ (CAS; Naglieri i Das, 1997) sadrži 4 subskale kojima meri planiranje, pažnju, sukcesivno i simultano procesiranje kod dece uzrasta 5 do 18 godina. Ovaj test pruža uvid u kvalitet i teškoće procesiranja unutar ova četiri funkcionalna sistema uma, umesto da u obliku skora daje generalizovanu procenu kognitivne efikasnosti.

Svi ovi testovi su individualnog karaktera, odnosno ispitivač procenjuje samo jednog ispitanika. Ovakvo testiranje nije prikladno i ekonomično za grupna testiranja ispitanika u eksperimentalnim istraživanjima longitudinalnog karaktera i na većem broju ispitanika ( $N \geq 100$ ).

### 3.6 RELACIJE MOTORIČKIH I KOGNITIVNIH SPOSOBNOSTI DECE

Kao što je već navedeno, ranija istraživanja relacija kognitivnih i motoričkih sposobnosti imala su kontradiktorne nalaze. Obzirom na veliki broj ranijih istraživanja, prikazaće se njihovi nalazi kroz dve značajne meta analize koje su sumirale rezultate ovih istraživanja u ranijem periodu.

U meta analizi Etnier i sar. (1997) analizirali su 134 studije sa 1260 izračunatih efekata i dobili veličinu ukupnog efekta od 0,25. Iako je dobijeni efekat ukazivao na značajnu relaciju kognitivnih i motoričkih sposobnosti, autori, kao i kasniji kritički osvrti na te nalaze, ukazali su, da se ti nalazi ne mogu sa sigurnošću prihvatiti, obzirom da je dobar deo analiziranih radova bio nedovoljnog kvaliteta i uglavnom korelativnog tipa. U ovoj meta analizi uzrast ispitanika je korišćen kao moderator varijabla. Dobijeni nalazi su pokazali da efekti kod dece iznose 0,37 za dugotrajne fizičke aktivnosti i da su značajno veći nego kod ostale populacije. Takvi nalazi su ukazali na potrebu većeg obraćanja pažnje na uzrasne razlike u istraživanju relacija kognitivnih i motoričkih sposobnosti.

Jedna kasnija meta analiza relacija kognitivnih i motoričkih sposobnosti dece (Sibley i Etnier, 2003) utvrdila je ukupni učinak relacija od 0,32 i ukazala na to da kod dece fizička aktivnost ima pozitivan odnos sa kognicijom. Rezultati iz analize ukupnog efekta i analize srednjih vrednosti podržavaju tvrdnje o pozitivnom uticaju fizičkih aktivnosti na kogniciju. Prosečni efekti u eksperimentalnim grupama bili su znatno veći od prosečnog poboljšanja kod kontrolnih grupa. Grupe koje su bile izložene fizičkim aktivnostima pokazale su poboljšanja u kognitivnim funkcijama otprilike u vrednosti 0,5 standardne devijacije. Osim toga, kod 10 od 15 studija utvrđena je statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima efekata, što dodatno ukazuje na postojanje konzistentnosti takvih rezultata u literaturi. Efekti koji su utvrđeni u kvantitativnim analizama, u kombinaciji sa rezultatima analize ukupnih efekata i efekata razlika srednjih vrednosti kod različitih istraživanja, pokazali su dosledno prisustvo značajnih relacija između fizičkih aktivnosti i kognitivnih funkcija, koje su u prošlosti smatrane gotovo nemogućim. Ispitivanje moderator varijabli omogućilo je bolji uvid u suštinu rezultata ovih istraživanja.

Kod moderator varijabli vrsta eksperimentalnog dizajna, zdravlje ispitanika i vrsta aktivnosti, nije nađena statistički značajna relacija. Međutim, detaljna analiza ukazala je na to da fizička aktivnost ima pozitivan odnos sa kognicijom u svim vrstama dizajna, kod svih uzrasnih kategorija ispitanika i za sve vrste fizičkih aktivnosti. Nalaz da je kod studija sa pravim eksperimentalnim dizajnom dobijen efekat kao i kod studija manje kvalitetnih eksperimentalnih dizajna (kvazi-eksperimentalni), upućuje na zaključak da ti rezultati podupiru mogućnost da bavljenje fizičkom aktivnošću uzrokuje poboljšanja u kognitivnom funkcionisanju. Takav zaključak je dosta ograničen, obzirom da je sproveden relativno mali broj (9) pravih eksperimentalnih studija u kojima je utvrđeno delovanje eksperimentalnih tretmana (fizička aktivnost) na kognitivne funkcije.

Tip aktivnosti takođe se nije pokazao kao značajna moderator varijabla. Ovo je opet važno otkriće jer sugerise da bilo koji tip fizičke aktivnosti pozitivno deluje na kognitivne funkcije. Međutim, ovaj zaključak ne pruža mnogo objašnjenja koji se mehanizam krije u pozadini dobijenih poboljšanja kognitivnih funkcija. Isto tako, ne sme se zaboraviti da su rezultati meta analize ograničeni zbog različitih dizajna studija u tom području. Prema tome, buduća empirijska istraživanja u tom području trebalo bi posebno usmeriti na rešavanje pitanja mehanizama koji proizvode dobijene efekte.

Konačno, značajan moderator je i vrsta kognitivne procene. Najzanimljiviji nalazi su dobijeni kod moderator varijabli IQ i školskog uspeha, kod kojih je dobijen nivo efekta iznosio 0,34 i 0,30 respektivno. To su dva područja kognicije za koje su nastavnici verovatno najviše zainteresovani za poboljšanje. Ovo otkriće ima značaja kao kontra argument težnji pedagoških vlasti da kineziološke programe smanjuju ili ukidaju za račun drugih akademskih sadržaja. Treba napomenuti, s obzirom na procenu kognitivnih moderatora, da je u 44 studije uključene u analizu bilo čak 57 različitih metoda procene kognitivnih sposobnosti, od kojih su mnoge posebno konstruisane za pojedine studije i nedovoljno ispitane.

Rezultati ove analize, kada se uporede sa ranijim studijama, podržavaju ideju koju je izneo Shephard (1997) da se svakodnevna fizička aktivnost može uvesti u škole bez ugrožavanja opšteg akademskog uspeha. Ona pruža dokaze za tvrdnju da fizička aktivnost treba da bude deo svakog dečjeg dana, jer će doprineti fizičkom zdravlju i poboljšanju kognitivnog funkcionisanja dece.

### **3.6.1 ISTRAŽIVANJA RELACIJA AKUTNIH FIZIČKIH AKTIVNOSTI I KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA DECE**

Studije koje analiziraju uticaj akutnog (kratkotrajnog) vežbanja na kognitivne funkcije, zasnivaju se na merenju kognitivnog funkcionisanja tokom ili odmah nakon same fizičke aktivnosti. Rana istraživanja dizajnirana za procenu posledica pojedinačnih akutnih fizičkih aktivnosti na kognitivno funkcionisanje, zasnovana su na teoriji koja pretpostavlja obrnuti oblik funkcija između uzbuđenja i performansi. Te teorije pretpostavljaju da poboljšanje performansi fizičke aktivnosti na optimalni nivo dovodi do povećanja uzbuđenja, ali u određenom trenutku izvođenja ono počinje da opada (Easterbrook, 1959). Zanimljivo je da su prve studije učinka kratkotrajne fizičke aktivnosti na dečje ponašanje i psihičke performanse dizajnirane kao odgovor na tvrdnje nekih teoretičara da pauza za fizičko vaspitanje u toku školskog dana preterano uzbuđi decu i može imati štetan uticaj na dečje ponašanje u odeljenju i njihov akademski učinak. Cilj studije koju su uradili Gabbard i Barton (1979) bio je da utvrde da li je razumno ograničavanje nivoa dečje fizičke aktivnosti tokom školskog dana. Procena performansi matematičkih izračunavanja dece nakon časa fizičkog vaspitanja, upućuje na zaključak da fizičko vežbanje u toku časa fizičkog vaspitanja ne šteti dečjem akademskom uspehu na drugim časovima. McNaughten i Gabbard (1993) su ocenili brzinu matematičkog računanja 120 dečaka i devojčica uzrasta 9-10 godina i otkrili da su rezultati bili znatno bolji nakon šetnje oštrim tempom u trajanju od 30 i 40 min., nego nakon 20 minuta vežbanja. Caterino i Polak (1999) su primetili da je kod dece primetan ubrzani nivo identifikacije i odgovarajuće performanse značajno poboljšane nakon 15 min. intenzivnih aerobnih vežbi u odnosu na 15 min vežbi istezanja.

U dve odvojene pregledne studije istraživanja efekata akutne fizičke aktivnosti na kognitivno funkcionisanje (Tomporowski, 2003a; Sibley i Etnier, 2003) autori ukazuju na:

- 1) malobrojnost istraživanja koja su sprovedena kako bi se procenili učinci fizičke aktivnosti na dečje mentalne funkcije,
- 2) nedostatak teorija koje daju osnovu pristupu procene odnosa vežbanja i kognitivnih funkcija, i

- 3) da je potrebno ispitati uslove pod kojima delovanje fizičke aktivnosti može olakšati kognitivno funkcionisanje dece.

Ovi pregledi i nekoliko narednih eksperimenata s odraslima (Tomprowski, 2003b; McMorris i Graydon, 2000; Lambourne i Tomporowski, 2010), dali su podsticaj daljim istraživanjima o relacijama akutnog vežbanja i kognitivnih funkcija. Nekoliko istraživanja su pokazala da je poboljšanje dečije kognitivne funkcije i učenja povezano sa određenim vrstama motornih aktivnosti koje se obavljaju tokom vežbanja. Budde, Voelcker-Rehage, Pietrassyk-Kendziorra, Ribeiro i Tidow (2008) su utvrdili da je 10 minuta intenzivnog vežbanja osmišljenog tako da ima visoko mentalno angažovanje, rezultiralo većim poboljšanjem kognitivnog funkcionisanja predškolske dece, nego što je to slučaj kod vežbanja koja ne uključuju mentalno angažovanje i pažnju pri izvođenju zadatka. Pesce, Crova, Cereatti, Casella i Bellucci (2009) primetili su da je 40 minuta aerobnih vežbi koja obavljaju deca u motoričkim zadacima sa rešavanjem problema, dovelo do boljeg učinka memorije nego što je to kod tradicionalnih aerobnih aktivnosti.

Na kraju, može se zaključiti da veći broj istraživanja sugerise da akutna fizička aktivnost deluje pozitivno i doprinosi dečjem uspehu na testovima koji mere pažnju, pamćenje, brzo odlučivanje i planiranje.

### **3.6.2 ISTRAŽIVANJA RELACIJA HRONIČNIH FIZIČKIH AKTIVNOSTI I KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA**

Hronično fizičko vežbanje karakteriše se ponavljanjem akutnih fizičkih aktivnosti posebno dizajniranih za poboljšanje jedne ili više dimenzija fizičke spremnosti (Audiffren, 2009). Učinci hroničnog vežbanja ili dugotrajnog treninga na fiziološke sisteme kod odraslih i dece su u središtu znatnog broja studija. Iako postoje izuzeci, način na koji dečiji organizam odgovara na zahteve treninga ne razlikuju se kvalitativno od odraslih. Rezultati istraživanja sprovedenih sa decom i odraslima pokazuju da aerobni trening dovodi do poboljšanja u kardiorespiratornom funkcionisanju, a anaerobni trening dovodi do poboljšanja u angažovanju mišića i brzini mišićne kontrakcije, dok trening otpora dovodi do povećanja snage i izdržljivosti. Veličina dečijih dobitaka u tim rezultatima se razlikuju od onih kod odraslih zbog razlika u razvojnim faktorima (npr. dostupnost hormona).

U prospektivnoj studiji Tomporowski i sar. (2008) dali su pregled jedanaest eksperimenata koji tretiraju odnos treninga i mentalnih funkcija na temelju tri opšte mere: opšte inteligencije, kognicije i akademskog postignuća. Tradicionalni psihometrijski testovi inteligencije (npr. WISC, Stanford-Binet) daju zbirne rezultate kod dece na osnovu pojedinačnih rezultata u različitim testovnim zadacima. Kognitivni testovi su dizajnirani kako bi pružili detaljnu procenu pojedinih aspekata mentalnih funkcija (npr. pažnju, pamćenje i generalni kognitivni faktor). Školski uspeh je procenjivan na osnovu uspeha u određenom razredu, procene nastavnika, ali i primenom standardizovanih testova (npr. Woodcock-Johnson). Tumačenje rezultata tih istraživanja bilo je otežano jer su se vrste vežbovnih sadržaja znatno razlikovale. Fizičke aktivnosti su obuhvatile ravnotežu, koordinaciju i snagu, aerobno vežbanje i dopunske instrukcije o fizičkom vežbanju. Iz tih istraživanja izvučeno je nekoliko uslovnih zaključaka. Hronične vežbe ne dovode do promene na opštim rezultatima testa inteligencije (Tomprowski i sar., 2010b; Keeley i Fox, 2009). Istraživači koji su koristili testove koji mere izvršne funkcije dobili su potvrdu za selektivne učinke vežbanja, posebno aerobnog treninga, na dečije kognitivno

funkcionisanje. Eksperimenti sa standardizovanim testovima akademskog uspeha kao mere ishoda, otkrili su korisne učinke fizičkih aktivnosti na mentalno funkcionisanje dece. Jedan rani eksperiment, zbog svoje eksperimentalne strogosti, posebno je vredan spominjanja. Ismail (1967) je na uzorku od 142 dece uzrasta 5 i 6 godina, koji su bili ujednačeni na osnovu IQ, pola i zdravstvenog stanja i slučajno izabrani, primenio program vežbanja koji je sadržao posebne dnevne fizičke aktivnosti, dok je kontrolni subuzorak činila grupa dece u standardnom programu fizičkog vaspitanja. Istraživanje je sprovedeno tokom cele akademske godine. Važan organizacioni element ove studije bio je podela dece na jedan od tri nivoa postignuća na temelju kombinacije inicijalnih rezultata IQ testa, akademskog uspeha i rezultata procene nastavnika. Deca koja su učestvovala u programu posebnih fizičkih aktivnosti bila su znatno bolji na Stanford testu postignuća. Poboľšan akademski učinak zabeležen je bez obzira na početni nivo uspeha dece u školi, što sugeriše da koristi od organizovanih fizičkih aktivnosti mogu imati deca bez obzira na inicijalni nivo akademskog postignuća.

Donnelly i sar. (2009) sproveo je trogodišnje istraživanje na stratifikovanom slučajnom uzorku dece II i III razreda, primenjujući program kontrolisanih fizičkih aktivnosti. Vežbanje je sprovedeno 90 minuta nedeljno i sastojalo se od umerenih i intenzivnih fizičkih aktivnost nekoliko puta tokom školskog dana. Deca koja su učestvovala u eksperimentalnom programu pokazala su znatno bolji rezultat na Wechsler testu postignuća od dece koja nisu imala program specijalizovanih fizičkih aktivnosti.

Davis i sar. (2011) sprovedli su eksperiment u trajanju 13 nedelja, u kojem je učestvovalo 171 dete uzrasta od 7-11 godina. Deca su slučajnim izborom podeljena u grupe za vežbanje u trajanju od 20 ili 40 minuta po sesiji ili u kontrolnu grupu koja nije vežbala. Deca koja su bila podvrgnuta posebnom programu vežbanja pokazala su bolji uspeh u standardizovanim testovima školskog uspeha.

Istraživanja autora iz zemalja bivše Jugoslavije, takođe potvrđuju pozitivne i značajne relacije motorike dece i njihovih kognitivnih sposobnosti. U većini tih istraživanja, motoričke sposobnosti su procenjivane primenom baterija testova zasnovanih na modelu strukture motoričkog prostora definisane na tim prostorima (Kurelić i sar., 1975; Gredelj i sar., 1975; Strel i Šturm, 1981; Bala 1981; Bala 2002)

Madić (1991; prema: Aleksić, 2009) je na uzorku od 68 dece oba pola, predškolskog uzrasta, izvršio istraživanje o povezanosti motoričkih sposobnosti i stepena razvoja intelektualnih sposobnosti. Relacije su utvrđivane pomoću testa „NBS“. Ovaj test namenjen je ispitivanju stepena nivoa intelektualnog razvoja dece uzrasta 4-15 godina. Na bazi dobijenih rezultata o povezanosti motoričkih dimenzija i kognitivnih karakteristika, može sa zaključiti da je utvrđena pozitivna povezanost kod dece ovog uzrasta. Ova povezanost naročito je izražena kod složenijih motoričkih zadataka. Razloge za ovakve rezultate treba potražiti u ontogenetskom razvoju jedinke. Naime, poznata tendencija u razvoju, bilo da on teče brže ili sporije, jeste konstantnost razvojnog reda. Bolja povezanost G faktora sa motoričkim strukturama u kojima dominiraju pokreti nogu mogla bi se objasniti procesom sazrevanja motoričkih sposobnosti dece ovog uzrasta, koje je još uvek u fazi diferencijacije.

Kovač i Strel (2000) analizirali su relacije motoričkih sposobnosti i fluidne inteligencije na uzorku od 1859 ispitanica, uzrasta 10-18 godina. Za procenu motoričkog prostora korišćena je baterija od 26 testova dok je fluidna inteligencija procenjivana primenom testa TN-20. Utvrđene su relacije inteligencije i agilnosti, koordinacije pokreta u ritmu, brzine jednostavnih pokreta i fleksibilnosti, s tim da je ta povezanost bila izraženija u mlađem uzrastu. Autori su zaključili da motorički zadaci u kojima je potrebno u kratkom

vremenskom periodu rešiti kompleksne motoričke strukture, delimično zavise i od kognitivnih dimenzija ličnosti. Povezanost inteligencije sa varijablama saturiranim energetske izlazom mogu se objasniti efikasnošću tehnike, odnosno učešćem mehanizma za regulaciju tonusa.

Planinšec (2001) je na uzorku od 189 devojčica i 203 dečaka uzrasta 5,5 godina utvrđivao kanoničke relacije između motorike i inteligencije i analizirao eventualne razlike u odnosu na pol. Motoričke sposobnosti procenjene su pomoću 28 motoričkih testova, a procena inteligencije izvršena je RAZKOL testom. Test se sastojao od verbalnih i neverbalnih zadataka koji, po autoru, predstavljaju test za procenu generalnog kognitivnog faktora. Utvrđena faktorska struktura sastojala se od 8 latentnih dimenzija kod dečaka i devojčica. Rezultati kanoničke korelacione analize su ukazali na postojanje statistički značajne povezanosti motorike i inteligencije. Pri tome, kod oba pola dimenzija koja pokazuje najveću povezanost sa inteligencijom bila je latentna dimenzija definisana kao koordinacija i brzina pokreta. Kod dečaka značajnu povezanost je pokazala i latentna dimenzija ravnoteže, dok je kod devojčica to bila eksplozivna snaga.

Dolenc, Pistotnik i Pinter (2002) su na uzorku od 75 devojčica uzrasta od 7 do 11 godina, koristeći 5 motoričkih testova za procenu koordinacije kretanja i testa TN-10B za procenu kognitivnih sposobnosti, utvrdili da je koordinisano izvođenje kompleksnog pokreta sa funkcionalnom osnovom u moždanom korteksu (fluidna inteligencija) značajno povezano sa mogućnošću realizacije celokupnog programa. Najveća povezanost između fluidne inteligencije i koordinacije utvrđena je kod devojčica uzrasta 7 godina.

Planinšec (2002a) je na uzorku od 337 devojčica i 328 dečaka analizirao relacije motoričkih sposobnosti i inteligencije. Koristio je 28 testova za procenu motoričkih sposobnosti i RAZKOL test za procenu generalnog kognitivnog faktora. Relacije motoričkih sposobnosti i inteligencije utvrđivane su korišćenjem regresione analize, odnosno utvrđivanjem zajedničkog varijabiliteta ova dva prostora. Rezultati istraživanja ukazali su na postojanje statistički značajne povezanosti ova dva prostora, koja se pre svega ogledala u povezanosti inteligencije sa latentnim faktorom definisanim kao koordinacija i brzina pokreta.

Planinšec (2002b) je na uzorku od 550 dečaka uzrasta 10, 12 i 14 godina utvrđivao razvojne promene relacija motoričkih sposobnosti i fluidne inteligencije. Motoričke sposobnosti procenjene su baterijom od 26 motoričkih zadataka dok je fluidna inteligencija procenjena testom TN-20. Motoričke varijable su tretirane i u manifestnom i u latentnom prostoru. Rezultati istraživanja su ukazali da postoji povezanost motoričkih sposobnosti i fluidne inteligencije. U svakom uzrastu najveća povezanost iskazana je preko povezanosti fluidne inteligencije i sposobnosti koordinacije pokreta u ritmu. Motorička sposobnost brzine pokreta pokazuje nešto nižu povezanost sa fluidnom inteligencijom. Korelacija ova dva prostora najveća je na uzrastu dečaka od 12 godina, dok je najmanja povezanost dobijena na uzrastu desetogodišnjaka. Istraživanje je potvrdilo postojanje uticaja razvojnih promena na povezanost inteligencije i motorike.

Bala, Sabo i Popović (2005) su na uzorku od 660 dece predškolskog uzrasta (333 dečaka i 327 devojčica), koja su bila pred polazak u prvi razred, primenili bateriju od 16 motoričkih testova sa ciljem analize odnosa između motoričkih sposobnosti i spremnosti dece za polazak u školu. Koristeći kanoničku korelacionu analizu u Mahalanobisovom prostoru, analiza je sprovedena odvojeno za dečake i devojčice. Dobijeni rezultati su pokazali da i kod dečaka i devojčica, generalni motorički faktor ima pozitivnu i značajnu relaciju sa opštom spremnosti za polazak u školu. Zbog takvih nalaza autori ističu značaj motornog obrazovanja u predškolskom uzrastu.



M. V. Stojanović, Rubin, M. Stojanović i Fratrić (2006), su na uzorku od 162 dečaka i 118 devojčica uzrasta 5 i 6 godina primenili bateriju testova za procenu motoričkog statusa i test za procenu inteligencije (Ravenove progresivne matrice u boji). Cilj istraživanja bio je da se utvrdi povezanost motorike i inteligencije i da se kompariraju dobijeni rezultati. Dobijeni rezultati pokazali su da postoji statistički značajna veza motorike i inteligencije i kod dečaka i devojčica, te da je jačina povezanosti inteligencije i motorike skoro identična, sa tim što iz prostora motorike različite dimenzije utiču na tu vezu. Kod dečaka povezanost sa inteligencijom ostvaruju varijable za frekvenciju pokreta i statičke sile, dok je kod devojčica ovu povezanost ostvarila varijabla za procenu eksplozivne snage. Može se reći da je na osnovu ranijih istraživanja povezanost frekvencije pokreta i eksplozivne snage sa kognicijom bila očekivana, dok se to za statičku snagu to ne može reći.

M. V. Stojanović i M. Stojanović (2006), su na uzorku od 658 ispitanika predškolskog uzrasta primenili bateriju od 7 motoričkih testova i test za procenu inteligencije (Ravenove progresivne matrice u boji). Cilj istraživanja bio je da se utvrde razvojne promene u relacijama motoričkog statusa i inteligencije. Rezultati su pokazali da postoji statistički značajna relacija motorike i inteligencije na uzrastu od 5 i 6 godina kao i da povezanost opada sa uzrastom. Najveći parcijalni uticaj na inteligenciju imala je varijabla za procenu frekvencije pokreta. Takođe je utvrđeno da razvojne promene imaju značajan uticaj na relacije motorike i inteligencije.

Katić i Bala (2012) analizirali su relacije kognitivnih i motoričkih faktora kod dece ženskog pola uzrasta od 10-14 godina. Studija je obuhvatila uzorak od 162 učenice starosti 10-14 godina, podeljene u dve grupe: 84 učenice od 10-12 godina i 78 od 13-14 godina. Rezultati su, između ostalog, ukazali na to da kognitivno funkcionisanje ima značajan udeo u motornoj efikasnosti devojaka uzrasta 10-14 godina. U mlađoj starosnoj grupi (10-12 godina), kognitivno funkcionisanje bilo je u vezi sa motornim sistemom koji integriše regulaciju tonusa mišića i agilnost/koordinaciju. U starijoj dobnoj grupi (13-14 godina), kognitivno funkcionisanje je učestvovalo u definisanju faktora koordinacije i intenziteta energetske mobilizacije donjih ekstremiteta i, u manjoj meri, faktora za regulaciju intenziteta energetske mobilizacije gornjih ekstremiteta i trupa.

Kao zaključak, može se reći da je relativno mali broj studija sproveden kako bi se procenio uticaj hroničnog fizičkog vežbanja na kognitivno funkcionisanje dece. Međutim, nekoliko dobro osmišljenih eksperimenata ipak pruža dokaze da organizovano hronično vežbanje korelira sa merama kognitivne efikasnosti dece. Reč je o motoričkim faktorima poput brzine i koordinacije pokreta, kompleksnije motorike, kao i nekim faktorima koji moderiraju osnovnu relaciju kao što su energetska nivo, uzrast i pol. Rezultati dobijeni u ovim studijama slični su onima dobijenim kod starijih osoba. Studije sprovedene na starijim osobama pokazuju da hronično aerobno vežbanje pozitivno menja njihove kognitivne performanse, posebno nivo izvršnog kognitivnog funkcionisanja (Hillman i sur. 2008; Tomporowski, 2006; Colcombe i Kramer, 2003).

## **RELACIJE MOTORIČKOG I KOGNITIVNOG FUNKCIONISANJA KOD DECE**

**Željko Krneta, Nebojša Majstorović,  
Damjan Jakšić i Dejan Madić**

### **SAŽETAK**

Relacije kognitivnih i motoričkih sposobnosti ljudi su već duže vreme predmet interesovanja velikog broja istraživača. Brojne studije su se relativno malo bavile ovim relacijama kod dece, posebno populacije predškolske dece. Rezultati izvršenih istraživanja su donekle kontradiktorna. Dok jedni autori nisu našli značajne relacije kognitivnih i motoričkih sposobnosti dece, drugi autori ističu da su ove relacije pozitivne i statistički značajne, posebno nekih elemenata strukture ovih prostora. Tako se ističu pozitivne relacije generalnog kognitivnog faktora i koordinacije, brzine pojedinačnih pokreta i frekvencije pokreta, kao i nekih tipova snage, pre svega eksplozivne snage. Dobijene su i značajne relacije motoričkih aktivnosti sa pažnjom i akademskim učinkom kod dece. Ipak, moramo istaći da su takvi nalazi dobijeni na vrlo različitim metodološkim osnovama i uz primenu velikog broja različitih mernih instrumenata i postupaka. To je posebno prisutno u proceni kognitivnog funkcionisanja dece, gde je očigledan nedostatak adekvatnih mernih instrumenata i teorijskih postavki. Kod procene motoričkog statusa dece preovlađuju dva pristupa. Jedan se zasniva na proceni kombinacije motoričkih veština i sposobnosti, a drugi na proceni samo motoričkih sposobnosti. Međutim, evidentno je da su dobijene pozitivne relacije kognitivnog funkcionisanja i motorike dece, bez obzira na način procene tih sposobnosti.

## **THE RELATIONS BETWEEN MOTOR AND COGNITIVE FUNCTIONING IN CHILDREN**

**Željko Krneta, Nebojša Majstorović,  
Damjan Jakšić, & Dejan Madić**

### **SUMMARY**

The relations between cognitive and motor abilities of humans has been the subject of interest of a large number of researchers. However, the number of studies in this field concentrated on children has been substantially fewer, especially in children of the preschool age group. The results of this research projects have been somewhat contradictory. While some authors have found significant relations between cognitive and motor functions, others claim that there are significant relations that are both positive and statistically significant, especially in regard to some elements of structure in that domain. This highlights the relations between the general cognitive factor and coordination, the speed of certain movements and their frequencies, as well as some types of strength, especially explosive strength. Significant results in the relation between motor activities, attention, and academic success have also been noted. However, it must be mentioned that these results have been achieved by the use of substantially different methodological frameworks and instruments. This is especially the case with assessment of the cognitive function of children, due to the lack of appropriate instruments and theoretical foundations. In the assessment of the motor status of children, two different methods are predominant. One is based upon the assessment of motor functions and skills, and the other is based solely on motor abilities. However, it is evident that positive relations in cognitive and motor functioning in children have been achieved, irrespective of the means of assessment.

## LITERATURA

- Adams, W. & Sheslow, D. (1995). WRAVMA: *Wide Range Assessment of Visual Motor Abilities*. Wilmington, DE: Wide Range, Inc.
- Aleksić, D. (2009). *Efekti primene gimnastičkih sadržaja u nastavi fizičkog vaspitanja na transformaciju nekih antropoloških sposobnosti i karakteristika kod učenika mlađeg školskog uzrasta*. Doktorska disertacija, Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Novom Sadu.
- American College of Sport Medicine, Opinion statement on physical fitness in children and youth (1988). *Medical Science in Sport Exercise*, 20, 422.
- Amso, D., & Casey, B.J. (2006). Beyond what develops when. *Current Directions in Psychological Science*, 15 (1), 24–29.
- Audiffren, M. (2009). Acute exercise and psychological functions: a cognitive–energetic approach. In: McMorris, T., Tomporowski, P.D., Audiffren, M. (Eds.), *Exercise and Cognitive Function*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 3–39.
- Bala, G. (1981). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija dece SAP Vojvodine*. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture.
- Bala, G., Popović, B. i Stupar, D. (2002). Pouzdanost nekih kompozitnih testova za procenu motoričkog ponašanja predškolske dece. Zbornik sažetaka Deseti međunarodni interdisciplinarni simpozijum „Sport, fizička aktivnost i zdravlje mladih“, 85-86. Novi Sad: Novosadski maraton.
- Bala, G., Sabo, E., & Popović, B. (2005). Relationship between motor abilities and school readiness in preschool children. *Kinesiologia Slovenica*, 11 (1), 5-12.
- Baranowski, T., Bouchard, C., Bar-Or, O., Bricker, T., Heath, G., Kimm, S. Y. S., Malina, R., Obarzanek, E., Pate, R., Strong, W. B., Truman, B., & Washington, R. (1992). Assesment, prevalence, and cardiovascular benefits of physical activity and fitness in youth. *Medical Science in Sport Exercise*, 24(supplement), 237.
- Black, J.E., Isaacs, K.R., Anderson, B.J., Alcantara, A.A., & Greenough, W.T. (1990). Learning causes synaptogenesis, whereas activity causes angiogenesis in cerebellar cortex of adult rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87, 5568–5572.
- Bruininks, R. (1978). *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*. American Guidance Service.

- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrassyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441, 219–223.
- Case, R., & Okamoto, Y. (1996). The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61(1-2), Serial No. 246.
- Casey, B.J., Amso, D., & Davidson, M.C. (2006). Learning about learning and development with modern imaging technology. In: Y.Munakata, M.H. Johnson (Eds.), *Processes of Change in Brain and Cognitive Development: Attention and Performance XXI*. (pp. 513–533), Oxford: University Press, Oxford.
- Casey, B.J., Tottenham, N., & Liston, C. (2005) Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Science*, 9, 104-110.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christiansen, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related search. *Public Health Reports*, 100, 126.
- Caterino, M.C., Polak, E.D. (1999). Effects of two types of activity on the performance of second, third, and fourth-grade students on a test of concentration. *Perceptual and Motor Skills*, 89, 245–248.
- Colcombe, S. & Kramer, A.F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125-130.
- Colcombe, S.J., Kramer, A.F., McAuley, E., Erickson, K.I. & Scalf, P. (2004). Neurocognitive ageing and cardiovascular fitness. *Molecular Neuroscience*, 24, 9–14.
- Cole, M. & Cole, S. (1993). *The development of children* (2nd ed.). New York: Scientific American Books.
- Das, J. P., Kirby, J. R., & Jarman R. F. (1975). Simultaneous and successive syntheses: An alternative model for cognitive abilities. *Psychological Bulletin*, 82, 87-103.
- Das, J. P., Kirby, J. R., & Jarman, R. F. (1975). Simultaneous and successive syntheses: An alternative model for cognitive abilities. *Psychological Bulletin*, 82, 87-103.
- Das, J.P., Naglieri, J.A., Kirby, J.R. (1994). *Assessment of Cognitive Processes*. Allyn & Bacon, Needham Heights, MA.
- Davis, C.L., Tomporowski, P.D., McDowell, J.E., Austin, B.P., Miller, P.H., Yanasak, N.E., Allison, J.D., & Naglieri, J.A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91-98.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: D.T. Stuss & R.T. Knight(Eds), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466–503). Oxford University Press, London.
- Dishman, R.K., Berthoud, H.-R., & Booth, F.W. (2006). Neurobiology of exercise. *Obesity*, 14 (3), 345–356.
- Docherty, D. (1996). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign: Human Kinetics.

- Dolenc, M., Pistotnik, B., & Pinter, S. (2002). Correlation between voordination and cognitive abilities of girls 7-11 Years. In D. Milanović, & F. Prot (Eds.) *Proceedings Book of 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference "Kinesiology New Perspectives"*, Opatija, Croatia, (pp.105-108). Zagreb: Faculty of Kinesiology.
- Donnelly, J.E., Greene, J.L., & Gibson, C.A. (2009). Physical Activity Across the Curriculum (PAAC): a randomized controlled trial to promote physical activity and diminish overweight and obesity in elementary school children. *Preventive Medicine*, 49, 336–341.
- Easterbrook, J.A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, 66, 183–201.
- Etnier, J.L., Salazar, W., Landers, D.M., Petruzzello, S.J., Han, M., & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249-277.
- Folio, R., & Fewell, R. (2000). Peabody Developmental Motor Scales (2nd ed). Austin, TX: Pro-Ed.
- Friedman, N.P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference cognitive functions: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Gabbard, C., & Barton, J. (1979). Effects of physical activity on mathematical computation among young children. *Interamerican Journal of Psychology*, 103, 287–288.
- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A.C., & Rapoport, J.L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2 (10), 861–863.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, A.C., Nugent, T.F., Herman, D.H., Clasen, L.S., & Toga, A.W. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101, 8174-8179.
- Goldin-Meadow, S. (2000). Learning with and without a helping hand. In B. Landau, J. Sabini, J. Jonides & E. L. Newport (Eds.). *Perception, cognition, and language: Essays in honor of Henry and Lila Gleitman* (pp. 121-137). Cambridge: MIT Press.
- Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A., i Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motorickih sposobnosti. 1. Rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija*, 5(1-2), 7-81.
- Henderson, S. & Sugden, D. (1992). *The Movement Assessment Battery for Children*. Psychological Corporation.
- Hillman, C.H., Castelli, D.M., & Buck, S.M. (2005). Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(11), 1967-1974.
- Huttenlocher, P.R. & Dabholkar, A.S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387(2), 167-178.
- Huttenlocher, P.R. (1994). Dendritic development in neocortex of children with mental defect and infantile spasms. *Neurology*, 24, 203–210.

- Ismail, A.H. (1967). The effects of a well-organized physical education programme on intellectual performance. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1, 31–38.
- Johnson, M.H., & Munakata, Y. (2005). Processes of change in brain and cognitive development. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(3), 152-158.
- Karmiloff-Smith, A (1992). *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. Cambridge, Mass.: MIT Press/Bradford Book.
- Katić, R. & Bala, G. (2012). Relationships between Cognitive and Motor Abilities in Female Children Aged 10–14 Years. *Collegium Antropologicum*, 36(1), 69–77.
- Keeley, T.J.H., & Fox, K.R. (2009). The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 198–214.
- Kovač, M. & Strel, J. (2000). The relations between indicators of intelligence and motor abilities. *Kinesiology*, 32 (5), 201-217.
- Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ. i Viskiće-Štaleb, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Beograd: Institut za istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P.D. (2010). The effect of acute exercise on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Research Reviews*, 1341, 12–24.
- Lerner, J. S., Gonzalez, R. M., Small, D. A., & Fischhoff, B. (2003). Effects of fear and anger on perceived risks of terrorism: a national field experiment. *Psychological Science*, 14(2), 144–150.
- Luke, M. D., & Sinclair, G. D. (1991). Gender differences in adolescents' attitudes toward school physical education. *Journal of Teachers Physical Education*, 11, 31-46.
- McMorris, T., & Graydon, J. (2000). The effect of incremental exercise on cognitive performance. *Int. J. Sport Psychol.* 31, 66–81.
- McNaughten, D., & Gabbard, C. (1993). Physical exertion and the immediate mental performance of sixth-grade children. *Perceptual & Motor Skills*, 77, 1159.
- Metikoš, D., Gredelj, M. i Momirović, K. (1979). Struktura motoričkih sposobnosti. *Kineziologija*, 9 (1-2), 25-50.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1997). *Cognitive Assessment System*. Chicago: Riverside.
- Nelson, C.A. (1999). Neural plasticity and human development. *Current Directions in Psychological Science*, 8(2), 42–45.
- Nelson, C.A. (2000). Neural plasticity and human development: the role of early experience in sculpting memory systems. *Developmental Science*, 3(2), 115–136
- Pate, R. R. (1988). The evolving definition of physical fitness. *Quest*, 40, 174.

- Pereira, A.C., Huddleston, D.E., Brickman A.M., Sosunov A.A., Hen, R., McKhann, G.G., Sloan, R., Gage, F.H., Brown, T.R., & Scott A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(13), 5638–5643.
- Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R., & Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2, 16–22.
- Planinšec, J. (2001). A comparative analysis of the relations between the motor dimensions and cognitive ability of preschool girls and boys. *Kinesiology*, 33 (1), 56-68.
- Planinšec, J. (2002a). Relations between the motor and cognitive dimensions of preschool girls and boys. *Perceptual and motor skills*, 94, 415-423.
- Planinšec, J. (2002b). Developmental changes of relations between motor performance and fluid intelligence. *Studia Psychologica*, 44 (2), 85-94.
- Raven, J. C. (1956). *Uputstvo za korišćenje progresivnih matrica u boji, serija A, Ab, B (revizija 1956)*. Beograd: Savez društava psihologa Srbije.
- Shepard, R. J. (1982). *Physical Activity and Growth*. Chicago: Yearbook Medical Publication.
- Shepard, R.J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, 9, 113-126.
- Sibley, B.A. & Etnier, J.L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Leonard, C.M., Welcome, S.E., Kan, E., & Toga, A.W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience*, 24, 8223-8231.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Holmes, C.J., Batth, R., Jernigan, T.L., & Toga, A.W. (1999). Localizing age-related changes in brain structure between childhood and adolescence using statistical parametric mapping. *Neuroimage*, 9, 587-597.
- Stojanović, M. i Stojanović, V.M. (2006). Razvojne promene relacija motoričkog statusa i inteligencije dece uzrasta 5-7 godina sa teritorije Novog Sada. U G. Bala (ur.), *Zbornik radova interdisciplinarnе naučne konferencije sa međunarodnim učešćem Antropološki status i fizička aktivnost dece i omladine* (str. 219-224). Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Stojanović, M., Rubin, P., Stojanović, M. i Fratrić, F. (2006). Komparativna analiza relacija motoričkog statusa i inteligencije dečaka i devojčica uzrasta 5-6 godina. U G. Bala (ur.), *Zbornik radova interdisciplinarnе naučne konferencije sa međunarodnim učešćem Antropološki status i fizička aktivnost dece i omladine* (str. 225-230). Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
- Strel, J., & Šturm, J. (1981). *Zanesljivost in struktura nekaterih motoričnih sposobnosti in morfoloških značilnosti šest in pol letnih učencev in učenk*. Ljubljana: Institut za kineziologiju, Fakultet fizičke kulture.
- Tomporowski, P.D. (2003a). Cognitive and behavioral responses to acute exercise in youths: a review. *Pediatric Exercise Science*, 15, 348-359.
- Tomporowski, P.D. (2003b). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112, 297-324.



- Tomporowski, P.D., & Ellis, N.R. (1986). Effects of exercise on cognitive processes: A review. *Psychological Bulletin*, 99 (1), 338-346.
- Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H., & Naglieri, J.A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20 (2), 111–131.
- Tomporowski, P.D., Lambourne, K., & Okumura, M.S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview, *Prev. Med.*, Vol. 52, Pages S3–S9.
- Tomporowski, P.D., Naglieri, J.A., & Lambourne, K. (2010). Exercise psychology and children's intelligence. In: Acevedo, E.O. (Ed.), *Oxford Handbook of Exercise Psychology*. Oxford University Press, New York.
- Towse, J.N. & Mclachlan, A. (1999). An exploration of random generation among children. *British Journal of Developmental Psychology*, 17(3), 363-380.
- Towse, J.N. & Neil, D. (1998). Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 30(4), 583-591.
- Ulrich, D. A., & Ulrich B. D. (1984). The Objectives-Based Motor Skills Test: Validation of instructional sensitivity. *Perceptual and Motor Skills*, 59(1), 175 - 179.
- Vaynman, S., & Gomez-Pinilla, F (2006). Revenge of the “Sit”: How lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *Journal of Neuroscience Research*, 84(4), 699-715.