

Hrvoje Čustonja
Zrinko Čustonja

Prethodno priopćenje

AKUTNI EFEKTI PRIMJENE MAKSIMALNIH MIŠIĆNIH KONTRAKCIJA NA IZVEDBU SKLEKA S ODRAZOM

1. UVOD

Efekti bilo koje mišićne aktivnosti mogu biti akutnog (trenutnog) ili kroničnog (trajnog) karaktera (Enoka, 2003.).

Dva su temeljna akutna efekta mišićne kontrakcije: umor i potencijacija. Umor je trenutno opadanje radne sposobnosti uzrokovane prethodnim napornim radom. Suprotno umoru, potencijacija predstavlja trenutno poboljšanje kontraktilne sposobnosti mišića pod utjecajem intenzivne i kratkotrajne mišićne aktivnosti (Sale, 2002.). Stoga možemo ustvrditi kako je riječ o dva akutna fenomena koji se nalaze u "konfliktu". U određenom trenutku efekti potencijacije nadvladaju efekte umora i dolazi do poboljšanja mišićnih performansi, ponajprije gradijenta sile (eksplozivno generiranje mišićne sile). Kada je potencijacija izazvana voljnom izometričkom ili dinamičkom kontrakcijom riječ je o tzv. postaktivacijskoj potencijaciji, ili skraćeno PAP (Sale, 2002.).

S gledišta kineziološke prakse moguće je postaviti pitanje može li se PAP primijeniti u trenažne svrhe s ciljem akutnog poboljšanja eksplozivnih osobina sportaša. Taj problem predmet je proučavanja većeg broja kinezioloških istraživanja. Tako je velik broj autora analizirao akutne efekte maksimalnih izometričkih ili dinamičkih kontrakcija na sposobnost eksplozivnog generiranja mišićne sile sportaša i nesportaša. Taj oblik izmjene maksimalnih i eksplozivnih mišićnih kontrakcija iste (agonističke) mišićne grupe poznat je u kineziološkoj znanosti i sportskoj praksi pod nazivom "kompleksni trening" (Ebben i Watts, 1998.). I dok je jedna skupina istraživača utvrdila značajne pozitivne akutne efekte PAP-a na sposobnost eksplozivnog generiranja mišićne sile (Baker, 2003.; Sadibašić, 2005.; Chiu i sur., 2003.), dio istraživača nije utvrdio značajne pozitivne (ali ni negativne) akutne efekte (Hrysomallis i Kidgell, 2001.; Jones i Lees, 2003.). Za razliku od istraživanja na donjim ekstremitetima, malobrojna su istraživanja akutnih postaktivacijskih efekata na gornjim ekstremitetima (Hrysomallis i Kidgell, 2001.; Baker, 2003.; Sadibašić, 2005.). Stoga je temeljni cilj ovog istraživanja utvrditi jesu li maksimalne dinamičke kontrakcije ruku i ramenog pojasa (prije svega prsne muskulature) značajno akutno poboljšavaju sposobnost eksplozivnog generiranja mišićne sile u gornjim ekstremitetima.

Na temelju rezultata dosadašnjih istraživanja, autor očekuje kako će maksimalne dinamičke kontrakcije ruku i ramenog pojasa statistički značajno akutno poboljšati eksplozivnu izvedbu u gornjim ekstremitetima.

2 . METODE ISTRAŽIVANJA

U ovom istraživanju sudjelovalo je 16 studenata Kineziološkog fakulteta u Zagrebu s najmanje godinu dana praktičnog iskustva u treningu s utezima. Ispitanici su slučajnim odabirom podijeljeni u dvije skupine: eksperimentalnu (EKS; $n = 8$) i kontrolnu (KON; $n = 8$). Eksperiment je proveden u dva dijela. Prvi dio eksperimenta sastojao se od određivanja tjelesne mase (medicinska vaga) i maksimalne dinamičke snage (1 repetition maximum, 1RM) u potisku s ravne klupe za eksperimentalnu skupinu. Mjerenje je provedeno u teretani Kineziološkog fakulteta. Potisak s ravne klupe je standardni test za procjenu maksimalne dinamičke snage mišića prsa (Markovic i Jaric, 2004.).

Drugi dio eksperimenta proveden je nakon 48 sati. Nakon zagrijavanja u trajanju od 10 minuta svi su ispitanici bili upoznati s eksplozivnim zadatkom koji je primijenjen u ovom istraživanju. Riječ je o skleku s odrazom, kod kojeg se ispitanik iz upora prednjeg ležećeg spusti u sklek te, nakon toga, aktiviranjem mišića prsa, ruku i ramena, eksplozivno odgurne od podloge uvis. Nakon odraza, ispitanik spuštanjem u sklek amortizira pad na podlogu. Tijekom izvedbe skleka s odrazom ispitanicima je bilo zabranjeno njihanje trupa i/ili glave. Ruke ispitanika bile su postavljene na platformu za mjerenje sile (Quattro jump; Kistler, 9290AD) u širini ramena. Pomoću pripadajućeg softvera (Quattro jump; Kistler), izračunati su slijedeći parametri koji se standardno koriste za procjenu eksplozivne mišićne sile (Markovic i Jaric, 2005.): maksimalna visina odraza (H), prosječna relativna mehanička snaga (po kg tjelesne mase) generirana tijekom koncentrične (propulzivne) faze skleka s odrazom (P) i prosječni gradijent sile tijekom koncentrične faze skleka s odrazom (RFD). Mjerenje skleka s odrazom ponavljano je dva puta (pauza između pokušaja bila je oko 45 sekundi), a prosječan rezultat se koristio u daljnjim analizama.

Ispitanici iz kontrolne grupe izveli su po dva skleka s odrazom odmah nakon zagrijavanja i probnih pokušaja (inicijalno mjerenje), te dva skleka s odrazom nakon 10 minuta pasivne pauze (finalno mjerenje). Eksperimentalna grupa je nakon probnih pokušaja napravila po jednu seriju potiska s ravne klupe s opterećenjem od 50% od 1RM (pet ponavljanja) i 70% od 1RM (tri ponavljanja) te nakon toga po dva skleka s odrazom (inicijalno mjerenje). Po završetku inicijalnog mjerenja, svaki ispitanik eksperimentalne grupe napravio je pauzu od pet minuta, te potom izveo dvije serije potiska s ravne klupe s opterećenjem od 3RM. Pauza između serija bila je dvije minute. Po završetku druge serije maksimalnih dinamičkih kontrakcija, ispitanici

iz eksperimentalne grupe napravili su pauzu od dvije minute te ponovo izveli dva skleka s odrazom (finalno mjerenje).

Svi podaci obrađeni su programom za statističku obradu Statistica (ver. 5.0. for Windows). Za sve varijable izračunati su standardni centralni (aritmetička sredina; AS) i disperzivni parametri (standardna devijacija; SD, raspon; RAS). Razlike u efektima tretmana (finalno mjerenje minus inicijalno mjerenje) u prosječnoj relativnoj mehaničkoj snazi, visini odraza i gradijentu sile između grupa analizirane su univarijatnom? analizom varijance (ANOVA). U slučaju značajnog F-omjera, primijenjen je Tukey post hoc test s ciljem utvrđivanja između kojih grupa postoje razlike u efektima tretmana. Razlike u prosječnoj relativnoj mehaničkoj snazi, visini odraza i gradijentu sile između dva mjerenja za svaku grupu analizirane su t-testom za zavisne uzorke. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0.05$.

3. REZULTATI

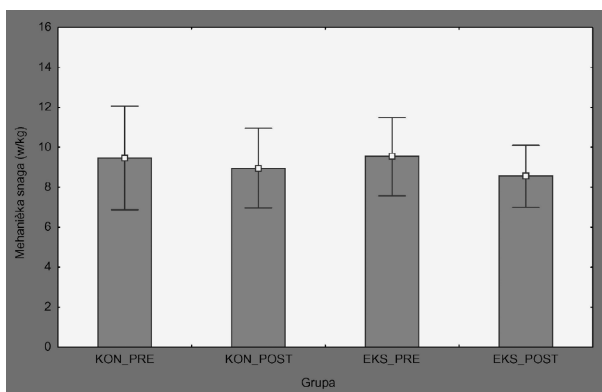
Osnovni deskriptivni parametri analiziranih varijabli u inicijalnom i finalnom mjerenju za kontrolnu i eksperimentalnu grupu prikazani su u tablicama 1. i 2. Moguće je uočiti kako je varijabilitet rezultata sličan u svakoj od analiziranih grupa.

Tablica 1. Aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD) i raspon (RAS) rezultata kontrolne grupe prije (_pre) i nakon (_post) tretmana

	AS	SD	RAS
Mehanička snaga_pre (W/kg)	9.5	2.6	8.3
Mehanička snaga_post(W/kg)	8.9	2.0	5.8
Visina_pre (cm)	10.4	5.5	15.5
Visina_post (cm)	10.2	5.0	15.2
Gradijent sile_pre (N/s)	1924.5	726.9	2130.4
Gradijent sile_post (N/s)	2162.5	867.3	2727.1

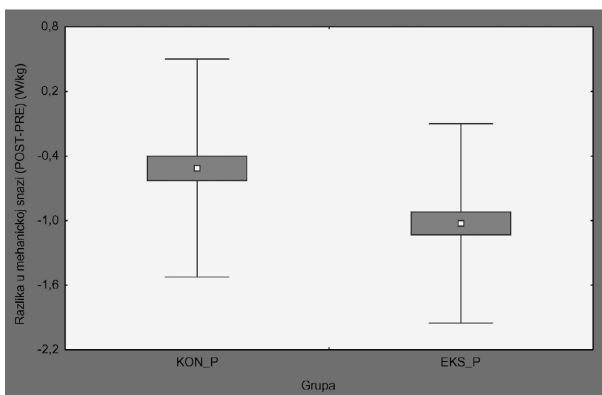
Tablica 2. Aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD) i raspon (RAS) rezultata eksperimentalne grupe prije (_pre) i nakon (_post) tretmana

	AS	SD	RAS
Masa (kg)	78.2	7.4	23.6
Potisak s ravne klupe (kg)	95.6	17.2	50
Mehanička snaga_pre (W/kg)	9.5	1.9	5.1
Mehanička snaga_post (W/kg)	8.5	1.6	4.9
Visina_pre (cm)	8.7	1.9	5.6
Visina_post (cm)	8.3	3.3	9.2
Gradijent sile_pre (N/s)	2447.7	796.4	2268.1
Gradijent sile_post (N/s)	2255.2	714.7	1991.4



Slika 1. Grafički prikaz mehaničke snage kod kontrolne (KON) i eksperimentalnih (BP i VES) skupina prije (PRE) i nakon (POST) tretmana.

Dok kod kontrolne grupe (KON) nije došlo do značajnih promjena u generiranoj mehaničkoj snazi, rezultati generirane mehaničke snage u finalnom mjerenju eksperimentalne grupe (EKS) značajno su slabiji ($p < 0.05$) od rezultata postignutih u inicijalnom mjerenju. (slika 1.). Na slici 2. vidimo grafički prikaz razlika u mehaničkoj snazi kod kontrolne i eksperimentalne grupe.



Slika 2. Grafički prikaz razlika u mehaničkoj snazi kod kontrolne (KON) i eksperimentalne (EKS) grupe.

Nisu utvrđeni značajni pozitivni ni negativni efekti u visini skoka te gradijentu sile ni kod kontrolne ni kod eksperimentalne grupe. Ipak, valja istaći trend smanjenja gradijenta sile u finalnom mjerenju kod eksperimentalne grupe, odnosno povećanja istog kod kontrolne grupe. Iako se mehanička snaga statistički značajno smanjila nakon tretmana kod eksperimentalne grupe, ta se promjena nije značajno razlikovala ($p > 0.05$) od promjene zabilježene u kontrolnoj grupi. Ni kod visine skoka niti gradijenta sile, veličina promjena se nije značajno razlikovala između grupa. Međutim, vidljiv je trend razlika u efektima u gradijentu sile između eksperimentalne i kontrolne grupe. Ovaj trend je posljedica blagog poboljšanja rezultata kod kontrolne grupe, te blagog pogoršanja rezultata kod eksperimentalne grupe.

4. DISKUSIJA

Suprotno hipotezi autora, pred-opterećenja u obliku potiska s ravne klupe, kao podražaja koji aktivira agonističke mišiće (tj. iste one mišiće koji sudjeluju u koncentričnoj fazi izvedbe skleka s odrazom), nisu utjecala na poboljšanje u indeksima eksplozivne snage kod skleka s odrazom. Naprotiv, eksperimentalna grupa postigla je statistički značajne negativne učinke u generiranoj mehaničkoj snazi nakon tretmana. Jednako tako kod gradijenta sile, kao najboljeg pokazatelja efekta PAP-a (Sale, 2002.), došlo je do trenda pogoršanja rezultata u eksperimentalnoj grupi. Dobiveni rezultati suprotni su rezultatima nekih (Baker, 2003.; Sadibašić, 2005), ali ne svih (Hrysonmallis i Kidgell, 2001.) dosadašnjih istraživanja. Nekoliko je mogućih objašnjenja dobivenim rezultatima. Kao prvo, uvažavajući “konfliktni” efekt potencijacije i umora, moguće je pretpostaviti kako su akutni efekti umora prevladali efekte PAP-a kod eksperimentalne grupe. Tome ide u prilog i značajan pad mehaničke snage u finalnom mjerenju zabilježen kod eksperimentalne grupe. Drugim riječima, moguće je da je pauza od dvije minute između posljednje serije maksimalnih dinamičkih kontrakcija i finalnog mjerenja skleka s odrazom bila nedovoljno duga kako bi se potpuno izbjegli akutni rezidualni efekti umora. Pregledom rezultata većeg broja istraživanja uočeno je kako se značajni pozitivni efekti PAP-a mogu postići pri različitim trajanjima spomenutih pauza. Stoga Sale (2002.) u svom preglednom radu navodi kako se optimalno trajanje pauza između maksimalnog preopterećenja i eksplozivnog opterećenja jednostavno treba eksperimentalno utvrditi metodom “pokušaj-pogreška”.

Drugi mogući razlog dobivenih rezultata jest veličina opterećenja koje se eksplozivno savladava. Sale (2002.) je utvrdio kako PAP poboljšava izvedbu eksplozivnog pokreta samo pri savladavanju umjerenih opterećenja (20-50% od maksimuma), tj. tamo gdje rezultat ponajprije ovisi o gradijentu sile. Drugim riječima, PAP ne poboljšava savladavanje vrlo malih opterećenja čija izvedba ponajprije zavisi

od brzine kontrakcije mišića (npr. lopte; Sadibašić, 2005.), ili pak većih opterećenja, gdje rezultat zavisi od maksimalne mišićne sile.

U našem slučaju, ispitanici su snagom ruku i ramenog pojasa eksplozivno savladavali opterećenje koje odgovara oko 55% od maksimalnog opterećenja (1RM). Dobiveni rezultati generalno potvrđuju pretpostavku Sale-a (2002.) o prisutnosti značajnih pozitivnih akutnih postaktivacijskih efekata samo pri savladavanju opterećenja male do umjerene mase.

5. ZAKLJUČAK

Sveukupno gledajući, moguće je konstatirati kako primjena dvije serije maksimalnih dinamičkih kontrakcija s opterećenjem od 3RM ne dovodi do akutnog poboljšanja izvedbe skleka s odrazom. S gledišta kineziološke prakse, dobiveni rezultati sugeriraju kako 1) pauze između maksimalnih i eksplozivnih kontrakcija u kompleksnom treningu gornjih ekstremiteta trebaju biti dulje od dvije minute i 2) kako sklek s odrazom nije pogodan zadatak za primjenu u kompleksnom treningu gornjih ekstremiteta.

6. LITERATURA

1. Young, W.B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998.). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research* 12, 82-84.
2. Ebben, W.P., & Watts, P.B. (1998.). A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 18-27.
3. Enoka, R. (2003.). Neuromechanics of human movement. Human Kinetics, Champaign, IL.
4. Hrysmallis, C., & Kidgell, D. (2001.). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper body power. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15, 426-430.
5. Markovic, G., Jaric, S. (2004.). Muscle strength and movement performance: the relationship for different groups of tests. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 139-149.
6. Markovic, G., Jaric, S. (2005.). Scaling of muscle power to body size: the effect of stretch shortening cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1): 11-19.
7. Sadibašić, T. (2005.). Akutni efekti primjene maksimalnih trenažnih opterećenja na manifestaciju eksplozivne snage tipa bacanja. Diplomski rad. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

8. Sale, D.G. (2002.). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise in Sport Science Review* 30, 138-143.
9. Baker, D. (2003.). Acute effects of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17, 493-497.
10. Jones, P., & Lees, A. (2003.). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17, 694-700.
11. Chiu, L.Z.F., Fry, A.C., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Brown, L.E., & Smith, S.L. (2003.). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17, 671-677.