

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja

Univerzitet u Beogradu

ZNAČAJ POKRETLJIVOSTI U KONDICIJSKOJ PRIPREMI SPORTISTA

Master rad

Kandidat:
Jelena Milićević

Mentor:
Red. prof. dr Đorđe Stefanović

Beograd, 2013.

ZNAČAJ POKRETLJIVOSTI U KONDICIJSKOJ PRIPREMI SPORTISTA

Master rad

Kandidat:
Jelena Milićević

Mentor:
Red. prof. dr Đorđe Stefanović

Članovi komisije:
Doc. dr Nenad Janković
Sar. u nastavi Igor Ranisavljev

Beograd, 2013.

U moru mnogih, pobediće oni koji se bore da ostvare svoje ciljeve,
i koji ne odustaju u trenutku kada naiđu na prepreku.

Jelena Milićević

Rezime: U vremenu, u kome su sportisti suočeni sa velikim brojem treninga i takmičenja, prevazilazeći tako psihološke i fiziološke limite, izazov je pronaći ravnotežu između stresa kojim su sportisti izloženi i odgovarajućeg oporavka. Put koji vodi do uspeha, zasniva se na što bržem i efikasnijem oporavku sportiste. Kao rezultat toga, treneri i sportisti, neprekidno su u potrazi za najefektnijim metodama i tehnikama, koje će omogućiti adekvatnu pripremu sportista za aktivnosti i opterećenja kojima će biti izložen, kao i brzu regeneraciju od istih. Istezanje kao jedna od njih, primenjuje se u određeno vreme *pre, za vreme i posle* treninga i takmičenja. Rezultati mnogih istraživanja ističu prednosti primene istezanja u treningu sportista, kao i neke negativne uticaje koje istezanje može imati na određene sposobnosti sportista. Jasno je da svakodnevno raste broj onih koji shvataju značaj pokretljivosti u kondicijskom treningu, kao i neophodnost daljeg istraživanja u ovoj oblasti sa ciljem dobijanja relevantnih rezultata primenjivih u praksi.

Ključne reči: *Oporavak, metode istezanja, snaga, statičko istezanje, dinamičko istezanje*

SADRŽAJ

1. UVOD.....	7
2. POKRETLJIVOST KAO PRIRODNA AKTIVNOST I POTREBA LJUDI I ŽIVOTINJA.....	8
3. ANATOMSKI, FIZIOLOŠKI I BIOMEHANIČKI ASPEKTI POKRETLJIVOSTI	9
3.1 Odnos sile i dužine mišića (relacija sila-dužina)	11
4. IMPLEMENTACIJA TRENINGA POKRETLJIVOSTI U KONDICIJSKOJ PRIPREMI	14
4.1 Metodi istezanja	15
4.2 Istezanje kao sredstvo oporavka.....	18
4.3 Komponente opterećenja u treningu pokretljivosti.....	19
4.3.1 Intenzitet istezanja	20
4.3.2 Učestalost istezanja	20
4.3.3 Vreme trajanja istezanja	21
5. ISTEZANJE NA TRENINGU I TAKMIČENJU	24
5.1 Istezanje pre trenažno-takmičarskih aktivnosti	24
5.1.1 Statičko istezanje tokom zagrevanja u trenažno-takmičarskim aktivnostima u kojima se ispoljava snaga	25
5.2 Istezanje u cilju prevencije i smanjenja napetosti i bola u mišićima posle trenažno-takmičarskih aktivnosti	26
6. UTICAJ ISTEZANJA NA ISPOLJAVANJE KONDICIJSKIH SPOSOBNOSTI.....	28
6.1 Efekti istezanja na snagu.....	28
6.1.1 Značaj primene istezanja u treningu snage	35
6.2 Efekti istezanja na eksplozivnu snagu.....	38
6.3 Efekat istezanja na sprint	39
6.4 Efekat primene statičkog istezanja na pokretljivost i elektromišićnu aktivnost.....	42

7. MIOFASCIALNA I TRIGGER POINTS TEHNIKA KAO DOPUNA ISTEZANJU	43
7.1 Fiziologija nastanka bolnih tačaka u mišiću (trigger points)	44
8. ISTEZANJE I MIOFASCIALNA TEHNIKA KAO INTEGRALNI DEO POWERLIFTING-A	45
8.1 Dinamičko istezanje kao sastavni deo zagrevanja u powerlifting-u	47
8.2 Statičko istezanje i miofascialna tehnika posle trenažno-takmičarskih aktivnosti powerlifting-a	50
8.2.1 Statičko istezanje tri dominantne mišićne grupe u powerlifting-u	51
8.2.2 Miofascialna tehnika mišića donjeg dela tela	53
8.2.3 Miofascialna tehnika mišića gornjeg dela tela	56
9. ZAKLJUČCI	58
10. LITERATURA	60

1. UVOD

U traganju za savršenstvom, sportisti moraju da se nose sa teškim trenažnim programima i briljantnim nastupima na takmičenjima. Mnogi vrhunski sportisti imaju zahtevne treninge i raspored takmičenja tokom sezone, što može prouzrokovati brojne povrede koštano-zglobnog i mišićnog sistema, usled nedovoljne pripremljenosti za odgovarajuće trenažne i takmičarske aktivnosti ili usled nedovoljnog i kvalitetnog oporavka. Sportisti koriste razna sredstva i metode, kako bi se pripremili za aktivnosti ili takmičenje koje sledi. “Zagrevanje” praćeno istezanjem, jedna je od njih. Opšte prihvaćeno mišljenje je da istezanje mora biti sastavni deo kako uvodnog, tako i završnog dela treninga. Mali broj trenera i sportista postavlja pitanje o primeni najefikasnijeg metoda istezanja, kao i dužine njegovog trajanja i intenziteta u ovim delovima kondicijskog treninga.

Tipično “zagrevanje” podrazumeva lagano trčanje, kako bi se povećala temperatura tela, što će dalje uticati na povećanje prokrvljenosti mišića i drugih mekih tkiva. Sportisti i treneri koriste razne metode istezanja čija je primena zasnovana na njihovim ličnim ubeđenjima, ali najefektnija metoda i trajanje istezanja još uvek nisu definisani. Statičko istezanje, zadržavanje istegnuto položaja 15-30 sekundi, dugo je primenjivano kao standardna rutina istezanja. Dostupna literatura pokazuje da dinamičko istezanje može biti mnogo efektnije ako se izvodi pre aktivnosti koje su po prirodi eksplozivne. Do danas, nedovoljno je dokaza koji bi podržali bilo statičko ili dinamičko istezanje pre eksplozivnih aktivnosti. Dok mnogi sportisti i treneri još uvek koriste statičko istezanje kao deo pripreme sportiste pre glavnih aktivnosti, neki dokazi pokazuju da dinamičko istezanje može biti efikasnije u pripremi sportista za aktivnosti koje slede.

Iako dostupna literature, umanjuje značaj statičkog istezanja pre visoko intenzivnih eksplozivnih aktivnosti, treba napomenuti da se statičko istezanje preporučuje kao deo “hlađenja”, utičući tako na relaksaciju mišića i uklanjanje štetnih produkata metabolizma, i smanjujući mišićnu napetost (Best, 1995).

Iako je veliki broj rezultata istraživanja zasnovan na merenjima u kojima su modeli bili životinje, ipak se povećava broj istraživanja zasnovanih na ljudskim modelima i uticaju istezanja na njihova biomehanička svojstva koštano-mišićnog sistema. Osnovni problem na koji treba usmeriti pažnju je, kako i na koja biomehanička svojstva mišićno-tetivne jedinice utiču vežbe istezanja, odnosno da li mišićno-tetivna jedinica postaje manje napeta primenom istezanja. Ako su naši mišići napeti, zategnuti, oni neće biti u mogućnosti da ispolje svoje sposobnosti na najbolji mogući način. Pored velikog broja metoda istezanja, treneri i sportisti trebaju izabrati odgovarajuće, utvrditi kojim metodama se postižu najbolji rezultati i u sadejstvu sa kojim drugim metodama možemo očekivati najveća poboljšanja u sposobnostima sportista.

Iako je u dostupnoj literaturi brojnih autora u širokoj upotrebi termin “istezanje”, koji se smatra neprikladnim zbog njegovog leksikonskog značenja, za potrebe ovog rada biće u upotrebi oba termina (pokretljivost i istezanje), zbog nemogućnosti promene istih u navedenim citatima autora.

2. POKRETLJIVOST KAO PRIRODNA AKTIVNOST I POTREBA LJUDI I ŽIVOTINJA

U svom najosnovnijem obliku istezanje je prirodna i instiktivna aktivnosti, koju primenjuju kako ljudi tako i životinje. Čak, i svakodnevno kretanje predstavlja istezanje do određenog stepena. Primenom istezanja postiže se stabilizacija prirodnog položaj i ravnoteže tela, kao i bolja koordinacija tela.

Istezanje treba uskladiti sa svojim mogućnostima i potrebama. Često vidamo životinje koje se protežu, zadržavaju određene položaje u kojima istežu telo u okviru svojih mogućnosti i potreba.

Ako govorimo o svrsishodnosti primene istezanja i značaja pokretljivosti, čak i kod životinja, nikada nećemo videti da se istežu pre nego što će napasti i pojuriti za plenom, što ide u prilog pretpostavci o štetnom uticaju statičkog istezanja na eksplozivnost jedinke. Da li životinje zadržavaju položaje istezanja nekoliko sekundi? Sigurno ponekada da. Životinje se istežu ne bi li održali normalnu amplitudu pokreta, agilnost, brzinu, snagu, i kako bi se kretale najbolje što mogu. Protezanje aktivira centralni nervni sistem koji kontroliše mišiće i kretanje.

Naš mozak je ključ u oslobađanju neurohemikalija koje menjanju nivo relaksiranosti mišića, što nam dalje omogućava da se krećemo lakše, okretnije, brže kao bilo koja životinja. Ako shvatimo kako naš mozak funkcioniše, onda možemo sistematski redukovati napetost i bol.



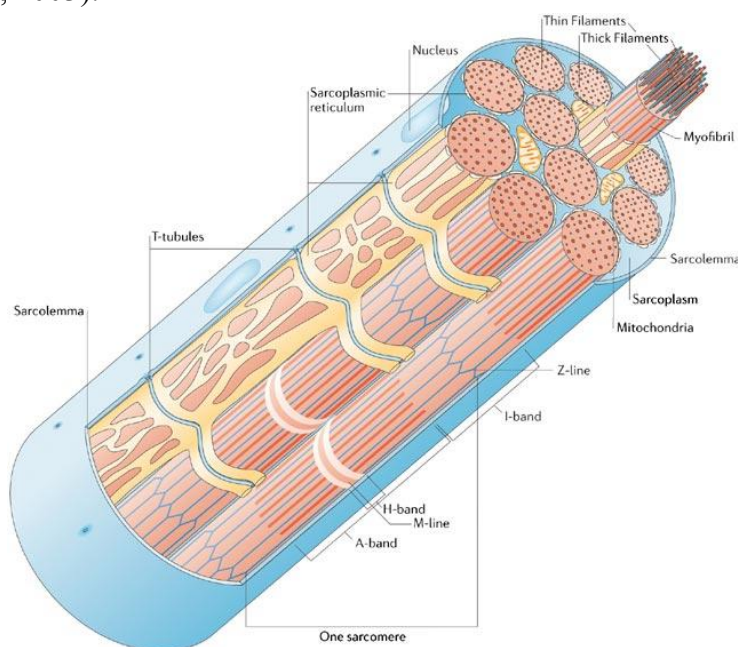
Slika 1. Istezanje životinja

3. ANATOMSKI, FIZIOLOŠKI I BIOMEHANIČKI ASPEKTI POKRETLJIVOSTI

Da bismo uvideli prednosti i mane pojedinih metoda istezanja kojima utičemo na povećanje pokretljivosti, moramo krenuti od najosnovijih elemenata lokomotornog sistema, odnosno od mišića.

Mišić se sastoji od velikog broja mišićnih ćelija ili vlakana, zajedno povezanih vezivnim tkivom. Najveći deo zapremine mišićnog vlakna zauzimaju miofibrile, čak 76-82% zapremine mišićnog vlakna, i svaki skeletni mišić sadrži prosečno hiljadu do dve hiljade miofibrila. To su cilindrične tvorevine sa naizmeničnim segmentima tamnijeg i svetlijeg izgleda poprečno postavljenih na uzdužnu osovinu miofibrila. Miofibrile su tako poređane da se pojasevi iste svetline nalaze u istom nivou, što daje vlaknu u celini izgled poprečne ispruganosti. Svetlija pruga naziva se izotropna (I pruga) a tamnija anizotropna (A pruga). Sredinom svake I (svetle) pruge (cilindra) pruža se vertikalna pregrada koja se označava kao Z linija. Z linija je u stvari kružna pločica u sredini svake pruge. Prostor između dve Z linije je funkcionalna jedinica miofibrile sarkomera. Svaki miofibril se sastoji od lanaca sarkomera u kojima se dešava mišićna kontrakcija.

Sarkomere i miofibrile u celini se sastoje od još tanjih podstrukture postavljenih paralelno uzdužnoj osovinu miofibrile, koje se nazivaju miofilamenti ili niti. Miofilamenti se sastoje od dva proteina aktina i miozina koji čine 84% od miofibrilarnog kompleksa (miozin 50-60%, a aktin 20-25%). Svako mišićno vlakno je obavijeno na površini ćelijskom membranom koja se naziva sarkolema (Nikolić, 2003).



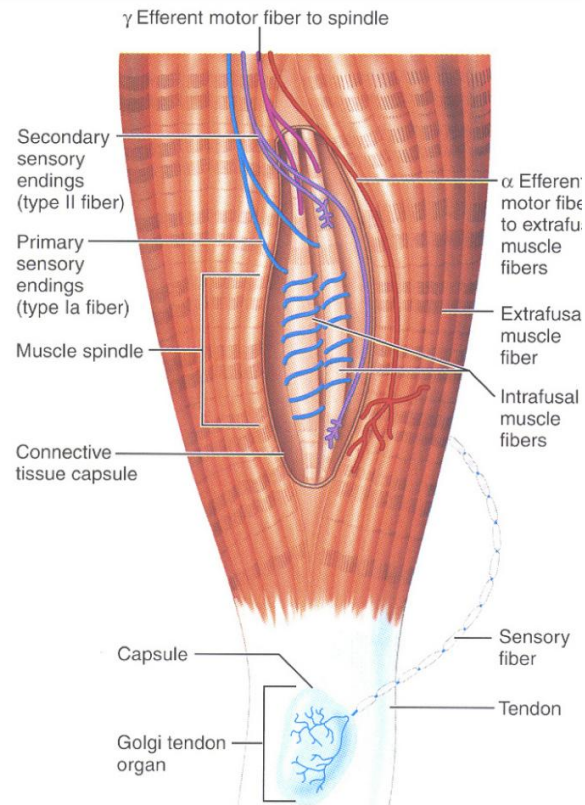
Slika 2. Građa mišićnog vlakna

Mišićno vreteno je seznorni receptor koji sadrži tri do dvanaest intrafuzalnih mišićnih vlakana, koji detektuju promene u dužini mišića. Kako se položaj tela menja, informacija se prenosi do centralnog nervnog sistema putem senzornih neurona i obrađuje u mozgu. Po potrebi, na krajevima motrone ploče oslobađa se acetilholin, neurotransmiter koji šalje informaciju sarkoplazmatičnom retikulumu da oslobodi kalcijum. Tada se ektrafuzalna mišićna vlakna kontrahuju. Kada kontrakcija mišićnih vlakana više nije potrebna, nervni završetak zaustavlja oslobađanje acetilholina, i kalcijum se vraća nazad u sarkoplazmatični retikulum.

Nervni sistem ima odlučujuću ulogu u kvalitetu i kvantitetu pokreta tela, a naročito u razvoju fleksibilnosti. Deluje kroz seriju kompleksnih interakcija, kao što je refleks ekstenzije (takođe nazivan miotatički refleks ekstenzije) i inverzni miotatički refleks (autogena inhibicija). Senzorni organi, zvani prorioreceptori, su takođe uključeni u izvođenje pokreta u kojima se zahteva preciznost istih (ovo takođe važi i za vrlo jednostavne pokrete kao što je hodanje ili podizanje čaše rukom). Prorioreceptori su locirani u mišićima, tetivama i zglobovima, i naročito su stimulisani kada je mišić izložen ekstenziji. Proprioceptori za isteznanje su u interakciji sa nervnim sistemom, slanjem električnih signala i signala o promeni dužine mišića, brzine i snage ekstenzije. U proprioceptore za istezanje spadaju neuromišićno vreteno i Goldžijev aparat.

Neuromišićna vretena su receptori koji se nalaze postavljeni paralelno sa mišićnim vlaknima i poznati su kao intrafuzalna vlakna. Važno je ne mešati ih sa ektrafuzalnim vlaknima, koji su kontraktilna jedinica mišića. Neuromišićna vretena reaguju na promene dužine i intenziteta ekstenzije mišića.

Goldžijev aparat je mehanoreceptor koji se nalazi između tetivnih fascikula na mišićno tetivnom prelazu, i ima značajan udeo u regulisanju tonusa skeletnih mišića. Njihova funkcija je uglavnom inhibitorna i zaštita mišića, tetiva i ligamenata od povreda. Kada napetost pređe određeni prag, uključuje se inverzni miotatički refleks ili reakcija na produženje mišića, koja opuštajući mišić, inhibira mišićnu kontrakciju.

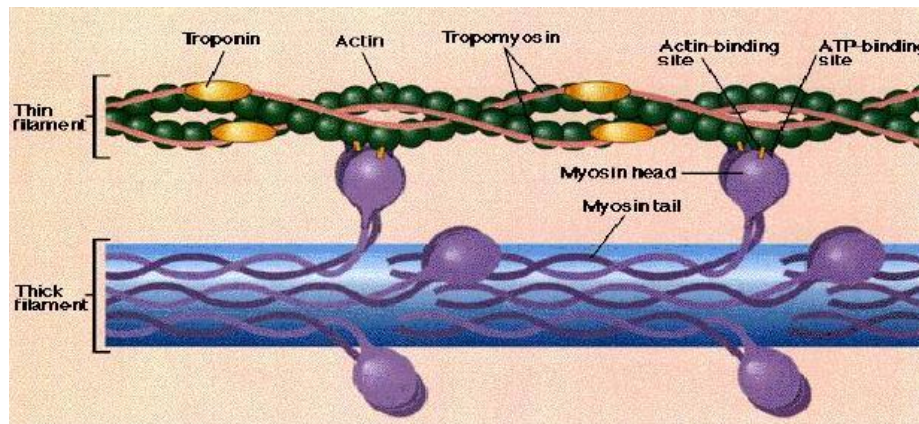


Slika 3. Građa proprioreceptora. Dva tipa receptora su prikazana: mišićno vlakno (gore) i Goldžijev tetivni organ (dole)

3.1 Odnos sile i dužine mišića (relacija sila-dužina)

Sila koja se razvija u stimulisanim mišiću tokom kontrakcije zavisi od dužine mišića. Mišić oslobođen svojih pripoja zauzima tzv. *ravnotežnu dužinu* a napetost je tada jednaka nuli. Opušteni, nestimulisani mišić *in situ* je elastičan, ali pruža mali otpor na istezanje. Što se mišić više isteže, sila potrebna za njegovo dalje istezanje je sve veća. Zavisnost kontraktilne sile od dužine mišića može se objasniti važećom teorijom o mehanizmu mišićne kontrakcije.

Prema teoriji o klizećim nitima izometrijska sila je direktno proporcijalna broju poprečnih mostića miozina koji ostvaruje kontakt sa aktinom u datom trenutku i pri tome razvija silu pomerajući aktin ka centru sarkomere (Nikolić, 2003).



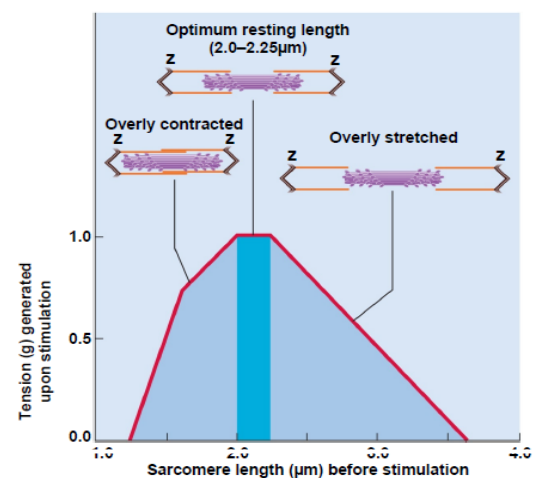
Slika 4. Izgled ostvarenog kontakta između filamenata aktina i miozina

Odnos između dužine mišića i sile koju on generiše tokom kontrakcije zavisi od toga:

- koliko je mišić bio istegnut ili kontrahovan pre nego što je stimulus došao do njega
- i od odgovarajućeg rastojanja između Z-linija.

Ako je mišić *previše skraćen* u stanju mirovanja to će usloviti slabu kontrakciju i pošto su preklapljeni aktin i miozin preblizu Z linija, onemogućeno je njihovo dalje preklapanje.

Ako je mišić *previše istegnut* u stanju mirovanja pre nego što stimulus dođe do njega, kontrakcija će biti slaba usled malog broja poprečnih mostova formiranih preklapanjem aktina i miozina.

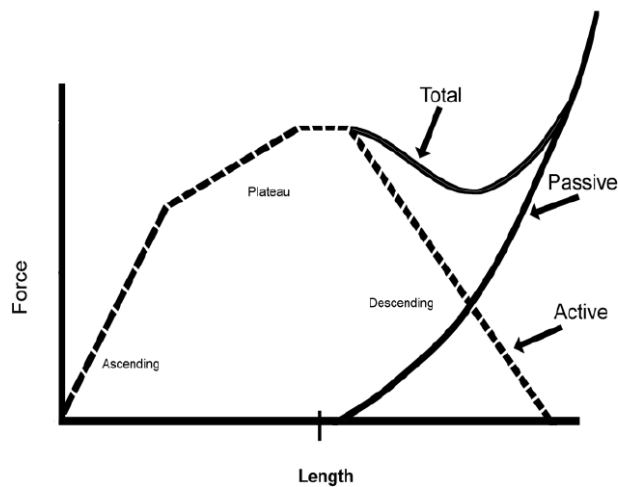


Slika 5. Odnos dužine mišića i sile koju generiše

Optimalna dužina mišića omogućava generisanje najveće sile mišića tokom njegove kontrakcije.

Eksperimenti su pokazali da skeletni mišić može da se skрати ili izduži za oko 1/3 svoje srednje dužine. To znači da je odnos minimalne i maksimalne dužine mišića (ne računajući tetive) 1:2 (Jarić, 1997). Sila generisana u mišićima može se klasifikovati u zavisnosti od mehaničkog izvora, kao aktivna i pasivna napetost (odnosno aktivna i pasivna komponenta). Aktivna napetost odnosi se na kontraktilne elemente, odnosno silu koja se generiše interakcijom aktina i miozina. Pasivna napetost nastaje iz komponenti vezivnog tkiva skeletnih mišića koja je naročito velika pri dužinama mišića bliskim maksimalnim.

Kriva aktivne napetosti ima tri dela (rastući, plato i opadajući) dok kriva pasivne napetosti raste eksponencijalno (slika 6).

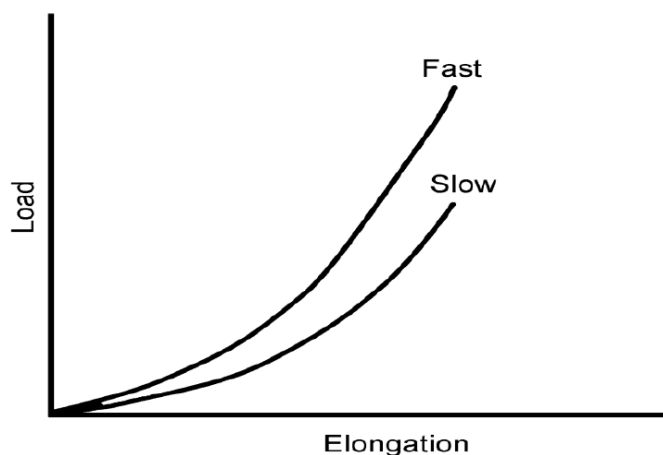


Slika 6. Odnos sila-dužina mišića sa krivama aktivne i pasivne napetosti (Knudson, 2003)

Veoma važan faktor vezan za efekte istezanja je da pasivna napetost u mišićima zavisi od stepena istezanja. Vezivno tkivo nakon istezanja pod dejstvom sile, teži da povрати svoju prvobitnu dužinu. Ovo svojstvo se zove viskoelastičnost.

Što je istezanje brže to je krutost mišića veća (slika 7). Krutost je mera elastičnosti materijala koja se definiše kao odnos stresa/deformacije ili opterećenja/deformacije. Kriva odnosa stresa-deformacije viskoelastičnih komponenti je kompleksna i ima nekoliko delova (slika 6). Prvi pik krive je početno brzo istezanje sa minimalnim rastom sile. Postoji vrlo nelinearan deo koji se nastavlja na “elastični deo”, gde kriva počinje da bude ravnija. Ako je tkivo previše opterećeno i istegnuto, kriva će pokazati “plastični” deo gde dolazi do trajne štete tkiva.

Tokom uobičajenih aktivnosti većina mišića i ligamenata se istegne tipično između 2 i 5 procenata, što je u okviru prvog pika, neposredno pre elastičnog dela krive (Carlstedt and Nordin, 1989). Viskoelastični odgovor mišića, tetiva i ligamenata znači da će lagano istezanje izazvati manju pasivnu napetost nego brzo istezanje iste dužine.



Slika 7. Tipična kriva sile pri sporom i brzom istezanju mišića, tetiva i ligamenata. Viskoelastični odgovor tkiva pri brzom istezanju čini tkivo krućim, što rezultira većom silom za datu elongaciju (Knudson, 2003) .

Buduća istraživanja ljudskog mišića in vivo, tokom istezanja i kretanja, pomoću ultrazvuka, pomoći će da se razjasne efekti istezanja na aktivne i pasivne komponente mišića i mnoge biomehaničke varijable mišićnih performansi.

4. IMPLEMENTACIJA TRENINGA POKRETLJIVOSTI U KONDICIJSKOJ PRIPREMI

Istezanje je jedan od najčešće korišćenih metoda relaksacije mišića tokom pauza i nakon vežbanja. Neki autori (Maffetone, 1999) podržavaju ideju sprovođenja istezanja nakon zagrevanja i tokom glavnog dela treninga, dok drugi (O'Connor i Hurley, 2003) smatraju da istezanje treba sprovoditi samo na kraju treninga, jer uzrokuje stanje relaksiranosti koje nije poželjno na početku treninga. Danas, među sportistima i trenerima raste trend sprovođenja treninga istezanja i kao zasebne trenažne jedinice u trajanju od 40 minuta do 60 minuta. Tokom ovog treninga, sportisti izvode samo vežbe istezanja i nijedan drugi vid aktivnosti nije uključen.

Primarna funkcija istezanja se ogleda u povećanju amplitude pokreta, a sekundarne funkcije su: smanjenje mišićne napetosti, odnosno relaksacija, prevencija povreda (istegnuće mišića, tetiva ili ligamenata se javlja kod naglog istezanja nepripremljenih mišića) i poboljšanje cirkulacije. Cilj vežbi istezanja jeste vraćanje na dužinu koju je mišić imao u mirovanju, i razdvajanje aktina i miozina. Što pre mišić dostigne svoju anatomska dužinu, to će pre početi njegov oporavak i regeneracioni proces, eliminacijom produkata metabolizma nagomilanih tokom aktivnosti. Vežbe istezanja aktiviranih mišićnih grupa treba da se primenjuju posle svake serije izvedenih vežbi (Bompa i Carrera, 2005).

U istraživanju koje su sprovedi Charlson i sar. (1990) se ispitivao uticaj istezanja na relaksaciju mišića. Grupa ispitanika koja je koristila istezanje u funkciji relaksacije je upoređena sa grupom ispitanika koja je koristila Bernštajnovu i Borkovekovu tehniku oslobađanja tenzije. Nakon primene ovih procedura određivano je fiziološko (EMG) i subjektivno stanje ove dve grupe ispitanika. Rezultati istraživanja su pokazali da su ispitanici koji su koristili istezanje imali veće psihičko raspoloženje, manju napetost mišića i manju EMG aktivnost. U drugom istraživanju istih autora je utvrđeno da grupa koja je koristila istezanje je imala niži nivo mišićne napetosti, EMG aktivnosti i dijastolnog krvnog pritiska u odnosu na kontrolnu grupu.

Tokom perioda oporavka takođe je bitno sprovoditi istezanje. Neke aktivnosti dovode do mnogo bržeg oporavka zamorenih mišića, zato treba biti vešt u odabiru odgovarajuće i najefektnije aktivnosti. Lokalni umor mišića se kao signal prenosi do CNS putem senzornih nerava. Kao rezultat, mozak šalje inhibitorni signal zamorenim mišićima da se smanji njihov rad za vreme ostatka aktivnosti. To omogućava odmor i oporavak mišića, kao i popunjavanje energetske izvora, što je i pravo vreme za primenu istezanja.

Većina istraživanja o istezanju pokazuju da istezanje u trajanju do 60 minuta pre same sportske aktivnosti ima negativan uticaj na eksplozivnu snagu. Istezanje pre izvođenja aktivnosti je takođe pokazalo smanjenje vremena u trci sprinta 20 m u atletici i sportovima snage. Ako smanjenje eksplozivne snage umanjuje efektivnost treninga, onda istezanje u period 60 minuta pre eksplozivnog treninga može biti neprikladno.

Odnos između pokretljivosti i ekonomičnog trčanja ispitivan je kod vrhunskih atletičara na dugim distancama. Ove studije ističu da nema nikakve koristi od veće pokretljivosti kod trčanja dugih distanci. To je podržano podacima koji ne pokazuju značajan efekat 10-nedeljnog programa istezanja na sub-maksimalni intenzitet trčanja. Dakle, u sportovima u kojima je trčanje glavna komponenta, istezanje za vreme perioda oporavka izgleda da nema preveliku korist (Barnett, 2006).

Prema Željaskovu (2003) efekti primene vežbi istezanja u sportskom treningu su:

- poboljšavanje fizičkog stanja organizma,
- povećavanje sposobnosti učenja i usavršavanja različitih motoričkih veština,
- relaksacija, ubrzavanje procesa oporavka,
- smanjenje rizika od povređivanja zglobova, ligamenata, tetiva,
- smanjenje zamora mišića,
- smanjenje napetosti u mišićima,
- poboljšanje ishrane tkiva.

4.1 Metodi istezanja

Postoje četiri metode istezanja mišića: statičko, dinamičko, balističko i propioceptivna neuromuskularna facilitacija (Alter, 1996).

Statičko istezanje mišića se sastoji u zadržavanju odgovarajuće amplitude pokreta, na granici bola, u vremenskom periodu od 5-10 do 25-30 sekundi. Ovaj metod se sastoji iz dve varijante: statičko-aktivno istezanje i statičko-pasivno istezanje.

Statičko-aktivno istezanje mišića se sastoji u postizanju velike amplitude pokreta u zglobu (do fizioloških granica), aktivnošću mišićnih grupa koje prolaze preko tog zgloba (npr. amplituda podizanja noge u ravnotežnom položaju „lasta“ ili pretklon u sedećem položaju sa dohvatom stopala). Napetost mišića agonista u aktivnom istezanju pomaže da se putem recipročne inhibicije, opuste mišići koji se istežu (antagonisti). Statičko-aktivnim istezanjem povećava se aktivna fleksibilnost i jačaju mišići agonisti. Prilikom ovog istezanje položaji se obično zadržavaju ne duže od 15 sekundi. Statičko-pasivno istezanje mišića se sastoji u izvođenju najveće amplitude pokreta koja se postiže delovanjem spoljašnjih sila (npr. pretklon u sedećem položaju sa dohvatom stopala uz pomoć partnera). Dejstvom neke spoljašnje sile vrši se minimalni pokret u zglobu u granicama maksimalne vrednosti. Sporo, opuštajuće istezanje je korisno primeniti ne bi li se smanjili grčevi, bol i umor u mišićima u perioda oporavka („hlađenja“).

Dinamičko istezanje mišića se ostvaruje povećanjem istegljivosti aktuelnih mišićnih grupa kod izvođenja pokreta određenih delova tela do krajnjih amplituda – npr. izvođenje kružnih pokreta u zglobu ramena (Beaulieu, 1981). Tokom dinamičkog istezanja, vrši se pokretanje delova tela postepenim povećavanjem amplitude, brzine kretanja ili oboje u isto vreme. Dinamičko istezanje

ne treba mešati sa balističkim istezanjem. Dinamičko istezanje se sastoji od kontrolisanih laganih pokretanja ekstremiteta do granica njihovog opsega kretanja, dok je tokom balističkog istezanja cilj da deo tela pređe granicu svog opsega kretanja.

Dinamičko istezanje ima za cilj poboljšanje elastičnih svojstava mišića, njihov kapacitet za brzu kontrakciju i reaktivnost nervnog sistema. Dinamičko istezanje poboljšava dinamičku fleksibilnost i takođe je korisno primeniti ga kao deo zagrevanja. Prema Kurz-u, dinamičko istezanje bi trebalo da se izvodi u serijama od 8-12 ponavljanja. Treba biti oprezan prilikom izvođenja ovog istezanja i stati kada dođe do zamora mišića, jer zamoreni mišići imaju tada manju elastičnost što dovodi do smanjenja amplitude pokreta u određenom zglobu. Onog trenutka kada se dostigne maksimalna amplituda pokreta u zglobu u svim pravcima, treba prestati sa izvođenjem istih. Umorni i opterećeni mišići neće dostići punu amplitudu pokreta, što će kinestetička memorija mišića zapamtiti, i biće onemogućen svaki dalji napredak.

Balističko istezanje mišića se sastoji u brzim naizmeničnim istezanjima i kontrakcijama istih mišićnih grupa (npr. iz uspravnog stava izvesti brzi duboki pretklon sa dohvatom stopala – brzo istezanje mišića zadnje lože natkolenice, a zatim se kroz brzi zaklon vratiti u uspravni početni položaj – brza kontrakcija mišića zadnje lože natkolenice). Kod balističkog istezanja koristi se impuls pokreta tela ili ekstremiteta, pokušavajući da se na taj način dostigne amplituda pokreta koja je izvan normalnog opsega pokreta. Ovaj tip istezanja se ne smatra korisnim i može dovesti do povreda. Balističko istezanje ne omogućava mišićima da se prilagode na pokret, i da se opuste u istegnutom položaju. Umesto toga može izazvati povećanje njihove napetosti i zategnutosti stalnom aktivacijom refleksa istezanja. U balističkom istezanju nepravilno se koristi mišićna elastičnost putem nekontrolisanih balističkih pokreta.

Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF) je metod istezanja koji se zasniva na principu podsticanja dodatnog opuštanja mišića, koji su već istegnuti, preko smanjivanja aktivnog unutarmišićnog otpora izazivanjem mehanizma spinalnog refleksa. Postoje tri faze u jednom aktu istezanja (Beachle i Earle, 2000):

- Izdržaj-relaksacija (statičko-pasivno rastezanje + relaksacija)

Pre ove faze, mišić je bio u izometrijskoj kontrakciji 7-15 sekundi, nakon čega je sledila faza relaksacije 2-3 sekunde, a zatim je odmah podvrgnut pasivnom istezanju u trajanju od 10-15 sekundi. Mišić se zatim relaksira 20 sekundi pre izvođenja sledeće faze.

- Kontrakcija-relaksacija (izometrijska kontrakcija + relaksacija)

Ova faza uključuje izvođenje dve izometrijske kontrakcije: prva je kontrakcija agonista, a onda, kontrakcija antagonista. Prvi deo je sličan prethodnoj fazi, gde nakon početnog pasivnog istezanja sledi izometrijska kontrakcija u trajanju od 7-15 sekundi. Zatim se mišić relaksira dok se mišić antagonist zadržava u izometrijskoj kontrakciji 7-15 sekundi. Potom sledi relaksacija mišića u trajanju od 20 sekundi pre početka sledeće faze.

- Izdržaj-relaksacija (statičko-pasivno rastezanje + relaksacija).

Ova faza identična je sa prvom fazom.

PNF istezanje je trenutno najbrži i najefektniji metod za povećanje statičko-pasivne fleksibilnosti. To je metoda u kojoj se kombinuju pasivno i isometrijsko istezanje u cilju postizanja maksimalne statičke fleksibilnosti. Tokom PNF istezanja obično je potrebna pomoć partnera da pruži otpor tokom izometrijske kontrakcije i kasnije pomaže pasivno istezanje kako bi se povećao obim pokreta. Iako može biti izvođeno i bez partnera, obično je više efektnije uz pomoć partnera. U svim slučajevima tokom PNF istezanja, važno je napomenuti da izduženi mišić treba biti opušten najmanje 20 sekundi pre izvođenja druge PNF tehnike.

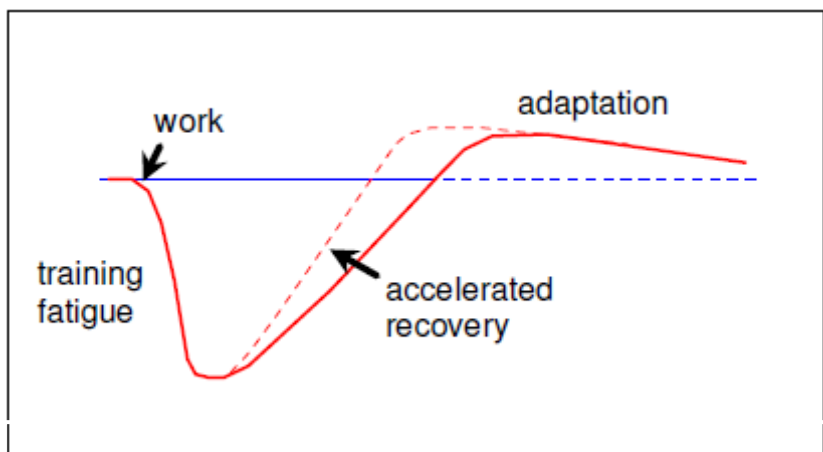
4.2. Istezanja kao sredstvo oporavka

Oporavak je opšti termin koji se koristi kako bi se opisala adaptacija na opterećenja kojima je sportista bio izložen tokom treninga ili takmičenja. U toku oporavka dolazi do pozitivne reakcije organizma na trenažne stimuluse, što dalje vodi do adaptacije i prilagođavanja na iste. Takva adaptacija može biti fizičke ili psihičke prirode. Nedovoljan oporavak od treninga i takmičenja i nemogućnost adaptacije na stresore, neminovno dovodi do zamora organizma i pretreniranosti.

Potreba za odgovarajućim oporavkom, tokom i posle treninga, značajna je za uspešno povećanje nivoa treniranosti. U treningu sportista, koristi se širok spektar sredstava oporavka kako bi se postigla pomenuta ravnoteža.

Do nedavno, talenat je bio jedini recept za uspeh u sportu, ali danas, da bi bili najbolji, sportisti moraju da treniraju napornije, da podnesu ekstremne fizičke i mentalne napore, i da budu sposobni da se prilagode takvom rigoroznom načinu treniranja.

Kao posledica treninga i takmičenja, dolazi do smanjenja sposobnosti sportista, koje može biti privremeno, i trajati minut ili sat posle treninga i takmičenja, ili može trajati duži vremenski period, pa čak i nekoliko dana. Neodgovarajući oporavak može ruzultirati nemogućnošću sportiste da trenira odgovarajućim intenzitetom, a takođe može i povećati predispozicije za nastanak povreda, vrlo često mikro-trauma koštano-mišićnog sistema.



Slika 8. Kriva oporavka i regeneracije (Calder, 2004)

Povećani zahtevi za treniranjem sportista na mnogo višem nivou, mogu se definisati kao oblik mišićnog stresa. Povećan je intenzitet i funkcionalno opterećenje a smanjen oporavak pre, u toku, između i posle vežbi i treninga. Nemogućnost brzog oporavka neminovno dovodi do akutnih mišićnih simptoma kao što su uganuća i istegnuća, koja predstavljaju povrede koštano-mišićnog sistema. Mikrotraumatske promene mogu izazvati zapaljenske procese, kao što su oštećenja membrane mišićnih vlakana i kontraktilnih elemenata. Taj zapaljenski proces može biti uzrokovan samo jednim snažnim mehaničkim pokretom kao što je podizanje, hvatanje ili trzaj ili akumuliranim povredama tokom manje snažnih pokreta ali višestruko ponovljenih.

Tokom vežbanja, javljaju se dva tipa bola: trenutni bol i odložena pojava mišićnog bola. Trenutni bol je uzrokovan akumulacijom metaboličkih nusprodukata (kao što je mlečna kiselina) i potpuno

nestaje ako postoji pravi odnos rada/oporavka tokom ili posle treninga. Aerobne aktivnosti niskog intenziteta, potpomoći će cirkulaciju krvi i otkloniti akumuliranu mlečnu kiselinu. Simptomi odloženog bola se obično javljaju par sati do jednog dana posle intenzivnih treninga ili takmičenja, i dostižu vrhunac između jednog i tri dana, i nestaju u roku od pet to sedam dana.

Najbolje vreme primene istezanja je odmah posle treninga, posle „hlađenja“ ali dok su mišići još uvek zagrejani. Cilj istezanje tokom oporavka nije razvijanje fleksibilnosti, već da se primenom istezanja, aktivirani mišići relaksiraju i dostignu dužinu koju su imali pre vežbanja. Takođe istezanje podspešuje cirkulaciju krvi kroz mišić, kako bi se uklonili štetni produkti metabolizma i smanjila mišićna napetost izazvana određenom aktivnošću.

Mnogi sportisti treniraju naporno, ali često zanemaruju aktivnosti tokom perioda oporavka. Princip oporavka predstavlja jedan od osnovnih principa treninga, ali je najčešće zaboravljen od strane spostista i trenera.

Odgovarajući program oporavka sadrži ključne komponente: intenzitet, učestalost i trajanje istezanja. Cilj oporavka je smanjenje bilo kog zapaljenja, i u skladu sa tim, ne bi imalo smisla koristiti tehniku oporavka koja izaziva bol, prouzrokujući mišićni umor i slabost. Kao što je naveo Ippolito(1986), snažni motorni stimulusi (kao što je agresivno istezanje) mogu izazvati dodatno oštećenje mišićno-tetivnog organa.

Odgovarajući program istezanja, može imati pozitivan uticaj na vezivno tkivo, ne uzrokujući štetu tkivu. Izvođenjem laganog pasivnog istezanja, poboljšava se proces oporavka i u isto vreme razvija “rezervna fleksibilnosti”. Rezerva fleksibilnosti se odnosi na razvoj i povećanje obima pokreta ili kretanja, čime se poboljšavaju sposobnosti, omogućavajući da se pokret izvrši bez preteranog naprezanja. To smanjuje napetost izduženih mišića i smanjuje mogućnost povređivanja. Smanjenje mišićne napetosti može biti rezultat povećanja cirkulacija i nervne provodljivosti do mišića.

Dr. Robert Salter, pokazao je važnost primene pasivnih pokreta kod trauma vezivnog tkiva. Salter-ova hipoteza glasi da lagane pasivne tehnike pokreta ubzravaju zarastanje zglobnih i perizglobnih struktura, kao što su kapsula zgloba, ligamenti i tetive (Salter, 1989). Njegov naglasak bio je na postoperativnoj nezi, smanjenju efekata traume, upale i oporavku vezivnog tkiva rehabilitacijom i izvođenjem istezanja. Primena ovog znanja, pruža sportistima i trenerima mogućnost da razviju odgovarajući program treninga sa komponentama intenzitetom, učestalošću i trajanjem, radi prevencije povreda, povećanja sposobnosti i očuvanja zdravog sportiste.

4.3 Komponente opterećenja u treningu pokretljivosti

Optimalnom istezanju, kao i komponentama istezanja, intenzitetu, učestalosti i trajanju istezanja sa ciljem smanjenja mišićne napetosti, posvećeno je malo pažnje u literature u odnosu na istraživanja o efektima istezanja na prevenciju povreda i na sposobnosti sportista. To iziskuje

neophodnost daljeg istraživanja na pomenute teme, kako bi se, dobijanjem relevantnih rezultata, povećala efikasnost i efektnost sportiste u aktivnostima, primenom odgovarajućeg istezanja.

4.3.1 Intezitet istezanja

Istezanje se uvek izvodi niskim intezitetom (prosečno sa 30-40 % od maksimalnog istezanja). Ova vrednost zasnovana je na dokazima studija na Duke University Muscle Laboratory. Tačnije, ova vrednost je manja od vrednosti dobijene u laboratoriji. Pretpostavlja se da ovaj nivo intenziteta utiče na povećanje pokretljivosti vezivnog tkiva, posebno mišićno-tetivnog spoja. Slično mikro-povredama, istezanje se manifestuje na ćeliskom nivou.

Za razliku od istegnuća, istezanje rezultira minimalnom aktivacijom specijalizovanih receptora u mišiću i tetivi (u mišićnim vlaknima nalazi se Goldžijev tetivni organ). Mišićno vreteno detektuje izduženje mišića, dok Goldžijev aparat registruje promene napetosti u mišiću. Neprimereni intenzitet istezanja može potencijalno izazvati pojavu ožiljaka tkiva. Kako ožiljak tkiva stari, postoji mogućnost da u povređenoj regiji dođe do još većeg oštećenja. Izvođenje agresivnog istezanja može izazvati iniciranje mikro povreda, što dalje vodi do pojave ožiljaka tkiva. Takvo istezanje je opasno, pa je preporuka izvoditi istezanje do granice bola, čime se aktivira simpatički nervi sistem i povećava tonus mišića, pripremajući vezivno tkivo na veći stres i istegnutost. Povećanje tonusa mišića je inflamantorni odgovor tkiva da će biti traumatizovano. Ako se ova vrsta povrede tkiva ponavlja više puta tokom dužeg perioda, može onemogućiti oporavak i uticati na održavanje povređenog stanja.

Intenzitet istezanja je obično kontrolisan na osnovu subjektivne procene o nelagodnosti tokom istezanja koja je negde ispod praga bola.

4.3.2 Učestalost istezanja

Tudor Bompa, sugeriše sportistima da se, u cilju poboljšanja njihove pokretljivosti, moraju istezati najmanje dva puta dnevno, i da pored toga, svaka mišićna grupa treba da bude istezana najmanje tri puta u seriji. Broj ponavljanja je od velikog značaja. Učenje pokreta i poboljšanje sposobnosti, kako u detinjstvu tako i u zrelom dobu, zavisi od broja ponavljanja. Ponavljani stimuli na centralni nervni sistem, integrišu novi fizički model u automatski odgovor (Bompa, 2005).

U toku razvoja pokretljivosti povećava se osetljivost proprioreceptivnog tkiva. Ovi receptori obrađujući informacije, dovode do javljanja fizičkog stimulusa i odgovarajućeg motornog odgovora. Stalni razvoj pokretljivosti i povećanje dužine mišića, omogućiće brži oporavak sportiste posle treninga. DeVries i Adams (1972), su u svojoj elektromiografskoj studiji, ukazali na odložen početak pojave zamora i sprečavanje i ublažavanje mišićnog bola posle vežbanja primenom istezanja.

4.3.3 Vreme trajanja istezanja

Mali broj istraživanja je sproveden sa ciljem utvrđivanja optimalnog vremena trajanja istezanja. Istraživanja su pokazala da je statičko istezanje efikasno sredstvo za povećanje pokretljivosti ako se koristi u trajanju od 15 do 60 sekundi (Henricson i sar., 1984). Do danas, nijedna višednevna studija sa specifičnim ciljem poređenja trajanja statičkog istezanja i efekta na dužinu mišića, nije sprovedena.

Istraživanje Bandy (1994) pokazalo je da istezanje zadnje lože nadkolenice, u trajanju od 30 i 60 sekundi, dovodi do napredka u povećanju amplitude, u odnosu na istezanje u trajanju od 15 sekundi ili u odnosu na kontrolnu grupu koja nije primenjivala istezanje. Istraživanje je pokazalo da istezanje u trajanju od 15 sekundi nije ništa efikasnije od neistezanja, usled čega i postoji potreba o postavljanju pitanja o trajanju istezanja. Bazirano na ovim rezultatima, sportisti koji sporvode vežbe istezanja u trajanju od 15 sekundi uzalud troše svoje vreme, jer postoji mogućnost samo minimalnog povećanja fleksibilnosti. Po Beaulien-u (1981), tokom istezanja položaj koji se zadržava manje od 30 sekundi neće rezultirati relaksacijom mišića koji se isteže, zbog čega maksimalne koristi neće ni biti.

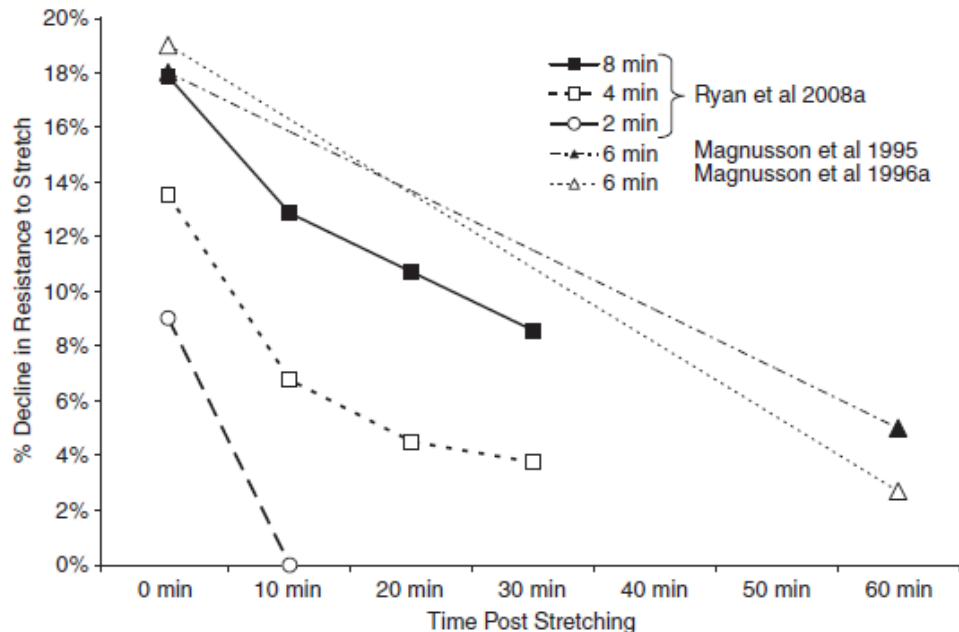
Skorije studije u SAD-u, izučavale su efekte trajanja istezanja na mišiće zadnje lože buta na ispitanicima, zadržavanjem optimalne dužine mišića tokom istezanja u trajanju oko 60 sekundi. Tih 60 sekundi pasivnog istezanja proizvelo je značajno povećanje ROM-a. Zaključno sa tromesečnom studijom, grupa uključena u studiju istezanje u trajanju od 60 sekundi, imala je napredak od 2.4 stepena nedeljno, u poređenju sa grupom koja se izvodila istezanje u trajanju od 30 sekundi i 15 sekundi, gde je povećanje bilo 1.3 i 0.6 stepeni nedeljno (Feland i sar., 2001).

Klinička istraživanja su pokazala da istezanje duže od 60 sekundi rezultira osećajem zategnutosti mišića kod osoba koje izvode istezanje. Goldžijev tetivni organ može biti odgovoran za ovaj fenomen. Produženo istezanje mišića niskim intenzitetom, može uticati da se mišić polako izduži prelazeći granicu njegove dužine u mirovanju. Iako je intenzitet istezanja nizak, javlja se refleks istezanja i osećaj napetosti, koji biva registrovan proprioreceptorima, posebno Golžijevim tetivnim organom. Nizak intenzitet istezanja ima direktan efekat na vezivno tkivo, izazivajući povećanje zategnutosti.

Veoma je bitno relaksirati centralni nervni sistem, jer njegova stalna aktivacija može odvesti u kliničko stanje, definisano kao simpatički održavajući bol. Konstantni simpatički bol može biti uzrok nastajanja i održavanja hroničnog bola, na šta ukazuju brojna iskustva sportista. Ovaj bol predstavlja zaštitni odgovor organizma, prilagođavanjem koštano-mišićnog sistema da umanj i spreči osećaj bola. Zaštitna adaptacija se može razvijati tokom mnogih godina, izlaganjem tela traumama i intenzivnim treninzima bez odgovarajućeg oporavka. Zaštitna adaptacija može rezultirati dugotrajnim smanjenjem amplitude pokreta u zglobovima, usled čega se javlja ograničenje i nemogućnost mišića da ubrza kroz punu amplitudu pokreta, što na kraju može

rezultirati umanjnjem sposobnosti sportiste i njegovom trajanju u određenom sportu (Blumberg i sar., 1997).

Što se tiče trajanja i učestalosti istezanja, Magnusson i sar. (1995) su pokazali da statičko istezanje mišića zadnje lože nadkolenice u trajanju od 4 x 90 sekundi, progresivno smanjuje pasivni otpor na istezanje od oko 18-19% (slika 8). Treba napomenuti, da se ovi efekti gube posle jednog sata. Još skorije istraživanje, McHugh i Nesse (2008) je pokazalo da istezanje mišića zadnje lože nadkolenice u trajanju od 5 x 90 sekundi smanjuje pasivni otpor na istezanje za 8.3%. Interesantno, u istom istraživanju, smanjenje otpora na istezanje je bilo slično (9%) kada je



Slika 9. Efekti trajanja istezanja na pasivnu otpornost mišića na istezanje (McHugh, 2010)

trajanje istezanja smanjeno na 60 sekundi (5 x 60 sekundi), dok je intenzitet istezanja značajno povećan. U još jednom istraživanju (Magnusson i sar.,1995), istezanje mišića zadnje lože nadkolenice u trajanju od 2 x 45 sekundi, nije pokazalo značajan uticaj na otpornost pasivnog istezanja. Slično, istezanje plantarnih fleksora u trajanju 4 x 30 sekundi nije uticalo na otpornost kod istezanja (Muir i sar., 1999).

Nasuprot tome, u skorije vreme u istraživanju Ryan i sar.(2008), dobijeni rezultati pokazuju 12% smanjenja pasivne napetosti plantarnih fleksora, istezanjem u trajanju od 4 x 30 sekundi, ali je taj efekat trajao manje od 10 minuta. Što istezanje duže traje to su efekti istog produženi (slika 8). Uzimajući u obzir ova istraživanja, pruža nam se uvid o ukupnom vremenu trajanja istezanja potrebnom da se obezbedi dugotrajno smanjenje pasivnog otpora tokom istezanja; 4 x 30 sekundi (2 minuta) i 2 x 45sekundi (1.5 minuta) čini se nedovoljnim, dok 5 x 60 sekundi (5minuta) i 4 x

90 sekundi (6minuta) čine se efikasnijim. Efekti istezanja u trajanju od 4 minuta i dalje su prisutni i posle 10 minuta (Ryan i sar., 2008) i to je minimalno trajanje istezanja kojim se obezbeđuju produženi efekti sprovođenjem statičkog istezanja.

5. ISTEZANJE NA TRENINGU I TAKMIČENJU

5.1 Istezanje *pre takmičarsko-trenažnih aktivnosti*

Najčešće proveravane pretpostavke koje se tiču istezanja su, da li ono tokom zagrevanja smanjuje rizik od povreda, kao i da li istezanje treba da bude deo zagrevanja. Istezanje nije zagrevanje. Međutim ono je veoma važan deo zagrevanja. Cilj sprovođenja istezanja tokom zagrevanja jeste priprema organizma za aktivnost koja dolazi, smanjenje mogućnosti povređivanja, povećanje amplitude pokreta i smanjenje otpornosti na istezanje, omogućujući time slobodnije kretanje. Ovo je posebno važno u aktivnostima koje zahtevaju veliku amplitudu pokreta u zglobu. Primer je balet, gde se na zagrevanje i istezanje utroši oko 25% od ukupnog vremena za vežbanje (Reid i sar.,1987). Vrsta i intenzitet istezanja tokom perioda zagrevanja varira u zavisnosti od sporta.

Appleton (1998) ističe da bi odgovarajuće zagrevanje trebalo da podigne temperaturu tela za jedan do dva stepena celzijusa i podeljeno je u tri faze:

1. opšte zagrevanje,
2. istezanje,
3. specifične sportske aktivnosti.

Veoma je bitno sprovoditi opšte zagrevanje pre istezanja. Nije poželjno istezati se pre nego što su mišići zagrejani (što se postiže opštim zagrevanjem). Zagrevanjem se može postići mnogo više, nego samo opuštanje napetih mišića. Ako se izvodi pravilno, zagrevanje može pomoći povećanje sposobnosti sportiste. U suprotnom, neodgovarajuće zagrevanje, ili čak izostavljanje zagrevanja, može povećati rizik od nastanka povreda u sportskim aktivnostima.

Bitno je naglasiti da aktivno istezanje i izometrijsko istezanje, ne bi trebalo da budu deo zagrevanja jer su kontraproduktivni. Ciljevi zagrevanja po Kurz-u (1994) su: povećana svest, poboljšana koordinacija, poboljšana elastičnost i kontraktibilnost mišića, kao i veća efikasnost respiratorsnog i kardiovaskularnog sistema. Aktivno i izometrijsko istezanje neće pomoći u postizanju ovih ciljeva, jer su mišići tokom ovog metoda istezanja previše relaksirani kako bi adekvatno reagovali u sporstkoj aktivnosti za koju se sportista priprema. Kurz ističe da treba uraditi onoliko serija koliko je potrebno ne bi li se dostigao maksimalni opseg pokreta u svim pravcima, ali paziti da ne dođe do zamora, jer glavni deo treninga dolazi kasnije.

Arnheim (1995) takođe podržava stanovište i sugerise da procedura opšteg zagrevanja treba da uključi džogiranje, lagano trčanje, postepeno istezanje, opšte vežbe i specifične vežbe za određeni sport, sa malim opterećenjem i malom brzinom ali daljim progresivnim povećanjem. Ove vežbe utiču na pripremu organizma za aktivnost koja sledi čineći ga labavim i pokretljivim, i poboljšavajući nervno-mišićno funkcionisanje.

Ali, isto tako, primena statičkog istezanja pre džogiranja je nepotrebna, i verovatno može stvoriti i određene probleme, jer tokom džoginga se ne sprovode pokreti velikih amplitude, kao ni veoma dinamički pokreti. Dinamičko istezanje je verovatno bolji tip istezanja koje treba sprovoditi pre dinamičkih sportskih aktivnosti kao što su ragbi, fudbal, odbojka, košarka, itd. Međutim, pre aktivnosti koje zahtevaju izuzetno velike amplitude pokreta, kao što je gimnastika, istezanje verovatno ima svoje značajno mesto.

Zapažanja u sportovima snage i eksplozivnim sportovima (uključujući weightlifting, powerlifting, bacačke sportove), ukazuju da sportisti čine malo po pitanju opšteg zagrevanja i opšeg istezanja. Istezanje ima svoje mesto u procesu zagrevanja u sportovima snage i eksplozivnim sportovima, a mnogi od ovih sportova (posebno weightlifting) zahtevaju određen stepen pokretljivosti. Ovi sportisti izvode i dinamičko i statičko istezanje. Statičko istezanje obično sledi odmah posle treninga ili takmičenja. Nekoliko studija je ispitivalo uticaj na sposobnosti sportiste tokom istezanja za vreme zagrevanja u sportovima snage i eksplozivnim sportovima, iz kojih su proizašle teorije o efektima istezanja na mišićna svojstva. Promene u mišićnoj kontrakciji posle istezanja, verovato su izazvane promenama u mehaničkim svojstvima mišićno-tetivne jedinice ili promenama u inervaciji i nervno-mišićnoj transmisiji.

Zagrevanje ima za cilj povećanje temperature mišića koji će biti angažovani tokom aktivnosti. Povećanje temperature tela zahteva pokret, čime se objašnjava zašto pasivna mišićna aktivnost statičkog istezanja izaziva smanjenje snage i eksplozivnosti. Međutim, ove predložene fiziološke reakcije, ne mogu u potpunosti isključiti iz upotrebe statičkog istezanje tokom zagrevanja.

Shellock i Prentice (1985) sugerišu da povišena telesna temperature povećava nervnu aktivnost, dok Flecher i Jones (2004) predlažu dinamičko istezanje mišića sa specifičnim pokretima velike amplitude koji će izazvati “buđenje” tela. *“Dokle god ne dolazi do zamora tokom dinamičkog istezanja (Bishop,2003), ono predstavlja efektivan vid zagrevanja, jer održava mišićnu napetost zajedno sa mogućnošću generisanje velike sile, snage i eksplozivnosti.”*

Čak i kombinacija statičkog i dinamičkog istezanja nije tako efikasna kao samo dinamičko istezanje (Fletcher, 2004). Mnogi mehanizmi vežbi istezanja i dalje zahtevaju istraživanje i analizu, pa veze između posmatranih efekata, njihovih uzroka i posledica, moraju biti definisane.

5.1.1 Statičko istezanje tokom zagrevanja u trenažno-takmičarskim aktivnostima u kojima se ispoljava snaga

Iako je primena istezanja tokom zagrevanja pre aktivnosti u kojima se ispoljava maksimalna ili eksplozivna snaga dovedena u pitanje, precizna procedura kojom organizam dostiže optimalan nivo pripremljenosti za aktivnosti koje slede, još uvek nije definisana.

Iako je pokazano da statičko istezanje dovodi do povećanja amplitude pokreta u zglobu, autori napominju da statičko istezanje može prouzrokovati značajno smanjenje u snazi, približno 5-30% (Kokkonen,1998) i generisanju sile mišićnih grupa koje se istežu. Ovi pokazatelji su naveli pojedine autore, da statičko istezanje, kao metod pripreme za aktivnosti u kojima se ispoljava snaga ili eksplozivna snaga, ne preporučuju (Cornwell i sar, 2001).

Mnogi autori su spekulisali o mehanizmu koji objašnjava smanjenje mišićne sile prouzrokovano statičkim istezanjem tokom zagrevanja. Nervna inhibicija i popustljivost mišićno-tetivnog organa, dovode do smanjenja prenosa sile iz mišića na skeletni sistem, predstavljaju moguće mehanizme. Međutim, precizan i jasan mehanizam koji dovodi do smanjenja snage i sile usled primene istezanja još uvek nije jasan.

Neki treneri su zamenili statičko istezanje u periodu zagrevanja, dinamičkim istezanjem. Na primer, Rutledge i Faccioni (2001) navode zagrevanje za hokej na travi, koje se sastoji od trčanja u kome su angažovani mnogi mišići i zglobovi i koje se odvija sa postepenim povećanjem intenziteta. Kada sportista primenjuje trčanje sa progresivnim povećanjem intenziteta, u zglobovima se pokret izvodi svaki put novom amplitudom. Stoga, da li dinamičko istezanje tokom zagrevanja ima isti efekat kao i statičko istezanje za povećanje amplitude pokreta ili utiče na povećanje rizika od povreda, još uvek nije jasno, ali je vredno ispitivanja.

5.2 Istezanje u cilju prevencije i smanjenja napetosti i bola u mišićima *posle trenajno-takmičarskih aktivnosti*

Istezanje se ne može poistovetiti sa fazom “hlađenja” ali ono jeste deo tog procesa. Posle završetka glavnog dela treninga, najbolji način za smanjenje zamora i napetosti u mišićima (izazvano proizvodnjom mlečne kiseline tokom maksimalnog ili skoro maksimalnog mišićnog napora) jeste sprovođenje laganog “hlađenja”. Ono je slično drugom delu zagrevanja (samo obrnutim redosledom). Appleton (1998) ističe da se “hlađenje” sastoji iz sledećih faza:

1. specifične sportske aktivnosti,
2. dinamičko istezanje,
3. statičko istezanje.

Idealno je započeti “hlađenje” sprovođenjem 10 do 20 minuta specifičnih sportskih aktivnosti (malo intenzivnije nego tokom zagrevanja). U praksi, nismo uvek u mogućnosti da imamo tih 10-20 minuta na kraju treninga. U tom slučaju, trebalo bi izvesti najmanje 5 minuta specifičnih sportskih aktivnosti, a ono potom treba biti praćeno istezanjem. Prvo bi trebalo izvesti lagano dinamičko istezanje dok frekvenca srca ne dostigne svoje normalne vrednosti, nakon čega će

uslediti statičko istezanje. Ova procedura trebalo bi da smanji pojavu grčeva, napetost i bol u zamorenim mišićima i doprinese opštem boljem osećaju.

Mnogo faktora može uticati na pojavu bola u mišićima, od kojih su neki delimično nejasni. Početna promena je verovatno mehanički poremećaj sarkomere, kontraktilne jedinice mišićnog vlakna (Proske, 2001). Taj poremećaj izaziva oticanje oštećenih mišićnih vlakana i iniciranje inflamantornog odgovora, koji pobuđuje nociceptore (receptore koji prenose informacije o bolu). Bol mišića se obično doživljava kada se mišić kontrahuje ili kada se isteže. Praktikovanje istezanja kako bi se smanjila bol mišića, prihvaćeno je u mnogim ranijim istraživanjima koja ističu da nenaviknutost na vežbu može izazvati grč-spazam mišića. Veruje se da spazam ometa protok krvi do mišića, izazivajući ishemični bol i dalji spazam. Smatra se da istezanje mišića poboljšava protok krvi kroz iste i prekida ciklus bol-spazam-bol. Raspoloživi rezultati istraživanja ukazuju da istezanje ne smanjuje bolnost mišića, dok drugi ukazuju da jednom ako do bola u mišićima dođe, istezanje može obezbediti trenutno olakšanje tegoba (Reisman, 2005).

Prema Shields-u (1990), primena “laganih vežbi hlađenja” odmah posle maksimalnih napora mišića, je bolji način za uklanjanje mlečne kiseline iz mišića, nego potpun statički oporavak.

6. UTICAJ ISTEZANJA NA ISPOLJAVANJE KONDICIJSKIH SPOSOBNOSTI

Istezanje se često predlaže kao metod koji će uticati na poboljšanje sposobnosti u mnogim sportskim i rekreativnim aktivnostima. Međutim, novija istraživanja sugerišu da istezanje ne utiče na poboljšanje sposobnosti kao što se ranije mislilo. Ovi dvosmisleni nalazi se mogu pripisati nedostatku pravljenja razlike između istezanja pre vežbanja i treninga pokretljivosti. Istezanje pre vežbanja se fokusira na kratkoročne adaptacije pre učestvovanja u aktivnostima, dok se trening pokretljivosti fokusira na dugoročne adaptacije, sa programom istezanja prilagođenim za poboljšanje obima pokreta u zglobu. Iako oba pristupa pokušavaju da povećaju obim pokreta u zglobu, fiziološke reakcije u mišićnom sistemu su drugačije. Ove razlike utiču na lokomotorni aparat i mogućnost proizvodnje sile, ali najveće razlike uočavaju se, kada istezanje prethodi aktivnostima u kojima dominira snaga i eksplozivna snaga.

Efekti istezanja se mogu svrstati u viskoelastične i neuralne efekte istezanja. Ispitivanjem viskoelastičnih efekata istezanja utvrđeno je, da je povećanje amplitude pokreta povezano sa smanjenjem pasivnog otpora tokom istezanja, i da se posle nekoliko pokreta istezanja određenog trajanja, otpornost na istezanje istom amplitudom pokreta smanjuje (Magnusson i sar., 1995).

6.1 Efekti istezanja na snagu

Kokkonen i sar. (2001) su sprovedeli istraživanje na 26 ispitanika, ispitujući sposobnost izdržljivosti u snazi posle statičkog istezanja. Autori su zabeležili značajno smanjenje broja ponavljanja u testu maksimalne isdržljivosti u snazi zadnje lože nadkolenice, nakon 20 minuta statičkog istezanja. Smanjenje broja ponavljanja može biti uzrokovano metaboličkim promenama u mišiću ili inhibicijom nervnog sistema. Autori su takođe spekulisali da razlog za to može biti smanjenje u maksimalnoj snazi prouzrokovano statičkim istezanjem, zbog čega preporučuju da statičko istezanje u trajanju od 10 minuta treba izbegavati pre treninga maksimalne izdržljivosti u snazi.

Takođe jedno od istraživanja Kokkonen-a i saradnika na uzorku od 30 muškaraca i žena, sprovedeno je kako bi se utvrdio efekat 20 minuta koji pasivno istezanje ima na jednu maksimalnu repeticiju (1 RM) fleksora i ekstenzora u zgloba kolena. Za razliku od kontrolne grupe koja nije učestvovala u istezanju, eksperimentalna grupa je bila podvrgnuta 20 minutnom programu statičkog pasivnog istezanja mišića nadkolenice i mišića potkolenice. Jedna maksimalna repeticija (1 RM) mišića fleksora i ekstenzora potkolenice izvedena je posle istezanja. Uočeno je značajno smanjenje u 1 RM-u od 7,3% za mišiće fleksore potkolenice i 8,1% za ekstenzore potkolenice. Autori navode da istezanje može uticati na maksimalnu snagu, redukovanjem i smanjenjem aktivne i pasivne napetosti mišićno-tetivne jedinice. Takođe,

sugerišu da mišići koji će biti najviše angažovani u određenoj aktivnosti, a posebno u aktivnostima koje zahtevaju maksimalnu snagu, ne treba intenzivno statički istezati.

Rosenbaum i Henning (1995) su istraživali akutni efekat zagrevanja i istezanja na elektromišićnu aktivnost (EMG) i snagu kod mehanički izazvanog refleksa m.tricep surae na uzorku od 50 ispitanika. Ispitanici su izvodili 8 refleksnih eksperimenata u svakom od tri uzastopna stanja:

- pre vežbi,
- posle 3 minuta statičkog istezanja m.triceps surae,
- posle 10 minuta zagrevanja na tredmilu.

Autori su zaključili da istezanje negativno utiče na generisanje sile, a razlog za to mogu biti mehaničke promene, kao što je povećanje tetivne napetosti.

Ustanovljeno je da posle primene serije vežbi istezanja mišića, dolazi do smanjenja u njihovoj snazi. Ovaj efekat je nazvan gubitak snage izazvan istezanjem i prvenstveno je ispitivan na fleksorima zgloba kolena, ekstenzorima zgloba kolena i plantarnim fleksorima. Smanjenje amplitude EMG signala tokom maksimalnih voljnih kontrakcija posle istezanja pruža dokaz da gubitak snage izazvan istezanjem ima nervni efekat (Avela i sar., 1999). Dodatni dokaz za to, pokazan je na kontralaneralnom ekstremitetu koji nije istezan (Cramer i sar., 2007). Neka istraživanja su pokazala gubitak snage primenom različitih metoda istezanja u ukupnom trajanju manjem od 4 minuta (tabela 1), što verovatno nije bilo dovoljno da smanji pasivnu napetost mišića. Verovatno je lakše inicirati nervni efekat (smanjenje snage izazvano istezanjem) od viskoelastičnog efekta (smanjenje pasivnog otpora prema istezanju).

Tabela 1. Israživanja o efektima istezanja na mišićnu snagu (Rubin, 2007).

References	Subjects	Muscle group(s) stretched	Stretch time (min)	Stretch technique	Stretch intensity	Strength loss*	Strength measure	Power loss*	Power measure
Avela et al. (2004)	Recreational male athletes	Plantar flexors	60	Cyclic	10° dorsiflexion	14%	Isometric	Not tested	NA
Avela et al. (1999)	Unspecified Male	Plantar flexors	60	Cyclic	10° dorsiflexion	23%	Isometric	Not tested	NA
Behm and Kibele (2007)	Unspecified	Three lower extremity stretches	2 min per stretch	Static	≤ Point of discomfort	Not tested	NA	2–8%†	Vertical jump
Cê et al. (2008)	Non-athletes	Two lower extremity stretches	2 min per stretch	Static	"Onset of soreness"	Not tested	NA	0%	Vertical jump
Cornwell et al. (2002)	Unspecified male	Plantar flexors	3	Static	Maximum tolerance	Not tested	NA	7%	Vertical jump
Costa et al. (2009)	Recreational female athletes	Knee extensors and flexors	8	Static	"Mild discomfort"	9%	Isokinetic 60–300°/s	Not tested	NA
Cramer et al. (2004)	Recreational female athletes	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	5%	Isokinetic 60 and 240°/s	Not reported	NA
Cramer et al. (2005)	Not specified	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	4%	Isokinetic 60 and 240°/s	8%	Isokinetic 60 and 240°/s
Cramer et al. (2006)	Recreational female athletes	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	6%	Isokinetic 60 and 180°/s	Not tested	NA
Cramer et al. (2007b)	Recreational male athletes	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	3% (eccentric)	Isokinetic 60 and 180°/s	3% (eccentric)	Isokinetic 60 and 180°/s
Cramer et al. (2007a)	Recreational athletes	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	6%	Isokinetic 60 and 300°/s	Not reported	NA
Egan et al. (2006)	Female basketball	Knee extensors	8	Static	"Mild discomfort"	3%	Isokinetic 60 and 300°/s	6%	Isokinetic 60 and 300°/s
Fowles et al. (2000)	Recreational athletes	Plantar flexors	30	Static	Maximum tolerance	28%	Isometric	Not reported	NA
Herda et al. (2008)	Recreational athletes	Knee flexors	6	Static	"Point of discomfort"	14%	Isometric	Not reported	NA
Herda et al. (2009)	Recreational athletes	Plantar flexors	20	Dynamic Static	"Point of discomfort"	4% 10%	Isometric	Not tested	NA
Knudson et al. (2004)	Tennis players	Seven upper and lower body stretches	0.5 min per stretch	Static	"Point of discomfort"	Not tested	NA	0%	Velocity of tennis serve
Kokkonen et al. (1998)	Recreational athletes	Knee flexors	3‡	Static	Not specified	7%	Isotonic	Not tested	NA
Manoel et al. (2008)	Recreational female athletes	Knee extensors	3‡	Static	"Mild discomfort"	8%	NA	4%	Isokinetic 60 and 180°/s
Marek et al. (2005)	Recreational athletes	Knee extensors	1.5	PNF	"Point of discomfort"	Not reported	Isokinetic 60&300°/s	2% +9%	Isokinetic 60 and 300°/s
McBride et al. (2007)	Recreational athletes	Knee extensors	1.5	Dynamic PNF	"Point of discomfort"	2%	Isokinetic 60&300°/s	3%	Isokinetic 60 and 300°/s
			8	Static	Not specified	5%	Isometric	4%	NA
			4.5	Static		19%		Not tested	

Tabela 1. Nastavak

McHugh and Nesse (2008)	Not specified	Knee Flexors	9	Static	Maximum tolerance	16%	Isometric	Not tested	NA
Nelson and Kokkonen (2001)	Recreational athletes	Knee flexors Knee extensors	3 [‡] 3 [‡]	Ballistic	To "pain threshold"	7% 5%	Isotonic	Not tested	NA
Nelson et al. (2005a)	Male athletes	Three lower extremity stretches	2 min per stretch	Static	Point of discomfort	Not Tested	NA	2%	Sprint time
Nelson et al. (2001)	Recreational athletes	Knee extensors	4	Static	To "pain threshold"	10%	Isometric	Not tested	NA
Nelson et al. (2005b)	Recreational athletes	Knee flexors	3 [‡]	Static	"Tolerable pain"	3%	Isotonic	Not tested	NA
O'Connor et al. (2006)	Not specified	Knee extensors Lower extremity	3 [‡] 3.7 [§]	Static	Not specified	Not tested	NA	+ 7%	Cycling power
Power et al. (2004)	Not specified	Knee extensors Plantar flexors	4.5 4.5	Static	"Onset of pain"	10% 0%	Isometric	6%	Vertical jump
Robbins & Scheuermann (2008)	Male athletes	Three lower extremity stretches	2 min per stretch	Static	< Onset of pain	Not tested	NA	3%	Vertical jump
Ryan et al. (2008b)	Recreational athletes	Plantar flexors	8	Static	Not specified	6%	Isometric	Not tested	NA
Sekir et al. (2009)	Female athletes	Knee extensors Knee flexors	1.3 1.3	Static Dynamic	"Mild discomfort"	14% +15%	Isokinetic 60&180°/s	Not tested	NA
Torres et al. (2008)	Elite athletes	Seven upper body stretches	0.5 min per stretch	Static Dynamic Both	Not specified	Not tested	NA	+2% 0% 0% 1% 3%	Bench press 30% 1RM Vertical jump
Unick et al. (2005)	Female athletes	Four lower extremity stretches	0.75 min per stretch	Static Ballistic	"Just before discomfort"	Not tested	NA	≤ 1% < 1%	Vertical jump Sprint time
Vetter (2007)	Recreational athletes	Four lower extremity stretches	0.5–1 min per stretch	Static Dynamic	Not specified	Not tested	NA	2%	Sprint time
Winchester et al. (2008)	Elite athletes	Four lower extremity stretches	1.5 min per stretch	Static	Point of discomfort	Not tested	NA		
Yamaguchi et al. (2006)	Recreational male athletes	Knee extensors	12	Static	Point of discomfort	Not tested	NA	12%	Knee extension
Yamaguchi et al. (2007)	Recreational male athletes	Knee extensors	8	Dynamic	Not specified	Not tested	NA	+9%	Knee extension

*Highest value reported if effects for different conditions are reported, e.g. strength loss at different angles. Percentage change reported regardless whether effect reached statistical significance.

‡Several different types of jumps analyzed.

‡Five different stretches were performed for a total stretch time of 7.5 min but only two stretches directly or indirectly targeted the knee flexors and only two targeted the knee extensors.

§Eleven different lower extremity stretches were performed (2 × 10 s for each stretch).

Magnusson (1996) navodi da mišićna napetost može biti smanjena zagrevanjem i istezanjem. Napetost mišića se definiše kao odnos promene u snazi podeljene sa promenom u dužini mišića tokom istezanja. Iako popustljivija/labavija mišićno-tetivna jedinica može smanjiti potencijal povređivanja, smanjenje napetosti u mišićima može uticati na smanjenje snage i proizvodnju sile, uzrokovano miotatičkim refleksom ili elastičnim komponentama mišića. Smanjenje napetosti povezano je sa povećanjem pokretljivosti, međutim nusu primećene promene u mišićnoj napetosti posle dugotrajnog (4-nedeljnog) programa istezanja koji je rezultirao povećanjem opsega pokreta u zglobu (Halbertsma, 1996). Ispitivane promene u strukturama vezivnog tkiva posle četvornedeljnog programa istezanja, ukazuju da ne postoji bitna korelacija između napetosti mišićno-tetivne jedinice i pokretljivosti.

Interesantni rezultati dobijeni su proučavanjem elektromišićne aktivnosti tokom istezanja zadnje lože nadkolenice. Komi (1998) je pokazao linearan odnos između nivoa EMG aktivnosti i proizvodnje sile. Moore i saradnici (1980) su pokazali da EMG aktivnost nije u vezi sa sposobnošću istezanja mišića; pokazano je da relaksacija mišića zadnje lože nadkolenice (niska EMG aktivnost) nije preduslov za postizanje maksimalne amplitude pokreta u zglobu kuka. U ovom ispitivanju sprovedeno je PNF istezanje gimnastičara i uočeno povećanje EMG aktivnosti tokom istezanja, praćeno povećanjem obima pokreta u zglobu. Ovo istraživanje je pokazalo povećanje obima pokreta u zglobu nezavisno od aktivnosti ili napetosti u mišiću tokom istezanja. Clark i sar. (1998) su posmatrali EMG aktivnost posle istezanja m. adductor magnus-a. Oni se slažu da istezanje ne utiče na amplitudu EMG-a i sa tim i na proizvodnju sile.

Dve vrlo primenjive studije, sprovedene su o efektima istezanja na sposobnosti sportista. Jedna studija (Nelson, 1998) je ispitivala efekte akutnog istezanja na sposobnosti vertikalnog skoka. Posle tri različita tipa istezanja ekstenzora zgloba kolena i kuka, visina skoka iz kretanja i iz mesta bila je značajno smanjena. Takođe je pokazano i smanjenje u vertikalnoj sili i kinetičkoj energiji u odskoku posle istezanja. Druga studija je posmatrala efekte istezanja tokom ekstenzije i fleksije u zglobu kolena. Ispitanici su izvodili balističko, statičko i grupa ispitanika koja nije izvodila istezanje, nakon čega su odmarali 10 minuta pre izvođenja jedne maksimalne repeticije (1 RM) leg curl. Obe vrste istezanja su dovela do značajnog smanjenja snage u 1RM i kod muškaraca i žena (Kokkonen, 1996). U skladu sa ovim rezultatima, autori preporučuju najmanje 20 minuta pauze između istezanja i određene aktivnosti.

Iako su se mnogi autori bavili proučavanjem efekata istezanja na sposobnost snage, rezultati su često kontraverzni. Mnoge studije, sa ukupnim vremenom trajanja stimulusa od 120 do 3600 sekundi, pokazuju da istezanje koje prethodi aktivnostima snage značajno utiče na smanjenje te iste sposobnosti. U svim ovim studijama primenjivano je statičko istezanje, osim jedne u kojoj je primenjeno balističko istezanje i tri sa primenom PNF istezanja. Smanjenje u snazi se kretalo od 4.5% do 28%, bez obzira na režim testiranja (izometrijski, izotonični ili izokinetički). Mnoge studije su testiranje vršile na donjim ekstremitetima, osim Evetovich i sar. (2003) koji su testiranje vršili na m. biceps brachii. Ukupno vreme trajanja stimulus tokom studije bilo je kraće, u rasponu od 30 do 480 sekundi. Bandeira i sar. (2003) nisu uočili smanjenje u snazi kod baletskih igrača

kada su sprovodili 15 sekundi statičko-aktivno istezanje, sa ukupnim vremenom od 90 sekundi istezanja. U drugom slučaju, kada su izvodili 60 sekundi svaku vežbu (360 sekundi ukupno vreme trajanja stimulus), sposobnosti fleksora kuka bile su smanjene (tabela 2).

Rubin (2005) je u istraživanjima došao do rezultata u smanjenju od 8.9% i 12.3% izometrijske snage aduktora kuka pri uglu od 45°, i 10.4% i 10.9% pri uglu od 30°, zadržavanjem položaja u trajanju od trideset sekundi tokom statičkog istezanja i tokom PNF istezanja. Smanjenje u snazi posle statičkog istezanja u fleksorima i ekstenzorima zgloba kolena bilo je 9.9% i 2.3% i smanjenje posle PNF-a bilo je 11.4% i 4.8%.

Tabela 2. Istraživanja o efektima istezanja na sposobnost snage (Rubin, 2007).

Reference (sample size)	Type of stretching	Duration of stretching	Muscles stretched	Muscles tested	Total duration (s)	Type of action	Results
Kokkonen et al. ^[10] M (n = 15); F (n = 15)	Static (passive) [assis./ not assis.]	5 exercises 3 × 15s 15s rest	Hamstrings, hip adductors, plantar flexors, quadriceps	Hamstrings, quadriceps	450	Isot 1RM	↓ 7.3% flexion ↓ 8.1% extension
Muir et al. ^[36] M (n = 20)	Static (active)	1 exercise 4 × 30s 10s rest	Plantar flexors	Plantar flexors, dorsi flexors	120	Isok	No change in performance
Avela et al. ^[11] M (n = 20)	Static (passive)	1 exercise 1 × 60 min	Plantar flexors	Plantar flexors	3600	Isom	↓ 23.2% MVC
Fowles et al. ^[12] M (n = 6); F (n = 4)	Static (passive)	1 exercise 13 × 135s	Plantar flexors	Plantar flexors	1755	Isom	↓ 28% MVC
Nelson et al. ^[16] M (n = 10); F (n = 5)	Static (active and passive)	3 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps	Quadriceps	360	Isok	↓ 7.2% 60°/s PT ↓ 4.5% 90°/s PT
Nelson et al. ^[14] M (n = 25); F (n = 30)	Static (passive)	2 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps	Quadriceps	240	Isom	↓ 7% PT, at angle of 162°
Behm et al. ^[13] M (n = 12)	Static (passive)	4 exercises 5 × 45s 15s rest	Quadriceps	Quadriceps	900	Isom	↓ 12.2% MVC
Nelson and Kokkonen ^[15] M (n = 11); F (n = 11)	Ballistic	5 exercises	Hamstrings, thigh adductors, plantar flexors, quadriceps	Hamstrings, quadriceps	450	Isot 1RM	↓ 7.5% flexion ↓ 5.6% extension
Tricoli and Paulo ^[17] M (n = 11)	Static (active)	6 exercises 3 × 30s 30s rest	Quadriceps, hamstrings	Quadriceps, hamstrings	540	Isot 1RM	↓ 13.8% maximum strength
Garrison et al. ^[37] (n = 29)	Static	NA	Quadriceps	Quadriceps	480	Isok	No change in performance
Mello and Gomes ^[38] M (n = 5); F (n = 3)	Static (passive)	2 exercises 2 × 15, 30 and 60s 10s rest	Hamstrings, quadriceps	Hamstrings, quadriceps	30 60 120	Isok	No change in performance
Evetovich et al. ^[18] M (n = 10); F (n = 8)	Static (2 active; 1 passive)	3 exercises 4 × 30s 15s rest	Biceps brachii	Biceps brachii	360	Isok	↓ 30°/s PT ↓ 270°/s PT
Bandeira et al. ^[41] F (n = 10)	Static (active)	6 exercises 1 × 15s and 60s	Hip flexors, hip extensors	Hip flexors, hip extensors	90 or 360	Isok	↓ Flexors 60°/s

Tabela 2. Nastavak

Reference (sample size)	Type of stretching	Duration of stretching	Muscles stretched	Muscles tested	Total duration (s)	Type of action	Results
Avela et al. ^[19] M (n = 8)	Static (passive)	2 exercises 60 min 2 weeks between exercises	Plantar flexors	Plantar flexors	360	Isom	↓ 13.8% MVC (1st measure) ↓ 13.2% MVC (2nd measure)
Cramer et al. ^[20] F (n = 14)	Static (1 active; 3 passive)	4 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps	Quadriceps	480	Isok	↓ 3.3% 60°/s PT ↓ 2.6% 240°/s PT
Rubini et al. ^[21] M (n = 18)	Static PNF (passive)	1 exercise 4 × 30s or 4 × (3 × 10s)	Hip adductors	Hip adductors	120	Isom	45°: ↓ 8.9% and ↓ 12.3% 30°: ↓ 10.4% and ↓ 10.9% (static and PNF, respectively)
Cramer et al. ^[38] M (n = 15)	Static (1 active; 3 passive)	4 exercises	Quadriceps	Quadriceps	NA	Isok	No change in performance
Behm et al. ^[39] M (n = 16)	Static (passive)	3 exercises 3 × 45s 15s rest	Quadriceps hamstrings, plantar flexors	Quadriceps	405	Isom	No change in performance
Power et al. ^[22] M (n = 12)	Static	6 exercises 3 × 45s 15s rest	Quadriceps hamstrings, plantar flexors	Quadriceps, plantar flexors	810 (270 for each muscle group)	Isom	↓ 9.5% MVC quadriceps and no change in plantar flexors
Mello and Gomes ^[25] F (n = 17)	Static PNF (passive)	6 exercises 30s or (3 × 10s)	Quadriceps, hamstrings	Quadriceps, hamstrings	3600	Isok	↓ 9.9% and ↓ 2.3% ↓ 11.4% and ↓ 4.8% (static and PNF; flexion and extension, respectively)
Marek et al. ^[24] M (n = 9); F (n = 10)	Static PNF (passive)	4 exercises 5 × 30s 30s rest	Quadriceps	Quadriceps	120 (static) 120 (PNF)	Isok	↓ 2.8% (static and PNF)
Nelson et al. ^[23] M (n = 13); F (n = 18)	Static (passive) [assis./not assis.]	5 exercises 3 × 15s 15s rest	Quadriceps, hamstrings	Quadriceps, hamstrings	1200	Isot 1RM	↓ 3.2% extension ↓ 5.5% flexion
Cramer et al. ^[26] M (n = 7); F (n = 14)	Static (passive)	4 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps (dominant)	Quadriceps (dominant/not dominant)	966	Isok	↓ 60°/s and 240°/s PT (dominant) ↓ 60°/s PT (not dominant)
Derek et al. ^[27] M (n = 15)	Static (passive)	1 exercise 5 × 120s	Plantar flexor	Plantar flexor	600	Isom	↓ 7% MVC
Behm et al. ^[28] (Pre) M (n = 9); F (n = 9)	Static (passive)	3 exercises 3 × 30s 30s rest	Quadriceps, hamstrings, plantar flexors	Quadriceps	270	Isom	↓ 6.5% MVC
Behm et al. ^[28] (Post) M (n = 12)	Static (passive)	3 exercises 3 × 30s 30s rest	Quadriceps, hamstrings, plantar flexors	Quadriceps	270	Isom	↓ 8.2% MVC
Brandenburg ^[29] M (n = 10); F (n = 6)	Static (assist./not assist.)	2 exercises 3 × 15s or 30s 30s rest	Hamstrings	Hamstrings	90 or 180	Isom Conc Exce	↓ 15s ↓ 30s NS difference between type of actions
Egan et al. ^[40] F (n = 11)	Static	4 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps	Quadriceps	480	Isok	NS 60°/s NS 300°/s 5 min after stretching
Yamaguchi et al. ^[30] M (n = 20)	Static (3 assist.; 3 not assist.)	6 exercises 4 × 30s 20s rest	Quadriceps	Quadriceps	720	Isom	↓ 5% MVC ↓ 30% MVC ↓ 60% MVC

assis. = assisted; **conc** = concentric; **exce** = excentric; **F** = females; **Isok** = isokinetic; **Isom** = isometric; **Isot** = isotonic; **M** = males; **MVC** = maximum voluntary contraction; **NA** = not available; **NS** = statistically not significant; **PNF** = proprioceptive neuromuscular facilitation; **Post** = after a 4-week training programme; **Pre** = before training programme; **PT** = peak torque; **RM** = repetition maximum; ↓ indicates decrease.

Rezultati ovih studija, pokazali su da istezanje ima štetan efekat na snagu i eksplozivnu snagu. Pretpostavlja se da istezanje dovodi do relaksacije mišića posle istezanja, što može smanjiti mogućnost povređivanja, ali može dovesti i do smanjenja sposobnosti sportiste povećanjem dužine mišićno-tetivne jedinice. Takvo smanjenje je izražajnije što je trajanje istezanja duže, a takođe zavisi od broja vežbi i serija, i trajanja svake od njih.

Smanjenje mišićne napetosti posle istezanja utiče i na smanjenu nervnu stimulaciju. Normalno, izduženi mišić izaziva nervni refleks (miotatički refleks) koji je začajan za dalje odupiranje mišića produženju. Međutim, produženo istezanje može sprečiti aktivnost miotatičkog refleksa, omogućavajući mišićno-tetivnoj jedinici da se izduži sa minimalnom otpornošću mišića i vezivnog tkiva. Dakle, nemogućnost da se generiše sila posle istezanja rezultirano je nedostatkom, odnosno blokadom nerve aktivnosti i većom mišićnom popustljivošću, što podrazumeva da će mišićna napetost biti smanjena istezanjem pre aktivnosti. Iz tog razloga važno je da se razmotre tehnike i metode istezanja pre aktivnosti, koje ne dovode do smanjenja mišićne napetosti.

6.1.1 Značaj istezanja u treningu snage

Trening snage i istezanje trebali bi kombinovati zajedno i ne zapostavljati ni jedan od njih. Razlog je taj što treninzi snage i istezanje mogu da poboljšaju jedni druge.

Najbolje vreme za istezanje je upravo posle treninga snage. Istezanje mišića, odmah nakon vežbi koje su izazvale zamor, pomaže ne samo da se poveća fleksibilnost, već i da se poboljša razvoj mišića (njihov rast) i smanji njihova napetost posle vežbanja. Nakon korišćenja opterećenja u treningu, ne bi li se izazvao zamor mišića, mišići se "napumpaju" i nešto skrate. Ovo "skraćenje" uglavnom je izazvano ponavljanjem vežbi i primenom velikih opterećenja, usled čega je mišić angažovan kroz pun opseg pokreta. Mišići postaju veći i takođe puni mlečne kiseline i drugih nus-produkata metabolizma nastalih vežbanjem.

Ako se mišić ne isteže posle toga, imaće smanjenu amplitudu pokreta i nagomilana mlečna kiselina će prouzrokovati bol posle vežbanja. Istezanje "napumpanih" mišića pomaže da postanu "opušteniji", kao i da "zapamte" svoju punu amplitudu pokreta. Ono takođe pomaže da se ukloni mlečna kiselina i drugi nus-produkti metabolizma iz mišića. Iako je tačno da istezanje "napumpanih" mišića čini da oni vidno izgledaju manje, ono ne smanjuje veličinu mišića i ne sprečava njegov rast, već smanjuje samo napetost mišića.

Takođe, naporene vežbe će često izazvati oštećenja vezivnog tkiva mišića. Tkivo se može obnoviti za 1 do 2 dana, ali se pretpostavlja da to može dovesti do skraćanja dužine mišića. Da bi se sprečilo skraćenje dužine tkiva tokom njegove obnove, fiziolozi preporučuju istezanje posle treninga snage. Alter (1996), preporučuje iztezanje pre izvođenja vežbi snage i izvođenje vežbi

snage za svaku mišićnu grupu koja je istezana, rečima: „Jačaj ono što istežeš, i isteži ono što jačaš!“

Kada je vezivno tkivo mišića slabo, to je verovatnije da će se oštetiti usled preistezanja, ili iznenadne snažne mišićne kontrakcije. Verovatnoća takve povrede može se sprečiti jačanjem mišićnog vezivnog tkiva. Kurz (1994) sugeriše dinamički trening snage koji se sastoji od lakih dinamičkih vežbi sa tegovima (veći broj ponavljanja, manje opterećenje) i izometrijskih vežbi.

Ako je cilj povećanje (ili održavanje) pokretljivosti, onda je veoma važno da se vežbama snage ojačaju mišići kako bi se omogućila njihova puna amplituda pokreta. Prema Kurz-u (1994), ponavljanje pokreta kojima se ne obezbeđuje puna amplituda pokreta u zglobovima (kao što su biciklizam, određene tehnike dizanja tegova i sklekovi), mogu da izazovu skraćivanje mišića. U sportovima u kojima se zahteva intenzivno izduživanje i skraćivanje mišića, istezanje može biti vrlo važno sredstvo. Istezanjem se mišići i ligamenti pripremaju za aktivnosti u kojima su ekstremno istegnuti.

Istezanje mišića kada je nivo laktata visok / niska pH, može uzrokovati povrede mišića. U tom stanju nije preporučljivo istezanje mišića, pa se ono odlaže nešto kasnije. Nakon treninga dugotrajne izdržljivosti, kada su depoi glikogena ispražnjeni, istezanje takođe može izazvati povrede mišića, pa se odlaže nešto kasnije, kada su mišići već delimično oporavljeni. Vežbanje visokim intenzitetom, posebno trening tipa snage, rezultira pojačanom nervnom ekscitacijom. U tim slučajevima cilj oporavka je smanjenje nervne ekscitacije, što se postiže istezanjem koje dovodi do mišićne relaksacije.



Slika 10. Bodibilding i pokretljivost

Najbolje vreme za istezanje je posle treninga, jer su mišići zagrejani, više pokretljivi, i tada će, istraživanja su pokazala, istezanje proizvesti dugoročno poboljšanje pokretljivosti. Treba naglasiti da tokom istezanja ne treba zadržavati dah, jer će krvni pritisak i napetost porasti, što

vodi do nemogućnosti opuštanja u istezanju. Pravilno disanje može uticati na povećano opuštanje tokom istezanja. Potrebno je izdisati prilikom izduživanja mišića i opustiti se.

Opšte mišljenje je da su „snažniji“ i „veći“ mišići manje pokretljivi. Međutim, komponente koje limitiraju pokretljivost nisu razvijena mišićna snaga ili obim mišića, već način na koji su oni trenirani. Istraživanja pokazuju da je amplituda pokreta mišića dostignuta tokom treninga bitna determinanta pokretljivosti. Ako je tokom vežbe obim pokreta smanjen, ili zglobovi bio imobilisani kratko vreme, čak i nekoliko sati samo, pokretljivost će se smanjiti. Ako je međutim tokom aktivnosti dostignuta potpuna amplituda pokreta, i ako su vežbe pokretljivosti bile uključene u periodu posle treninga, onda će i pokretljivost i snaga biti poboljšani (Wilson, 1992).

6.2 Efekti istezanja na eksplozivnu snagu

Nekoliko studija istraživalo je trenutne efekte istezanja na visinu vertikalnog skoka. Church i sar. (2001) zabeležili su značajno smanjenje vertikalnog skoka kome je prethodilo PNF istezanje, ali ne i tokom statičkog istezanja. To je potvrđeno i istraživanjima Pover-a (2004) i Knudson-a (2001), koji su istraživali efekte statičkog istezanja i takođe potvrdili da nema značajnih smanjenja u vertikalnom skoku.

Sa druge strane, dve studije nisu pronašle smanjenje visine vertikalnog skoka kod treniranih ženskih osoba posle PNF istezanja (Serzedelo, 2003), kao ni tokom statičkog i balističkog istezanja (Unick, 2005). Druge studije su pronašle smanjenje visine vertikalnog skoka posle statičkog istezanja (Cornwell, 2001), u rasponu od -4.5% do -7.3% i -3.2% do -4.45% (tabela 3). Istezanje pre izvođenja vertikalnog skoka, pokazalo je smanjenje u visini vertikalnog skoka. Cornwell i sar (2001) utvrdili su da istezanje pre aktivnosti dovodi do značajnog smanjenje visine skoka i kod standardnog skoka iz mesta (4.4%) i kod skoka iz kretanja (4.3%). Young i Behm (2003) su takođe poredili različite metode zagrevanja, i zaključili da statičko istezanje ima negativan uticaj na visinu vertikalnog skoka.

Mišićna snaga, jedan je od najznačajnijih faktora u izvođenju vertikalnog skoka. Ako istezanje utiče na smanjenje snage, očekuje se da će doći i do smanjenja u skoku. U praksi, ove informacije su od velikog značaja za sportska takmičenja u kojim je snaga i veština skoka fundamentalna, jer pad u sposobnostima može onemogućiti dostizanje finalnog rezultata. Kontradiktorni rezultati mogu biti objašnjeni korišćenjem različitih metoda istezanja ili odsustvom informacija o pouzdanosti i preciznosti istih. Dakle, jasno je da ova tema zasluhuje dalja istraživanja. Pored toga, istraživanja o efektima istezanja na sposobnost vertikalnog skoka su takođe neophodna.

Reference (sample size)	Method	Sets and exercises	Muscles stretched	Stimuli duration (s)	Test	Results
Church et al. ^[48] F (n = 40)	Static PNF	3 sets	Quadriceps, hamstrings	NA	VJ	↓ PNF NS static
Cornwell et al. ^[52] M (n = 10)	Static (passive)	1 set 3 exercises	Hip extensors, knee extensors	90	VJ	↓ 4.4% (VJ) ↓ 4.3% (VJCM)
Knudson et al. ^[49] M (n = 10); F (n = 10)	Static	3 sets 3 exercises	Quadriceps, hamstrings, plantar flexors	45	VJ	NS (VJ)
Cornwell et al. ^[53] M (n = 10)	Static (passive)	3 sets 2 exercises	Triceps surae	180	VJ	↓ 7.3% (VJCM) NS (VJ)
Serzedelo Corrêa et al. ^[50] F (n = 10)	PNF (CR)	3 exercises	Quadriceps, hamstrings, calf, gluteus	240	VJ LJ	NS (VJ) ↑ 10.7% (LJ)
Young and Behm ^[54] M (n = 13); F (n = 3)	Static	4 exercises	Quadriceps, plantar flexors	120	VJ	↓ 3.2% (VJ)
Power et al. ^[22] M (n = 12)	Static	2 sets 3 exercises	Quadriceps, hamstrings, plantar flexors	270	VJ	NS (VJ)
Unick et al. ^[51] F (n = 16)	Static Ballistic	3 sets 4 exercises	Quadriceps, hamstrings, plantar flexors	180	VJ	NS (VJ) Statistic/Ballistic
Wallmann et al. ^[55] M (n = 8); F (n = 6)	Static (passive)	3 sets	Gastrocnemius	90	VJ	↓ 5.6% (VJ)

CR = contract/relax; F = females; LJ = long jump; M = males; NA = not available; NS = statistically not significant; PNF = proprioceptive neuromuscular facilitation; VJ = vertical jump; VJCM = vertical jump with counter movement; ↑ indicates increase; ↓ indicates decrease.

Tabela 3. Istraživanja o efektima istezanja na eksplozivnu snagu (Rubin, 2007).

6.3 Efekti istezanja na izvođenje sprinta

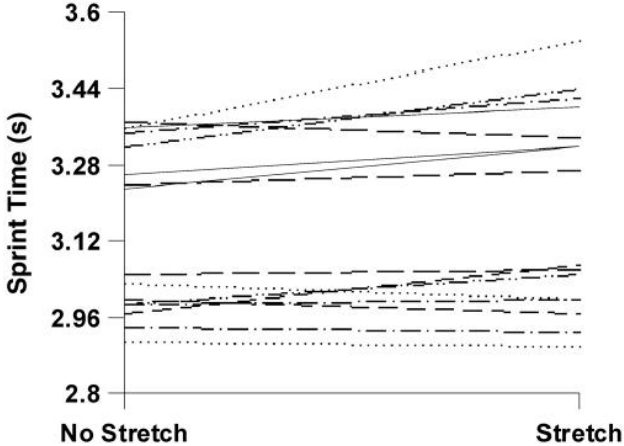
Rezultati dosadašnjih istraživanja su pokazali da pasivno istezanje mišića utiče na smanjenje generisanja sile tokom maksimalne izometrijske, koncentrične i tokom koncentrično-ekcentrične kontrakcije. Kokkonen i sar. (1998) utvrdili su da maksimalni učinak fleksije i ekstenzije u zglobu kolena tokom jedne maksimalne repeticije (1-RM) podizanja, značajno smanjen (od 7.3% i 8.1%) kada se izvodi 10 minuta posle statičkog istezanja m.quadriceps femoris-a i mišića zadnje lože nadkolenice. Kokkonen i Nelson (2001) su dobili slične rezultate kada je balističko istezanje zamenjeno statičkim istezanje, dok studije Avel i sar. (1999) pokazuju samnjenje (23.2% i 28%) u maksimalnoj izometrijskoj plantarnoj fleksiji stopala u skočnom zglobu nakon pasivnog istezanja plantarnih fleksora.

Iako je široka primena istezanja pre same aktivnosti, potrebno je utvrditi da li će i koliki biti negativan uticaj istezanja na atletske sposobnosti. Imajući u vidu ispoljavanje eksplozivnosti prilikom starta u sprintu, može se pretpostaviti da statičko istezanje ima negativan uticaj na samo izvođenje sprinta. Pošto svaki korak tokom sprinta zahteva eksplozivno odupiranje o podlogu, svaki negativan uticaj izvođenja na samom startu može biti reflektovan tokom cele trke. Bitno je utvrditi da li istezanje, kao i koja metoda istezanja, pre same trke može usporiti “izlazak” iz startnih blokova i time dovesti do lošeg sportskog učinka u trci. Interesentno je, da je do smanjenja brzine došlo, iako istezanjem nisu bili obuhvaćeni jedni od glavnih pokretača, fleksori nadkolenice (m.quadriceps femoris) tokom sprinta.

Rezltati istraživanja su pokazali, da se vreme tokom 20m sprinta značajno povećava kada se sprint sprovodi posle statičkog istezanja, bilo da je sprovedeno istezanje obe ili jedne noge. Dakle, izgleda da izvođenje istezanja pre aktivnosti negativno utiče na sposobnosti koje zahtevaju više ponavljanja velikom snagom u odnosu na one koje zahtevaju maksimalno jedno ponavljanje velikom snagom. Takođe, izgleda da u aktivnostima u kojima se angažuju obe noge, istezanje samo jedne noge je dovoljno da negativno utiče na sposobnosti.

S obzirom na štetne efekte statčkog istezanja mišića na stepen proizvedene snage i maksimalno generisane sille u laboratorijskim uslovima, moglo bi se pretpostaviti, da istezanje pre aktivnosti negativno utiče na sposobnosti eksplozivnih sportova. Međutim, ono što je potvrđeno u laboratoriji, nije uvek i ne može se uvek direktno povezati sa sportskim sposobnostima u praksi.

Tabela 4. Efekat primene istezanja na vreme trajanja sprinta dužine 20 m

	Treatment			
	NS	BS	FS	RS
Time (s)	$3.17 \pm 0.04^*$	3.21 ± 0.04	3.21 ± 0.04	3.22 ± 0.04
* Significantly different ($P < 0.05$) from the other protocols.				
				

Slika 11. Trajanje sprinta dužine 20 m praćeno ne istezanjem i istezanjem obe noge. Svaka linija predstavlja posebnu osobu. Istezanje jedne noge, zbog sličnosti sa primenjenim istezanjem obe noge, nije prikazano na šemi (Nelson, 2005).

6.4 Efekat primene statičkog istezanja na pokretljivost i elektromišićnu aktivnost

Primena statičkog istezanja može uticati na poboljšanje pokretljivosti sportista. Elektromiografska aktivnost (EMG) nije često korišćena, za vreme ili odmah posle istezanja, u cilju dobijanja informacija o korisnosti istezanja. Za razliku aktuelnih teorija, metodi istezanja utiču na povećanje obima i amplitude pokreta bez nužnog smanjenja EMG aktivnosti mišića koji se istežu, uočeno od strane Ferber-a i sar (2002) koji je analizirao efekte istezanja na amplitudu pokreta (ROM) ekstenzora kolena i EMG aktivnost m.biceps femoris-a i m.gastrocnemius lateral. Studije su se takođe bavile EMG aktivnošću tokom maksimalne izometrijske kontrakcije posle vežbi istezanja. Cabral (2007) nije našao promenu u EMG aktivnosti posle osmonedeljnog programa istezanja na ispitanicima. Slično tome, McBride (2007) nije uočio značajne promene u EMG aktivnosti posle perioda statičkog istezanja. U istraživanju Marques-a (2006) uočeno je poboljšanje pokretljivosti u svim grupama posle četvoronedelnog programa istezanja. Vežbe istezanja izvođene su u trajanju od 30 sekundi, i svaka je ponavljana dva puta. Poboljšanje amplitude pokreta, pre i posle testa nije pokazalo značajne razliku između grupa. Što se tiče EMG aktivnosti jedino je lateralni gastrocnemius pokazao statistički značajno povećanje EMG u

	Group 1 (N = 10)	Group 2 (N = 11)	Group 3 (N = 10)
Flexibility - pre (cm)	7.65 ± 10.38 ¹	10.73 ± 12.07 ²	14.20 ± 10.75 ³
Flexibility - post (cm)	3.67 ± 12.08 ¹	0.77 ± 10.45 ²	6.85 ± 12.19 ³
Flexibility gain (cm)	4 ± 2.17 ⁴	10 ± 5.27 ⁴	7.5 ± 4.77
ROM - pre (degrees)	37.90 ± 6.44 ⁵	39.82 ± 9.63 ⁶	37.20 ± 6.63 ⁷
ROM - post (degrees)	29.00 ± 11.65 ⁵	21.91 ± 8.40 ⁶	26.10 ± 5.72 ⁷
ROM gain (degrees)	8.5 ± 10.12	19 ± 12.85	11 ± 4.77

Data are reported as means ± SD. ^{1,2,3}P < 0.05 after the stretching program for groups 1, 2, and 3, respectively (Wilcoxon test). ⁴P < 0.018 between groups 1 and 2. ^{5,6,7}P < 0.05 after the stretching program for groups 1, 2 and 3, respectively (paired t-test).

Table 2. Electromyographic activity (root mean squares in μ V) during muscle stretching and maximum isometric contraction.

	Group 1	Group 2	Group 3
Stretching			
Semitendinous			
Pre	4.6 ± 2.6	5.5 ± 2.4	5.5 ± 1.6
Post	5.5 ± 3.9	6.2 ± 2.6	5.7 ± 4.9
Biceps femoris			
Pre	6.4 ± 4.1	6.3 ± 4.1	7.1 ± 3.9 ⁴
Post	8.5 ± 6.4 ¹	5.7 ± 3.4 ³	3.3 ± 1.1 ^{1,3,4}
Medial gastrocnemius			
Pre	5.6 ± 2.9	8.4 ± 4.6	10.2 ± 7.1
Post	8.6 ± 6.1	7.6 ± 2.6	6.5 ± 2.6
Lateral gastrocnemius			
Pre	8.7 ± 4.3 ²	15.5 ± 7.4	14.9 ± 9.3
Post	12.8 ± 6.3 ²	14.9 ± 7.3	10.9 ± 4.9
Maximum isometric contraction			
Semitendinous			
Pre	92.0 ± 61.5	99.6 ± 42.5	83.6 ± 53.2
Post	98.3 ± 32.3	129.2 ± 72.3	111.2 ± 67.3
Biceps femoris			
Pre	77.7 ± 50	84.3 ± 46.1	77.8 ± 54.7
Post	100.2 ± 20.4	112.2 ± 53.9	108.4 ± 106
Medial gastrocnemius			
Pre	39.8 ± 23.5	49.9 ± 27.1	47.4 ± 22.3
Post	53.0 ± 40.7	65.2 ± 24.8	57.7 ± 23.0
Lateral gastrocnemius			
Pre	92.5 ± 60.3	109.6 ± 56.4	68.2 ± 50.2
Post	101.2 ± 85.5	107.0 ± 54	107.1 ± 44.6

Data are reported as means ± SD. ¹P = 0.048 compared to group 3 (Scheffé test). ²P = 0.026 for the comparison between pre- and post-program values for group 1 (paired t-test). ³P = 0.0009 compared to group 3 values (Scheffé test). ⁴P = 0.024 for the comparison between pre- and post-program values for group 3 (paired t-test).

Tabela 5. Pokretljivost i napetost zadnje lože nadkolenice, izraženi kroz obim pokreta u zglobu, pre i posle istezanja (Marques, 2006)

G1,¹ a u G3², došlo je do značajnog smanjenja EMG za vreme istezanja m.biceps femorisa, kao i značajne razliku u EMG-u m.biceps femorisa između G1 i G3³ i G2 i G3. Pretpostavlja se da je povećana pokretljivost, izazvana viskoelastičnim osobinama mišića, dovela do smanjenog odgovora mišićnog vretena, sa posledičnim smanjenjem EMG signala. Druga hipoteza koja se odnosi na smanjenje EMG u G2 i G3 može biti povezana sa povećanom tolerancijom na istezanje. Pošto mišić pokazuje manje otpora na istezanje, to može doprineti smanjenju EMG aktivnosti tokom istezanja. McBride i sar (2007) istraživali su EMG aktivnost za vreme PNF metode istezanja i uočili povećanje u obimu pokreta i EMG aktivnosti. Međutim, njihove rezultate treba uzeti sa oprezom, jer su ističu da je pasivno istezanje bezbednije nego aktivno. Zaista, 88 % ispitanika se izvestilo da pasivno istezanje mnogo komfornije.

Branco (2006) ispitivanjem efekata šestonedeljnog pasivnog istezanja na EMG aktivnost m.biceps femoris-a, nije uočio značajne razlike između grupe koja je sprovodila istezanje i kontrolne grupe. Zaključio je da je EMG aktivnost tokom istezanja veoma niska verovatno zbog relaksacije nervno-mišićnog sistema.

¹ G1- grupa koja je izvodila vežbe istezanja jednom nedeljno

² G3- grupa koja je izvodila vežbe istezanja pet puta nedeljno

³ G2- grupa koja je izvodila vežbe istezanja tri puta nedeljno

7. MIOFASCIALNA I TRIGGER POINTS TEHNIKA KAO DOPUNA ISTEZANJU

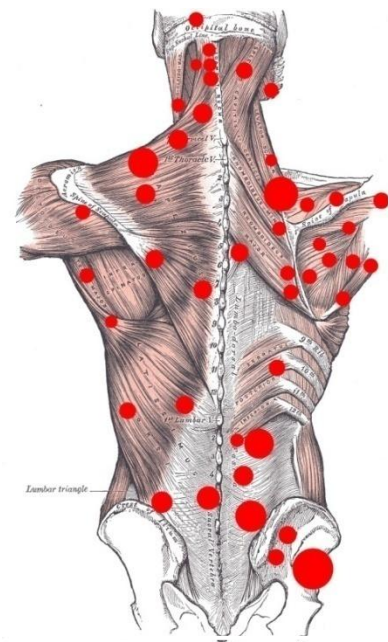
Miofascialna tehnika je oblik duboke manuelne tehnike, koja može pomoći sportisti da poboljša svoje sposobnosti. Sportisti koji imaju akutne i hronične bolove, usled preloma, uganuća, grčeva, intenzivnih treninga, primenom ove terapije mogu imati dugoročne benefite. Istraživanja su pokazala da primena miofascijalne tehnike značajno povećava obim pokreta u zglobu, u iznosima istim kao kod primene statičkog istezanja. Primenom miofascijalne tehnike poboljšava se amplituda pokreta u zglobu, smanjuje se bol i pojava grčeva pre, tokom i posle aktivnosti, smanjuje se vreme oporavka između aktivnosti. Miofascialna tehnika se uglavnom koristi zajedno sa drugim metodama, najčešće sa statičkim istezanjem, tako da se funkcionalnost mišića i čitavog tela sportiste povećava. Međutim, do konačnog zaključka o benefitima primene ova dva metoda, mora se doći daljim istraživanjem u ovoj oblasti. Istezanje kao metoda kojom se povećava pokretljivost, treba se baviti i nedostacima pokretljivosti na neurološkom nivou. Da bismo bolje razumeli benefite koje miofascialna tehnika može imati za samog sportistu, moramo poznavati anatomske građu i ulogu fascije (DeLaune, 2011):

Fascia je elastični omotač koji okružuje i razdvaja mišićno tkivo, okružuje sve krvne sudove, nerve, organe i kosti. Fascia podržava i štiti tkivo tela sve do ćelijskog nivoa.

Fascia se sastoji od elastina, kolagena i drugih supstanci. Pod uticajem ponovljenog stresa, fascia postaje upaljena, čvrsta i nekooperativna, gubi savitljivost i počinje da deluje kao izvor napetosti u telu povlačenjem skeletne strukture, izazivajući bol u drugim strukturama koje je okružuju. Ovo rezultira kompresijom u zglobovima i nervno-mišićnim simptomima bola i disfunkcijom u telu.

Mišićna napetost je uzrokovana neravnotežom, nebalansom u nervno-mišićnom sistemu, odnosno u refleksiji nervnog sistema kroz mišićni sistem. Kao primer ove ravnoteže možemo navesti povećanu napetost zadnje lože nadkolenice, koja se treba istezati, međutim, tipično slabu tačku predstavljaju antagonističke grupe mišića, u ovom slučaju m.quadriceps. Istezanje zadnje lože će privremeno dovesti do smanjenja napetosti mišića, ali problem će se i dalje nastaviti sa tendencijom daljeg pogoršanja.

U ovom slučaju, najbolja stvar koju možemo uraditi je primeniti duboku manipulacionu tehniku pritiska (poznatu kako trigger points therapy) na oblast povrede ili na tetivne veze. Istezanje ne



Slika 12. Bolne tačke (Trigger points) trupa

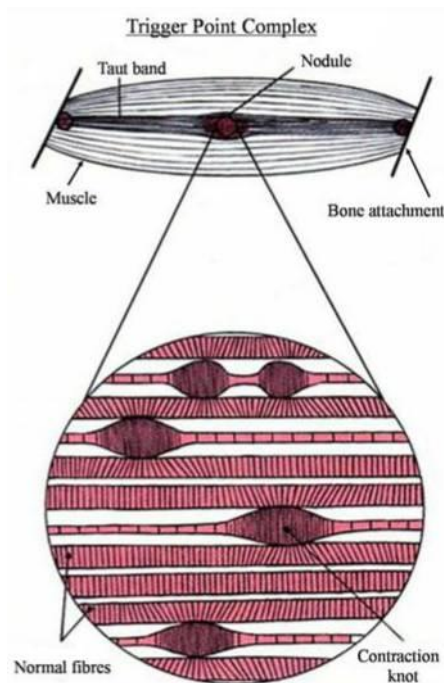
pomaže kod povreda jer izdužuje mišićna vlakna, što nije od pomoći u procesu oporavka povređenih mišića. Kada postoji povreda, i vlakna su već istegnuta ili delokalizovana, onda istezanje može samo pogoršati stvar. Korišćenjem trigger point tehnike potpomaže se oporavak mišićnih vlakana. Dubokim pritiskom na mišić, potrebno je pronaći “vruće” tačke, zadržati pritisak na njima sa laganim kružnim pokretima u trajanju od 15-30 sec., što će dovesti do smanjenja spazma i napetosti tretiranih područja.

7.1 Fiziologija nastanka bolnih tačaka u mišiću (trigger points)

Jedna od trenutnih teorija o mehanizmu odgovornom za nastajanje bolnih tačaka je “Integrisana trigger point hipoteza”. Ako se dogodi trauma, ili ako dođe do prevelikog oslobađanja acetilholina na krajevima motorne ploče, prekomerna količina kalcijuma će biti oslobođena iz sarkoplazmatskog retikuluma. To dalje uzrokuje maksimalnu kontrakciju mišića, najveću potražnju za energijom i pogoršanje lokalne cirkulacije. Ako je cirkulacija umanjena, kalcijumova pumpa ne dobija dovoljno energije i kiseonika, neophodnih za vraćanje kalcijuma u sarkoplazmatski retikulum, tako da mišićna vlakna ostaju kontrahovana. Dolazi do pojave bola i stimulacije automnog nervnog sistema, što rezultira pozitivnim fidbekom i prekomernim oslobađanjem acetilholina, i konstatnom kontrakcijom sarkomere.

Druga trenutno postojeća teorija je “Hipoteza mišićnog vretena”, koja kao glavni uzrok nastanka trigger points ističe zapaljenje mišićnih vlakana. Usled preoperećenja mišićnih vlakana javlja se bol. Kako se bol nastavlja, mišić je i dalje u kontrakciji, što dovodi do pojave zamora i iscrpljenosti motorne jedinice, izazivajući spazam mišićnih vlakana i formirajući “zategnutu traku” što osećamo kao trigger points. Kako je prokrvljenost mišićnog vretena pogoršana, povećana količina metabolita biće koncentrisana unutar vlakna i dovesti do zapaljenja (DeLaune, 2011).

Duboka manualna tehnika pritiska pomaže u otklanjanju napetosti u mišićima, tetivama ili fasciji. Ovom tehnikom tretira se vezivno tkivo i dublji slojevi mišića sportiste, i izuzetno je korisna kod hronično napetih sportista koji imaju bol u ramenima, donjem delu leđa i vratu. Pirmenom ove tehnike postiže se optimalna pokretljivost i ublažava bol.



Slika 13. Izgled bolnih tačaka (trigger points)

8. ISTEZANJE I MIOFASCIALNA TEHNIKA KAO INTEGRALNI DEO POWERLIFTING-A

Powerlifting je sportska grana u kojoj apsolutnu dominaciju ima snaga. U ovom sportu pravo na učešće imaju i muškarci i žene. Cilj je podići i zadržati što je moguće veće opterećenje, a takmičenje se sastoji iz izvođenja tri vežbe, koje se inače primenjuju u većini sportova: benč pres (potisak na ravnoj klupi), duboki čučanj i mrtvo vučenje. Trening u powerlifting-u je sličan treningu dizača tegova i bodibildera, samo što se više pažnje posvećuje podizanju velikih opterećenja, a akcenat se stavlja upravo na tri gore pomenute vežbe.



Slika 14. Vežba benč pres
(potisak na ravnoj klupi)



Slika 15. Vežba duboki čučanj



Slika 16. Vežba mrtvo vučenje

Izvođenje vežbi istezanja u cilju povećanja amplitude pokreta i dovođenja mišića u optimalno stanje za ispoljavanje maksimalnih naprezanja, verovatno je najzopastavljena stavka u mnogim sportovima, pa i u powerlifting-u, iako se može pokazati kao podjednako bitna i neophodna.

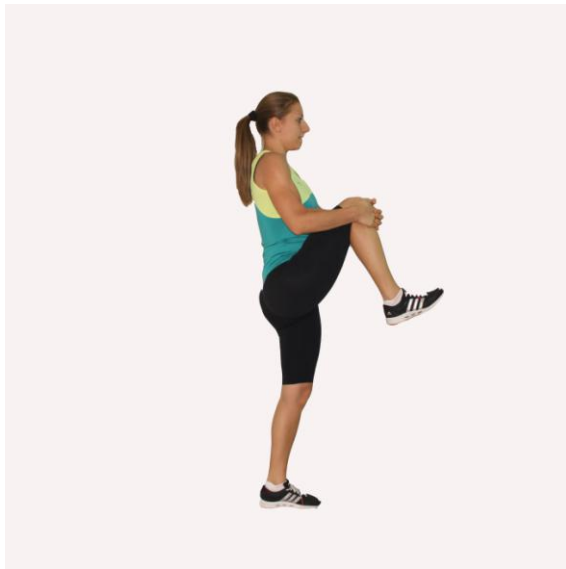
Istezanjem i redovnim radom na pokretljivosti zglobova sprečiće se limitiranost obima pokreta. Usled smanjene pokretljivosti i skraćenosti pojedinih mišića, prevashodno mišića zadnje lože nadkolenice, može doći do povrede lumbalnog dela kičmenog stuba, prilikom izvođenja vežbi kao što su čučanj ili mrtvo dizanje, pogotovo sa velikim opterećenjem.

Takođe slaba pokretljivost ramenog pojasa može biti problem jer npr. tokom izvođenja čučnja skapule moraju biti što bliže jedna drugoj i priljubljene uz kičmeni stub kako bi se održao njegov što neutralniji položaj i smanjila mogućnost nastanka povreda. Kod smanjene pokretljivosti u zglobu ramena, sportisti imaju tendenciju da drže šipku šire i samim tim je i položaj tela drugačiji tokom izvođenja vežbe, i mogućnost povrede kičmenog stuba veća.

Statičko istezanje pre disciplina powerlifting-a treba izbegavati, jer će umanjiti mogućnost miksimalnog ispoljavanja snage. Dinamičko istezanje koje smo već spominjali, biće mnogo efektivnija metoda kojom će se postići optimalna priprema mišića, tetiva i ligamenata, i koje neće limitirati amplitudu pokreta u određenom zglobu. U narednom delu biće naveden primer vežbi dinamičkog istezanja kao sastavnog dela zagrevanja u powerlifting-u, kao i primeri vežbi statičkog istezanja i miofascialne tehnike posle trenažno-takmičarskih aktivnosti.

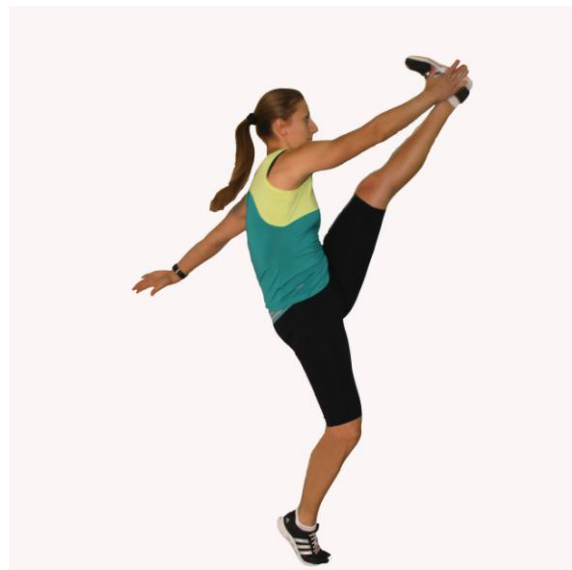
8.1 Dinamičko istezanje kao sastavni deo zagrevanja u powerlifting-u

Dinamičko istezanje predstavlja efektivan deo zagrevanja, jer održava optimalnu mišićnu napetost sa mogućnošću generisanja velike sile. Izvođenjem ovih vežbi povećaće se nervno-mišićna aktivnost kao i temperatura mišića, što će sve zajedno uticati na bolje ispoljavanja mišićnih svojstava. Prilikom izvođenja vežbi dinamičkog istezanja treba voditi računa da ne dođe do zamora mišića, jer tada imaju manju elastičnost pa se samim tim neće postići puna amplituda pokreta.



HVATANJE KOLENA U HODU

U hodu, šakom uhvatiti koleno i povući ga ka grudima, zatim spustiti nogu i ponoviti isto drugom. Ova vežba će aktivirati i opustiti gluteuse, mišiće zadnje lože nadkolenice i mišiće fleksore kuka.



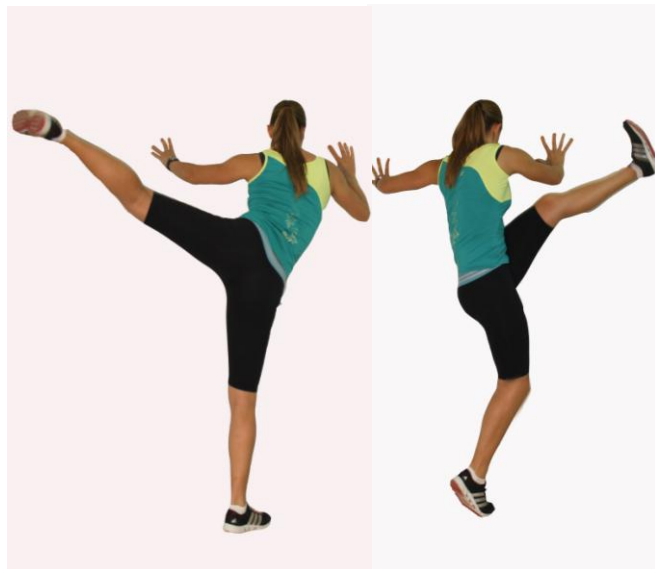
KIK OPRUŽENOM NOGOM

Izvesti kik levom nogom napred i gore, dok desna ruka ide ka prstima noge, zatim izvršiti promenu u hodu. Ovom vežbom aktivno ćemo istegnuti mišiće zadnje lože nadkolenice, kao i mišiće u lumabalnoj regiji. Vežbu izvoditi sa postepenim povećanjem amplitude kako ne bi doslo do povrede mišića.



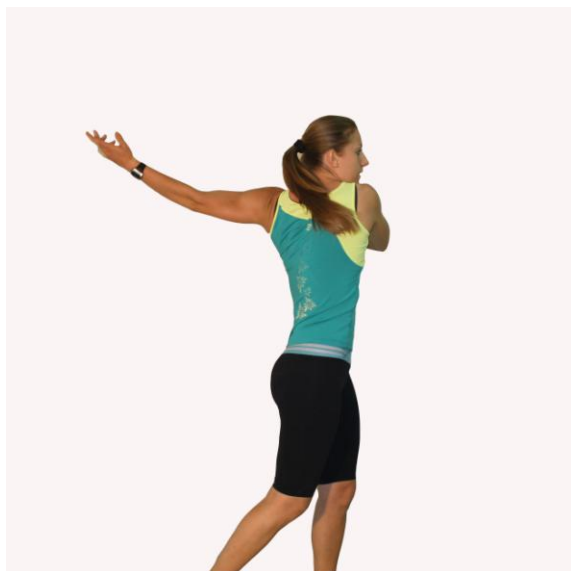
ZAMAH NOGOM U SAGITALNOJ RAVNI

Ovom vežbom aktivno ćemo pripremiti mišiće fleksore i ekstenzore zgloba kuka za aktivnost u kojima će biti angažovani. Kao i kod prethodne vežbe, postepeno povećavati amplitudu pokreta tokom izvođenja, kao bi se smanjila mogućnost povređivanja.



ZAMAH NOGOM U FRONTALNOJ RAVNI

Cilj ove vežbe je dinamičko istezanje mišića aduktora i abduktora, i postizanje odgovarajuće pokretljivosti u zglobu kuka. Trup nagnuti malo prema napred kako bi se omogućila optimalna amplituda pokreta koju treba postepeno povećavati da bi se izbeglo povređivanje.



HELIKOPTER

Prilikom izvođenja ove vežbe, voditi računa da se karlica ne pomera gore-dole, već da se telo rotira oko svoje uzdužne ose, dok je ruka blago rotirana ka spolja, kako bi se omogućilo što bolje dinamičko istezanje m. pecoralis major-a i drugih manjih mišića.



IZBAČAJ LOPTICE

Ovom vežbom aktiviraćemo mišiće ramena kroz punu amplitudu pokreta. Ovi mišići prilikom izvođenja čučnja i držanja šipke na ramenima statički su aktivni, pa je neophodno pripremiti ih za aktivnost koja sledi.

8.2 Statičko istezanje i miofascialna tehnika posle trenažno-takmičarskih aktivnosti powerlifting-a

Veoma je važno istezati one mišiće koji su bili aktivni tokom određene aktivnosti ili tokom izvođenja određene vežbe. Dakle, bilo bi apsurdno i beskorisno istezati mišiće grudi, ako su treningom bili angažovani jedino mišići nogu. Ako se primenom istezanja ne poboljša amplituda pokreta, tj. pokretljivost, ili ubrza oporavak, onda je njegova primena jednostavno gubljenje vremena.

S obzirom da su prethodno navedena istraživanja pokazala da statičko istezanje može prouzrokovati značajno smanjenje u snazi, približno 5-30% (Kokkonen, 1998) i generisanju sile mišićnih grupa koje se istežu, povećati relaksiranosti mišića usled udaljavanja filamenata aktina i miozina u mišićnim vlaknima, i inhibirati nervni sistem, onda će najadekvatniji period primene statičkog istezanja biti posle trenažno-takmičarskih aktivnosti.

Statičkim istezanjem utičemo na dostizanje one dužine koju su mišići imali pre početka aktivnosti, dok miofascijalnom metodom utičemo na smanjenje mišićnog tonusa. Mišići trebaju biti meki i elastični, ali vrlo često možemo osetiti da su mišići napeti poput zategnute gume, što onemogućava ispoljavanje njihovih optimalnih sposobnosti. Miofascialnom metodom stimuliše se aktivnost Goldžijevog tetivnog organa, receptora koji reguliše napetost i nivo relaksiranosti mišića.

Ovo je jedna od najefikasnijih tehnika kojom se utiče na smanjenje napetosti mišića i “razbijanje” fibroza u mišićnom tkivu, kao i na istezanje mišićne opne (fascie), koja drži mišićna vlakna na okupu. Vremenom, rastom mišića dešava se da fascija dostigne maksimum svoje elastičnosti i tada je potrebno vršiti dodatan pritisak kako bi se ona rastegla. U nastavku dat je primer vežbi miofascialne tehnike, kojima ćemo uticati na smanjenje napetosti i mehaničkim pritiskom na izduženje mišića. Izvoditi svaku vežbu u trajanju od 2-3 minuta, a onda zadržati pritisak na bolnim tačkama do momenta nestanka bola.

8.2.1 Statičko istezanje tri dominantne grupe mišića u powerlifting-u



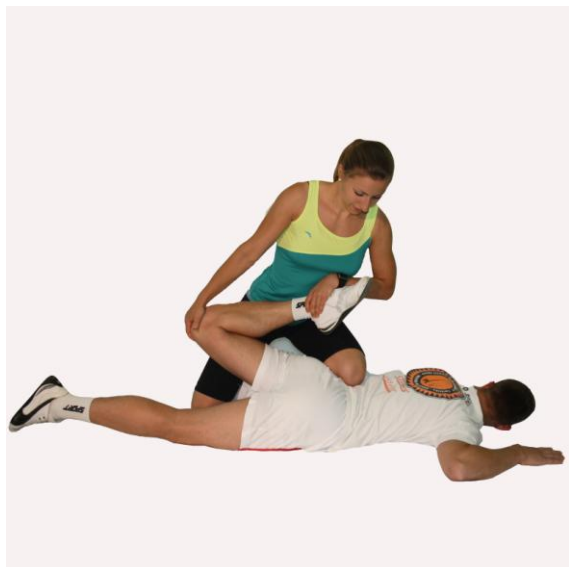
M. PECTORALIS MAJOR

Prilikom izvođenja istezanja voditi računa da se izvrši eksterna rotacija humerusa kako bi istezanje m.pectoralis major-a bilo potpuno. Ovi mišići su veoma često kod sportista powerlifing-a previše skraćeni i nepeti usled njihove preaktivnosti, što može biti jedan od razloga za postizanje lošeg rezultata na takmičenjima.



M. BICEPS FEMORIS

Kod većine sportista postoji skraćenje ovog mišića, što je često uzrokovano prevelikom napetošću mišića fleksora kuka, zbog čega je veoma narednu vežbu izvoditi u sadejstvu sa istezanjem m.biceps femorisa. Skraćenost i povećana napetost ovih mišića može dovesti do nastanka povreda u ekcentričnoj fazi čučnja i mrtvog vučenja.



M. QUADRICEPS FEMORIS

Zbog velikog obima i intenziteta opterećenja na treninzima i takmičenjima sportista powerlifting-a, jasno je da ne praktikovanje istezanja može uticati na smanjenje mišićnih sposobnosti i nemogućnosti ispoljavanja istih, a vrlo često i do nastanka povreda. Prilikom izvođenja statičkog istezanja m.quadriceps femoris-a voditi računa da se pritiskom kartlice onemogući njena rotacija kako bi se izbeglo povređivanje lumbalne regije. Veoma često ovi sportisti i nisu u mogućnosti da u ovom položaju ostvare veliku amplitudu pokreta, pa se kao početni položaj istezanja preporučuje da nadkolenica ostane na podlozi, a zatim izvršiti fleksiju u zglobu kolena.

8.2.2 Miofascialna tehnika mišića donjeg dela tela



M. TENSOR FASCIAE LATAE

Ovaj mišić postaje skraćen ukoliko veći deo treninga sportisti provedu u polufleksiji u zglobu kuka. Skraćenost ovog mišića izazvaće rotaciju karlice prema napred. Povezan sa iliotibialnom trakom, takođe imaće uticaj i na funkcionisanje zgloba kolena. Sportistima sa velikom napetošću ovog fleksora kuka, trigger point tehnika biće veoma bolna. Iako će sportisti intuitivno želeti da izbegu bol, bitno je zadržati položaj dok bol nestane, što obično traje od 2-5 minuta, a nekada i 10 minuta.



TRACTUS ILIOTIBIALIS

Iliotibialni trakt, predstavlja nastavak tensor fascie latae, i često je napetost u ovoj regiji uzrokovana napetošću u m.tensor fascie latae. Iliotibialni trakt je takođe u direktnoj vezi sa vastus lateralis m.quadriceps-a. Ova tetiva ima direktan uticaj na probleme u kolenima, kod sportista kod kojih postoji spoljašnja rotacija femura.



M. RECTUS FEMORIS

Ovaj mišić postaje previše napet tokom mnogih vežbi kao što su čučnjevi, iskoraci, usled čega se javlja povezana disfunkcija u fleksiji zgloba kuka i ekstenziji kolena. Zato što se ekstenzija u zglobu kuka ne može ostvariti u punom obimu pokreta kao rezultat prevelike napetosti i skraćenosti fleksora kuka, m.quadriceps često će preuzeti i nositi teret celog donjeg dela, u ovom slučaju najveći deo rectus femoris.



M. GLUTEUS MEDIUS

Gluteus medius postaje prenapet zbog loše funkcije m.gluteus maximusa. Ako je primarna uloga (ekstenzija u zglobu kuka) pri optimalnom funkcionisanju izuzeta, on preuzima drugu ulogu pri izvođenju pokreta, a to je spoljašnja rotacija u zglobu kuka, što će se dalje preneti na drugu funkciju i gluteus mediusa.



M. PIRIFORMIS

Piriformis je mišić čija je primarna uloga eksterna rotacija u zglobu kuka. Pri disfunkciji izazvanom dominacijom fleksora kuka, piriformis će biti uključen u disfunkcioni krug eksterne rotacija kao rezultat smanjene funkcije gluteus maximusa.



M. GASTROCNEMIUS

Problem u ovoj regiji kod većine sportista, obično se javlja kao kompenzatorna reakcija povezana sa neodgovarajućom stabilnošću tela sportiste. Kada su duboki trbušni mišići, odgovorni za stabilnost tela u disfunkciji, tada njihovu ulogu preuzimaju m. gastrocnemius-i, koji vremenom postaju previše aktivni i napeti.



M. BICEPS FEMORIS

Zadnja loža buta je obično napeta kod većine sportista koji veći deo treninga provedu u polufleksiji u zglobu kuka i kolena, jer usled velike napetosti fleksora zgloba kuka, mišići zadnje lože nadkolenice postaju preaktivni usled kompenzacije. Najčešće funkcionalno ograničenje javlja se u ekcentričnoj fazi čučnja.

8.2.3 Miofascialna tehnika mišića gornjeg dela tela



M. QUADRATUS LUMBORUM

Kada je funkcionalna aktivnost ovog mišića smanjena, telo često počinje da se savija laterarno ne bi li kompenzacijom postiglo optimalan položaj. Ovaj fenomen je često direktan rezultat povećane napetosti fleksora zgloba kuka, što izaziva rotaciju karlice prema napred.



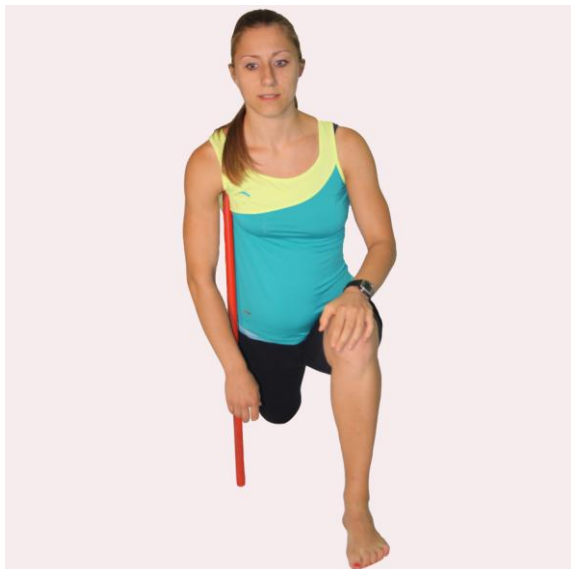
M. LATISSIMUS DORSI

Ako je podizanje ruku iznad glave suprotna reakcija koncentrične funkcije m. latissimus dorsi, biće veoma teško podići ih iznad glave bez ograničenja, ako postoji disfunkcija ovog mišića. Primenom miofascialne tehnike, povećaće se mobilnost ovog mišića, i biće lakše dovesti ruke u pomenuti položaj.



M. PECTORALIS MAJOR

U funkcionalnom smislu najbolje je ako mišić deluje kao elastična guma. Ako se mišić dinamički istegne, omogućiće se ispoljavanje velike sile istezanjem istog mišića. Kada je ovaj mišić u disfunkciji - previše skraćen, usloviće unutrašnju rotaciju ramena, kompenzaciju drugih mišića i nemogućnost ispoljavanja sile u odgovarajućoj meri. Ovom tehnikom poboljšaće se elastičnost ovog mišića.



M. SUBSCAPULARIS

Kada ovaj mišić postane preaktivan i skraćen on će izazvati lateralno pomeranje skapule i medijalnu rotaciju humerusa. To će prouzrokovati odvajanje scapule od kičmenog stuba i unutrašnju rotaciju ramena, što dalje može podstaći javljanje problema u zglobu ramena.



M.UPPER TRAPEZIUS

Pošto je primarna uloga trapeziusa u podizanju skapule, disfunkcija gornjeg dela trapeziusa ograničiće funkciju donjeg i srednjeg dela mišića, odgovornih za stabilnost torakalnog dela kičmenog stuba i stabilnost skapule. Opuštanjem gornjeg dela m.trapezius-a omogućićemo bolje funkcionalno regrutovanje mišića u torakalnom regionu kičmenog stuba, i zauzimanje pravilnog položaja pri izvođenju vežbi čučnja i mrtvog vučenja.

9. ZAKLJUČCI

Usled ponovljenih opterećenja i dovođenjem tela u konstantnu stresnu situaciju, prelazeći fiziološke limite sportista, dolazi do pojave oštećenja na ćelijskom nivou. To dalje rezultira disfunkcijom određenih sistema pa kasnije i disfunkcijom čitavog tela. Istezanje je samo jedna od metoda koju možemo primeniti u cilju vraćanja određenih sistema u stanje homeostaze.

Istraživanja su pokazala da statičko istezanje, kao deo zagrevanja pre trenažno-takmičarskih aktivnosti, dovodi do pasivne relaksacije mišića, usled smanjenja nervne aktivnosti, što dalje ima za posledicu smanjenje snage mišića od 5-30 %. Takođe sumiranjem rezultata istraživanja došlo se do zaključka da je optimalno vreme trajanja statičkog istezanja 30-60 sekundi po izvođenju vežbe, dovoljno da proizvede relaksaciju i promenu dužine mišićno-tetivne jedinice. U sportovima u kojima se ispoljava snaga, primena odgovarajućeg metoda istezanja može biti od presudnog značaja za postizanje sportskih rezultata. Vodeći se ovim rezultatima, statičko istezanje trebalo bi izbegavati u uvodnom delu trenažno-takmičarskih aktivnosti. Međutim, statičko istezanje ako se pravilno primenjuje, može biti veoma korisno. Ako možemo da razumemo zašto istežemo mišiće koje istežemo, i u kom nivou utičemo na nervno-mišićnu transmisiju, onda statičko istezanje može biti izuzetno koristan metod.

Nasuprot statičkom istezanju, dinamičko istezanje tokom zagrevanja, sa progresivnim povećanjem amplitude, izaziva povišenje telesne temperature uz veću nervnu aktivnost. Mišići se zagrevaju kroz pokret, što će omogućiti bolje ispoljavanje sposobnosti tokom aktivnosti koja sledi. Zamor se mora izbegavati tokom dinamičkog istezanja, jer će uticati na nemogućnost mišića da generiše dovoljnu silu tokom odgovarajuće aktivnosti, a i na smanjenje elastičnih sposobnosti mišića. Intenzitet istezanja se progresivno povećava tokom izvođenja vežbe, dok se ne postigne optimalna pokretljivost. Izvođenje jedne vežbe traje oko 60 sekundi.

Ipak, vrednosti broja vežbi, trajanja i intenzitet svake vežbe, kao i ukupnog trajanje istezanja u praksi, razlikuju se od vrednosti preporučenih u literaturi. Ovo govori o evidentnoj potrebi za daljim istraživanjima koja će dovesti do jasnih rezultata.

U zavisnosti od broja ostvarenih kontakata između filamenata aktina i miozina, odnosno njihovog razmaka, zavisiće i viskoelastični efekti mišićne ćelije. Redovno sprovođenje metoda istezanja i miofascialne tehnike, omogućiće postizanje optimalne dužine mišića koja neće biti limitator prilikom ispoljavanja mišićnih sposobnosti, čime će se ostvariti pozitivan sportski rezultat.

Moramo u potpunosti biti svesni svoga tela, jer različite metode istezanja, trebaju se prilagoditi svakom sportisti individualno i posebno svakom sportu. Od individualnog pristupa zavisi i efikasnost primenjenih tehnika i metoda. Za svaku akciju, postoji suprotna reakcija. Kao što na jednoj strani imamo preaktivne (preopterećene) i previše skraćene i napete mišiće, sa druge strane su malo aktivni i izduženi mišići. Cilj nije opustiti malo aktivne i izdužene mišiće, već povećati njihovu aktivnosti. Analizom sportske aktivnosti i samog tela sportiste, potrebno je utvrditi koji

su mišići aktivni i dominantni tokom određene sportske aktivnosti, tako da na njih treba usmeriti pažnju i odabrati najefikasnije tehnike i metode istezanja koje će dovesti do relaksacije i bržeg oporavka tih istih mišića.

Edukacija sportista o značaju pokretljivosti u njihovoj kondicijskoj pripremi sigurno će doprineti i postizanju boljih rezultata. Snažan je onaj sportista koji koristi svoje telo kao integralnu celinu. Što znači, da ako mišić poseduje snagu, i nemogućnost da je ispolji usled prevelike skraćenosti i napetosti mišića, takav sportista se može porediti sa nedovoljno pripremljenim sportistom.

Nova istraživanja i rezultati istih u oblasti istezanja, a koja se konkretno tiču komponenti istezanja u sportskom treningu, neophodna su, kako bi se implementacijom u periodizacioni plan sportskih treninga i takmičenja, dostigli očekivani ciljevi.

Napredak će biti zagarantovan samo ako se ide u pravcu stalnog pomeranja naučnih granica i proširenja naučnih saznanja, i usmeravanjem na put koji karakteriše zdrav, oporavljen sportista, spreman da svoje sposobnosti ispolji na najvišem nivou.

10. LITERATURA

1. Alter, M.J. (1996). Science of Flexibility, Human Kinetics, USA
2. Appleton, B. (1998). Stretching and flexibility Flexibility – Everything you never wanted to know. Massachusetts Institute of Technology website. <http://web.mit.edu>. USA
3. Arnheim, D.D. (1995). Essentials of Athletic Training. St. Louis, MO: Mosby.
4. Avela J., Kyrolainen, H., Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*. 89: 1283-1291
5. Baechle, T.R., Earle, R.W. (2000). Essentials of Strength and Conditioning, 2nd Ed. Editors. Champaign, IL: Human Kinetics
6. Bandeira, C.B.U., Mello, M.L., Pereira, M.I.R., et al. (2003). Efeito do tempo de alongamento sobre o pico de torque na articulação do quadril em bailarinas. *Annals of XXVI Simposio Internacional de Ciencias do Esporte*. 9-11. Sao Paulo
7. Bandy, W.D., Irion, J.M. (1994). The effects of time of static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*. 74: 845-856
8. Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. Does it help? *Sports Medicine*. 36(9), 781-796.
9. Beaulieu, J.E. (1981). Developing a stretching program. *The physician and sportsmedicine*. 9 (11): 59-65
10. Best, R. (1995). Stretching for success. *Strength and Conditioning Journal*, 28-31.
11. Bishop, D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*. 33:483 – 498.
12. Blumberg, H., Hoffmann, U., Mohadjer, M., Scheremet, R. (1997). Sympathetic nervous system and pain: A clinical reappraisal. *Behav. Brain Sci*. 20(3): 426–434
13. Bompa, O.T., Carrera C.M. (2005). Periodization training for sports. *Human Kinetics*
14. Branco, V.R., Negrão, Filho R.F., Padovani, C.R., Azevedo, F.M., Alves, N., Carvalho, A.C. (2006). Relação entre a tensão aplicada e a sensação de desconforto nos músculos isquiotibiais durante o alongamento. *Rev Bras Fisioter*. 10: 465-472.
15. Cabral, C.N., Yumi, C., Sacco, I.N., Casarotto, R.A, Marques, A.P. (2007). Eficácia de duas técnicas de alongamento muscular no tratamento da síndrome femoropatelar: um estudo comparativo. *Fisioter Pesq*. 14: 48-56.
16. Calder, A. (2000). Advanced coaching study pack: recovery training. Belconnen, ACT: Australian Sports Commission.
17. Calder, A. (2004). Recovery and Regeneration. In *Faster Higher Stronger*, Issue 22, pp 12-15.
18. Carlstedt, C.A., Nordin, M. (1989). Biomechanics of tendons and ligaments. V.H. 2nd edition. Philadelphia: Lea & Febiger. 59-74.
19. Charlson, R.C., Collins, F.L., Nitz, A.J., Sturgis, E.T., Rogers, J.L. (1990). Muscle stretching as an alternative relaxation training procedure. Elsevier Science Ltd. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*. 21(1): 29-38.
20. Church, J.B., Wiffins, M.S., Moode, F.M., et al. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal Strength Cond Res*. 15 (3): 332-6
21. Clark, D.G., Kinzey, S.J. (1998). Stretching the adductor longus muscle does no change average EMG values measured during maximal voluntary contractions. 26th Annual Meeting of the Southeastern Chapter of the ACSM. Destin, FL.

22. Cornwell, A., Nelson, A.G., Heise, G.D., et al. (2001). Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *J Hum Mov Stud.* 40: 307-24
23. Cramer, J.T., Beck, T.W., Housh, T.J., Massey, L.L., Marek, S.M., Danglemaier, S., Purkayastha, S. (2007). Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *J Sport Sci.* 25(6):687-98.
24. De Vries, H.A. (1961). Prevention of muscular distress after exercise. *Research Quarterly.* 32:177–85.
25. DeLaune, V. (2011). *Pain Relief with Trigger point Self-Help.* North Atlantic Book. Berkeley, California
26. Evetovich, T.K., Nauman, N.J., Conley, D.S., et al. (2003). Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res.* 17 (3): 484-8
27. Feland, J.B., Myrer, J.W., Schulthies, S.S., Fellingham, G.W., Measom, G.G. (2001). The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people 65 years or older. *Physical Therapy.* 81: 1110±111
28. Ferber, R., Osternig, L., Gravelle, D. (2002). Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J Electromyogr Kinesiol.* 12: 391-397.
29. Fletcher, I.M., Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res.* 18:885 – 888.
30. Halbertsma, J.P.K., Bolhuis, A.I., Goeken, L.N. (1996). Sport stretching: Effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 77(7): 688–692.
31. Henricson, A.S., Fredriksson, K., Persson, I., et al. (1984). The effect of heat and stretching on the range of hip motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 6:11-115.
32. Ippolito, E. (1986). *Physiology. The Tendons.* Milano: Editrice Curtis, pp. 47–58
33. Jarić, S. (1997). *Biomehanika humane lokomocije sa biomehanikom sporta.* Dosije, Beograd
34. Knudson, D. (2003). *Fundamentals of biomechanics.* Kluwer: New York.
35. Knudson, D., Bennett K., Corn R., et al. (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *J Strength Cond Res.* 15 (1): 98-101
36. Kokkonen, J., Nelson A.G. (1996). Acute stretching exercises inhibit maximal force performance. *Med. Sci. Sport Exerc.* 28(5):S1130.
37. Kokkonen, J., Nelson, A.G., Arnall, D.A. (2001). Acute stretching inhibits strength endurance performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise.* 33:11A.
38. Kokkonen, J., Nelson, A.G., Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal Strength and Conditioning Journal December 2002 strength performance. *Res. Q. Exerc. Sport.* 69(4):411–415.
39. Komi, P.A. (1998). Neuromuscular mechanisms in strength and power training. *International Conference on Weightlifting and Strength Training.* Lahti, Finland.
40. Kurz, T. (1994). *Stretching Scientifically: a Guide to Flexibility Training,* Softcover, Stadion
41. Maffetone, P. (1999). *Complementary sports medicine.* Champaign, IL: Human Kinetics.

42. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Gleim, G.W., McHugh, M.P., Kjaer, M. (1995). Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports*. 5: 342–347.
43. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Dyhre-Poulsen, P., Aagaard, P., Mohr, T., Kjaer, M. (1996). Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J Med Sci Sports*. 6: 323–328.
44. Marques, A.P., Sacco, I.C., Konno, G.K., Rojas, G.B., Arnone, A.C., Passaro, A.C., et al. (2006). Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. *J Electromyogr Kinesiol*. 16: 167-174.
45. McBride, J.M., Deane, R., Nimphius, S. (2007). Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand J Med Sci Sport*. 17: 54-60.
46. McHugh, M.P., Cosgrave, C., H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*. 20:169-181
47. McHugh, M.P., Nesse, M. (2008). Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 40(3): 566–573.
48. Moore, M.A., Hutton, R.S. (1980). Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med. Sci. Sport Exerc*. 12(5):322–329.
49. Muir, I.W., Chesworth, B.M., Vandervoort, A.A. (1999). Effect of a static calf-stretching exercise on the resistive torque during passive ankle dorsiflexion in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*. 29: 106–115.
50. Nelson, A.G., Allen, J.D., Cornwell, A., Kokkonen, J. (1998). Inhibition of maximal torque production by acute stretching is joint-angle specific. 26th Annual Meeting of the Southeastern Chapter of the ACSM, Destin, FL.
51. Nelson, A.G., Driscoll N.M., Landin, D.K., Young, M.A., Schexnayder, I.C. (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of Sports Sciences*. 23(5): 449 – 454
52. Nikolić, Z. (2003). Fiziologija fizičke aktivnosti. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja univerziteta u Beogradu
53. O'Connor, R., Hurley, D. A. (2003). The Effectiveness of Physiotherapeutic Interventions in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness. *Phy Ther Rev*. 8: 177-95
54. Power, K., Behm, D., Cahill, F., et al. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sport Exerc*. 36 (8): 1389-96
55. Proske, U., Morgan, D.L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*. 537(2): 333–45.
56. Reid, D.C., Burnham, R.S., Saboe, L.A., Kushner, S.F. (1987). Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *Am J Sports Med*. 4: 347–352.
57. Reisman, S., Walsh, L.D., Proske, U. (2005). Warm-up stretches reduce sensations of stiffness and soreness after eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 37(6): 929–36.
58. Rosenbaum, D., Henning, E.M. (1995). The influence of stretching and warm-up exercise on Achilles tendon reflex activity. *Journal of Sports Sciences* 13:481-490.

59. Rubini, E.C., Costa, A.L.L., Gomes, P.S.S. (2007). The Effects of Stretching on Strength Performance. *Sport Medicine*. 37 (3): 213-224
60. Rubini, E.C., Pereira, M.I.R., Gomes, P.S.C. (2005). Acute effect of static and flexibility in healthy adults. *Med Sci* (6): 975-91, *Sports Exerc*. 37 (5): S183-4
61. Rutledge, I., Faccioni, A. (2001). Dynamic warm-ups. *Sports Coach*. 24(1):20–22.
62. Ryan, E.D., Beck, T.W., Herda, T.J., Hull, H.R., Hartman, M.J., Costa, P.B., Defreitas, J.M., Stout, J.R., Cramer, J.T. (2008). The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther*. 38: 632–639.
63. Salter, R.B. (1989). The biologic concept of continuous passive motion of synovial joints: the first 18 years of basic research and its clinical application. *Clin Orthop Relat Res*. (242):12-25.
64. Serzedelo, C., Pereira, M., Gomes, P. (2003). Influencia do alongamento no desempenho de salto. *Annals od XXVI Simposio Internacional de Ciencia do Esporte*. 9-11. São Paulo
65. Shellock, F.G., Prentice, W.E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*. 2:267 – 278.
66. Shields, T.A. (1990). *The health for life training advisor*. Softcover
67. Unick, J., Kieffer, H., Cheesman, W., et al. (2005). The acute effect of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res*. 19 (1): 206-12
68. Wilson, G.J., Elliott, B.C., Wood, G.A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 24 (1): 116-123
69. Young, W. B., Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 43: 21 – 27.
70. Željaskov, C. (2004). *Kondicioni treninzi vrhunskih sportista*, Sportska akademija, Beograd.