

# TESTIRANJE MIŠIĆNE SNAGE

Razvoj i evaluacija metodologije

Stojanović MD, Kanostrevac K, Ostojić SM

Departman za sport, Fakultet za sport i turizam, Novi Sad

## Sažetak

Članak se bavi modalitetima testovnih procedura mišićne snage pojedinačno, ali i njihovim zajedničkim aspektima; cilj je da pruži pregled različitih faktora koji su uključeni u razumevanje, razvoj, primenu i evaluaciju testovnih procedura snažnih sposobnosti. Verovatno najznačajniji razlog kontinuiranog monitoringa snage je da pomogne u evaluaciji i programiranju treninga snage. Redovno testiranje snažnih karakteristika omogućava da se trenažni period proceni i da se izvrše korekcije u planu i programu treninga. Najčešći način utvrđivanja snažnih karakteristika predstavlja testiranje sa slobodnim tegovima. Kod testova snage uz upotrebu slobodnih tegova, brzina kretanja se obično ne kontroliše, ali se može odrediti pomoću laboratorijskih metoda. Trenažeri modifikuju silu ostvarenu u mišićima pomoću sistema zupčanika, poluga i dizalica i rezultat toga je sistem promenljivog otpora. Izometrijsko testiranje otklanja varijacije u brzini pokreta jer se svi testovi izvode pri brzini od 0°/s. Izokinetičko testiranje uzima u obzir i brzinu pokreta što nije slučaj sa slobodnim tegovima ili trenažerima a nedostaje i u izometrijskim protokolima. Prilikom preciznog merenja snage mora se voditi računa o kreiranju i razvijanju protokola testiranja koji kontroliše promenljive važne za određene situacije testiranja. Jednostavni testovi procene kondicionog statusa na terenu možda nisu previše objašnjeni, ali zahtevaju pažljivo razmatranje svih promenljivih (npr. trenažni status, pol, starost, tip mišićne aktivnosti, vrsta opterećenja, početna pozicija, familijarizacija). Pažljivo razmatranje svake promenljive varijable će pomoći u izradi protokola koji odgovara specifičnim potrebama.

**Ključne reči** Slobodni tegovi, Izometrijsko testiranje, Izokinetički dinamometar, Trening

TIMS Acta (2009) 3, 42-65

---

## Uvod

Mišićna snaga predstavlja osnovno svojstvo čovekovog sportskog postignuća – ova činjenica očigledna je na osnovu bogate empirijske i naučne literature koja objašnjava sve elemente razvoja i evaluacije snage. Praćenje fizioloških odgovora i adaptacija (kardiovaskularnih, endokrinih, nervnih i metaboličkih), nastalih kao posledica proizvodnje mišićne sile,

omogućava bolje razumevanje reakcija različitih sistema u uslovima angažovanja motornih jedinica visokog praga. Kod utvrđivanja efekata treninga na mišićni zamor, rehabilitaciju od povreda, simetričnost mišićnih grupa ili sposobnosti različitih pojedinaca, testiranje snage nam pruža važne podatke u vezi sa sportskim postignućem. Ovaj pregledni tekst će se

baviti modalitetima testovnih procedura pojedinačno, ali i njihovim zajedničkim aspektima; cilj je da pruži pregled različitih faktora koji su uključeni u razumevanje, razvoj, primenu i evaluaciju testovnih procedura snažnih sposobnosti.

### Definicija snage

Najbolje da počnemo sa definicijom - sila je uzrok promene stanja kretanja ili mirovanja tela, pri čemu se promena stanja meri ubrzanjem. Drugim rečima, sila = masa x ubrzanje tela koje nastaje kao rezultat delovanja sile. Od posebnog značaja za nas je maksimalna sila ili maksimalni obrtni moment određene mišićne aktivnosti. Međutim, postoji nekoliko faktora koji doprinose razvoju snage. U svrhu ovog poglavlja, snaga će biti praktično definisana kao maksimalna sila koju mišić ili mišićna grupa mogu da stvore pri specifičnoj ili određenoj brzini. Snaga se definiše i kao sposobnost da se razvije sila nasuprot otporu u pojedinačnoj mišićnoj kontrakciji neograničenog trajanja (Enoka, 1988). Ova definicija snage kao izometrijske ili statičke mere isključuje razmatranje kompleksne interakcije razvoja sile i brzine akcije mišića, skraćivanja ili izduženja. Ograničavajući definiciju na ovaj način, procenjuje se samo statička aktivnost i ignoriše se celokupan dinamički aspekt sile. Mada se čini da ova definicija pojednostavljuje zadatak procene snažnih sposobnosti, ona zapravo doprinosi previše čestom izbegavanju objašnjenja vezanih za dinamički razvoj snage. Sila će se razlikovati u zavisnosti od brzine kretanja. Izražavanje i kvantifikovanje snage zavisi od uslova ispitivanja. Zbog velikog broja faktora koji utiču na ispoljavanje dinamičke snage, snaga mišića ili mišićne grupe mora se definisati kao maksimalna generisana snaga pri određenoj, definisanoj brzini izvođenja!. Brzina može da bude nula (npr. izometrijska aktivnost) ili može da sadrži širok opseg različitih brzina skraćivanja ili produžavanja mišića. Radi poređenja snage različitih grupa mišića, merenje sile i momenta sile se mora vršiti kada su

mišići slične dužine. Vrednosti sile mogu se dobiti direktno u mišiću ili iz njegove tetive, na tačkama na jednom od krajeva tela, ili kao moment sile ostvaren na trenažeru. Mišići mogu da učestvuju u izometrijskim, dinamičkim koncentričnim i u dinamičkim ekcentričnim kontrakcijama. Različite vrednosti ispoljene snage zavisice od odnosa sila/brzina za dati pokret. Maksimalna mišićna snaga ne sme se pomešati sa maksimalnom aerobnom snagom (moći) koja se odnosi na kardiorespiratornu sposobnost organizma da isporuči i utroši kiseonik. Termin izotonički se često, mada neispravno, koristi za definisanje dinamičke mišićne aktivnosti u uslovima konstantnog spoljašnjeg otpora. Termin zapravo označava dinamički događaj u kome mišići stvaraju istu količinu sile u toku celog pokreta. Takve situacije nisu česte, ako uopšte postoje u ljudskoj aktivnosti, usled razlika prilikom stvaranja sile pri različitim dužinama mišića i promena mehaničke efikasnosti na različitim uglovima zglobova. Iz tog razloga, termin konstantan dinamički spoljašnji otpor će se ovde upotrebljavati da opiše testiranje mišićne aktivnosti uz pomoć spoljašnjeg otpora, kao što su slobodni tegovi. Ova vrsta vežbanja uključuje i koncentričnu (skraćivanje) i ekcentričnu (produžavanje) mišićnu aktivnost.

### Značaj merenja snage

Verovatno najznačajniji razlog kontinuiranog monitoringa snage je da pomogne u evaluaciji i programiranju treninga snage. Danas praktično sve populacione kategorije primenjuju trening snage, od dece preko odraslih do osoba treće životne dobi. Ovi programi se međusobno prilično razlikuju, kao uostalom i ciljevi treninga. Veličina prirasta snage zavisi od programa trenažnog opterećenja, vremena i ciljeva programa. Redovno testiranje snažnih karakteristika omogućava da se trenažni period proceni i da se izvrše korekcije u planu i programu treninga. Razvoj snažnih karakteristika ne odvija se konstantnim prirastom u

dugoročnom trenažnom procesu. Potrebno je doneti odluke o programu treninga za svaku pojedinu vežbu kako bi odnos uloženog rada i efekata treninga bio vredan truda i vremena koje se u trening ulažu. U nekim slučajevima male promene u snazi zahtevaju veliku količinu treninga pošto je *prozor adaptacije* blizu teorijskog genetskog maksimuma. To znači da umesto 3 serije vežbi može da bude potrebno 6 kako bi došlo do napretka. Osim toga, porast snage može biti manji od 5% za razliku od daleko većeg porasta u nekim početnim periodima treninga. Ovako mali napredak može da predstavlja presudnu razliku između pobede i poraza kod vrhunskih sportista, ali je od manje važnosti za neke druge situacije. Povećana količina vremena neophodna za ostvarivanje relativno malih efekata može predstavljati neoptimalno korišćenje vremena za trening ukoliko i ove male promene u snazi nisu direktno vezane za takmičarsko postignuće. Npr, poboljšanje od 5% za takmičara u dizanju tegova na takmičenju, može da predstavlja razliku u tome da li će on na takmičenju pobediti ili biti dvadeset peti. Sa druge strane, pojedinac sa visokim nivoom snage bicepsa ne mora da uloži dodatno vreme da bi ostvario poboljšanje od 5% snage mišića ruku i bolje bi bilo da koristi dodatno vreme trenirajući neke druge pokrete. Tako je ono što je njemu ili njoj potrebno „održavanje snage“ za tu posebnu vežbu: održavanje postojećeg nivoa bez porasta obima u cilju daljeg porasta snage. Iz tog razloga se u vezi s preporukama za dalje programiranje treninga često moraju donositi tzv. kliničke odluke. Ovo zahteva dobro poznavanje individualnog profila snage za veći broj mišićnih grupa. Pored toga, potrebno je razumeti osnovne fiziološke adaptacije koje su u vezi sa programima za razvoj snage.

### Fiziološke adaptacije treninga snage

Daćemo kratak pregled nekih osnovnih adaptacija na trening. Tabela 1 predstavlja spisak osnovnih fizioloških adaptacija treninga snage. Specifične promene zavise

od tačnog tipa programa koji se koristi, a različitosti u reakcijama mogu nastati usled različite efikasnosti različitih tipova programa treninga sa velikim opterećenjem.

**Tabela 1.** Adaptacije mišićnih vlakana kod treninga sa opterećenjem

Promenljiva	Mišićna adaptivna reakcija
Sadržaj miofibrilarnog proteina	Povećanje
Kapilarna gustina	Nema promene/smanjenje
Zapreminska gustina mitohondrija	Smanjenje
Mioglobin	Smanjenje
Sukinat dehidrogenaza	Nema promene/smanjenje
Malat dehidrogenaza	Nema promene/smanjenje
Citrat sintaza	Nema promene/smanjenje
3-hidroksiacil-CoA dehidrogenaza	Nema promene/smanjenje
Kreatin fosfokinaza	Povećanje
Miokinaza	Povećanje
Fosfofruktokinaza	Nema promene/smanjenje
Laktat dehidrogenaza	Nema promene/povećanje
Rezervni ATP	Povećanje
Rezervni PC	Povećanje
Rezervni glikogen	Povećanje
Rezervni trigliceridi	Povećanje
Miozin kompleks sa teškim lancem	Spori ka brzim

### Rehabilitacija i bezbednost treninga snage

Više od 60 godina se treninzi sa opterećenjem koriste da bi se efikasno intervenisalo u programima rehabilitacije nakon povreda kako bi se osigurao oporavak pacijenta. Dokazi sada ukazuju na to da je smanjenje rizika od povrede kod neke osobe važna vrednost programa za razvoj snage (Wathen i sar., 1983; Kraemer i sar., 1988). Mada do povreda može da dođe usled samog programa za razvoj snage, do povrede dolazi retko, i one se obično pripisuju neodgovarajućoj tehnici vežbanja i treningu bez nadzora. U stvari, trening sa opterećenjem i testiranje snage predstavljaju modalitete treninga najmanje učestalosti povreda. U četvorogodišnjem ispitivanju, pokazalo se da je trening sa otporom bezbedan (0,13 povreda na 1000 sati sportskog rada ili 0,35 na 100 sportsita godišnje) bez

obzira na metod treninga koji je korišćen (Zemper, 1990).

### **Psihološke dobrobiti treninga snage**

Programi treninga snage dovode do poboljšanja u samosvesti i samopoštovanju i kod sportista i kod pacijenata (Brown & Harrison, 1986). U grupi sportista, testiranje snage se često upotrebljava kao sredstvo motivacije. Pored toga, ono pruža mogućnost za kvalifikaciju određenih ciljeva treninga. Uopšteno govoreći, ima mnogo koristi od optimalnog programa treninga snage, i ovi programi imaju praktičnu primenu kod različitih populacija.

### **Evaluacija programa za povećanje snage**

Značaj treninga snage je veliki. Optimalni program treninga zahteva periodično vrednovanje parametara koji se treniraju. Za uzvrat, ovo traži precizne i objektivne metode procenijavanja snage, što takođe pruža mogućnost da se predvidi uspeh sportiste, da se proceni fizička aktivnost u radnom okruženju, da se vrednuje nivo treniranosti u snazi, da se odrede fizičke sposobnosti koje su u vezi sa različitim nivoima izvedbe, i da se odrede fizički zahtevi i karakteristike različitih zanimanja ili sportskih pozicija u nekom određenom sportu. Pored toga, mogu se pažljivo pratiti promene mišićne snage u toku programa rehabilitacije kod povreda. Sada ćemo prikazati neke od načina testiranja koji se koriste prilikom utvrđivanja nivoa snage.

### **Modaliteti testiranja**

#### *Slobodni tegovi*

Verovatno najčešći način utvrđivanja snažnih karakteristika predstavlja testiranje sa slobodnim tegovima. U širem smislu, pod slobodnim tegovima (opterećenjem) podrazumeva se i težina tela kada se koristi pod opterećenjem kod kalisteničkog tipa aktivnosti. Kod testova snage uz upotrebu slobodnih

tegova, brzina kretanja se obično ne kontroliše, ali se može odrediti pomoću laboratorijskih metoda (npr. video analizom) (Hoffman i sar., 1992). Kada ima više ponavljanja, (npr. 5 RM) u testu snage, svako sledeće ponavljanje je sporije, dok subjekat više ne može da završi ponavljanje (Knuttggen & Kraemer, 1987). U tom smislu, zahtev da se specifična aktivnost u toku testa sa višestrukim ponavljanjem izvodi za određeni vremenski interval (određenim tempom) predstavlja takođe jedan od načina testiranja snage. Kod testova snage sa slobodnim tegovima, pokret može donekle da bude sličan onome koje nalazimo na polju atletike ili u drugim oblastima motorne aktivnosti čoveka, što je posledica činjenice da je uključen konstantan spoljašnji otpor koji zahteva održavanje balansa. Slobodni tegovi odlikuju se različitim uslovima testiranja u poređenju sa trenažerima. Slobodni tegovi zahtevaju bolju koordinaciju, pre svega zato što teg treba kontrolisati u sve tri dimenzije, dok trenažeri, generalno uključuju kontrolu pokreta kroz samo jednu ravan (Fleck & Kraemer, 1988). Ovo može da predstavlja prednost ili nedostatak, u zavisnosti od toga da li se razvoj motoričkih sposobnosti uzima u obzir u skladu sa realnim motoričkim izvođenjem u sportskoj aktivnosti. Iz tog razloga, specifičnost testa sa slobodnim tegovima može biti prikladnija u određenim situacijama. Drugi praktičniji razlog za upotrebu slobodnih tegova je to što nisu skupi i što su dostupni. Ovo često može da bude važno naročito kada se testiranje koristi u proceni napretka ostvarenih specifičnim treningom u specifičnoj aktivnosti. Sličnost testa i načina treninga (korišćenih vežbi) su vitalni za optimalno iskazivanje ostvarenih efekata snage. Sa slobodnim tegovima se, takođe, lako procenjuje snaga celog tela, jer višezglobni pokreti (npr. čučanj) uslovljavaju regrutaciju veće mišićne mase. Nasuprot tome, izolovani jednozglobni pokreti (npr. pregibanje potkolenice ili podlaktice) se mogu vršiti sa trenažerom u situacijama kada je bitna funkcija tog izolovanog mišića. Slobodni tegovi takođe uključuju

koncentričnu i ekcentričnu kontrakciju. Ekcentrična kontrakcija nije moguća kod nekih mašina (tipično, to su hidrauličke mašine) ili kod određenih izokinetičkih dinamometara. Savremena poboljšanja od strane različitih proizvođača su dovela do toga da je kod novijih modela izokinetičkih dinamometara moguće izvođenje i ekcentrične kontrakcije. Slobodni tegovi gotovo uvek dopuštaju željeni obim pokreta, dok su drugi načini testiranja snage donekle ograničeni u slučajevima kada nije moguće optimalno uskladiti morfološke karakteristike sportista i ergonomije mašine

Upoznavanje sa tehnikom izvođenja vežbe U cilju dobijanja inicijalnih vrednosti snage na početku programa vežbanja ili naučnog istraživanja, neophodno je upoznati sportistu sa protokolom testiranja, kako bi se pojedinci upoznali sa svakim tipom protokola za testiranje snage. Bez inicijalnih podataka, vrednosti napretka snage mogu da budu umanjene i da ne odgovaraju pravim fiziološkim adaptacijama do kojih je došlo u toku treninga. Ovaj problem se često primećuje u testiranjima kod kojih se ne vrši proces familirizacije sa testom, već se samo primena inicijalni i finalni testovi. Pre nego što se počne sa testiranjem, svi subjekti moraju da se detaljno obuče o ispravnim metodama podizanja tegova koji će se koristiti. Izvesni pokreti kod vežbi sa slobodnim tegovima (kao što je nabačaj) mogu da zahtevaju relativno dug period od upoznavanja do testiranja, kako bi se eliminisali efekti učenja. Pored toga, osnovna obuka je apsolutno neophodna kod izvesnih vežbi, kao što je nabačaj olimpijskog stila, pre nego što se izvrši testiranje, kako bi se odredio nivo 1-RM. Subjekti moraju da imaju prethodno iskustvo i da znaju kako da izvedu vežbu u kojoj će se testirati snaga. Ovo važi čak i kod vrhunski treniranih subjekata, pogotovo ukoliko se njihov način podizanja tegova na treningu razlikuje od onog koji će se primenjivati kod testiranja. Dve nedelje treninga sa otporom, uključujući i trening za svaku

vežbu i uvežbavanje testa koji će se vršiti, će predstavljati dovoljno upoznavanje i pouzdanost testiranja maksimalne snage. Uticaj učenja tehnike testiranja se retko kada ostvaruje, posebno ako se broj ponavljanja maksimalnog opterećenja i obima vežbi drže na minimumu (Fry i sar., 1991). Period upoznavanja je još značajniji ukoliko subjekt nema prethodnog iskustva u vežbama sa otporom ili ako se testira u nekoliko vežbi. Ispitanik mora da nauči kako da razvije maksimalno naprezanje na testu, a to zahteva pravilno upoznavanje sa metodologijom merenja. Upoznavanjem se takođe izbegava povećanje aktivnosti do kojih dolazi isključivo zbog poboljšane motoričke koordinacije, fenomena koji se obično ispoljava kada se testiraju subjekti bez iskustva. Ovo je posebno važno ako se utvrđuju efekti treninga (npr. fiziološke reakcije na trening). Upoznavanje sa tehnikom izvođenja vežbe je od ključne važnosti za populaciju dece i osoba treće životne dobi. Na uzorku ispitanika sa određenim tipovima oboljenja, često je potrebna specijalizovana obuka koja bi im omogućila maksimalno postignuće na testu. Npr. srčani bolesnici mogu da urade testove maksimalne snage ako su pravilno obučeni (Faigenbaum i sar. 1990). Akutni porast krvnog pritiska kod zdravih osoba primenom velikih opterećenja su uobičajena i predstavljaju pozitivnu tendenciju plastičnosti sistema. Ipak, važno je biti dosledan u vezi sa tim da li subjekat treba da zadrži dah u toku postupka testiranja snage. Uslovi testiranja su različiti u odnosu na metod i uzorak ispitanika, a period upoznavanja mora da ima specifične ciljeve u vezi sa ostvarivanjem vrste testa snage koja je potrebna pojedincu. Ovaj vremenski period je ujedno važan za razvoj profesionalne komunikacije između osoba koje vrše testiranje i subjekata, pa se potreban nivo motivacije i podrške može ostvariti u toku ovog perioda. Pored toga, pre određivanja metodologije bilo kog testa, treba ispitati pouzdanost testa za svaku vežbu koja se testira na uzorku populacije koji će se koristiti u

ispitivanju. Upoznavanje sa tehnikom izvođenja vežbe uključuje sledeće - uvežbavanje vežbe; jedan dan „prolaska“ kroz protokol testiranja; ponavljanje protokola testa pod stvarnim uslovima testiranja i sa maksimalnim naporom dok se ne dostigne stabilnan nivo dostignute snage.

Bezbednosni aspekt Bezbednost je značajan činilac u testiranju snage, uključujući i testiranje sa slobodnim tegovima u širem smislu. Sva oprema koja se koristi mora da bude ispravna. Ovo označava ispravnu rotaciju i čvrsto pričvršćene tegove. Sva dodatna oprema koja se koristi (klupe, poluge itd.) mora biti u ispravnom stanju i sposobna da podnese maksimalno opterećenje. Svako sesiji testiranja treba da prethodi detaljna inspekcija celokupne opreme koja će se koristiti. Tegovi nisu uvek precizni i poznato je da nekad greška iznosi 10% ili više. Do ovoga obično dolazi sa tegovima koji se prave od livenog metala; tegovi koji su rađeni mašinski su po pravilu veće preciznosti. Svi nedostaci kod opreme mogu da dovedu do slučajne povrede. Okruženje u kome se vrši testiranje treba da bude bezbedno tako što se obezbeđuje prisustvo obučene osobe koja asistira. Čak i kada postoji sigurnosna oprema, kao što su specijalno osmišljeni trenažeri, uvek mora da bude prisutan odgovarajući broj takvih osoba. Povrede i nesrećni slučajevi nisu uobičajeni u toku testiranja snage, ali ove osobe moraju da budu svesne potencijalnih opasnosti testiranja. Postupci u hitnim slučajevima treba da se formulišu pre nego što se vrši testiranje. Nekada se čini da postoji prekomerni broj preventivnih mera, ali je obavezno da se preduzmu svi mogući koraci kako bi se obezbedila sigurnost svih subjekata, sportista ili pacijenata. Pažljive metode i postupci će doprineti da se izbegnu neželjeni sudski sporovi usled nemarnosti i da se obezbedi odobrenje protokola za ispitivanje snage od strane revizorskih komisija. Testovi maksimalne snage su se pokazali prilično sigurnim ukoliko se koristi odgovarajuća tehnika

i ako ispitivači znaju kako da pravilno izvedu pokret. Treba naglasiti da ovi aspekti bezbednosti nisu ni u kom slučaju ograničeni samo na upotrebu slobodnih tegova, već se tiču svih testova snage.

Odgovarajući položaj Odgovarajući položaj subjekta je varijabla koja može da utiče na pouzdanost testiranja, a koja se često zanemaruje. Faktori kao što su hvat (uzak ili širok), stil (nadhvat, podhvata, hvatanja sa „kukom“, upotreba kaiša za ručni zglobov), položaj stopala (širok nasuprot uzanom raskoraku, podignute pete nasuprot peta na zemlji, prsti na nogama pravo napred ili rašireni), i položaj šipke, mogu da utiču na mehaniku i rezultate testa. U ovom smislu, na postignuću u snazi mogu da utiču biomehanički aspekti pokreta. Početni položaj nogu i ruku je takođe veoma važan. Kod vežbe potiska sa ravne klupe, ekcentrična kontrakcija (spuštanje tega na grudi) može da prethodi koncentričnoj (podizanje tega sa grudi). Nasuprot tome, subjekat može da počne sa koncentričnom fazom, prvo podižući teg sa grudi. Da li prvo dolazi do produžavanja mišića (ekcentrične faze) pre skraćivanja (koncentrične faze) predstavlja veoma značajnu karakteristiku testa i potrebno je ozbiljno je razmotriti prilikom kreiranja protokola testiranja. Početne položaje treba standardizovati i kontrolisati tokom svih testiranja. Doslednost u testiranju je ključna za postizanje visoke pouzdanosti testa. Upotreba slobodnih tegova može da dovede do snižavanja pouzdanosti testa ako se sve varijable ne kontrolišu. Zabeležene varijacije u 1-RM test protokolima kreću se od 1,5% do 20% (Stone & O'Bryant, 1987). Naglašavanje značaja preciznih postupaka testiranja je ključno za dobijanje preciznih rezultata.

#### *Trenažeri*

Većina informacija koje su već date u prvom poglavlju (npr. upoznavanje sa tehnikom izvođenja) o standardizaciji 1-RM test protokola koristeći slobodne

tegove, takođe, se mogu koristiti i za unapređenje testiranja snage koristeći trenažere. Iako je trenutno dostupan veliki broj različitih sprava, ovaj odeljak će se fokusirati na sprave koje koriste pomično opterećenje, kao što su poluge ili šipke sa tegovima. Izometrijske, izokinetičke i slične sprave biće detaljnije obrađene u sledećem segmentu. Uopšteno govoreći, te sprave su poput slobodnih tegova s obzirom da je spoljašnji otpor (poluga, šipka) konstantan. Pod određenim uslovima, specifično merenje aktuelne sile koja se ispoljava za vreme pokreta može da zahteva detaljniju procenu trenažera (npr. merenje težine tegova na šipki, određivanje koeficijenta trenja) (Dudley i sar., 1991).

Bezbednost i specifičnost trenažera Mnogi trenažeri modifikuju silu ostvarenu u mišićima pomoću sistema zupčanika, poluga i dizalica i rezultat toga je sistem promenljivog otpora. Još zanimljivije je to što težina podignutog tega na pojedinim spravama nije jednaka težini koja se spusti. Uzrok toga su mehaničke varijacije u smeru pokreta i metoda aplikacije opterećenja za datu spravu. Pojedini proizvođači pokušavaju da povećaju otpor u opsegu pokreta da bi imitirali krivulju sile u različitim zglobovima za vreme realnih pokreta. Međutim, krivulje sile na trenažerima često nisu identične sa krivuljama u realnim pokretima (Fleming, 1985). Sprave takve prirode mogu biti korisne za treniranje, ali isto tako mogu biti neadekvatne za testiranje ukoliko se njihove specifične karakteristike ne uzmu u obzir. U zavisnosti od prirode evaluacije, testiranje snage na trenažerima može i ne mora biti odgovarajuće. Ako je trening odrađen pod uslovima različitim od onih koje se ostvaruju na trenažeru, ili ako je krivulja sile na određenoj spravi u potpunosti različita od krivulje u realnoj aktivnosti, takva sprava može biti neodgovarajuća kao model za procenu. Npr. ako neko trenira tako što radi čučnjeve sa slobodnim tegovima, testiranje potiska nogu nije odgovarajuće i obrnuto. Na spravama koje ostvaruju varijabilne otpore, stvarno

opterećenje mišića se modifikuje pomoću zupčanika, dizalica ili poluga. To može proizvesti različite brzine tokom izvođenja punog opsega pokreta, a one se povećavaju za vreme maksimalnog testiranja kada se krivulja sile na trenažeru razlikuje od realne krivulje sile ispitanika. Zbog toga, veoma je bitno izvođenje slivenih pokreta u toku vežbe. Pokrete „trzanja“ ili pokrete sa приметnim pauzama ne treba izvoditi na ovakvom tipu sprava prilikom testiranja. To je naročito приметно prilikom malih brzina (blizu 0°/s) koje su tipične kod testiranja 1-RM. Pošto se povećanje brzine može pojaviti u različitim fazama kod različitih ljudi, pravu vrednost 1-RM je ponekad teško odrediti. Takve nedostatke određene sprave treba proveriti u početnoj fazi pre testiranja. Važan koncept prilikom testiranja snage je da, ako osoba trenira na određenoj spravi, testiranje treba obaviti na istoj. Koje pokrete treba testirati određuje profesionalac koji daje kliničku ocenu rizika i koristi koje nosi određena vežba. Za vreme korišćenja trenažera treba obratiti pažnju na još neke aspekte. Većina sprava obezbeđuje jedan stepen slobode za dati pokret (omogućava izvođenje pokreta u jednoj ravni), prouzrokujuću specifičnosti u motornoj koordinaciji i tehnici podizanja. Isključujući faktor tehnike podizanja, testiranje snage na spravama će mnogo preciznije odrediti promene u snazi ako se vodi računa da se izabrana vežba pravilno izvodi. Ovo posebno treba uzeti u obzir kada se meri snaga osobe koja ima malo iskustva u treningu snage. Moguće je ostvariti bolje rezultate čak i na spravama ako se poboljša motorna koordinacija – bez ikakve promene kontraktilnosti mišića. Stoga je upoznavanje sa tehnikom izvođenja neophodno u cilju dobijanja validnih rezultata. Zbog toga što je omogućen samo jedan stepen slobode, u radu na trenažerima nema garancija da je u treniranom pokretu ostvaren optimalan pravac delovanja sile. Npr. prilikom podizanja tereta naviše sa klupe osoba mora da primeni silu u jednom smeru (prema gore) da bi se pokret ostvario. Sa druge

strane, ako bi se sila istog smera primenila i u radu sa slobodnim tegovima, verovatno će se izgubiti kontrola i pokušaj će biti neuspešan. Koliko je sinergističke kontrole pokreta potrebno u određenom testu predstavlja glavnu odrednicu u odabiru prilikom testiranja i treninga. Još jedan bitan faktor je da su sprave već dostupne na mnogim mestima, mada je njihova visoka cena upravo ono što sprečava ljude da ih koriste. Ono što ih čini popularnim je njihova bezbednost, mada to nikada nije nedvosmisleno dokazano u praksi. Uopšteno govoreći, asistenti (pomagači) nisu potrebni, mada je uvek dobro da je prisutan neko ko ume da rukuje spravom. Kao i sa slobodnim tegovima, oprema se mora pažljivo kontrolisati da ne bi došlo do nepotrebnih kvarova koji mogu da naruše testiranje ili povrede osobu. Takođe, veoma je bitno da se spravama rukuje bez naglih pokreta, nepotrebnog podmazivanja ili pogrešnog slaganja delova koje može dodati nepotrebnii otpor. Ako su uređaji u svojim optimalnim uslovima, njihova pouzdanost se povećava.

Položaj vežbača na trenažerima Trenažeri uglavnom izoluju grupu mišića ili zglobova svodeći pokrete ostalih delova tela na minimum. Ipak, ovo zavisi od uzrasta i visine svakog vežbača i tu često dolazi do problema sa određenim populacijama. Deca i niži odrasli (npr. gimnastičarke) ponekad ne mogu da se prilagode dimenzijama trenažera. Trenutno mnogi proizvođači prave opremu koja je baš za njih i koja može da se prilagodi različitim telesnim visinama. Međutim, podešavanje samo sedišta ne može uvek da anulira razliku u dužini ekstremiteta u odnosu na postojeće poluge na trenažerima. Čak i kada se sprava adekvatno podesi, osoba koja vežba mora biti stavljena u odgovarajući položaj koji se unaprad odredi protokolom. Male greške u položaju mogu negativno da utiču na rezultujuću silu (Lewis & Spitler 1989). Početna pozicija sprave na kojoj se testira može da ima uticaj na

rezultat. Npr. na početku testiranja dizanja tegova sa ravne klupe, šipka je u najnižoj poziciji, čime se eliminiše ekcentrični deo pokreta. Ako se vežba započne sa potpuno ispruženim rukama doći će do spuštanja tega, nakon koga sledi koncentrična kontrakcija. Na ovaj način koristi se deo energije oslobođen u reverzibilnoj mišićnoj kontrakciji što utiče na promenu maskimalno ispoljene sile. Iako je bilo koja od ove dve procedure prihvatljiva, svi testovi treba da budu usaglašeni. Takođe te faktore treba uzeti u obzir kada se upoređuju različiti protokoli. Ograničavajući faktor može biti i mogući porast opterećenja pojedinih trenažera. Kada se ocenjuju relativno slabi ispitanici ili se testiraju pokreti u kojima se ispoljavaju relativno male vrednosti sile (npr. u procesu rehabilitacije), dodavanje težine od oko 5 kg, što je minimalni prirast opterećenja kod mnogih trenažera, može da bude preveliko. U tom slučaju potrebno je prilagoditi prirast opterećenja na trenažeru.

#### **Ponavljajući maksimumi i protokoli testiranja**

Testovi sa slobodnim tegovima i trenažeri se često navode u stručnoj literaturi za procenu snažnih sposobnosti, ali u prošlosti su detalji procedura retko opisivani. Kompletno opisivanje metodologije testiranja za slobodne tegove i trenažere, postalo je standardno u literaturi (Fry i sar., 1992). Obično je 1-RM zlatni standard za ocenjivanje snage, iako RM testiranje podrazumeva i veći broj ponavljanja. Neke studije su, takođe, pokušale da predvide maksimalnu snagu koristeći submaksimalna opterećenja, ali rezultati su kontradiktorni. Ustaljeno mišljenje po kome testiranje 1-RM i više RM (najčešće od 2-10 RM) utvrđuje iste elemente snage nije naučno potvrđeno (Hoeger i sar. 1987). Modifikacija 1-RM metode (Stone & O'Briant, 1987; Kraemer & Fleck, 1993) odlikuje se sledećim osnovnim preporukama – a) lako zagrevanje od 5 do 10 ponavljanja – 40-60% od maksimuma snage; b) posle pauze od jednog minuta (lako istezanje), 3 do 5

ponavljanja sa 60-80% snage; c) kod drugog koraka subjekt se približava individualnom maksimumu. Pokušaj podizanja skoro maksimalne težine po subjektivnom osećaju ispitanika praćen je pauzom od 3 do 5 minuta. Najveća greška je ne sačekati dovoljno pre sledećeg dizanja. Težnja je da se dostigne 1-RM u okviru 3 do 5 maksimalnih napora. Proces utvrđivanja pravog 1-RM, biće efikasniji ukoliko je testiranje prethodilo upoznavanje sa tehnikom izvođenja. Ukoliko se podaci dobijeni u ovoj fazi pravilno koriste, rizik od precenjivanja nećijih sposobnosti se znatno smanjuje. Proces se ponavlja dok ne dođe do neuspešnog pokušaja (dužina trajanja odmora određuje oporavak). d) težina koja je podignuta u poslednjem uspešnom dizanju određuje 1-RM. Jako je važno da osobe koje testiraju komuniciraju sa ispitanikom. „Kako se osećate?“ „Da li ste spremni?“ „Šta mislite, koliko ste blizu Vašeg 1-RM?“ „Da li možete da podignete još 1 kg?“ Takva pitanja su od vitalnog značaja u cilju dostizanja individualnog maksimuma ispitanika. Takođe, pokazana briga za ispitanika u toku testiranja takođe igra značajnu ulogu u postizanju maksimalnog rezultata. Cilj takvog testa je da se odredi 1-RM, a ostali faktori ne bi trebalo da negativno utiču na rezultat. Trajanje odmora između ponavljanja predstavlja faktor od ključnog značaja. Takođe je bitan i broj ponavljanja u seriji zagrevanja. Ti faktori bi donekle trebalo da budu prilagođeni svakoj osobi. Neki vežbači zahtevaju 5 do 7 min odmora između pokušaja. Ukoliko vreme za odmor postane predugo, testiranje se može obaviti na više osoba. To omogućava da jedna osoba radi, dok se druga odmara. Ako je potrebno načiniti više pokušaja, kao što je 5 ili 10-RM, predlaže se da se smanji broj vežbi u fazi zagrevanja.

Procedure za određivanje 6-RM će biti prikazane u nastavku i mogu se prilagoditi za druge RM. Za sve testove bitno je da broj ponavljanja u zagrevanju bude dovoljno veliki da obezbedi zagrevanje ali ne sme biti toliko da osoba kasnije ne može da postigne svoj

maksimum. Preporučuje se da se za decu ne koristi više od 6-RM u treningu (NSCA, 1985), ali 1-RM se može odrediti ako se koriste standardizovane procedure. Treninzi neposredno pre testiranja mogu se koristiti za dobijanje uvida u snagu i izdržljivost, ali podaci iz treninga za upoznavanje sa tehnikom izvođenja daju najpreciznije podatke o tome šta se može očekivati. Predlaže se sledeći protokol za određivanje 6-RM, ali on može biti modifikovan za testiranje ostalih RM jedinica (npr. 5-RM, 10-RM) (Kraemer & Fleck, 1993) – a) vežbač se zagreva pomoću 5 do 10 ponavljanja sa 50% procenjenih 6-RM; b) posle pauze od jednog minuta sa lakim istezanjem, 6 ponavljanja sa 70% procenjenih 6-RM; c) drugi korak se ponavlja pri 90% procenjenih 6-RM; d) posle 2 minuta odmora, u zavisnosti od prethodnog napora, izvodi se 6 ponavljanja sa 100-105 % procenjenih 6-RM; e) nakon 2 minuta odmora, ako je korak 4 bio uspešan, povećati opterećenje za 2,5% do 5% i pokušati uraditi 6 ponavljanja. Ako u koraku 4 nije uspešno urađeno 6 ponavljanja, smanjiti težinu za 2,5% do 5% i uraditi seriju od 6 ponavljanja.; f) ako je serija sa povećanim opterećenjem u 5 koraku uspešno izvedena, test treba ponoviti za 24 sata, jer će umor uticati na rezultate. Ako je težina smanjena u koraku 5 i ako je urađeno 6 ponavljanja, to je 6-RM te osobe. Ako osoba nije bila uspešna, testiranje treba ponoviti nakon 24 sata odmora.

Ove procedure su u osnovi iste za trenažere i slobodne tegove. Ipak, testiranje na trenažerima uglavnom je sigurnije, jer je jednostavno dodati ili skinuti tegove sa šipke. Primer protokola testiranja na trenažerima predstavljeni su drugde (Altug i sar. 1987). Za vreme testiranja na trenažeru neophodno je voditi računa o pravilnosti tehnike izvođenja. Kada se smanji brzina pokreta zbog velikog opterećenja, postoji težnja da se promeni tehnika kako bi se pokret uspešno izveo. Npr. za vreme simuliranja veslanja u sedećem položaju do kvarenja tehnike može doći pri kraju opsega pokreta

kada je torzo istegnut prema nazad u pokušaju da se završi dizanje i tako se povećava rizik od povreda. Bitno je da se osoba ne opusti suviše prilikom testiranja snage na trenažerima.

### **Izometrijsko testiranje**

Još jedan način za ocenjivanje snage je izometrijsko testiranje, gde dužina aktivnog mišića ostaje nepromenjena. Ovo testiranje otklanja varijacije u brzini pokreta jer se svi testovi izvode pri brzini od 0°/s. Faktori kao što su ugao, standardizacija među subjektima, povratne informacije i motivacija, čine izometrijsko testiranje zahtevnim kao bilo koje drugo testiranje snažnih sposobnosti. Sprave za izometrijsko testiranje postoje već godinama. Za prvobitna merenja koristili su se dinamometri za kuk i leđa da bi se testirale višezglobni pokreti određenih delova tela a ti uređaji se još uvek koriste. Merenje snage pojedinih grupa mišića moguće je sprovesti i na „sajl-tenziometrima“. Još uvek je popularan ručni dinamometar, koji je samo varijacija dinamometra posebno dizajniranog za procenu sile stezanja. Moderna tehnologija je doprinela razvoju transduktora sile (ćelije pod opterećenjem) i sprava koje beleže istezanje koji se kompjuterski analiziraju i čuvaju. Dalje, izokinetički dinamometri se koriste za izometrijsko testiranje jednostavnim postavljanjem vrednosti brzine na nulu. Do sada je razvijeno mnogo protokola za testiranje testiranje snage u izometrijskom režimu (Altug i sar., 1987). Iako je najčešći cilj ovog merenja određivanje najviše vrednosti sile, ono daje i ostale podatke. Važan je i prirast izometrijske sile, jer on pruža podatke o funkcionalnoj sposobnosti neuromuskularnih jedinica koje se testiraju i odslikava fiziološke karakteristike mišićnih vlakana (npr. brza i spora vlakna). Postoji nekoliko načina da se sila izračuna. Pod uslovom da uređaj ima mogućnost beleženja vremenskog intervala, period dostizanja najviše sile se meri u milisekundama. Oscilacije koje se povremeno

jave u krivulji sile mogu da otežaju ovo merenje. Ako se koristi dinamometar, može da se postavi filter koji uklanja oscilacije. Drugi mogući način jeste odabir proizvoljne vrednosti sile za svakog pojedinca (npr. 50% maksimalne vrednosti) kao vrednost do čijeg postizanja se meri vremenski interval. Ponekad je za vreme testiranja potrebno postepeno povećavati silu. U tom slučaju dato vreme za postizanje najviše vrednosti sile nije adekvatno. Treba primetiti da što je veća snaga i brzina pokreta mišića, vreme postizanja maksimalne sile je kraće. Izometrijska aktivnost mišića bi trebalo da se zadrži najmanje 5 sekundi da bi se omogućio maksimalan napor. Kraće vreme to ne dozvoljava. Koja god procedura da se izabere, bitno je da su vežbači detaljno upućeni i da im je omogućeno da uvežbaju određene procedure da bi se osigurala visoka pouzdanost samog testiranja ili ponovljenog postupka.

### *Testovi zamora (lokalne izdržljivosti)*

Izometrijske sprave se često koriste i za testiranje lokalne mišićne izdržljivosti. Ovi testovi podrazumevaju kontinuiranu mišićnu silu u određenom vremenskom periodu (npr. 60 sekundi). Ako je cilj ovakvog testiranja dobijanja krivulje zamora, važno je da ispitanik ulaže maksimalan napor od početka testa (bez taktiziranja) jer bi inače bilo teško dobiti prave podatke. Srednja vrednost sile za određeni period daje podatke o izometrijskoj izdržljivosti koje je moguće koristiti u poređenju različitih ispitanika. Testovi izometrijskih performansi mogu se izračunati na više načina, u kojima je zamor definisan kao vremenski interval za vreme kojeg osoba može da zadrži određeni procenat maksimalne izometrijske aktivnosti mišića. Takođe, moguće je koristiti i pad vrednosti ostvarene sile u određenom vremenskom periodu.

### *Šta treba uzeti u obzir pre testiranja*

Pre početka testiranja, potrebno je kalibrisati izometrijske trenažere. Kalibrisanje bi trebalo sprovesti

u svim opsezima skale merenja, s obzirom da male greške u opsezima niskog opterećenja mogu da se uvećaju u opsezima velikih opterećenja. Pre merenja, ispitanici treba da se zagreju koristeći miškulaturu koja će biti podvrgnuta testiranju. U cilju izbegavanja zamora u zagrevanju je poželjno koristiti mala opterećenja. Zato treba raditi vežbe sa manjim otporom, ili potpuno bez njega. Test zahteva 2-3 maksimalna naprezanja. Uopšteno govoreći, beleži se najviša vrednost, jer srednje vrednosti ne doprinose pouzdanosti.

#### *Pozicija tela, specifičnosti i povratne informacije*

Prilikom svakog protokola testiranja važno je izolovati zglob i pravilno postaviti ispitanika. Za izometrijsko testiranje pozicija se mora precizno izračunati vodeći računa o poziciji i uglu zgloba u svakoj vežbi. To povećava pouzdanost testiranja. Pre svega, osobi mora biti udobno, jer neudobnost može da utiče na maksimalno postignuće (Sale & Norman, 1982). To znači da sve površine dodira tela sa spravom moraju biti obložene udobnim materijalima, jer se na tim mestima mogu proizvesti velike sile. Mora se voditi računa da se ne pretera sa materijalom za oblaganje, jer on može da absorbuje jedan deo sile. Osoba mora biti stabilno postavljena u željenu poziciju. Ukoliko se to ne desi podaci mogu biti irelevantni, jer različite pozicije tela daju različite sile (Lewis & Spitler, 1989). Za vreme maksimalnih izometrijskih napora mogu da se koriste trake koje ograničavaju pokrete i za posledicu imaju izmenjen položaj tela. Često se previdi ugao u zglobovima koji se ne testiraju. Npr. iako se testira samo sposobnost kolena da se opruži, ugao pod kojim se nalazi kuk može da ima veliki uticaj na koleno (Nosse, 1982) zbog uticaja različitih nivoa istegnutosti mišića na proizvodnju sile. Za sva izometrijska testiranja tipična brzina pokreta je nula, tako da se ne savetuje da se rezultati ovih testova porede sa testiranjem dinamičkih pokreta. Mora se uzeti u obzir koncept specifičnosti testiranja. Istraživanja koja primenjujući

trening dinamičkih opterećenja, testiraju snagu koristeći statičke metode za ocenu promena u snazi, neće dati rezultate o poboljšanju u specifičnom dinamičkom treningu. Naime istraživanja koja se bave testiranjem statičke snage za ocenu dinamičkih trening programa, mogu da sagledaju porast u proizvodnji sile samo iz statičke perspektive. Izometrijsko testiranje može da pruži korisne podatke specifične za određene uglove pokreta. Takođe, ono se koristi za procenu snage za vreme rehabilitacije kada dinamički pokreti nisu mogući. Ovaj tip testiranja može da pruži i informacije o transferu dinamičkog vežbanja. Dakle, promena snage u više različitih uglova može da se poredi sa podacima iz 1-RM testiranja snage. Specifični izometrijski testovi mogu da se koriste pri evaluaciji povreda, kao i sport-specifičnih efekata na snažne sposobnosti. U studiji na odbojkašima, kreirani su specifični izometrijski testovi bloka, dvoručnog primanja kao i smeča, za koje je pokazano da su osetljivi na dinamički trening (Fry i sar., 1991). Veoma je važno da se izometrijsko testiranje pravilno obavi i ne zloupotrebi, jer ono, bez sumnje, može da pruži korisne informacije o karakteristikama ostvarene sile u različitim pokretima i opsezima pokreta i ne bi trebalo da se previdi. Ispitaniku treba istovremeno pružiti povratnu informaciju o ostvarenim rezultatima. To je, naročito potrebno za zadatke sa kojima nisu upoznati. Primećeno je da lokalna izdržljivost mišića opada ako se ne dobiju te informacije (Graves & James, 1990). Vizuelni tip povratnih informacija je najvažniji, ali mogu se u isto vreme dati i verbalne. Verbalno ohrabivanje je naročito bitno kod onih ispoljavanja maksimalnog napora gde osoba zatvori oči. I u ovom slučaju specifičnost testa, u koju su uključeni svi tipovi povratnih informacija mora se opisati u početnoj fazi. Ti faktori doprinose optimalizaciji izometrijskih testova. Reproductivnost je dobra kod mnogih tipova izometrijskih karakteristika, kao što su maksimalna sila, plato sile i maksimalni prirast sile. Međutim, varijable kao što su vreme dostizanja

određenog procenta maksimalne sile i oblik krivulje sile, ostvaruju veću varijabilnost, što za rezultat ima slabu reproduktivnost. Zbog toga metodi testiranja moraju biti precizni i odgovarajući.

#### *Fiziološki odgovor na izometrijsko testiranje*

Dokazano je da prilikom izometrijskog testiranja dolazi do ubrzanog rada srca i povišenog pritiska (Nagle i sar., 1988). Zanimljivo je da ove promene nisu zavisile od dužine aktivnosti mišića, već od intenziteta proizvedene sile i mišićne mase koja je učestvovala. Valsalva manevar, takođe, može da utiče na ove promene. Svim osobama treba savetovati da ne zadržavaju dah tokom testiranja kao što je izometrijsko testiranje. Pre testiranja pažljivo treba odrediti zdravstveno stanje osobe, da bi se izbegli bilo kakvi štetni uticaji, kao što je testiranje srčanih bolesnika koji nisu klinički stabilni.

#### **Izokinetičko merenje**

Testiranje dinamometrom koji se uvek kreće istom brzinom naziva se izokinetičkim testiranjem. Ova vrsta merenja uzima u obzir i brzinu pokreta što nije slučaj sa slobodnim tegovima ili trenažerima a nedostaje i u izometrijskim test protokolima. Kratak prikaz izokinetičkog testiranja već su dali Sale & Norman (1982), dok je Osternig (1986) pripremio detaljan pregled izokinetičke mišićne aktivnosti. Izokinetička testiranja su postala popularna poslednjih godina i koristi se mnoštvo različitih protokola. Izokinetičko merenje izvodi se specijalno konstruisanim dinamometrima koji kontrolišu brzinu kretanja poluge i tako, smatra se, održavaju brzinu konstantnom. Tehnološki napredak u poslednjih nekoliko decenija je znatno unapredio ove sprave za merenje. Cena izokinetičkog dinamometra može biti astronomska, ali ih ipak poseduju mnoge laboratorije, teretane i klinike. Slično testiranju sa trenažerima, a suprotno od upotrebe slobodnih tegova, izokinetičko merenje ne prati promene u motornoj koordinaciji, jer ispitanik mora da

sledi pravac pokreta koji mu diktira izokinetički instrument. Izokinetički dinamometri godinama nisu pokrivali ekcentrične mišićne aktivnosti, dok danas mnogi izokinetički dinamometri uključuju i testiranje ekscentričnih mišićnih aktivnosti.

Izokinetička merenja su kompleksna i nužno je uzeti u obzir više faktora. Najvažnija je specifična ugaona brzina segmenta tela koji ostvaruje pokret. Ta brzina se meri u radijanima u sekundi (rad/s). Uobičajeno je, međutim, da se brzina izražava u stepenima po sekundi gde je  $1 \text{ rad/s} = 57,29578^\circ/\text{s}$ . Brzina koja se koristi prilikom koncentričnih kontrakcija se mora pažljivo odrediti jer se sila može uvećati što je brzina manja (Cisar i sar., 1987). Takođe, izokinetičko postignuće može biti povezano sa tipom mišićnih vlakana, iako pojedina istraživanja pokazuju da je ta povezanost slaba (Patton i sar., 1990). Ovi faktori mogu značajno uticati na varijable kao što su mišićni balans kada se različite mišićne grupe porede međusobno. Ako se brzina merenja promeni, karakteristike dvaju mišića ili dvaju mišićnih grupa mogu dati različite rezultate. Npr. odnos zadnje i prednje lože buta se povećava što je brzina veća (Nosse, 1982) dok je odnos unutrašnjeg i spoljašnjeg rotatora skoro nepromenjen jer obrtni moment unutrašnjih rotacionih mišića ne zavisi od brzine ekstremiteta (Walmsley & Szybbo, 1987). Važno je primetiti da različiti režimi treninga imaju različite efekte na obrtni moment sile u rotacionim kretanjima. Ovo može biti rezultat brzine pokreta pri kojoj se vrši trenažni proces, raspona pokreta ili motoričkih obrazaca pri vežbanju. Svaka od ovih varijabli ulazi u izokinetičko merenje, pa rezultati mogu biti kompromitovani. Specifičnost testiranja u odnosu na trening može biti razlog zašto izokinetički rezultati zaostaju za drugim parametrima snage u programu treninga. Koji konkretan zglob se testira je takođe važan faktor. Različite mišićne grupe pokazuju različita izokinetička postignuća (Cisar i sar., 1987), zbog čega je teško uporediti rezultate različitih zglobova ili mišićnih grupa. Ove razlike se

jasno vide kada se prikupe rezultati mišićnog balansa jer svaki zglob ima svoju karakterističnu vrednost. Aparat za merenje mora biti pouzdan da bi i prikupljeni podaci bili pouzdani. Neki izokinetički dinamometri su redovno pokazivali visok stepen pouzdanosti od  $r = 0.99$  (Osternig, 1986). Svi izokinetički dinamometri treba da budu redovno podešavani prema uputstvima proizvođača. Njihov rad se mora redovno pratiti da bi se osigurala tačnost podataka. Podaci dvaju različitih tipova ili modela dinamometra ne mogu se uvek porediti jer mogu davati značajno različite rezultate. I sami delovi aparata, kao što je to deo koji pričvršćuje ekstremitet za mašinu, mogu uticati na rezultate merenja. Noviji dinamometri sposobni su za ekcentrično merenje i imaju veću grešku pri ekcentričnoj nego pri koncentričnoj mišićnoj aktivnosti. Ekcentrična greška se minimalno uvećava pri većoj brzini ekstremiteta.

#### *Pozicija tela pri izokinetičkom testiranju*

Pravilna pozicija ispitanika je neophodna za precizno merenje. Kao i kod nekih drugih testova snage različite pozicije mogu dati različite rezultate obrtnog momenta. Zglobovi sa širokim dijapazonom pokreta u više pravaca, kao što je rame, moraju se pažljivo fiksirati u odgovarajućoj poziciji. Na primer, utvrđivanje obrtnog momenta spoljnog i unutrašnjeg rotatora zavisi od položaja u kojem je rame (Walmsley & Szybbo, 1987). Testira se samo po jedan zglob istovremeno i potrebno je imobilisati svaki deo tela koji mogu uticati na merenje obrtnog momenta. Da bismo testirali ekstenzore i fleksore u kolenu potrebno je učvrstiti nožne članke, butine, kukove ili struk i torzo. Nije potrebno učvrstiti ekstremitet koji se ne testira jer on neće uticati na rezultate. Kaiševi za učvršćivanje moraju biti zategnuti ali i udobni i ne smeju smetati pri pokretima za vreme testiranja. Svi kaiševi se moraju redovno preventivno kontrolisati. Nisu retki slučajevi kada se kaiševi, na primer oni sa čičak trakom, istroše. U nekim slučajevima se zahteva od ispitanika da se drže za

ručke sa strane. Noviji dinamometri su modernije opremljeni, te nema potrebe za držanjem. Međutim, ako se takva procedura ipak izabere, moraju je se pridržavati svi ispitanici. Problem u nameštanju ispitanika nastaje i ako se koriste stolice ili klupe koje nisu direktno prikačene za dinamometar. Veliki i snažni ispitanici mogu pomeriti čitavu spravu što će se iskazati u promeni ugla zgloba. Neophodno je da u takvim situacijama ispitanici budu potpuno imobilisani. Veoma je važno da kada se ispitanik namešta vidimo pod kojim uglom su zglobovi. Istegnutost mišića može uticati na ostvarenu silu (Thomson & Chapman, 1988). Kada testiramo mišiće kao što su ekstenzori kolena, moramo znati da jedan od mišića, m. rectus femoris, prelazi preko kuka. Znači da pozicija svih susednih zglobova mora biti fiksirana. Važno je primetiti da mišićnu aktivnost tokom izokinetičkih vežbi ne pomaže koncentrična akcija mišića antagonista. To znači da aktivnost suprotnih mišića ne bi trebalo da utiče na izokinetičke rezultate mišića agonista.

#### *Protokoli pri izokinetičkom merenju*

Mnogobrojni protokoli su predloženi za izokinetičko testiranje. Iako je trajanje odmora između perioda rada obično oko minut, bilo je i slučajeva odmora od 10 sekundi između serija (Caiozzo i sar., 1981) i do 3 minuta između ponavljanja (Cook i sar., 1987). Važno je da se telo potpuno oporavi od napora, ali 3 minuta odmora između svakog ponavljanja nisu pokazala veći nivo odmora nego 3 uzastopna ponavljanja. Neki dinamometri omogućuju ispitanicima da vide rezultate dok rade test. Ovakav feedback može biti koristan, no svi ispitanici moraju imati feedback za svaki test. Na taj način obezbeđujemo podjednak napor za svaki test. Postoji niz sprava koje su nalik izokinetičkim spravama (npr. hidraulične) i nalaze se na tržištu. Iako su ove mašine sposobne da donekle prate brzinu pokreta, one nisu isto što i izokinetički dinamometri. Hidraulične sprave su dovoljno pouzdane, ali se njihovi rezultati

odnose samo za tu spravu i ne smeju se mešati sa rezultatima pravih izokinetičkih merenja. Na tržištu postoje i sprave koje su izokinetičke po prirodi, ali koriste pokrete više zglobova. Zato se brzina vežbanja meri preko brzine poluge mašine, a ne preko brzine ekstremiteta ispitanika. U ovakvom merenju registruju se brzine pokreta različitih zglobova i ekstremiteta. Rezultati ovakvog merenja sile se ne mogu porediti sa rezultatima klasičnog izokinetičkog testa gde se meri brzina ekstremiteta u jednom konkretnom zglobu. Kada je izokinetički test pravilno obavljen, dobija se niz parametara kao što su maksimalni obrtni moment, srednja vrednost obrtnog momenta, ukupan rad (polje ispod krivulje), vreme do maksimalnog obrtnog momenta, ugao dostizanja maksimalnog obrtnog momenta, obrtni moment u određenim vremenskom intervalima. Mogu se izvršiti testovi izdržljivosti gde veći broj ponavljanja omogućava stvaranje indeksa zamora (konačni obrtni moment/početni obrtni moment) ili procenta opadanja. Varijable će zavisiti od modela dinamometra kao i od softvera koji se koristio. Zato pri kupovini izokinetičke opreme, treba imati na umu koje su realne potrebe. Postoje mnoge moguće obrade podataka, ali većinom je potrebno samo nekoliko varijabli. Maksimalni obrtni moment se ne razlikuje značajno od srednje vrednosti obrtnog momenta posle 3 ponavljanja (Axtell i sar., 1986). Takođe, maksimalni obrtni moment i ukupni rad koji prikazuje područje ispod krive, utvrđen je odnos od  $r = 0,86$  do  $0,97$  (Morrissey, 1987). Iako se mogu izvesti mnogi parametri, moramo paziti da ne preteramo. Za neka istraživanja biće potreban specijalizovan softver, jer opcije koje nudi proizvođač možda ne daju željene informacije. Gravitacija može imati veliki uticaj na rezultate izokinetičkih testova. Neke studije (Poulmedis, 1985) vrše korekciju rezultata zbog uticaja gravitacije. Većina novih sprava ima sposobnost automatske korekcije. Greške od više od nekoliko stotina procenata su zabeležene u nekim situacijama pri fleksiji kolena

(Thorstensson i sar., 1976). Pošto ovo poboljšava rezultate samo za jednu grupu mišića koja se testira, može doći do znatnog pomeranja u proceni mišićnog balansa. Neki testovi, kao što su testovi zamora, ne zahtevaju ovu korekciju jer apsolutni obrtni moment nije od primarnog značaja. Određivanje odnosa balansa među mišićima je područje puno zamki. Mogu se odrediti i odnos mišićne snage agonista i antagonista i karakteristike balansa bilateralnih mišića. Ove vrednosti zavise od uslova testiranja i biće znatno različite za različite zglobove i različite ispitanike. Npr. vrednost od 0,60 za odnos zadnje i prednje lože buta je široko prihvaćen, a ipak zavisi od brzine ekstremiteta i ugla zgloba. Neki prvobitno prikupljeni podaci nisu imali isti ugao (MacDougall i sar., 1985). Često previdamo nekoliko važnih aspekata izokinetičkog merenja. Rane faze izokinetičkog rada karakterišu velike oscilacije krivulje sile. Glavni razlog tome je mehanika dinamometara koji se stalno prilagođava da bi obezbedio dostizanje zadate brzine. Ubrzanje i do 200% zadate brzine je zabeleženo u početnoj fazi. Da bi eliminisali ovaj problematični segment, neki naučnici su merili obrtni moment u kasnijim tačkama krivulje sile, recimo na 20 ili 50 stepeni pri fleksiji kolena (Caiizzo i sar., 1981). Korekcijom se može izravnati ovaj deo krive, ali moramo biti pažljivi da tako ne isključimo neke druge važne karakteristike na krivoj dok se ona pomera udesno. Sledeći važan faktor leži u tome da iako su brzine ekstremiteta konstantne brzine kontrakcija mišića nisu. Na ovo utiče mehanika zglobova i anatomske karakteristike samog mišića. Zato izokinetičke vrednosti ne zavise samo od ugla pod kojim stoji zglob. Postoje 3 faze u izokinetičkom merenju: faza ubrzanja u kojoj sprava prilagođava brzinu ekstremiteta, faza konstantne brzine gde se sprovodi merenje obrtnog momenta, i faza deceleracije. Ovi faktori zavise od brzine ekstremiteta i opsega pokreta, pri čemu veća brzina zahteva duže ubrzanje i duži period deceleracije. Neki stručnjaci su koristili protokol pri kojem se

maksimalni napor dešavao približno na polovini pokreta što je rezultiralo većim vrednostima obrtnog momenta (Perrine & Edgerton, 1978). Iako je pripisan efektu zamora, na ovaj fenomen možda utiču i brzina kontrakcije mišićnog tkiva ili karakteristike dinamometra. Moramo, takođe, primetiti da bi smanjeni opseg pokreta pri maksimalnom naporu ili veća brzina ekstremiteta takođe umanjili fazu konstantne brzine i tako otežali merenje obrtnog momenta u ovoj fazi. Veće ubrzanje ekstremiteta u vezi je i sa smanjenim uglom maksimalnog obrtnog momenta pri ekstenziji kolena. Jedna teorija kaže da je uzrok tome vreme potrebno da sila kontrahovanja mišića dostigne maksimum koje, pri većim brzinama ekstremiteta, malo zaostaje za vremenom potrebnim da se postigne anatomski optimalan ugao zgloba. Merenje obrtnog momenta mora se izbegavati u fazi usporavanja, kada se pokret završava. Generalno gledano obrtni moment pod određenim uglom može da pruži važne informacije za izokinetičko testiranje. Osternig se ovom temom bavi u svom pregledu izokinetičkih vežbi (1986). Samom testiranju bi trebalo da prethodi nekoliko submaksimalnih serija zagrevanja. Iako one ne garantuju poboljšanje rezultata, predlažu se kao sigurnosne mere za sprečavanje povreda. Za vreme vežbi zagrevanja ispitanik mora da primeni dovoljno sile da bi dinamometar postigao željenu brzinu. Pri samom testu ispitanicima se mora kazati da izvode ponavljanja snažnije i što brže moguće osim ako se ne koristi protokol sa zadržkom o kojem je već bilo reči. Nije neobično registrovati najveće vrednosti obrtnog momenta pri drugom ili trećem ponavljanju.

### **Analiza pojedinih faktora testiranja**

#### *Testiranje repetitivnog maksimuma*

Testiranje maksimalne snage obično uključuje procenu ponavljajućih maksimuma subjekta za željeni broj ponavljanja. Ovaj postupak se koristi već dugi niz godina i obično se odnosi na utvrđivanje jednog

ponavljajućeg maksimuma (1-RM), ali može da se sastoji od utvrđivanja različitog broja ponavljajućih maksimuma (npr. 6-RM). Kao što je prethodno opisano, testiranje 1-RM uključuje nekoliko serija sa jednim pokušajem sve do neuspeha. Testiranje ponavljajućeg maksimuma drugog broja ponavljanja, kao što je 5 ili 10-RM je teže oceniti, jer će subjekat često moći da izvede veći ili manji broj ponavljanja. Pored toga, veći broj ponavljanja u jednoj seriji može da dovede do zamora, čineći da jedna serija od 5 ili 10-RM bude iscrpljujuća i sa velikom verovatnoćom da dođe do greške. Vrhunski trenirani ispitanici će, međutim, generalno biti u mogućnosti da sami daju procenu o sopstvenim 5 ili 10-RM, što olakšava testiranje kod ove populacije. U nekim slučajevima se 1-RM testiranja sprovode u dva dana, sa beleženim boljim rezultatom.

#### *Procenjivanje repetitivnog maksimuma*

Često se u sportskoj praksi 1-RM procenjuje na osnovu višestrukog RM izvođenja. Ovaj postupak je atraktivan iz mnogo razloga, ali njegova validnost ozbiljno se dovede u pitanje. Iako su istraživanjima utvrđeni nomogrami konverzije koji omogućavaju da se, na primer na osnovu rezultata 10-RM izračuna 1-RM (Abdo, 1985), takva izračunavanja mogu da dovedu do pogrešnih rezultata jer različiti pojedinci u različitim vežbama pokazuju promenljive odnose 1-RM i višestrukog ponavljajućeg maksimuma. Za praktičan rad na terenu sa velikim brojem sportista ili netreniranih subjekata, ovakvi nomogrami mogu biti relativno prihvatljivi, ali definitivno ih ne treba koristiti u naučne svrhe.

#### *Mišićna izdržljivost*

Testovi lokalne mišićne izdržljivosti koriste se u cilju određivanja repetitivne mišićne sposobnosti ispitanika. Mada postoji određeni stepen povezanosti između 1-RM i mišićne izdržljivosti, ona je uopšteno govoreći mala. Ovo je ujedno i osnovni argument protiv upotrebe

višestrukog RM testiranja za procenu 1-RM. Neke specifične delatnosti (industrija, vojska) su ipak uglavnom zainteresovane upravo za lokalnu mišićnu izdržljivost. Ovakva vrsta testiranja se čak koristila i za određivanje maksimalne potrošnje kiseonika i to sa zadovoljavajućim rezultatima (Sharp i sar., 1988). Jedna od značajnih pretpostavki ovakvih testova jeste veličina opterećenja koji se koristi. Relativno opterećenje se zasniva na procentu RM sposobnosti subjekta (npr. 60% 1-RM), dok apsolutno opterećenje podrazumeva jednako opterećenje u apsolutnim vrednostima za sve ispitanike (npr. 50 kg). Kod većine pojedinaca, odnos između apsolutne snage i mišićne izdržljivosti je pozitivan, dok je odnos između apsolutne snage i relativne izdržljivosti negativan (Biddle, 1986). Dobar primer testiranja sa apsolutnim opterećenjem je test potiska od 225 lb na klupi koji se trenutno primenjuje u američkom fudbalu kada se procenjuju budući igrači. Efikasnost ovakve vrste testova ostaje da se dokaže, a rezultat na takvim testovima u velikoj meri zavisi od programa treninga koji je prethodio testiranju. 1-RM potisak sa klupe ima najbolju prediktivnu vrednost za procenu takmičarskog. Stoga, poželjno je pažljivo razmotriti svrhu, validnost prilagođenost ove vrste testiranja za igrače američkog fudbala. Pokazalo se da se žene zamaraju manje primenom relativnog opterećenja, dok se muškarci zamaraju manje primenom apsolutnog opterećenja (Clarke, 1986). U toku takvih testova, trebalo bi dati verbalne povratne informacije i pružiti podršku u cilju postizanja maksimalnih rezultata. Kontrolisanje brzine podizanja tega može pomoći u obezbeđivanju sličnih uslova testiranja za sve subjekte i eliminisnju neželjenih pokreta kao što je „odskakivanje“ šipke u prilikom podizanja tega u potisku sa ravne klupe. Ipak, potrebno je znati da će ovako kontrolisan test najverovatnije za posledicu imati drugačije rezultate nego test u kome se ne kontroliše brzina podizanja tega.

#### *Trenažni staž*

Prilikom testiranja snage trenažna istorija ispitanika je od presudne važnosti. Prethodni treninzi mogu da utiču na nervni sistem, koordinaciju i na hormonalni status ispitanika. Svi ovi efekti zavise od vrste, intenziteta i trajanja prethodnog treninga. Različiti intenziteti i trajanja vežbi dovode do različitog fiziološkog stresa. Pored toga, struktura mišićnih vlakana utiče na ostvarene rezultate. Različita trenažna opterećenja ostvaruju različite efekte na nekoliko mišićnih karakteristika ispitanika. Takođe utvrđeni su nivoi snage kod subjekata iste trenažne istorije ali različitog kvalitativnog nivoa (Fry i sar., 1991). Čak i motivacioni faktori mogu da utiču, pri čemu je najveći uticaj kod vrhunski treniranih ispitanika. U zavisnosti od parametara koje se mere, neposredni krakoročni trenažni period može ili ne mora da utiče na posmatrane parametre. Nivo porasta snage u velikoj meri zavisi od statusa ispitanika pre treninga. Tako se moraju prilagoditi očekivanja sportiste s obzirom da se prirast snage smanjuje sa povećanjem takmičarskog kvaliteta. Podizanje svesti među sportistima, trenerima i roditeljima će smanjiti pritisak na sportiste vezano za korišćenje supstanci za povećavanje performansi (npr. anaboličkih steroida).

#### *Uzrast*

Uticaj uzrasta na snagu mišića je tema kojoj se poklanja sve veća pažnja. Najviše se govori o omladini i treningu snage (Kraemer & Fleck, 1993), ali počinje da se usmerava i na starije starosne grupe u smislu velikog broja pozitivnih uticaja na zdravlje. Nedavno je pokazano da su muškarci starosti od 60 72 godine još uvek u stanju da ostvare povećanje snage kao i hipertrofiju. (Frontera i sar., 1988). Nekada se verovalo da preadolescenti ne mogu da povećaju snagu osim povećanja koje nastaje kao posledica sazrevanja usled nepovoljnog hormonalnog statusa. Međutim, dokazano je da povećanje snage može da se ostvari putem

treninga sa opterećenjem kod ove starosne grupe (Kreamer & Fleck, 1993). Veruje se da faktori kao što su povećanje bezmasne mase tela i nervni razvoj mogu da doprinesu porastu snage kod omladine. Kada se porede sa adolescentima, preadolescenti muškog pola pokazuju različitu silu mišića i vreme mišićne kontrakcije, ali su u stanju da u potpunosti aktiviraju svoje motorne jedinice čak i sa 6 godina starosti (Kreamer & Fleck, 1993). Takođe je primećeno da su karakteristike mišićnog balansa, uključujući specifičnosti zglobova i brzine izvođenja pokreta, slične kod omladine i odraslih (Weltman i sar., 1988). Pouzdanost testova snage kod mlađih starosnih grupa ne predstavlja problem, ali se mora pažljivo kontrolisati. Povrede mladih subjekata predstavljaju značajno pitanje u toku testiranja snage, mada je malo zabeleženih slučajeva povreda i do njih se najčešće dolazi u toku treninga bez nadzora. Takođe su posmatrani stariji subjekti, i postoje neki normativni podaci. Mada izgleda da je moguće povećati snagu sa povećanjem starosti, snaga ima tendenciju da opada, pre svega, usled neaktivnosti i smanjenja bezmasne mase tela. Kod testiranja starijih subjekata, mora se obratiti pažnja na njihove fizičke sposobnosti i ranije zdravstveno stanje. Obim pokretljivosti zglobova može da bude umanjen, kao i njihova kinestetička sposobnost. Kada se kreiraju protokoli za testiranje snage, takođe se mora uzeti u obzir smanjenje mineralne gustine kostiju (osteoporoza). Na kraju, faktori motivacije takođe mogu da se razlikuju kod subjekata starijih starosnih grupa – njima može da bude potrebna veća podrška da bi ostvarili maksimalan napor. Bez obzira na mere predostrožnosti koje se moraju preduzeti, jasno je da trening sa otporom i njegovi pozitivni zdravstveni efekti stvaraju potrebu za testiranjem snage kod pojedinaca koji su mladi ili stari. Kada se porede polovi, moraju se pažljivo razmotriti razlike u realizovanoj snazi. Mada muškarci obično pokazuju veću apsolutnu snagu, dokazano je da su kod

žena i muškaraca veće razlike u jačini gornjeg dela tela nego donjeg dela (Bishop i sar., 1987). Ovo je najverovatnije posledica nivoa bezmasne mase, koje objašnjava 97% razlike u snazi između polova. To, takođe, objašnjava zašto je ponekad teže razviti i očuvati snagu gornjeg dela tela kod žena. Takođe, kako je prethodno navedeno, žene imaju drugačiji ritam zamora mišića, sa većom izdržljivošću kod relativnih opterećenja. Druge promenljive, kao što su karakteristike mišićnog balansa su slične kod oba pola. Možda postoje nervne ili strukturalne razlike, jer se integrisana elektromiografska aktivnost i najveći obrtni momenti dovode u vezu sa različitim uglovima kolena kod muškaraca i kod žena. Takođe, postoje dokazi da anatomske razlike među polovima utiču na razlike u tehnikama podizanja tegova kod netreniranih subjekata (Fry i sar., 1991).

#### *Oblik mišićne aktivnosti*

Jedan od često ignorisanih aspekata testova snage jeste vrsta mišićne kontrakcije koja se primenjuje u testiranju (koncentrična, ekcentrična ili izometrijska) i predstavlja pitanje specifičnosti testiranja. Neki tipovi treninga, kao što je izokinetički, nemaju ekcentričnu komponentu, što utiče na rezultate u testovima koji sadrže ekcentričnu kontrakciju. Takođe, treba zapamtiti da ekcentrična kontrakcija stvara veći maksimalni obrtni moment nego koncentrična aktivnost. Ako se u testiranju koristi različita vrsta mišićne kontrakcije u odnosu na trening koji je prethodio, test neće biti osetljiv na fiziološke promene do kojih je došlo. Iz tog razloga, potrebni su detaljno upoznavanje i specifično vežbanje u situacijama kada se ne koriste specifični testovi. Efekte treninga u kome je korišćen jedan tip mišićne kontrakcije najbolje je utvrđivati upotrebom identične mišićne kontrakcije .

### *Ugao zgloba*

Ugao svakog zgloba određuje istegnutost mišića. Spoljašnji faktori, kao što je vrsta opreme koja se koristi za testiranje (npr. izokinetički dinamometar) može da utiče na uglove zglobova koji se posmatraju. Faktori, kao što su biomehaničke karakteristike, takođe mogu da utiču na razvoj sile i na nivoe istezanja mišića. Mehanika kontraktilnih elemenata, kao i neurološki faktori, mogu, takođe igrati značajnu ulogu. Uglovi zglobova prilikom testiranja treba da se definišu i održavaju konstantnim za sva testiranja. Promena uglova zglobova može da promeni doprinos različitih mišića ili mišićnih grupa, na taj način utičući na rezultate. Mada tačan odnos nije jasan, moguće je da postoje razlike među polovima vezane za ugao zglobova prilikom testiranja snage. Testiranje koje ne uključuje ekcentričnu mišićnu aktivnost antagonističkih mišića (npr. neki izokinetički ili hidraulički instrumenti) mogu, takođe, da utiču na stvaranje sile, jer ciklus istezanja i skraćivanja nije naglašen.

### *Brzina pokreta*

Neke vrste testova, kao što su izokinetički i izometrijski testovi, podrazumevaju kontrolu brzine pokreta dok trening sa dinamičkim konstantnim spoljašnjim otporom (pogrešno nazvano izotonički) to ne podrazumeva. Da bi se izabrala odgovarajuća brzina pri kojoj će se vršiti testiranje, treba razmotriti nekoliko značajnih faktora. Karakteristike brzine pre treninga mogu da utiču na rezultate testova sa specifičnom brzinom, sa najvećim poboljšanjem kod specifične (trenirane) brzine treninga. Maksimalni obrtni moment će varirati pri različitim brzinama ekstremiteta kod ispitanika, pri čemu porast brzine dovodi do pada vrednosti obrtnog momenta, ali do povećanja snage (Rizzardo i sar., 1988). Ovo više utiče na koncentričnu nego na ekcentričnu kontrakciju. Veća brzina ekstremiteta u treningu se dovodi u vezu sa razvojem vlakana brzog trzaja, što može da objasni zašto je vrednost brzine pri kojoj se obrtni moment

smanjuje povezan sa sastavom mišićnih vlakana. Pitanje brzine je, takođe, važno kada se određuju karakteristike mišićnog balansa. Ipak, ne pokazuju sve grupe mišića promenu obrtnog momenta kod različitih brzina ekstremiteta. Kada se koristi testiranje sa stalnom brzinom, ne treba mešati brzinu poluge mašine sa stvarnom brzinom istezanja i kontrakcije mišića.

### *Specifičnost testa*

Osnovno pitanje testova snage je specifičnost testa. Različite vrste vežbi nameću različite zahteve; vežba koja traje manje od 15 sekundi dovodi do stresa različitih fizioloških sistema od one koja traje duže od 15 sekundi. Različite vrste mišićne kontrakcije takođe imaju uticaj. Npr. vežba sa dinamičkim konstantnim otporom (izotonička) će dovesti do povećanja izotoničke snage više nego izometrijska i može da ima malo uticaja na maksimalnu vrednost snage. Nasuprot tome, kod drugih subjekata, trening sa vežbom sa dinamičkim konstantnim spoljašnjim otporom će dovesti do povećanja izometrijske snage pre nego izotoničke. Takva varijabilnost u odnosima snage prema treningu naglašava potrebu da se uključe testovi specifični sa aspekta primenjenog tipa treninga. Iz tog razloga je potrebno da testiranje efekata treninga sadrži isti tip mišićne aktivnosti, a ne različit, kako su neki istraživači to radili (Amusa & Obajuluwa, 1986). Adaptacije su specifične za brzinu ekstremiteta primenjene u treningu. Brzine kod treninga će dominantno uticati na specifične delove krivulje sila-brzina kao i na specifični tip mišićnih vlakana. Ovo je, donekle očigledno na osnovu povećanja izokinetičke snage pri maloj brzini koja proizilazi iz treninga sa dinamičkom konstantnim spoljašnjim otporom (gde je brzina kretanja mala). Drugi način treniranja, kao što je sa hidrauličkim mašinama, će takođe, dovesti do različitog fiziološkog stresa i oni ne mogu uvek da se poistovete sa vežbama sa dinamičkim konstantnim spoljašnjim otporom ili izokinetičkim vežbama. Iz tog razloga je neophodno da

se vrednovanje snage vrši na način koji je sličan onome koji se koristio na treningu.

#### *Tehnika*

Neke vrste testiranja snage zahtevaju specifičnu šemu pokreta. Ovo nije tipičan slučaj kod testiranja na trenažerima, jer oni obično diktiraju tehniku pokrata, ali je potrebno ispravno pozicioniranje. Bez obzira na to da li se koriste slobodni tegovi ili trenažeri, neophodna je odgovarajuća tehnika vežbe radi bezbednosti subjekta. Povrede kod dizanja tegova se često dovode u vezu sa vežbanjem bez nadzora i često se mogu izbeći sa stručnim nadzorom. Ispravna tehnika vežbe, takođe, omogućava da se koristi odgovarajući obim pokreta. Izmene u obimu pokreta mogu da utiču na rezultate testa. Npr. norme određene za žene koje rade polučučanj su mnogo veće nego za subjekte koji rade paralelni čučanj. Odgovarajuća tehnika vežbe je pretpostavka za validno testiranje kao i za bezbednost subjekta. Ako se ne koristi odgovarajuća tehnika, test treba prekinuti. Kriterijumi za prekidanje testa treba da budu određeni pre testiranja. Npr. test potiska sa klupe može da se prekine ako ispitanik podigne butine sa klupe, i ako je očigledno izraženo uvrtanje tela. Dobra tehnika je neophodna za bilo koji test snage i ona je prethodno detaljno opisana.

#### *Zagrevanje i temperatura prostorije*

Naučno nije jasno utvrđena efikasnost zagrevanja pre testiranja ali se u sportskoj praksi uglavnom primenjuje neki vid zagrevanja pre samog testiranja. Većina protokola koristi specifičan način testiranja sa submaksimalnim opterećenjem (npr. zagrevanje ponavljanjem) kako bi se zagrevanje obavilo u okviru samog test protokola a neposredno pre samih maksimalnih pokušaja. Takođe je poznato da postoji optimalna temperatura mišića za postizanje sile i razvoj snage. Ostaje, međutim, nepoznato da li sve vežbe zagrevanja pre testiranja u ovome uspevaju.

Temperatura okruženja, takođe, utiče na postignuće subjekta i treba da se održava na konstantnom nivou za sve subjekte i sve sesije testiranja. Potrebno je sprovesti dodatne aktivnosti kada se testira u nekontrolisanoj sredini, kao što je otvoreni prostor, što uključuje dodatnu odeću ili otkazivanje testiranja usled značajnih promena uslova sredine.

#### *Disanje i krvni pritisak*

Mada naizgled jednostavna stvar, uloga disanja u toku vežbi sa opterećenjem je od suštinskog značaja. Početnicima u vežbanju se često govori da dišu kontinuirano u toku treninga, ali su dizači tegova sa većim iskustvom otkrili da zadržavanje daha u toku izvesnih faza kod nekih vrsta dizanja tegova dovodi do poboljšanja postignuća (Austin i sar., 1987). Zadržavanje daha rezultira Valsalva manevrom što dovodi do izuzetno visokog krvnog pritiska u pojedinim slučajevima. Povećanje krvnog pritiska zavisi delom od opterećenja, pri čemu sa porastom opterećenja dolazi do porasta krvnog pritiska. Povećani pritisak je u vezi sa povećanim abdominalnim pritiskom i pritiskom grudnog koša, što dovodi do povećane stabilnosti organizma. Upotreba pojasa kod dizanja tegova će, takođe, doprineti ovom efektu. Količina mišićne mase koja se koristi u vežbi kao i povećana brzina podizanja mogu da doprinesu porastu krvnog pritiska. Ritam disanja treba da je standardizovan za sve ispitanike i u skladu sa zdravstvenim stanjem pojedinca.

#### *Intervali odmora*

Svim ispitanicima se mora dozvoliti adekvatan period oporavka. Potrebno vreme će zavisi od količine aktivne muskulature i ostvarene sile u toku vežbe. Tako eksplozivni (brzi) pokreti male snage (deo krivulje sila-snaga) (npr. brza izokinetička vežba) zahteva kraći period odmora od onih aktivnosti sa malom brzinom i velikom snagom (podizanje velike težine). Intervali odmora od samo 10 sekundi se uspešno koriste kao

pauza u izokinetičkom treningu. Odmori od oko 3 minuta između pojedinačne izokinetičke fleksije i ekstenzije noge nisu doveli do značajnih razlika u postignuću u poređenju sa jednominutnim pauzama između serija od 3 ponavljanja (Conroy i sar., 1984). Intervali odmora u radu sa slobodnim tegovima su značajniji. Odmori od 5 minuta između 90-100% 10-RM vežbe zadnji čučnjevi izgleda da su adekvatni i neophodni. Doslednost intervala odmora je važna kod nekih vrsta testova snage, pogotovu ako se prate određeni fiziološki parametri (npr. krvni pritisak, puls).

#### *Pripremljenost za testiranje i podrška*

Važno je dati detaljna uputstva svim subjektima pre aktuelnog testa snage. Uspeh na testu se može poboljšati ako subjekti dostignu optimalnu psihičku budnost. Verbalna podrška se preporučuje kod testiranja snage kako bi se obezbedili validni rezultati. Mora se voditi računa da način pružanja podrške bude isti za sve ispitanike. Kod nekih testova, kao što su izometrijski, izokinetički i test izdržljivosti, istovremeno treba pružiti vizuelnu povratnu reakciju u vezi sa nastupom subjekta. Faktori kao što su vikanje subjekta u toku zadatka ili prethodno iskustvo u treningu, mogu da utiču na psihičku budnost i rezultate snage koji su posledica toga. Takve faktore treba uzeti u obzir i dosledno ih se pridržavati tokom testiranja.

#### *Upoznatost sa vežbom*

Rezultat na testu snage se može poboljšati kada je subjekat upoznat sa zadatkom. Ako nema prethodnog testiranja ili treninga na spravi za testiranje, treba obezbediti uvežbavanje kako bi se subjekat upoznao sa načinom testiranja i sa protokolom. Neka ispitivanja su uključivala samo subjekte koj su imali prethodno iskustvo sa spravama za testiranje, ali to nije uvek moguće. Uloga povratne informacije može da bude važna u ovim situacijama. Prethodno iskustvo može takođe da doprinese boljem uspehu na testu snage.

Npr. u testovima eksplozivne snage i brzine, sprinteri su u prednosti u odnosu na dugoprugaše usled strukture treninga i mentalne pripremljenosti za ovakav tip aktivnosti. Uopšteno govoreći, što je kompleksnija vežba i što je neiskusniji ispitanik, to je veća potreba za upoznavanjem sa vežbom.

#### *Pouzdanost*

Pouzdanost testa označava sposobnost testa snage da prilikom ponavljanja daje iste rezultate. Ovo ne treba pomešati sa validnošću testa koji se koristi – da li test stvarno procenjuje željenu promenljivu. Pouzdanost se određuje na osnovu nekoliko sesija testiranja istih ispitanika i uslova ili uz upotrebu kalibracionih tegova. Pouzdanost u odnosu test/ponovni test se obezbeđuje na osnovu standardne devijacije ili metoda greške ponovljenih pokušaja. Koeficijent varijacije (SD/X) se, takođe, koristi kao pokazatelj pouzdanosti. Ostale informacije pružaju koeficijent korelacije (r) ponovljenih pokušaja. Pre nego što se počne sa testiranjem, treba ispitati pouzdanost opreme. Pored toga, pouzdanost se ne može obezbediti kod svih vrsta opreme. Pouzdanost tehničara testiranja treba, takođe, periodično da se proveriti da bi se obezbedilo da njihove metode i tehnike budu slične. Mada je pouzdanost možda ostvarena za izvesna merenja na testu, možda se ne odnosi na druge parametre istog testa. Faktori kao što su tip mišićne kontrakcije i brzina pokreta ekstremiteta mogu da utiču na grešku prilikom testiranja (Westing i sar., 1988).

#### *Mišićni balans*

Promenljiva koja se često prati je mišićni balans (ravnoteža), kada se nivoi snage antagonističkih mišića procenjuju nezavisno jedan od drugoga. Veliki broj istraživanja je izvršen u ovoj oblasti i oni su sumirani na drugom mestu (Nosse, 1982). Takođe su izvršeni pokušaji da se identifikuju potrebe i nivoi mišićnog balansa kod različitih populacija (Hemba, 1985). Karakteristike mišićnog balansa se ne razlikuju kada se

porede dečaci u predpubertetu i odrasli, mada uzrast može da bude značajan faktor kod drugih populacija. Karakteristike koje treba razmotriti su pol i veličina tela ispitanika. Na odnos snage agonista/antagonista utiče brzina ekstremiteta, jer različite grupe mišića imaju različite karakteristike sila/brzina. Tako se mora odrediti brzina ekstremiteta pri kome se utvrđuje mišićni balans. Odnosi su, takođe, specifični u vezi sa odnosom zglobnog ugla, što je od značaja kada se koristi izokinetička kontrakcija ili izometrijsko testiranje. Pored toga, različiti zglobovi imaju svoje jedinstvene odnose mišićnog balansa. Neka istraživanja su vršila ispravku rezultata korigovanjem uticaja gravitacije (Poulmedis, 1985), koja znatno može da utiče na ovaj odnos. Iz tog razloga, kada se porede podaci, treba proveriti da li je ovaj faktor uzet u obzir. Odnosi mišićnog balansa su, takođe, specifični u odnosu na populaciju, tako što prethodni treninzi utiču na rezultate. Vrednost od 0,69 (odnos snage zadnja vs. prednja loža buta) je široko prihvaćena, ali zavisi od prethodno navedenih promenljivih. Program treninga može da utiče na mišićni balans, ali izgleda da je neophodno trajanje treninga od minimum 8 nedelja (Fry & Powell, 1987; Kraemer i sar., 1988). Ponekad se primećuju bilateralne razlike usled prirode trenažne aktivnosti (npr. kod asimetričnih sportova) i one se mogu pratiti testiranjem i levih i desnih ekstremiteta na kontralateralnu asimetriju. Kada se kompariraju podaci o mišićnom balansu, mora se kontrolisati veliki broj uslova testiranja.

#### *Ergogena sredstva*

Metode i supstance koje se koriste da bi se poboljšalo sportsko postignuće nazivaju se ergogenim sredstvima (ergogenicima). Suvišno je reći da je to veoma široka kategorija i da uključuje takva sredstva kao što su kaiševi za dizanje tegova, pojaseve, namotaje za čvrst zahvat, različite vrste odeće za dizanje tegova, tehnike mentalne pripreme, manipulacije režimom ishrane i dozvoljena i nedozvoljena sredstva za poboljšanje

performasi. Upotreba bilo kojih od nabrojanih sredstava može da utiče na sportski rezultat i oni se pažljivo moraju razmatrati prilikom donošenja odluke o tome da li da se dozvole u toku testiranja. Neke od njih je lako kontrolisati, kao upotrebu odeće. Druge, kao što su supstance za poboljšanje performansi, je teže uočiti. Upotreba određenih postupaka testiranja na određene supstance može da pomogne u kontroli, ali ne predstavlja apsolutno detektivnu metodu. Ako je test protokolom prihvaćena upotreba opreme kao što su pojasevi, ona treba da je na raspolaganju svim subjektima. Kod upotrebe farmakoloških sredstava za poboljšanje postignuća, treba ih proveriti što je pažljivije moguće, a njihovu upotrebu obeshrabriti realističnim očekivanjima razvoja snage, eliminaciji nepotrebnog pritiska na ispitanika i promenama u sistemu vrednosti.

**Tabela 2** Uobičajene jedinice za merenje kod testiranja snage

Mera	Jedinica SI sistema	Uobičajena konverzija
Sila	Njutn (N)	1 lb = 4,4 N
Masa	Kilogram (kg)	1 lb = 0,4 kg
Snaga	Vat (W)	1 kg = 2,2 lbs
Rad	Džul (J)	1 hp = 746 W
Obrtni moment	Njutn metar (N m)	1 ft-lb = 1,36 J
Brzina	Metar u sek. (m/s)	1 ft-lb = 1,36 Nm
Ubrzanje	Metar u sek. na kvad (m/s <sup>2</sup> )	1 mph = 0.45 m/s
Ugao	Radljan (rad)	1 rad = 57.3°
Ugaona brzina	Radljan u sek. (rad/s)	1 rad/s = 57.3°/s
Pređeni put	Metar (m)	1 stopa = 0.31 m

#### *Jedinice mere*

Međunarodni system jedinica (SI) uključuje prihvaćene mere za testiranje snage. Jedinica sile u SI sistemu je njutn (N). U svakodnevnom životu, funte (1 lb = 4,44882 N) i kilogrami (1 kg = 9,80665 N) se često nepravilno koriste kao jedinice sile. Testiranje u cilju istraživanja uvek koristi SI jedinice, ali za testiranje na terenu (npr. sa sportskim timovima ili velikim populacijama za procenjivanje stanja pripremljenosti) mogu biti od koristi izražavanja u funtama i kilogramima. U literaturi se može pronaći nekoliko opširnih diskusija o

odgovarajućim jedinicama mere (Knuttggen & Kraemer, 1987). U tabeli 2 nalazi se lista najčešće korišćenih SI jedinica.

#### *Korekcije prema telesnoj masi*

Postignuće snage nalazi se pod uticajem i telesne mase pojedinca. Iz tog razloga je određen faktor korekcije za masu tela. Neke metode uključuju tabele koeficijenta koje su zasnovane na težini tela (Stone & O'Bryant, 1987), koje su prilično popularne kod nekih takmičarskih sportova (npr. dizanje tegova). Raniji metod je bio da se jednostavno izvrši korekcija težine tela deljenjem rezultata sa težinom tela ili bezmasne mase tela. Ovaj metod dopušta poređenja između polova kao i hronoloških uzrasta ali i između istog ispitanika u dve vremenske tačke.

#### *Ukupan izvršeni rad*

Bitna pretpostavka prilikom poređenja programa treninga je ukupan rad meren u džulima. Mada se nekada definiše kao područje ispod krive obrtnog momenta, rad je zapravo sila izražena kroz rastojanje, ali bez ograničavanja vremena. Tako ako neko pokušava da izjednači programe treninga, moraju se pratiti sile svakog ponavljanja i pređena rastojanja kako bi se kontrolisao ukupan izvršeni rad.

#### *Normativne vrednosti*

Razvoj normativnih vrednosti za snagu je veoma otežan, zbog mnogih prethodno pomenutih faktora. Postignuća u snazi su veoma populaciono specifične i zavise od opreme za testiranje i korišćene metodologije. Sa dovoljno velikim uzorkom mogu se odrediti norme koje su specifične za određene populacije, specifičnih uzrasta i ispitivanje polova (Poulmedis, 1985).

#### **Zaključak**

Na osnovu navedenog je jasno da precizno određivanje snage mora da uzme u razmatranje mnoge

pretpostavke. Mora se voditi računa o kreiranju i razvijanju protokola testiranja koji kontroliše promenljive važne za određene situacije testiranja. Jednostavni testovi procene kondicionog statusa na terenu možda nisu previše objašnjeni u ovom radu, ali zahtevaju pažljivo razmatranje svih promenljivih koje su pomenute u ovom poglavlju radi postizanja preciznosti. Kada se testovi snage koriste kao jasno definisano sredstvo istrživanja, procedura mora da bude prilično detaljna. U tabeli 3 se navode promenljive koje se moraju obraditi u mnogim situacijama testiranja. Pažljivo razmatranje svake od njih će vam pomoći da napravite protokol koji odgovara vašim specifičnim potrebama.

**Tabela 3** Osnovna lista pitanja pre testiranja snage

---

Da li se testira mišićna snaga ili izdržljivost?
Da li se koristi RM testiranje i koje vrste?
Trenažni status ispitanika
Starost ispitanika
Pol ispitanika
Tip mišićne aktivnosti koji se testira
<i>koncentrična / ekcentrična / izometrijska</i>
Tip opterećenja koje se koristi
<i>dinamički otpor / varijabilni otpor / izokinetički / izometrijski</i>
Početna pozicija postavljenog opterećenja
Uglovi zglobova
Brzina pokreta
Specifičnost testiranja
<i>obrazac pokreta u sportu / metabolički zahtevi</i>
Poznavanje pravilne tehnike
<i>pozicija ispitanika / adekvatnost opreme</i>
Visoka pouzdanost opreme i ispitivača
Pružene instrukcije o testiranju
Familijarizacija sa test protokolom
Izvođenje predtestiranja
Obezbeđivanje adekvatnog zagrevanja
Adekvatna tehnika disanja tokom testiranja
Optimalno trajanje pauza između serija testiranja
Konzistentno ohrabrivanje i verbalna podrška ispitanika
Adekvatna vizuelna povratna informacija
Upotreba pravilnih jedinica merenja
Kontrola upotrebe ergogenih sredstava
Determinisanje potrebe za korekcijom prema telesnoj masi

---

## LITERATURA

- Abdo JS. Weight training percentage table. *N Strength Cond Ass J*, 1985; 7: 50-1.
- Altug Z, Altug T, Altug A. A test selection guide for assessing and evaluating athletes. *N Strength Cond Ass J*, 1987; 9: 62-6.
- Amusa LO, Obajuluwa VA. Static versus dynamic training programs for muscular strength using the knee-extensors in healthy young - men. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1986; 8: 243-7.
- Austin D, Roll F, Kreis EJ, Palmieri J, Lander J. Roudtable: breathing during weight training. *N Strength Cond Ass J*, 1987; 9: 17-25.
- Axtell RS, Gravenstein RO, Ianese RR. The relationship between peak and mean torque in isokinetic exercise. *Med Sci Sport Exerc*, 1986; 18: S278.
- Biddle SJ. Personal beliefs and mental preparation in strength and muscular endurance tasks: a review. *Phys Edu Rev*, 1986; 8: 90-103.
- Bishop P, Cureton K, Collins M. Sex difference in muscular strength in equally-trained men and women. *Ergonomics*, 1987; 30: 675-87.
- Brown RD, Harrison JM. The effects of a strength training program on the strength and self-concept of two female age groups. *Res Q*, 1986; 57: 315-20.
- Caiozzo VJ, Perrine JJ, Edgerton VR. Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *J Appl Physiol*, 1981; 51: 750-4.
- Cisar CJ, Johnson GO, Fry AC, Ryan AJ. Assessment of preseason muscular strength as a basis for specific conditioning. *J App Sport Sci Res*, 1987; 1: 60.
- Clarke DM. Sex differences in strength and fatigability. *Res Q*, 1986; 57: 144-9.
- Cook EE, Gray VL, Savinar-Nogue E, Medeiros J. Shoulder antagonistic strength ratios: a comparison between college-level baseball pitchers and nonpitchers. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1987; 8: 451-61.
- Conroy B, Stanley D, Fry A, Kraemer WJ. A comparison of isokinetic protocols. *J Appl Sport Sci Res*, 1984; 3: 72.
- Dudley GA, Tesch PA, Miller BJ, Buchanan P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat Space Environ Med*, 1991; 62: 543-50.
- Enoka RM. Muscle strength and its development – new perspectives. *Sports Med*, 1988; 6: 146-68.
- Faigenbaum AD, Skrinar GS, Cesare WF, Kraemer WJ, Thomas HE. Physiologic and symptomatic responses of cardiac patients to resistance exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 1990; 71: 395-8.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Resistance training: basic principles. *Phys Sportsmed*, 1988; 16: 160-71.
- Fleming LK. Accomodation capabilities of Nautilus weight machines to human strength curves. *N Strength Cond Ass J*, 1985; 7: 68.
- Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 1988; 64: 1038-44.
- Fry AC, Powell DR. Hamstring/quadriceps parity with three different weight training methods. *J Sports Med Phys Fitness*, 1987; 27: 362-7.
- Fry AC, Kraemer WJ, Waseman CA, Conroy BP, Gordon SE, Hoffman JR, Maresh CM. The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in womans intercollegiate volleyball. *J App Sport Sci Res*, 1991; 5: 174-81.
- Fry AC, Powell DR, Kraemer WJ. Validity of isokinetic and isometric testing modalities for assessing short-term resistance exercise strength gains. *J Sport Rehab*, 1992; 1: 275-83.
- Graves JE, James RJ. Concurrent augmented feedback and isometric force generation during familiar and unfamiliar muscle movements. *Res Q*, 1990; 61: 75-9.
- Hemba G. Hamstring parity. *N Strength Cond Ass J*, 1985; 7: 30-1.
- Hoeger WK, Barette SL, Hale DF, Hopkins DR. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximu. *J App Sport Sci Res*, 1987; 1: 11-3.
- Hoffmann JR, Maresh CM, Armstrong LE. Isokinetic and dynamic constant resistance strength testing: implications for sport. *Phys Ther Pract*, 1992; 2: 42-53.
- Knuttgen HG, Kraemer MJ. Terminology and measurement in exercise performance. *J App Sport Sci Res* 1987; 1: 1-10.
- Kraemer WJ, Fleck SJ. Strength training for young athletes. *Human Kinetics*, Champaign, IL, 1993.

Kraemer WJ, Descenes MR, Fleck SJ. Physiological adaptations to resistance exercise: implications for athletic conditioning. *Sports Med*, 1988; 6: 246-56.

Lewis CL, Spittler DL. Effect of tibial rotation on measure of strength and endurance of the knee. *J App Sport Sci Res*, 1989; 3: 19-22.

MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*, 1985; 58: 785-90.

Morrissey MC. The relationship between peak torque and work of the quadriceps and hamstrings after meniscectomy. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1987; 8: 405-8.

Nagle FJ, Seals DR, Hanson P. Time to fatigue during isometric exercise using different muscle masses. *Int J Sports Med*, 1988; 9: 313-5.

National Strength and Conditioning Association. Position paper on prepubescent strength training. *N Strength Cond Ass J*, 1985; 7: 27-31.

Nosse LJ. Assessment of selected reports on the strength relationship of the knee musculature. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1982; 4: 78-85.

Osternig LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. In Pandolf KB (ed). *Exercise and sport science reviews* Vol. 14. MacMillan Publishing, New York, pp. 45-104, 1986.

Patton JF, Kraemer WJ, Knuttgen HG, Harman EA. Factors in maximal power production and in exercise endurance relative to maximal power. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1990; 60: 222-7.

Perrine JJ, Edgerton VR. Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. *Med Sci Sports*, 1978; 10:159-66.

Poulmedis P. Isokinetic maximal torque power of greek elite soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1985; 6: 293-5.

Rizzardo M, Wessel J, Bay G. Eccentric and concentric torque and power of the knee extensors of females. *Can J Sport Sci*, 1988; 13: 166-9.

Sale DG, Norman RW. Testing strength and power. In MacDougall HA, Wenger HA, Greens HJ (eds). *Physiological testing of the elite athletes*. Movement Publications, Ithaca, NY, pp. 7-37, 1982.

Sharp MA, Harman E, Vogel JA, Knapik JJ, Legg SJ. Maximal aerobic capacity for repetitive lifting: comparison with three standard exercise testing modes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1988; 57: 753-60.

Stone M, O'Bryant H. *Weight training: a scientific approach*. Bellwether Press, Minneapolis, 1987.

Thomson DB, Chapman AE. The mechanical response of active human muscle during and after stretch. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1988; 57: 691-7.

Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol*, 1976; 40: 12-6.

Walmsley RP, Szybbo C. A comparative study of the torque generated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and at varying speeds. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1987; 9: 217-22.

Wathen D, Borden R, Dunn B, Everson J, Gieck J, Hill B, Klein K, O'Shea JP, Stone M. Prevention of athletic injuries through strength training and conditioning. *N Strength Cond Ass J*, 1983; 5: 14-9.

Weltman R, Tippet S, Janney C, Strand K, Rians C, Cahill BR, Katch FI. Measurement of isokinetic strength in prepubertal males. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1988; 9: 345-51.

Westing SH, Seger JY, Karlson E, Ekblom B. Eccentric and concentric torque-velocity characteristics of the quadriceps femoris in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1988; 58:100-4.

Zemper ED. Weightroom safety: four year study of weightroom injuries in a national sample of college football teams. *N Strength Cond Ass J*, 1990; 12: 32-4.

---

#### Kontakt

M Stojanović, Fakultet za sport i turizam, Radnicka 30/II, Novi Sad  
E-mail: marko.stojanovic@tims.edu.rs