

Izvorni znanstveni članak
UDK 796.091.4 : 796.8
Primljeno 3.12.1991.

Branko Kuleš

Fakultet za fizičku kulturu
Sveučilišta u Zagrebu

Utjecaj vježbi snage na brzinu i frekvenciju pokreta

Ključne riječi: snaga / natjecateljske i specifične vježbe / judo / karate / brzina repetitivnih pokreta / brzina jednostavnih pokreta.

Sažetak: Nakon sedamdesetminutnog opterećivanja ispitanika natjecateljskim i specifičnim vježbama juda i karatea koje su nosile obilježje vježbi snage, utvrđen je statistički značajan pad brzine i frekvencije pokreta, a nakon tridesetminutnog intenzivnog vježbanja, u kojem su dominirale vježbe relativne snage, utvrđen je statistički značajan porast brzine, ali ne i frekvencije pokreta.

1. Uvod

Istraživanje utjecaja vježbi snage na brzinu i frekvenciju pokreta polazi od pretpostavke egzistiranja generalnog faktora brzine u prostoru drugog reda hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti¹, te brzine jednostavnih pokreta i frekvencije jednostavnih pokreta u prostoru prvog reda. Ovu pretpostavku važno je naglasiti jer ne postoji opća suglasnost o strukturi ovog dijela psihomotornog prostora. Dok Singer (1968.), Nelson (1956.), Lobert (1961.), Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović (1975.), ukazuju na postojanje generalnog faktora brzine, Marteniuk (1969.) i Seashore (1951.) izriču sumnju u njegovu egzistenciju. Cattell (1966.)² navodi da su Thurstone (1944.), Rinoldi (1951.) i Fleishman (1954.) neovisno jedan o drugome utvrdili faktor vremena reakcije (koji zapravo odgovara brzini jednostavne motoričke reakcije), te faktor brzine pokreta ruku (Fleishman) i faktor tempa brzih pokreta (Rinoldi). Faktor brzine jednostavnih pokreta izolirao je i Larson (1941.)³, ali uz njega i faktor brzine složenih pokreta (koji su utvrdili i neki drugi autori: Cumbe, 1954.; Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović, 1975., ali su ga interpretirali kao agilnost).

Imajući u vidu metodološki pristup učinjenih istraživanja (i nekih drugih koja nisu ovdje navedena), a posebno broj ispitanika na kojima su ona obavljena, njihov kronološki slijed, te visoku vrijednost rezultata domaćih istraživača, treba prihvatiti hipotezu o postojanju generalnog faktora brzine koji je definiran faktorima brzine jednostavnih pokreta.

Definiranje brzine⁴ kao psihomotoričke sposobnosti i poznavanje njezinih vidova nužno je za srsishodno provođenje trenažnog procesa. Ona je dominantna sposobnost u nizu sportskih disciplina, pa se u treningu njezinu razvoju posvećuje puna pažnja. Visoki koeficijent urođenosti ove sposobnosti otežava djelovanje na njezin razvoj, što upućuje na pronalaženje njezine povezanosti s drugim motoričkim, funkcionalnim i antropometrijskim dimenzijama, kako bi se i direktno i indirektno djelovalo na njezino povećanje.

Najveći broj istraživača usredotočio se na razmatranje veza između snage i brzine, pretpostavljajući da je za brzo pokretanje tijela ili ekstremiteta prvenstveno odgovorna mišićna masa. Tako su Gray, Start i Walsh (1962.) utvrdili vezu između snage nogu i brzine nogu od .47, Whitley je (1966.) utvrdio povezanost između snage ruku i brzine ruku, a povezanost snage i brzine utvrdili su Clarce i Henry (1961.), Smith (1964.), Chui (1964.). Međutim, istraživanja Piersona i Roscha (1962.) ukazuju na slabu povezanost snage i brzine, a Colgate (1966.) ukazuje na istraživanja Maseya (1953.), Rosha (1954.), Smitha (1961.), Wilkina (1952.) i zaključuje kako između ove dvije dimenzije ne postoji značajna povezanost.

Povezanost snage i brzine tako ostaje i dalje predmet istraživanja. Predmet ovog rada je analiza utjecaja vježbi snage na povećanje brzine pokreta i frekvenciju pokreta u jednom treningu, a ne u dužem vremenskom periodu. Radova koji obrađuju utjecaj vježbi snage na brzinu izvođenja pokreta i frekvenciju pokreta nema puno, pa je za praksu važno što bolje istraživanje tog područja. Naime, traži se odgovor na pitanje trebaju li se vježbe

1. Na temelju funkcionalnog modela koji su predložili Gredelj, Metikoš, A. Hošek i Momirović, 1975.
2. Citirano prema J. Šturmu, 1975.
3. Citirano prema M. Mejovšeku, 1976.
4. Sposobnost programiranja i izvođenja jednog ili više brzih pokreta tijela ili ekstremiteta.
5. Prema E. Hofmanu, 1980.

brzine i njezina razvoja provoditi u treningu iza vježbi snage, ili se za uspješan razvoj ove sposobnosti vježbe snage moraju provoditi iza vježbi brzine. Metodiciari preporučuju drugi metodički put (Strauss i Corclah⁵ su 1966 dokazali da se brzina pokreta znatno smanjuje nakon primjene vježbi snage), dok je Franc, Z. u svom istraživanju (1981.) utvrdio kako se frekvencija pokreta povećava nakon primjene vježbi repetitivne i statičke snage. Logički gledano, stupanj umora bi svakako trebao imati odlučujuću ulogu u restrikciji brzinskih sposobnosti. To potvrđuje praksu, jer se brzina nekog pokreta ili kretanja razvija isključivo brzim izvođenjem takvih motoričkih kretanja. Zbog toga se postavlja pitanje (što je i osnovni predmet rada) koji je to stupanj umora koji nepovoljno utječe na brzinu i frekvenciju pokreta, a može se tretirati kao optimalan razdražitelj mehanizama odgovornih za manifestaciju brzinskih svojstava i zbog kojeg dolazi do povećanja brzine. Za praksu je stupanj umora izazvanog nekim treningom snage najjednostavnije mjeriti pulsom vježbača. Viši puls, s tendencijom sporog spuštanja, bit će pokazatelj većeg zamora, dok će niži puls, ili viši puls s brzim vraćanjem prema normalni, biti pokazatelj manjeg zamora. Iako je autor svjestan nedovoljne preciznosti ovog načina utvrđivanja stupnja umora, on će se koristiti kako bi se utvrdio utjecaj zamora na brzinu i frekvenciju pokreta. Pri tome će se umor vježbača regulirati primjenom različitih opterećenja koja su rezultat primjene vježbi snage a definirana su opsegom i intenzitetom.

1.1. Cilj istraživanja

Osnovni je cilj ovog rada utvrđivanje utjecaja vježbi snage različitog volumena opterećenja na brzinu izvođenja jednostavnih pokreta i frekvenciju pokreta.

1.2. Osnovne hipoteze

Na temelju dosadašnjih istraživanja, empirijskih spoznaja, te teorija umora, logički je postaviti hipotezu

H1: trening snage utječe na brzinu jednostavnih pokreta i frekvenciju pokreta.

2. Metode rada

2.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika za ovo istraživanje činilo je 48 studenata prve godine *Fakulteta za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu*, starih između 20 i 22 godine.

Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe (23 i 25) po abecednom redu, pa su eventualne razlike između njih, u motoričkim sposobnostima, zdravstvenom statusu i stupnju treniranosti, sasvim slučajne.

Svaka od ovih grupa podvrgnuta je u eksperimentu opterećivanju vježbama snage, ali na svoj specifičan način.

2.2. Uzorak mjernih instrumenata

Mjerni instrumenti upotrijebljeni za postizanje ciljeva istraživanja bili su slijedeći:

- Taping rukom: na posebno konstruiranoj ploči za taping rukom mjerio se dvostruki broj dodira rukom točno određenih mjesta na ploči u petnaest sekundi.
- Taping nogom: zadatak ispitanika bio je "boljom" nogom, iz sjedećeg položaja, prelaziti preko okomite prepreke visoke 15 cm, maksimalnom brzinom. Mjerio se broj naizmjeničnih pravilnih udaraca stopala po podlozi, u petnaest sekundi.
- Brzina pokreta rukama: na napravi posebno konstruiranoj na principu fotočelija, mjerila se brzina pokreta "boljom" rukom u tisućinkama sekunde.
- Brzina pokreta nogom: ovaj test izvođen je na istoj napravi kao i test brzine pokreta rukom, samo postavljenom u poseban položaj potreban za izvođenje testa (okomito). Mjerila se brzina pokreta "boljom" nogom u tisućinkama sekunde.

Za utvrđivanje veličine umora, odnosno intenziteta vježbanja u eksperimentalnim postupcima, koristio se broj srčanih udaraca u jednoj minuti⁶ izmjeren 60 sekundi nakon posljednje izvedene vježbe.

2.3. Opis eksperimenta

Eksperiment je izveden u okviru nastave iz juda u školskoj godini 1982/83. Prvo mjerenje brzine i frekvencije pokreta organizirano je na početku nastavnog sata, tri dana prije izvedenog eksperimenta (opterećivanja vježbama snage). Drugo mjerenje istih varijabli (kontrola utjecaja vježbi snage na brzinu i frekvenciju pokreta) bilo je odmah po završetku nastavnog sata.

Kako bi se utvrdio utjecaj pripremnog dijela sata, u kojem su dominirale vježbe relativne snage, na brzinu i frekvenciju pokreta, napravljeno je još jedno mjerenje jedne od grupa nakon 30 minuta vježbanja, a 14 dana po završenom prvom eksperimentu. Frekvencija pokreta mjerena je samo u jednom pokušaju, dok je brzina pokreta za svakog ispitanika mjerena tri puta u sva tri mjerenja.

Vježbe snage kojima su opterećivani studenti tijekom nastave juda specifične su vježbe juda i karatea, te neke već usvojene vježbe oblikovanja, a kojima se razvijaju svi akcijski faktori snage. Vježbama snage angažirane su sve topološke grupe mišića, a same vježbe imale su karakter i relativne i apsolutne snage.

6. Mjerio se broj srčanih udaraca u 15 sekundi, a onda se množio s 4.

Opterećivanje vježbama snage u objema grupama trajalo je u prvom eksperimentalnom postupku 70 minuta. Karakteristike vježbanja kojima je bila podvrgnuta prva grupa su sljedeće:

- dvadesetminutno vježbanje usmjereno k pripremi za izvođenje zadataka u glavnom dijelu sata ("zagrijavanje", u kojem su dominirale vježbe brzinske snage),
- petnaestminutno brzo i snažno izvođenje blokada i udaraca rukama,
- petnaestminutno brzo i snažno izvođenje blokada rukama i udaraca nogama,
- dvadesetminutni zadani sparing s izmjenom protivnika.

Karakteristike vježbanja druge grupe su:

- dvadesetminutno vježbanje usmjereno pripremanju za izvođenje zadataka u glavnom dijelu sata ("zagrijavanje", u kojem su dominirale vježbe repetitivne snage),
- tridesetminutno izvođenje bočnih i ručnih bacanja velikim tempom,
- desetminutni "randori" u stojećem stavu,
- desetminutni "randori" u parteru.

Kako bi se utvrdio utjecaj vrlo intenzivnog tridesetminutnog vježbanja, ispunjenog velikim brojem vježbi snage, na brzinu i frekvenciju pokreta, izmjerena je brzina i frekvencija pokreta jedne od grupa odmah nakon takva vježbanja. Naime, ovakvo se vježbanje upotrebljava kao priprema za osnovno vježbanje u glavnom dijelu treninga za većinu sportova, i u njemu se često izvode zadaci kojima je cilj razvoj brzinskih svojstava. Zato je interesantno utvrditi razvijaju li se brzinska svojstva pod povoljnim ili pod nepovoljnim okolnostima.

2.4. Metode obrade podataka

Razlike u brzini i frekvenciji pokreta prije i poslije opterećenja vježbama snage različitog tipa analizirat će se preko razlika u aritmetičkim sredinama rezultata dobivenih prije i poslije eksperimenta.

3. Rezultati i diskusija

Analizom rezultata ispitanika postignutih u brzini i frekvenciji pokreta prije treninga, čije je trajanje bilo 70 minuta i u kojem su dominirale natjecateljske i specifične vježbe juda i karatea tipa eksplozivne, repetitivne, odnosno repetitivno-statičke snage i poslije njih treninga, evidentan je pad brzinskih sposobnosti obje grupe ispitanika (tabela 1). Naime, aritmetičke su sredine rezultata obje grupe u primijenjenim testovima poslije treninga viših vrijednosti, što znači da je ispitanicima za iste zadatke poslije treninga bilo potrebno više vremena. U svezi s tim uočljivo je veće opadanje brzine pokreta nogom nego brzine pokreta

rukom, što je vjerojatno posljedica većeg opterećenja donjih nego gornjih ekstremiteta tijekom treninga.

Razlike aritmetičkih sredina rezultata postignutih u četiri testa primijenjena prije i poslije treninga, a u kojima su dominirale vježbe repetitivne, statičke i eksplozivne snage, u obje su grupe statistički značajne na nivou .01. Na taj način potvrđeni su rezultati što su ih dobili Strauss i Corbach (1966.), koji su također utvrdili negativan utjecaj vježbi snage na brzinu pokreta. Rezultati Franca (1981.) u suprotnosti su s rezultatima ovog istraživanja, pa se pretpostavlja da ispitanici tog istraživača nisu bili u procesu vježbanja opterećeni toliko koliko ispitanici u ovom istraživanju.

Vrijednosti frekvencije pulsa na kraju treninga, u kojem su dominirale vježbe snage, nisu pale ispod 130, a niti su bile veće od 170 udaraca u minuti. Srednja vrijednost pulsa grupe od 23 ispitanika iznosila je 158 udaraca, a grupe od 25 ispitanika, 153 udaraca. Vrijednost pulsa u obje grupe tijekom vježbanja varirala je od 140 do 170 udaraca. Vremensko razdoblje od 20 do 30 minuta poslije opterećenja koja su izazvala ovakvu frekvenciju pulsa nedostatno je za oporavak organizma i mogućnosti manifestacije one brzine i frekvencije pokreta kao prije tih opterećenja. Tri su osnovna razloga zbog kojih je došlo do opadanja brzine i frekvencije pokreta u obje grupe nakon provedenog treninga:

- (1) pad motivacije ispitanika
- (2) veličina lokalnog umora (ekstremiteta)
- (3) veličina globalnog umora.

Kako su ispitanici obje grupe bili upoznati s ciljem eksperimenta i prihvatili suradnju u njemu, prvi se razlog može odbaciti, a druga dva promatrati kao glavni restriktor brzine i frekvencije pokreta. Očito, u skladu s teorijom centralne iradijacije inhibicije (Teorija umora, Sečenov, 1903.) koja objašnjava pojavu umora širenjem inhibitornih procesa centralnim nervnim sustavom do smanjenja centralnog uzbuđenja, te do djelomičnog inhibiranja motoričke kore i mehanizama odgovornih za regulaciju brzine i frekvencije pokreta došlo je uslijed intenzivnog vježbanja u kojem su dominirale vježbe snage. Sve to uključuje usporevanje odašiljanja motoričkih impulsa iz centralnog nervnog sustava (motoričke kore), neprohodnost putova za impulse iz motoričke kore na periferiju, te veću nepropusnost sinaptičke barijere za dolazeće impulse koji direktno aktiviraju mišićna vlakna, a to su osnovna objašnjenja za pad brzine i frekvencije pokreta nakon treninga u kojem su dominirale vježbe snage.

Analiza rezultata brzine i frekvencije pokreta nakon tridesetminutnog intenzivnog vježbanja ispitanika druge grupe (25 ispitanika) u kojem su dominirale vježbe snage i u kojem je prosječna frekvencija pulsa nakon vježbanja iznosila 161 udarac u minuti, ukazuje na poboljšanje rezultata nakon vježbanja u odnosu na početne rezultate u sva četiri primijenjena testa. Međutim, statistički značajne pozitivne razlike utvrđene su samo u testovima brzine pokreta, a ne i frekvencije pokreta. Umor koji je poslije tridesetminutnog vježbanja bio evidentan i imao obilježje općeg (angažirane su sve mišićne grupe, a posebno one

Tabela 1 - Srednja vrijednost pulsa, aritmetičke sredine (X) i standardne devijacije (SD) rezultata ispitanika u brzini i frekvenciji pokreta prije i poslije opterećenja vježbama snage, te razlike između aritmetičkih sredina obje grupe u I. i II. mjeranju

Grupa 1	N = 23				Puls = 158			
	Brzina pokreta rukom		Brzina pokreta nogom		Taping rukom		Taping nogom	
	Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje	
	I	II	I	II	I	II	I	II
\bar{X}	346.27	390.36	420.25	553.25	39.14	36.20	20.02	18.31
SD	49.64	63.88	40.14	50.23	2.95	3.15	1.37	1.69
t	2.52		13.82		3.27		5.70	
T-tablični	2.50							

Grupa 2	N = 25				Puls = 153			
	Brzina pokreta rukom		Brzina pokreta nogom		Taping rukom		Taping nogom	
	Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje	
	I	II	I	II	I	II	I	II
\bar{X}	343.92	388.08	464.45	526.55	38.80	36.40	19.10	17.80
SD	27.93	31.72	40.32	72.57	3.40	3.19	1.52	1.44
t	7.35		6.52		3.67		3.67	
t-tablični	2.48							

Tabela 2 - Srednja vrijednost pulsa, aritmetičke sredine (X), standardne devijacije (SD) rezultata ispitanika u brzini i frekvenciji pokreta i poslije 30-minutnog opterećenja vježbama relativne snage, te razlike između aritmetičkih sredina (t) I. i II. mjeranja

Grupa 2	N = 25				Puls = 161			
	Brzina pokreta rukom		Brzina pokreta nogom		Taping rukom		Taping nogom	
	Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje		Mjerenje	
	I	II	I	II	I	II	I	II
\bar{X}	343.92	330.20	464.45	431.27	38.30	40.05	19.10	21.94
SD	27.93	26.48	40.32	36.58	3.40	3.58	1.52	1.36
t	2.52		4.30		0.16		0.69	
t-tablični	2.48							

velike) nije trajao dugo, što se tumači dobrom tjelesnom pripremljenošću ispitanika. Tridesetminutno vježbanje, provedeno vrlo velikim intenzitetom, dovelo je do povećanja cjelokupnog uzbuđenja u centralnom nervnom sustavu, a posebno onog u motoričkoj kori, što je kasnije rezultiralo povećanom frekvencijom odašiljanja impulsa prema periferiji. Osim toga, izazvane su povoljne biokemijske promjene na putovima k periferiji i sinapsama, što osigurava brži prolaz impulsa do mišićnih vlakana. Sve to zajedno utjecalo je na povećanje brzine i frekvencije pokreta ispitanika nakon vježbanja, a povećanje brzine pokreta je i statistički značajno (tabela 2).

4. Zaključak

Dvije grupe studenata *Fakulteta za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu* koje su brojile 23 i 25 studenata, podvrgnute su opterećenju vježbama relativne snage u trajanju od trideset minuta, te natjecateljskim i specifičnim vježbama juda i karatea koje su imale obilježja vježbe snage, jer su se izvodile ili u direktnom sukobu s protivnikom ili velikim intenzitetom tijekom sedamdesetminutnog vježbanja. U prvom slučaju, nakon tridesetminutnog vježbanja došlo je do podizanja frekvencije pulsa na 161 udarac u minuti (jednu minutu nakon završetka vježbanja)

i do značajnog povećanja brzine pokreta ruke i noge, ali ne i frekvencije pokreta ruke i noge. To se objašnjava povećanjem cjelokupnog uzbuđenja u centralnom nervnom sustavu, a posebno onog u motoričkoj kori koje omogućava veću frekvenciju impulsa iz motoričke kore k periferiji, te povoljnim biokemijskim promjenama na putovima k periferiji i sinapsama, što ubrzava dolazak impulsa do mišićnih vlakana.

U drugom slučaju, nakon sedamdesetminutnog vježbanja tijekom kojeg frekvencija pulsa nije padala ispod

130 udaraca u minuti s prosječnom vrijednošću od 153 u drugoj, a 158 u prvoj grupi (jednu minutu nakon završetka vježbanja), došlo je do značajnog pada brzine i frekvencije pokreta. Ovaj pad tumači se stvorenim velikim globalnim i lokalnim umorom koji je izazvao smanjenje centralnog uzbuđenja, djelomičnu inhibiciju motoričke kore i mehanizma za regulaciju brzine i frekvencije pokreta, a sve su to razlozi koji su utjecali na statistički značajan pad brzine i frekvencije pokreta nakon sedamdesetminutnog treninga.

Ovaj rad je napisan u okviru projekta 5-10-114 Programiranje kinezioloških transformacijskih procesa, kojeg financira Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike u 1992. godini.

Literatura

1. Colgate, J.A. (1966.), Arm strength relative to arm speed. *Research Quarterly*, 37, 1: 14-22.
2. Franc, Z. (1991.), Utjecaj skupa vježbi repetitivne i statičke snage na neke indikatore brzine frekvencije. Diplomski rad, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
3. Hofman, E. (1978.), Kanoničke relacije motoričkih sposobnosti i brzine i frekvencije jednostavnih pokreta. Magistarski rad, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
4. Hofman, E. (1990.), Relacije dimenzija brzine pokreta i antropometrijskih dimenzija. Disertacija, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
5. Pierson, W.R., and P.I. Rosh (1961.), Body size and speed. *Research Quarterly*, 32, 2: 197-200.
6. Šturm, J. (1975.), Relacije tjelesne snage i nekih morfoloških i motoričkih karakteristika u manifestnom i latentnom prostoru. Disertacija, Fakultet za fizičko vaspitanje, Beograd.
7. Whittley, J.D. and L.E. Smith (1966.), Influence of three different training programs on strength and speed of a limb movement. *Research Quarterly*, 37, 1: 132-142.

Branko Kuleš

Influence of strenght exercises upon speed and frequency of Movement

Key words: strength / competition and specific exercises / judo / karate / speed of repetitive movements / speed of simple motions

Abstract: After seventy minutes of testee's loading under the competition and specific exercises of judo and karate which have carried the characteristics of strength exercises, statistically significant decrease of speed and frequency of motion has been observed, while after thirty minutes of intensive exercise in which the exercises of relative strength were dominated, and statistically significant increase of speed but not of frequency of motion has been found.

