

RAZLIKE U IZVOĐENJU TESTOVA KOORDINACIJE U ZAVISNOSTI OD VISINE

UDK 572.512:796.012.2-055.15

Igor Španović, Damjan Jakšić, Boris Popović

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad

Izvod: Na uzorku ispitanika od 707 dečaka, starosti od 9 do 15 godina ($AS=11,8$ i $S=1,64$), podeljenih u šest uzrasnih kategorija od po godinu dana, praćen je razvoj koordinacije u kritičnom, pubertetskom periodu. Praćenje je uzimalo u obzir dve grupe ispitanika koje su, na osnovu zatečene visine, klasterizovane u dve podgrupe, niski i visoki. Primenjeni testovi za procenu koordinacije, iako pokazuju veoma visoke koeficijente produkt moment korelacije sa nivoom statističke značajnosti od $p=0,000$, pokazali su različitost u samom trendu. To autore navodi na zaključak da je, iako su generalno gledano, testovi procenjivali koordinaciju, svaki od njih imao i svoj pod-domen. Na samom kraju autori rada zaključuju da je u ovom izrazito burnom periodu u životu jedinke linearnost porasta kvaliteta koordinacije finih pokreta i kod nižih i kod viših ispitanika uočena, dok je kod testa koordinacije celog tela, odnosno reorganizacije dinamičkog stereotipa, ta linearnost u kritičnom periodu bitno narušena.

Ključne reči: pubertet, taksoni, uzrasne kategorije, trend

Uvod

Koordinacija je bazična motorička sposobnost koja se svojim specifičnostima znatno ističe u odnosu na druge motoričke sposobnosti. Smatra se da je koordinacija najneistraženija motorička sposobnost. Bez obzira na to, preko svojih indirektnih pokazatelja, njeni faktori nam mogu ukazati na nivo njene razvijenosti i uspešnosti. Najznačajniji faktori koordinacije su: uzrast, kognitivni faktor, prethodno motoričko iskustvo, emotivno stanje, koncentracija pažnje i motivacija.

Kognitivni faktor koji je itekako primetan u koordinaciji svoje uporište nalazi u Fleishman-ovoj (1955, prema: Hošek, 1981) definiciji da je koordinacija motorička inteligencija. Ovo je više puta i potvrđeno u pređašnjim istraživanjima npr. Ismaila i Grubera (1967), Mejovšeka (1975).

Ipak, postoji i drugi pristup, koji je takođe baziran na prethodnom, ali mu je glavni cilj bio da ublaži efekte prethodnog pristupa, ali, i što je još važnije, omogućiti sistematičniji uvid u suštinu fenomena koordinacije pokreta. Ovaj pristup, u teoriji nazvan i kao funkcionalni, koji teorijsko poreklo vodi od postavki Bernsteina (1947), Anohina (1970), Čhaidzea (1970) i empirijski zasnovanim postavkama Kurelića i sar. (1975), Gredelja i sar. (1975), baziran je na identifikaciji funkcionalnih mehanizama latentno sadržanih u složenom sistemu funkcionisanja centralnog nervnog sistema.

U svakoj od ovih pretpostavki **uzrast** se izdvaja kao najznačajniji i najsveobuhvatniji.

Osim toga, iskustva Hošekove (1981) govore o tome da se u određivanju što egzaktnije strukture koordinacije nailazi na jedan problem koji je generator novog problema. Naime, istraživači se uglavnom slažu da koordinacija označava motoričku sposobnost izvođenja složenih struktura kretanja. Međutim, pritom se svi suočavaju sa poteškoćama diferenciranja sposobnosti izvođenja složenih struktura kretanja od ostalih motoričkih sposobnosti, a posebno onih koje su već davno egzaktno definisane, kao što su snaga i brzina pokreta. Ako uzmemo u obzir veliku mobilizaciju energije koja je potrebna za izvođenje, odnosno mobilizaciju muskulature efektora, postavlja se pitanje da li se radi o manifestaciji sposobnosti koordinacije ili snage?! Sve ovo govori o veoma tankoj liniji između motoričkih sposobnosti koju je katkad i gotovo nemoguće postaviti.

Pubertet predstavlja drugu fazu ubrzanog rasta (tzv. pubertetski porast u visinu) koji nastupa u periodu od 13. do 16. godine kod dečaka (Medved i sar., 1989a i Medved i sar., 1989b). Taj period naglog izrastanja, odnosno povećanja telesne visine, karakteriše nešto sporiji nervno-mišićni razvoj zbog čega dolazi do funkcionalnog dizbalansa koji se najviše manifestuje u efikasnosti koordinacije. Ova narušenost se uglavnom objašnjava poremećajem kinestezije koju uzrokuje neprilagođenost organizma na povećan krak poluge telesnih segmenata. Istraživanja koja su se bavila ovom problematikom ukazuju da postoje kolebanja kod rezultata koji su dobijeni procenjivanjem koordinacije koja uglavnom potvrđuju činjenicu o narušenosti ispoljavanja koordinacije u periodu od 12. do 16. godine kod dečaka (Metikoš i sar., 2003). Interesantno je bilo ispitati da li takav trend razvoja koordinacije u tom senzitivnom periodu važi i za više i za niže dečake u okviru iste uzrasne grupe, što je ujedno i predstavljalo osnovni cilj ovog rada.

Materijal i metod

Istraživanje je vršeno na 707 dečaka, osnovnoškolaca, uzrasta od 9 do 15 godina, iz četiri vojvođanska grada: Novog Sada, Bačke Palanke, Sombora i Sremske Mitrovice. Prosečna starost ispitanika iznosila je 11,8 decimalnih godina ($S=1,64$). Ispitanici su na osnovu uzrasta podeljeni u šest uzrasnih kategorija od po godinu dana.

Istraživanje je sprovedeno manjim delom u periodu mart-maj 2006. godine, u delu koji se odnosio na mlađeškolski uzrast (do 11 godina starosti) i drugim delom u periodu mart-maj 2007. godine, koji se odnosio na stariješkolski uzrast. Istraživanje je deo naučnoistraživačkog projekta koji je realizovao Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja iz Novog Sada „Antropološki status i fizička aktivnost stanovništva Vojvodine“, a koji je finansiran od strane Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj.

Ispitanici su bili podvrgnuti antropometrijskim merenjima i motoričkim testiranjima. Iz nešto obimnije baterije mera i testova, za ovaj rad bile su interesantne: Telesna visina, Poligon natraške i Slalom sa tri lopte. Navedena dva motorička testa pokrivali su hipotetski istu latentnu dimenziju, koordinaciju, ali svaki na svoj način. Da je reč o testovima koji imaju isti zadatak procene izračunat je Pisonov produkt moment koeficijent korelacije, koji je imao cilj da potvrdi hipotetsku tvrdnju.

Redukcija uzorka je morala biti izvršena postupkom normalizacije u varijabli visina i to u okviru svake od uzrasnih kategorija. Normalizacija je izvršena Kolmogorov-Smirnov testom. Kao neophodnost za to je statistička procedura koja je u nastavku usledila, a koja je imala cilj da grupiše (klasterizuje) uzorak u dve grupe na osnovu visine. Dakle, taksonomskom analizom došlo se do podela unutar uzrasnih kategorija na više ispitanike i niže.

Potom, multivarijantnom analizom varijanse utvrđena je razlika između uzrasnih kategorija ispitanika po sistemu niski sa niskima i visoki sa visokima, na osnovu kojeg će se uočiti da li postoje razlike između uzrasnih grupa ispitanika u multivarijantnom prostoru koordinacije.

I na samom kraju, univarijantnom analizom varijanse, utvrdilo se da li postoje razlike u pojedinačnom kvalitetu izvođenja testova koordinacije između susednih grupa. U slučaju gde su te razlike primećene, LSD post-hoc testom utvrđene su tačne i statistički značajne razlike između kojih od uzrasnih kategorija, međusobno susednih, je statistička značajnost primećena.

Rezultati

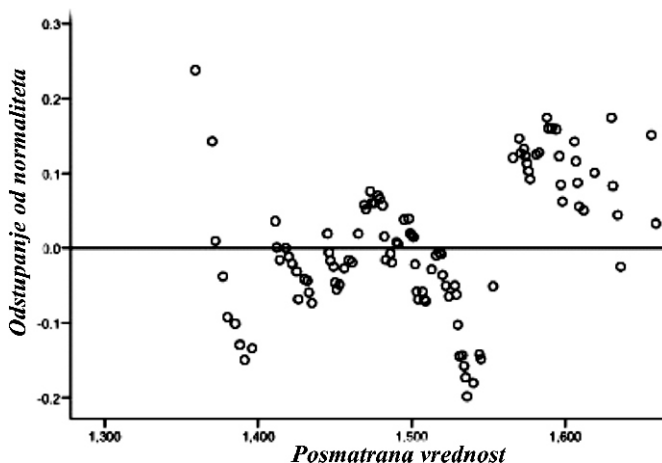
U Tabeli 1 prikazane su vrednosti Kolmogorov-Smirnov testa normalizacije, ali tek nakon trećeg izbacivanja autlajera. Kao što se iz priloženog može videti, normalna distribucija varijable telesna visina postignuta je kod svih uzrasnih kategorija od po godinu dana, osim kod treće uzrasne kategorije (11-12 godina), gde nije bilo moguće uočiti autlajere zbog čega normalizacija nije postignuta. To je potkrepljeno i Grafikom 1, gde su prikazani rezultati svih ispitanika i gde se jasno uočava sva veličina disperzije rezultata i nemogućnost normalnog distribuiranja na osnovu ove antropometrijske karakteristike.

Tabela 1. Kolmogorov-Smirnov test normaliteta distribucije
Table 1. Kolmogorov-Smirnov's test of normality of distribution

Uzrasna kategorija	Varijabla	Kolmogorov-Smirnov	
		df	p
1. 9-10 godina	Telesna visina	117	0,200
2. 10-11 godina		130	0,200
3. 11-12 godina		146	0,043
4. 12-13 godina		118	0,200
5. 13-14 godina		112	0,200
6. 14-15 godina		79	0,200

Legenda: df - broj stepeni slobode, p - statistička značajnost Kolmogorov-Smirnov testa

Prethodni postupak normalizacije imao je najveći značaj zbog samog nastavka operacionalizacije iz razloga što je naredna odabrana analiza u postupku taksonomska analiza, koja je izuzetno osetljiva na prisustvo autlajera, jer, ako se oni ne izbace, dolazi do stvaranja pseudotaksona i potom pogrešnog zaključivanja. Dakle, u sledećoj tabeli taksonomskom analizom dobijeni su subuzorci u okviru svake uzrasne kategorije koji su dalje odredili tok primene statističkih procedura.



Grafik 1. Neujednačenost telesne visine prikazano Q-Q dijagramom kod dvanaestogodišnjaka
Graph 1. Unevenness of Body height in 12-year-old children presented by Q-Q diagram

Tabela 2. Grupisanje na osnovu taksnomskog postupka i razlike između klastera posle taksonomizacije

Table 2. Clustering based on cluster analysis and differences between clusters after the analysis

Uzrasna kategorija	Varijabla	Centroidi inicijalnog klastera		Centroidi finalnog klastera		f	p
		Viši	Niži	Viši	Niži		
Od 9-10 godina		1541	1271	1440	1343	243,92	0,000
Od 10-11 godina		1659	1256	1504	1389	212,85	0,000
Od 11-12 godina	Telesna visina (mm)	1671	1359	1565	1459	242,02	0,000
Od 12-13 godina		1797	1411	1644	1515	205,46	0,000
Od 13-14 godina		1834	1448	1709	1549	273,17	0,000
Od 14-15 godina		1910	1539	1790	1652	135,14	0,000

Legenda: univarijantni f-test; p - statistička značajnost univarijantnog f-testa

Iz Tabele 2 može se primetiti kolike su vrednosti centroida inicijalnog klastera, pre taksonomizacije, unutar svake od uzrasnih kategorija. Nakon, za svaku od uzrasnih kategorija različitog broja iteracija, došlo je do podešavanja centroida i definisanja pripadnosti svakom od klastera. Da postoji razlika između klastera unutar svake od uzrasnih kategorija, a po završenoj taksonomskoj analizi, utvrđeno je univarijantnom analizom varijanse, gde se jasno može uočiti da je primetna statistički značajna razlika između, već sada jasno definisanih, viših i nižih ispitanika u okviru svih uzrasnih kategorija.

U narednoj tabeli prikazan je broj ispitanika unutar svake uzrasne kategorije sa tačnom pripadnošću svakoj od kategorija. Na samom kraju može se primetiti da je broj ispitanika sa 707 sa početka redukovano procesom normalizacije na 702 ispitanika.

Tabela 3. Broj ispitanika unutar svake od grupa u okviru uzrasnih kategorija**Table 3.** Number of participants in each group within age categories

Uzrasna kategorija	Klaster	Viši	57
		Niži	60
Ukupno		117	
9-10 godina	Klaster	Viši	56
		Niži	74
Ukupno		130	
10-11 godina	Klaster	Viši	78
		Niži	68
Ukupno		146	
11-12 godina	Klaster	Viši	61
		Niži	57
Ukupno		118	
12-13 godina	Klaster	Viši	51
		Niži	61
Ukupno		112	
13-14 godina	Klaster	Viši	34
		Niži	45
Ukupno		79	
Redukovan broj ispitanika:			702

Tabela 4. Razlike između uzrasnih kategorija u multivarijantnom i univarijantnom prostoru uzimajući u obzir klasterizaciju**Table 4.** Differences between age categories in multivariate and univariate space depending on clustering

Varijabla	Uzrasna kategorija	Viši				Niži			
		AS	S	f	p	AS	S	f	p
Poligon natraške (0,1 s)	9-10 godina	1940,21	480,71			1670,84	420,45		
	10-11 godina	1810,09	550,94			1680,68	560,79		
	11-12 godina	1730,53	530,05			1550,92	450,74		
	12-13 godina	1660,20	520,94	80,62	0,00	1470,12	380,40	40,58	0,00
	13-14 godina	1490,74	570,14			1430,00	320,56		
	14-15 godina	1360,91	310,69			1370,50	330,28		
	Ukupno	1680,03	540,15			1550,42	450,13		
Slalom sa tri lopte (0,1 s)	9-10 godina	4490,84	1600,48			4670,30	1210,74		
	10-11 godina	4120,93	810,02			4280,66	1240,94		
	11-12 godina	3710,10	680,11			3600,62	740,82		
	12-13 godina	3510,93	630,21	200,61	0,00	3450,60	560,68	240,88	0,00
	13-14 godina	3130,18	570,43			3300,27	480,43		
	14-15 godina	3100,23	720,91			3060,12	610,66		
	Ukupno	3690,52	1020,30			3800,02	1040,67		
		Fv=100,6	Pv=0,00			Fn=11.9	Pn=0,00		

Legenda: AS - aritmetička sredina, S - standardna devijacija, f - univarijantni f-test, p - statistička značajnost univarijantnog f-testa, F - multivarijantni F-test, P - statistička značajnost multivarijantnog F-testa

Naredna tabela prikazuje razlike između ispitanika pripadnika različitih uzrasnih kategorija. Primetno je da u multivarijantnom prostoru koordinacije i kod viših i kod nižih ispitanika postoji statistički značajna razlika između ispitanika pripadnika različitih uzrasnih kategorija. Ta statistička značajnost je na najvišem mogućem nivou od $P=0,000$.

Dalje, ako posmatramo pojedinačno varijable Poligon natraške i Slalom sa tri lopte, primenom univarijantne analize varijanse, uočavamo da i kod viših i kod nižih ispitanika postoje statistički značajne razlike između uzrasnih kategorija.

Ko je nosilac te razlike utvrđeno je Post Hoc LSD testom (Least Significance Difference [najmanja statistički značajna razlika]) i to je prikazano u narednoj tabeli.

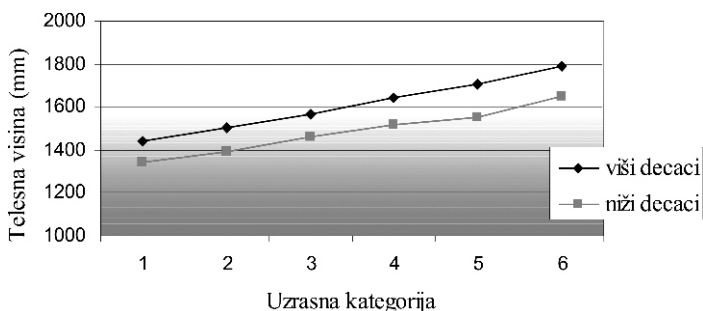
Tabela 5. Razlike između susednih kategorija za svaki test

Table 5. Differences between near categories for each test

Varijabla	Uzrasna kategorija		Viši			Niži		
			Razlika AS	Greška AS	P	Razlika AS	Greška AS	P
Poligon natraške (0,1 s)	1	2	13,12	9,67	0,17	-0,84	7,78	0,91
	2	3	7,56	9,27	0,41	12,76	7,16	0,07
	3	4	7,33	9,06	0,41	8,80	7,67	0,25
	4	5	16,46	9,30	0,07	4,12	8,48	0,62
	5	6	12,83	10,16	0,20	5,50	9,74	0,57
Slalom sa tri lopte (0,1 s)	1	2	36,91(*)	16,99	0,03	38,64(*)	15,96	0,01
	2	3	41,83(*)	16,29	0,01	68,04(*)	14,71	0,00
	3	4	19,17	15,92	0,23	15,02	15,74	0,34
	4	5	38,75(*)	16,35	0,01	15,32	17,41	0,38
	5	6	2,95	17,86	0,86	24,16	20,00	0,22

*-statistički značajno

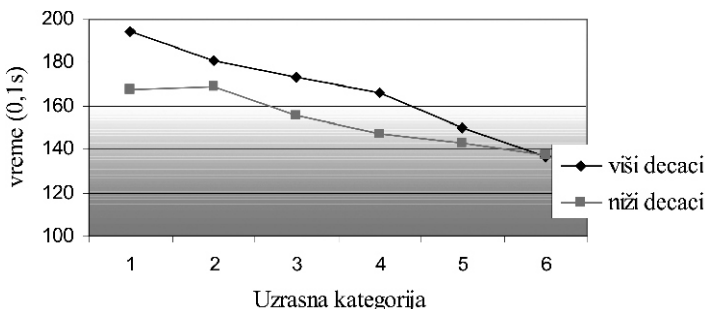
Primenom pomenutog LSD Post Hoc testa na motorički merni instrument Poligon natraške ne uočava se statistički značajna razlika ni kod jedne od uzrasnih kategorija dečaka, ni za više ni za niže taksone. To govori u prilog činjenici da postoji linearan trend razvoja koordinacije celog tela, a inspekcijom jedne od prethodnih tabela vidimo da je taj trend po pravilu uvek u korist boljih rezultata.



Grafik 2. Trend razvoja telesne visine
Graph 2. Development trend of Body height

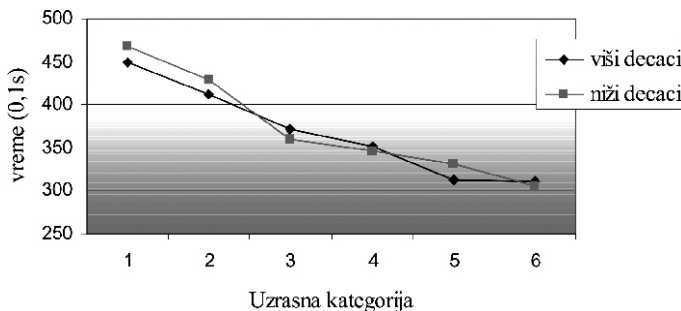
Kod testa Slalom sa tri lopte statistički značajna razlika i kod viših i kod nižih ispitanika uočava se između desetogodišnjaka i jedanaestogodišnjaka i jedanaestogodišnjaka i dvanaestogodišnjaka, ali interesantno je bilo da se razlike kod viših dečaka javljaju i između pretposlednje i poslednje uzrasne kategorije, što samo govori u prilog tezi o izuzetno burnom razvoju koordinacije u domenu finih pokreta, koja prolazi kroz izuzetno značajnu fazu svog razvoja.

Trendovi analiziranih varijabli prikazani su i grafički u grafikonima od 1 do 3.



Grafikon 3. Trend razvoja u testu Poligon natraške

Graph 3. Development trend in test Obstacle course backwards



Grafikon 4. Trend razvoja u testu Slalom sa tri lopte

Graph 4. Development trend in test Slalom with 3 balls

Diskusija

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju rezultate ranijih istraživanja kao i hipotezu autorā rada da se sa uzrastom efikasnost ispoljavanja koordinacije poboljšava.

Linearan porast telesne visine sa uzrastom prati linearan trend poboljšanja ispoljavanja koordinacije u testu Poligon natraške, i kod viših i kod nižih dečaka. Izuzetak predstavlja jedino uzrast oko 10. godine, kada koordinacija beleži izvesnu stagnaciju kod nižih dečaka. Taj trend poboljšanja je evidentan, ali nije statistički značajan. Rezultati takođe potvrđuju pretpostavku da su niži dečaci imali veći uspeh u izvođenju ovog testa koordinacije zbog njegove specifičnosti koja se ogleda u savladavanju prepreka, koje smanjuju efikasnost izvođenja kod viših ispitanika. Izuzetak

predstavlja poslednja uzrasna kategorija, gde je uočeno da obe grupe imaju gotovo identične rezultate u ovom testu.

Što se motoričkog testa Slalom sa tri lopte tiče, koji je motorički svakako zahtevniji, takođe je primetan trend poboljšanja rezultata sa uzrastom, ali u prilično diskontinuiranoj formi, pogotovu kada je reč o nižim dečacima. Statistički značajne razlike između susednih grupa uočene su kod prve i druge uzrasne kategorije i kod viših i kod nižih dečaka, kao i između četvrte i pete uzrasne kategorije kod viših dečaka. Uočava se da kod uzrasta dečaka od aproksimativno 12 godina dominaciju preuzimaju dečaci viši rastom. Ovo se može objasniti činjenicom da dugačke poluge omogućavaju da se, bez većeg učešća kompenzatornih pokreta, savlada raspoloživi prostor. Dugački mišići, koji pored toga imaju i velik poprečni presek, sa aspekta regulacije tonusa osiguravaju maksimalnu funkcionalnost, tj. brzu promenu uvek tačno i fino doziranog tonusa (Guyton, 1973). Radi se naime o tome da dugački mišići dozvoljavaju znatno veći raspon regulacije kod promene intenziteta kontrakcije nego kratki. Kratka i relativno masivna mišićna struktura teško postiže optimalan stepen relaksacije. Sve ovo posebno dolazi do izražaja kada su promene tonusa ili pravca kretanja uslovljene tačno izraženim vremenskim intervalima. Prema tome, sposobnost rešavanja i realizacije motoričkih problema kod kojih je naglašeno i prostorno i vremensko ograničenje, što znači sposobnost maksimalnog usaglašavanja i podešavanja zadate strukture pokreta sa unapred fiksiranim komponentama prostora i vremena, direktno je i pozitivno povezano sa morfološkom strukturom u kojoj dominira longitudinalnost.

Ovo istraživanje je pokazalo da podela ispitanika u okviru iste uzrasne grupe na više i niže može da smanji negativan efekat pubertetskog dizbalansa prećenog naglim porastom tela u visinu i neadekvatnog nervno-mišićnog razvoja. Ipak, sve zaključke treba uzeti sa izuzetnom rezervom, jer je istraživanjem dokazano da i neke naizgled logičnosti, da su niži nužno i koordinisaniji, bitno osporene i da za to osporavanje postoji značajna teorijska neuro-fiziološka osnova.

Literatura

- Anohin, P. K. (1970). *Filosofskij smysl kibernetičeskij zakonomernostej (kibernetičeskie aspekty v izučenu raboty mozga)*. Moskva: Nauka.
- Bernstein, A. M. (1947). *O postroenu dviženij*. Moskva: Medgiz.
- Čhaidze, L. V. (1970). *Ob upravlenii dviženijami čeloveka*. Moskva: Fizkultura i sport.
- Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A. i Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti. I. Rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija*, 5 (1-2), 7-81.
- Guyton, A. C. (1973). *Medicinska fiziologija*. Zagreb-Beograd: Medicinska knjiga.
- Hošek-Momirović, A. (1981). Povezanost morfoloških taksona sa manifestnim i latentnim dimenzijama koordinacije. *Kineziologija*, 11, 5-108.
- Ismail, A. H. i Gruber, J. J. (1967). *Integrated Development (Motor Aptitude and Intellectual Performance)*. Columbus: Charles E. Merrill.
- Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, J., Šturm, Đ. i Viskić-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Beograd: Institut za naučna istraživanja.
- Martinović, D. (2003). *Postignuća u nastavi fizičkog vaspitanja (motoričke, morfološke i psihološke karakteristike)*. Interprint: Beograd.

- Medved, R., Matković, B. R., Mišigoj-Duraković, M., Pavičić, L. (1989a). Neki fiziološko-funkcionalni pokazatelji u djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života. *Medicinski vjesnik*, 21 (1-2), 5-9.
- Medved, R., Mišigoj-Duraković, M., Matković, B. R., Pavičić, L. (1989b). Pokazatelji rasta školske djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života. *Medicinski vjesnik*, 21 (1-2), 1-4.
- Mejovšek, M. (1975). Relacije kognitivnih sposobnosti i nekih mjera brzine jednostavnih i složenih pokreta. Doktorska disertacija, Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
- Metikoš, D., Mraković, M., Prot, F., Findak, V. (1990). Razvojne karakteristike opće motoričke sposobnosti učenika. *Kineziologija*, 22 (1-2), 21-24.

DIFFERENCES IN PERFORMING TESTS OF BOY'S CO-ORDINATION DEPENDING ON HEIGHT

Summary

The sample of 707 examinees aged from 9 to 15 years (mean: 11.8; standard deviation: 1.64), divided in 6 age categories per year, was monitored in terms of development of co-ordination in the critical, puberty period. Monitoring included two groups of examinees, which were classified in two subgroups by height. The test applied, even though manifesting high coefficients of correlation's product moment (sig. 0.000) was showed a difference in trend. This has led the authors to the conclusion that, even though the tests generally assessed co-ordination, each test had its own co-ordination's subspace. At the very end, the authors conclude that in this extremely rough period of a life of an individual, a linear growth of quality co-ordination of fine movements with shorter and taller examinees can be noticed. On the other hand, when testing co-ordination of the whole body, i.e. reorganization of a dynamic stereotype, this linear growth in the critical period is substantially disordered.

Key words: puberty, clusters, age categories, trend