

*Dražen Harasin  
Ljubomir Antekolović*

## **NACRT ZA IZRADU RAČUNALNOG PROGRAMA ZA PROCJENU OPTEREĆENJA U TRENINGU S TERETOM**

### **1. UVOD**

Jedno od važnih obilježja velikog broja sportskih aktivnosti su veliki vanjski otpori kojima se tijekom natjecanja sportaši suprotstavljaju. Ovi veliki vanjski otpori zahtijevaju od sportaša visoku razinu sposobnosti za proizvodnju sile. Iako od sporta do sporta variraju uvjeti u kojima je sportašima u postizanju rezultata potrebno iskazati silu, ipak se zajednički nazivnik sportskog rezultata u velikom broju sportova svodi na jakost, odnosno sposobnost za proizvodnju sile. Ovaj je zahtjev vrhunskog sporta znatno pridonio razvoju tehnologije treninga s teretom kao jedne od najkorisnijih metoda za razvoj spomenute sposobnosti.

Brojne prednosti ove tehnologije treniranja kao što su odabir vježbi u kojim gibanja nalikuju traženim gibanjima, razvoj onih mišićnih skupina o kojima ovisi postizanje rezultata, precizno podešavanje potrebne veličine vanjskog otpora, upravljanje tipom i brzinom mišićne kontrakcije u skladu s potrebama, itd., pridonijelo ju da ova tehnologija treninga u povijesti znatno pridonese izrazito strmom pozitivnom trendu u razvoju rezultata u velikom broju sportova.

Trening s teretom je takav oblik treninga s vanjskim opterećenjem u kojem sportaš mišićnim kontrakcijama proizvodi silu kojom svladava vanjsku silu koja je produkt mase i ubrzanja tereta koji podiže. Iako je zbog velikog broja provedenih istraživanja razumijevanje ove tehnologije treninga danas na zaista visokoj razini, ne može se reći da u sportskoj praksi ne postoje problemi čije bi rješavanje omogućilo još bolje korištenje ove tehnologije. Jedan od problema, već istaknut u radovima (vidi Harasin, 2002) je procjena opterećenja koje organizam sportaša pretrpi u ovom načinu treniranja. Nemoguće je programirati trenažni proces, niti valorizirati rezultate bez točnih pokazatelja opterećenja koje podnese organizam sportaša. Procjenu opterećenja u treningu s teretom bi uvelike olakšao računalni program koji bi temeljem određenih unesenih veličina mogao s velikom sigurnošću procijeniti opterećenje sportaša. Cilj ovog rada je izraditi nacrt na osnovi kojeg bi se mogao izraditi takav računalni program.

## **2. OPTEREĆENJE I “PODEŠAVANJE TIJELA”**

Svaka proizvodnja mišićne sile mora biti inicirana mišićnom kontrakcijom do koje dolazi uslijed nervne stimulacije. Pri tome, ovisno o karakteristikama opterećivanja i drugi organski sustavi u većoj ili manjoj mjeri sudjeluju u proizvodnji spomenute sile. Za “napajanje” energijom i otpremu produkata metaboličkih reakcija vrlo je odgovoran kardio-respiratorni sustav, za dodatnu razinu kontrole i tijek oporavka u bilo kojem stadiju endokrini sustav, itd. Zbog toga rad s teretom kao stimulator mišićnih kontrakcija, ovisno o načinu opterećivanja utječe na “podešavanje” svih spomenutih sustava. Određeni način opterećivanja stimulira određene organske sustave da se “podešavaju” s obzirom na nove zahtjeve koji se pred njih stavljaju, odnosno da poboljšavaju svoju funkciju. Tako je poznavanje veličine i karakteristika opterećenja važan preduvjet za upravljanje adaptacijskim promjenama na tijelu sportaša. Za trenera je važno znati uskladiti modalitet opterećivanja sportaša sa željenim smjer podešavanja tijela. Zbog toga je važno znati što točnije procijeniti opterećenje kojim se stimulira tijelo sportaša u želji da se izazovu usmjerena “podešavanja” o kojima je riječ.

Najbolji način ovakve procjene podnesenog opterećenja organizma sportaša bio bi izravnom procjenom funkcioniranja ili strukturalne promjena na organskim sustavima koji su treningom opterećeni. U znanstvenim istraživanjima je ovo korištenjem vrlo sofisticirane opreme moguće provesti, npr. praćenjem akutnih metaboličkih promjena u mišićima ili praćenjem akutnog funkcioniranja žlijezda s unutrašnjim lučenjem, registriranjem akcijskog potencijala sarkoleme na površini kože, itd. Ovo je, iako je sportska znanost uznapredovala još uvijek nemoguće koristiti u praksi. Zbog toga se rabe posredne procjene opterećenja koje je organizam sportaša podnio. Ako je poznata relacija između posredno procijenjenog opterećenja i neposrednog utjecaja na akutnu reakciju, odnosno s vremenom na funkciju, efektima treninga je moguće upravljati.

## **3. PROCJENA OPTEREĆENJA**

U praksi se najčešće rabi broj tona podignutih na jednom treningu. Ovaj način za računanje broja tona podignutih na jednom treningu ili okviru neke druge programske jedinice uzima dvije varijable: Masu tereta koji se podiže i broj ponavljanja. Tako da ako sportaš učini 10 ponavljanja s masom tereta od 100 kg, podigao je jednu tonu. Uzimanje samo ove dvije varijable koje se lako mogu prikupiti olakšava procjenu, ali zbog nedostatnosti informacije o putu koji teret prevali, odnosno o ukupno izvršenom radu u promatranoj programskoj jedinici, procjena na ovaj način je nepotpuna. Zbog toga ovaj način može dovesti do grubih grešaka u procjeni opterećenja koje je sportaš podnio. Zbog toga je predložen precizniji način računanja opterećenja sportaša u ovakvom tipu treninga.

To je *izvršeni rad* u određenoj programskoj jedinici koja se promatra. To može biti jedna serija, jedan trening, mikrociklus, itd. Važna veličina u procjeni rada koji je sportaš u određenoj programskoj jedinici izvršio je dužina puta na kojem se djeluje silom. Put kojim se giba teret je određen tipom vježbe odnosno amplitudom gibanja tereta, antropometrijskim karakteristikama sportaša i brojem ponavljanja. Različiti rad će sportaš učiniti u vježbama dizanje na prste i duboki čučanj, bez obzira na eventualnu jednaku vanjsku silu i jednaki broj ponavljanja (Harasin, 2002). Za sportaša visine 180 cm izračunati su osnovni parametri opterećenja u tri vježbe s teretom: bench press, čučanj i stojeće dizanje na prste. Iz izračunatih parametara vidljivo je da se ukupno opterećenje u treningu s teretima bez obzira na jednaku vanjsku silu, jednak broj ponavljanja i jednako trajanje niza može u različitim vježbama bitno razlikovati. Tu je činjenicu potrebno u procjeni opterećenja u treningu s teretom uzeti u obzir. Veći će broj ponavljanja utjecati na to da put, pa prema tome i rad bude veći. Antropometrijske karakteristike sportaša će znatno utjecati na ukupnu količinu izvršenog rada. Tako će sportaši s naglašenom longitudinalnom dimenzionalnošću skeleta u istoj vježbi vršiti veći rad od sportaša kod kojih je spomenuta komponenta antropometrije manje izražena. Rad je parametar ekstenziteta ukupnog opterećenja.

Kako sila koju generiraju mišići, u skladu s Drugim Newtonovim zakonom ovisi i o masi i o trenutnoj akceleraciji tereta, nije nužno da uvijek teret veće mase znači i izražavanje veće mišićne sile. No, kako se, zbog prirode vježbanja s teretom, ubrzanje tereta neprestano mijenja, iz pozitivnog u negativno za precizno računanje bilo bi potrebno pozitivno pribrajati, a negativno oduzimati od sile kojom težina tereta na sustave sportaša djeluje u mirovanju. Budući da bi veća sila u pozitivnom dijelu pokreta (zbog pozitivne akceleracije koju je trebalo prebrojiti) morala biti umanjena, vjerojatno za istu vrijednost u negativnom dijelu pokreta, najčešće, kad govorimo o vanjskoj sili u treningu s teretom, govorimo o sili težine tereta u mirovanju. Najviše zbog toga, ali i zbog toga što je gotovo nemoguće precizno izraziti silu koja je rezultat veće ili manje brzine gibanja tereta, glavna veličina koja određuje intenzitet mišićne kontrakcije u treningu s teretom je, budući da je gravitacija konstantna veličina, masa tereta.

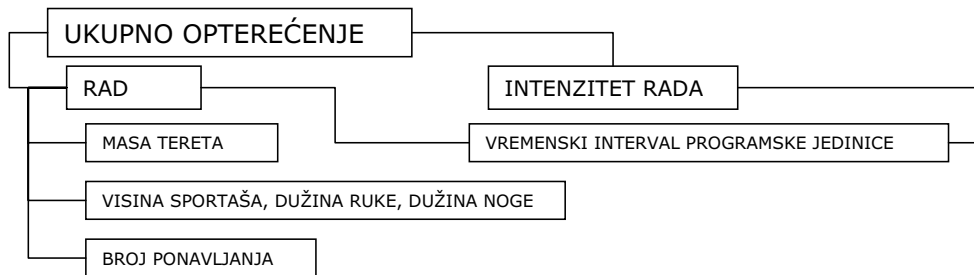
Bez obzira koliki rad bio izvršen, postoji još jedan činilac koji bitno može utjecati na veličinu opterećivanja, a time i na smjer "podešavanja" tijela sportaša. To je *intenzitet obavljenog rada*. Ako se određena količina rada obavi u kraćem vremenu, radi se većim intenzitetom. Zbog toga je u procjeni opterećenja u treningu s teretom potrebno imati obavijest i o intenzitetu rada kojim je sportaš u okviru određene programske jedinice radio. Ova je veličina omjer izvršenog rada i vremenskog razdoblja u kojem je rad obavljen, pa se dobije jednostavno dijeljenjem rada i vremena.

#### 4. NACRT ZA IZRADU RAČUNALNOG PROGRAMA

U praktičnoj primjeni, dužina puta na kojem se giba teret je umnožak vertikalne distance podizanog tereta (razlika između visine tereta u početnom položaju visine tereta u nultoj točki) i broja ponavljanja. Veličina vertikalnog pomaka tereta ovisi o konkretnoj vježbi i longitudinalnim dimenzijama sportaša. Ovakvi podaci (osim samo za pojedinačne slučajeve) u literaturi ne postoje. Zbog toga bi izradi računalnog programa svakako prethodilo istraživanje kojim bi se pokušala utvrditi relacija longitudinalne dimenzionalnosti skeleta sportaša s vertikalnom distancom tereta u različitim vježbama s teretom.

Vanjska sila se zbog ranije navedenih razloga, dobro aproksimira s težinom tereta u mirovanju, odnosno jedinom varijabilnom veličinom ovdje, masom tereta. Ako su poznate vježba i broj ponavljanja i longitudinalna antropološka obilježja sportaša, poznat je i put koji pređe teret gibajući se, pa se iz ovih veličina i mase tereta računa rad. Taj rad je izvršen u točno određenom vremenu, koje je poznato, pa se iz tih veličina računa i snaga, odnosno intenzitet kojim je rad izvršen.

Program bi zbog toga trebao biti koncipiran tako da na osnovi unesenih podataka odabranih varijabli longitudinalne dimenzionalnosti skeleta (npr. visina, duljina ruke, duljina noge), konkretne vježbe, broja ponavljanja, mase tereta, te vremenskih intervala određenih programskih jedinica trebao računati rad i intenzitet rada u okviru istih jedinica. Ovi parametri mogu se izračunati za svako ponavljanje, seriju, vježbu, mišićnu skupinu ili mišićni sustav ili za cijeli trening.



**Shematski prikaz 1.** Nacrt za izradu računalnog programa za procjenu opterećenja u treningu s teretom

Rad se, budući da povećanja količine rada nije najvažnija funkcija izbora vježbi (osim u izuzetnim situacijama) u treningu s teretom povećava s povećavanjem broja razina, odnosno povećavanjem ukupnog broja ponavljanja koje sportaš na treningu izvede. Totalne tjelesne vježbe, veća amplituda pokreta i veći će broj ponavljanja utjecati na to da put, pa prema tome i rad budu veći. Skraćivanjem vremenskog razdoblja koje protječe između pojedinih serija postiže se veći intenzitet rada jedne

programske jedinice (intenzitet rada jednog ponavljanja, jednog niza, više nivoa jedne vježbe, svih nizova i vježbi za određenu mišićnu skupinu, cijelog treninga). Ovakav pristup u programiranju treninga s teretima svest će slučajne rezultate treninga s teretima na minimum.

## 5. ZAKLJUČAK

Efikasno upravljanje transformacijskim procesom u treningu s teretima u velikoj mjeri ovisi o objektivnom utvrđivanju opterećenja. Izrada ovakvoga računalnog programa bi u velikoj mjeri olakšala procjenu opterećenja koje organizam sportaša podnese u treningu s teretom. Iako bi ovakav program uvidom u stanje opterećenosti poboljšao mogućnosti treneru, autor ovog rada ne misli da je ovaj način procjene konačno zadovoljavajuće rješenje. Izrađeni je nacrt samo pokušaj da se procjena opterećenja učini točnijom.

Sve dok u treningu s teretom ne bude bilo moguće koristiti svojevrsni “akcelerometar” kojim bi se preko 2. Newtonovog zakona mogla točno utvrditi sila u svakom trenutku uzajamnog djelovanja tereta i organskih sustava sportaša, pa točnije izračunati obavljeni rad ovo bi mogla biti najtočnija procjena opterećenja u treningu s teretom. Ovaj bi program imao i druge loše strane. Neke od njih su:

1. Program također ne registrira razliku između vježbi u kojima sportaš proizvodnjom sile u većoj ili manjoj mjeri vlastitom tijelu mijenja potencijalnu energiju u gravitacijskom polju. Program jednostavno kalkulira samo rad obavljen na teretu, a ne i onaj obavljen premještanjem vlastitog tijela. Tako bi čučanj i horizontalni nožni potisak u slučaju istih unesenih traženih veličina po ovom načinu mogli utjecati na to da podjednako ukupno opterećenje, što vjerojatno ne bi bila istina.
2. Program ne uzima u obzir razliku između vježbi u kojima nema negativne faze ponavljanja (kontroliranog spuštanja tereta) kao kod dizačkih vježbi (trzaj, nabačaj, itd).

## 6. LITERATURA

1. Beachle, T.R., Earle, R.W. (2000). Essentials of Strength Training and Conditioning, (Second Editioning). Human Kinetics, Champaign, IL, USA:
2. Harasin, D., Milanović, L., Šimek, S. (2002). Load parameters in the total physical, multiple and single-joint weight exercises. Proceedings Book of the 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference “Kinesiology – New Perspectives”, Opatija, Croatia, September 25 – 29, 2002.
3. Zatsiorsky, V.M., (1995). Science and Practice of Strength training. Human Kinetics, Champaign, IL, USA.