

PROCJENA ELASTIČNE SNAGE U SPORTU

Goran Marković¹, Margareta Marković

¹Kineziološki fakultet

1. UVOD

Od svih motoričkih dimenzija čovjeka, najkompleksnija i najčešće proučavana jest tjelesna snaga. Međutim, iako je do sada publiciran velik broj znanstvenih istraživanja o strukturi dimenzija snage (vidi pregled Metikoša i sur. 1989., i Macintosh, 1974), još uvijek postoje rasprave u znanstvenim i stručnim krugovima glede egzaktnog definiranja pojedinih dimenzija snage (npr., Güllich i Schmidtbleicher, 1999, Newton i Dugan, 2002). To se posebno odnosi na strukturu eksplozivnog pokreta i definiranje relativno nezavisne dimenzije snage – elastične snage. Cilj autora ovog rada jest jasno definirati elastičnu snagu kao motoričku dimenziju i, na temelju kritičkog pregleda literature, predložiti novi i relativno jednostavan model njene procjene u području sporta.

2. DEFINIRANJE PROBLEMA

Odavno je poznato da je eksplozivnu mišićnu silu moguće je generirati u izometričkom i koncentričnom režimu rada mišića. U oba slučaja riječ je o sposobnosti generiranja što veće sile u što kraćem periodu vremena, odnosno eksplozivnoj snazi. U sportskoj se znanosti ova sposobnost još naziva i gradijent sile (Schmidtbleicher, 1992).

Međutim, eksplozivnu mišićnu silu moguće je generirati i u uvjetima kada koncentričnoj mišićnoj akciji prethodi brza ekscentrična mišićna akcija. Riječ je o posebnom obliku mišićne akcije, koji se u znanstvenoj literaturi naziva *ekscentrično-koncentrični ciklus* (EKC; Komi, 1984). Istraživanja provedena u posljednjih 30-tak godina (vidi Cavagna, 1977., i Komi, 2000) pokazala su kako čovjek (ali i drugi sisavci) može generirati veću mišićnu silu ukoliko koncentričnoj fazi pokreta prethodi brzo predstezanje, dakle u aktivnostima EKC. Iako je veći broj mehanizama odgovorno za spomenuto povećanje generirane mišićne sile i mehaničke snage tijekom EKC (Ingen

Schenau i sur. 1997), jedan od najvažnijih mehanizama jest pohranjivanje i iskorištavanje elastične energije mišićno-tetivnom sustavu (Komi, 1984). Točnije, tijekom brze ekscentrične faze u EKC, znatna količina potencijalne energije pohrani se prvenstveno u tetivnim tkivima (tetive i aponeuroze). Ukoliko je prijelaz iz ekscentrične u koncentričnu fazu pokreta brz, tada se znatan dio pohranjene energije iskoristi za poboljšanje generiranja mišićne sile (Alexander, 1988). Ukoliko je pak, prijelaz iz ekscentrične u koncentričnu mišićnu akciju spor, tada se većina pohranjene energije pretvara u toplinu. Ovaj mehanizam posebno je izražen u onim mišićima koji imaju relativno duge tetive, poput m. triceps surae.

Spomenute spoznaje nagnale su istraživače da u istraživanja strukture eksplozivnog pokreta uključe i vježbe EKC. Rezultat je bio definiranje jedne nove, i relativno nezavisne dimenzije snage – *elastične snage* (Čoh, 1988., Gollhofer, 1987). Riječ je o sposobnosti brzog i efikasnog prelaska iz ekscentrične u koncentričnu mišićnu akciju. Također su se počeli definirati i testovi za procjenu elastične snage, poput troskoka i peteroskoka (Tschiene, 1988) te dubinskih skokova (Schmidtbleicher, 1992), pri čemu je rezultat izražavan duljinom, odnosno visinom skoka. Međutim, ukoliko se u procjeni elastične snage ne uzme u obzir i brzina prelaska iz ekscentrične u koncentričnu fazu pokreta, tada je praktički nemoguće razlikovati elastičnu snagu od eksplozivne snage tipa skoka. To su već prethodno prepoznali određeni istraživači (npr. Young, 1995), te predložili da se elastična snaga procjenjuje dubinskim skokovima sa standardiziranih visina, na način da se visina odraza nakon saskoka podijeli sa vremenom provedenim u kontaktu s podlogom. Iako ova metoda uzima u obzir vrijeme prelaska iz ekscentrične u koncentričnu mišićnu akciju, rezultati testiranja izraženi su u cm/s, mjernoj jedinici koja, po mišljenju autora ovog rada, nije najbolje rješenje. Stoga su autori odlučili predložiti novu metodu procjene elastične snage u sportu, uvažavajući nedostatke prethodno prikazanih metoda.

3. PRIJEDLOG METODE ZA PROCJENU ELASTIČNE SNAGE

Autori ovog rada slažu se sa prethodnim istraživačima glede izbora nekih testova za procjenu elastične snage, te stoga predlažu da to bude dubinski skok s točno

definiranih (standardiziranih) visina. Prema mišljenju autora, visine sa kojih bi se trebali izvoditi dubinski skokovi u svrhu procjene elastične snage u sportu su: 30cm, 45cm, 60cm i 75cm. Kada se radi o sportašima natprosječne mase i/ili visine, te o mladim sportašima, tada te visine ne bi trebale prelaziti 45cm, odnosno 30cm. Dubinski skokovi se izvode na kontaktnoj strunjači (npr., ErgoJump, Bosco System, Italija) ili platformi za mjerenje sile reakcije podloge (npr., Quattro jump, Kistler, Switzerland), a rezultat za svaki skok se izražava kao omjer vremena provedenog u zraku (t_f) i vremena provedenog u kontaktu stopala s podlogom (t_c). Riječ je dakle, o indeksu elastične snage I koji se formulom može izraziti na slijedeći način:

$$I = t_f / t_c$$

Iako se rezultat u testu dubinski skok izražava prikazanim indeksom I , nužno je za svaki dubinski skok također zasebno registrirati i pohraniti i vrijeme provedeno u zraku i vrijeme provedeno u kontaktu s podlogom kako bi se jasno mogle definirati adaptacijske promjene generirane trenažnim postupkom. Komparacijom rezultata dubinskih skokova s definiranih visina moguće je definirati i optimalnu visinu saskoka za svakog pojedinca. Također valja istaći da su preliminarni rezultati testiranja pokazali kako je metoda vrlo pouzdana (korelacije među česticama 0.89-0.91; koeficijent varijacije 3.4-3.8%).

Primjer procjene elastične snage sportaša prikazan je u tablici 1. Autori su testirali uzorak sportaša koji pripadaju različitim sportovima (nogometaši, taekwondo borci i atletičari skakači u dalj/sprinteri) dubinskim skokovima s visine 50cm.

Tablica 1. Primjer procjene elastične snage tri grupe sportaša dubinskim skokovima s visine 50cm (AS \pm SD).

Sport	I	t_f (ms)	t_c (ms)
Nogomet (n = 6)	2.56 \pm 0.23	520 \pm 35	203 \pm 29
Taekwondo (n = 5)	2.77 \pm 0.18	543 \pm 30	196 \pm 27
Atletika skok/sprint (n = 5)	3.07 \pm 0.13	565 \pm 21	184 \pm 17

Vidljivo je kako se analizirane grupe bitno razlikuju u svim mjerenim parametrima. Najveći indeks elastične snage (I) imaju atletičari, zatim taekwondo borci, dok su najmanje vrijednosti zabilježene kod nogometaša. Također su vidljive jasne razlike u vremenu provedenom u zraku (odnosno visini skoka) i trajanju kontakta stopala s podlogom između analiziranih grupa. Važnu informaciju u prikazanom primjeru predstavljaju i mjere varijabiliteta rezultata. Što je prosječni rezultat veći, a varijabilitet rezultata analiziranog uzorka manji (pod pretpostavkom da je test pouzdan), to je i važnost tog testa za uspješnost u sportskoj disciplini veća. Iz prikazanog primjera moguće je pretpostaviti kako je razvijenost elastične snage ima vrlo važnu ulogu u skokovima u dalj i sprintu, dok je ta važnost za uspjeh u nogometu mnogo manja.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je prikaz jednostavne metode za procjenu elastične snage primjenom testa dubinski skok, pri čemu rezultat testa (indeks elastične snage) predstavlja omjer vremena provedenog u zraku i vremena provedenog u kontaktu s podlogom. Budući da je pouzdanost testa visoka, te s obzirom da test dobro diskriminira sportaše koji pripadaju različitim sportovima, autori predlažu njegovu primjenu u sportu u svrhu procjene elastične snage.

5. LITERATURA

1. Alexander, R.M. (1988). *Elastic Mechanisms in Animal Movement*. Cambridge University Press, Cambridge.
2. Cavagna, G.A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5:89-129.
3. Čoh, M. (1988). *Latentne dimenzije odzivne moći*. (Doktorska disertacija). FTK, Ljubljana.
4. Gollhofer, A. (1987). *Komponenten der schnellkraftleistung im dehnungs-verturzungszklus*. Erlensee, SFT.

5. Güllich, A., Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50: 223-234.
6. Ingen Schenau, G.J., Bobbert, M.F., Haan, A. de. (1997). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle? *Journal of Applied Biomechanics*, 13: 389-415.
7. Komi, P.V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, 12: 81-121.
8. Komi, P.V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33: 1197-1206.
9. Macintosh, D. (1974). Structure and nature of strength. *Journal of Sports Medicine*, 14: 168-177.
10. Metikoš, D., E. Hofman, F. Prot, Ž. Pintar, G. Oreb (1989). Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
11. Newton, R.U., E. Dugan (2003). Application of strength diagnosis. *Strength and Conditioning*, 24(5): 50-59.
12. Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power sports. U: Komi, P.V. (ur.). *Strength and power in sport*. Blackwell Scientific, London., str. 381-395.
13. Tschiene, P. (1988). The throwing events: recent trends in technique and training. *New Studies in Athletics*, 1: 7-17.
14. Young, W.B. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10(1):89-96.