

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

POMEN IN UPORABA EKSCENTRIČNE VADBE PRI KOŠARKI

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

Izr. prof. dr. Goran Vučković

Avtor dela:
PETER REMIC

RECENZENT:

Izr. prof. dr. Frane Erčulj

Ljubljana, 2015

Ključne besede: košarka, ekscentrična vadba, kontrakcija

POMEN IN UPORABA EKSCENTRIČNE VADBE PRI KOŠARKI

Peter Remic

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2015

IZVLEČEK

Košarkarjeva učinkovitost v igri poleg uspešnega izvajanja tehnično-taktičnih elementov temelji tudi na gibalnih sposobnostih. Le te lahko razvijamo na več načinov, med drugim tudi z ekscentrično vadbo. Namen diplomskega dela je na podlagi dokumentiranih raziskav in drugih strokovnih del ugotoviti in prikazati učinke, pomen ter uporabo ekscentrične vadbe v košarki.

V uvodnem delu so predstavljeni teoretični in zgodovinski vidiki ekscentrične vadbe, ki omogočajo razumevanje delovanja in učinkov vadbe. V jedru diplomskega dela so predstavljene različne adaptacije, kot so fiziološke, histokemične, metabolne in živčne. Predstavljeni so učinki ekscentrične vadbe na različne gibalne sposobnosti, metode ekscentrične vadbe s smernicami vključevanja v sam trenajni proces košarkarja z optimalnim umeščanjem in primerno količino tovrstnega treninga. Prikazane in opisane so vaje, ki se jih lahko izvaja z namenom izboljšanja gibalnih sposobnosti potrebnih za igranje košarke in vaje, ki jih lahko uporabljamo v namen preventive in rehabilitacije po športnih poškodbah.

Brez poznavanja zakonitosti, učinkov in potreb ekscentrične vadbe je pravilno načrtovanje in izvedba vadbe nemogoča. To pa je pogoj za strokovno delo in doseganje želenih učinkov, tako pri gibalnih sposobnosti kot tudi rehabilitaciji. Ekscentrična vadba je v procesu treniranja časovno učinkovito sredstvo s potencialno velikimi adaptacijami in učinki.

Key words: basketball, eccentric exercise, contraction

THE MEANING AND USE OF ECCENTRIC EXERCISE IN BASKETBALL

Peter Remic

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2015

ABSTRACT

Efficiency of a basketball player during the game time does not only rely on technical and tactical elements, but on motor skills as well. Latter can be developed through various ways including eccentric exercise. The purpose of the thesis is to find out and show effects, meaning and use of eccentric exercise in a course of basketball training using researches, articles and other literature.

In introduction theoretical and historical aspects of eccentric exercise are included which enable understanding of functioning and effects of exercise. In body part adaptations such as physiological, histochemical, metabolic and nervous are presented. Effects of eccentric exercise on different motor skills, methods of eccentric exercise with guidelines how to incorporate into a training process of a basketball player with optimal arrangement and volume are displayed. Exercises that are supposed to improve motor skills, which are a necessity for playing basketball, as well as exercises for deterrence and rehabilitation of sports injuries are showed and described.

Without any knowledge of law, effects and needs of eccentric exercise, proper planning and execution of it cannot be possible. This is a condition for professional work and achievement of wanted effects in motor skills and rehabilitation. Eccentric exercise during training process is time efficient mean with potentially great adaptations and effects.

KAZALO

1.	UVOD	6
1.1.	Struktura in obremenitve košarkarske igre	6
1.2.	Specifične kondicijske zahteve in kondicijska priprava pri košarki	7
1.3.	Tipi mišičnih kontrakcij	8
1.4.	Mehanizem delovanja ekscentrične kontrakcije	9
1.5.	Zgodovina ekscentrične vadbe	10
2.	JEDRO	11
2.1.	Adaptacije na ekscentrično vadbo	11
2.1.1.	Fiziološke adaptacije	11
2.1.2.	Histokemične adaptacije	12
2.1.3.	Metabolične adaptacije	13
2.1.4.	Živčne adaptacije	13
2.2.	Učinki ekscentrične vadbe na gibalne sposobnosti	14
2.2.1.	Moč	14
2.2.2.	Hitrost	16
2.2.3.	Gibljivost	16
2.3.	Pomen ekscentrične vadbe v košarki	17
2.4.	Smernice za vključevanje ekscentrične vadbe v trenažni proces	18
2.5.	Metode ekscentrične vadbe	20
2.5.1.	Supramaksimalna ekscetrika	20
2.5.2.	Ekscentrični zaključki	20
2.5.3.	Počasne ekscentrične ponovitve	20
2.5.4.	Poudarjena ekscentrika	21
2.6.	Sklop ekscentričnih vaj primernih za košarkarje	22
2.7.	Poškodbe pri košarki	28
2.7.1.	Ekscentrična vadba v procesu rehabilitacije pogostih košarkarskih poškodb	29
2.7.2.	Nateg zadnje stegenske mišice	29
2.7.3.	Patelarna tendinopatija	33
2.7.4.	Rekonstrukcija sprednje križne vezi	36
3.	SKLEP	38
4.	VIRI	39

KAZALO SLIK

Slika 1. Globinski spust v izpadni korak	22
Slika 2. Spust v čep z elastiko	22
Slika 3. Globinski spust v čep	23
Slika 4. Počep z utežjo	23
Slika 5. Sprednji počep s supramaksimalnim bremenom.....	24
Slika 6. Enonožni spust na prstih	24
Slika 7. Ekscentričen upogib kolena z elastiko na veliki žogi	25
Slika 8. Ekscentričen upogib kolka z elastiko.....	25
Slika 9. Ekscentrična dorzifleksija z elastiko	25
Slika 10. Spust bokov	26
Slika 11. Enonožni izteg z drsniki	26
Slika 12. Sklek	26
Slika 13. Ekscentričen izteg bokov z elastiko.....	27
Slika 14. Istočasni spust roke in noge.....	27
Slika 15. Kettlebell zamah s partnerjem	27
Slika 16. Spust v Predklon z iztegnjenimi kolena.....	30
Slika 17. Izpadni korak v opori z ročkami	31
Slika 18. Predklon z oporo na 1. nogi	31
Slika 19. Nordijska krepitev zadnjih stegenskih mišic z elastiko	32
Slika 20. Nordijska krepitev zadnjih stegenskih mišic	32
Slika 21. Ekscentrično upiranje zadnjih stegenskih mišic z elastiko v podaljšanem položaju	33
Slika 22. Enonožni počep na klančini.....	34
Slika 23. Počep na klančini z oporo	35
Slika 24. Spust v čep	36

1. UVOD

1.1. Struktura in obremenitve košarkarske igre

Košarka je ekipna igra s ciljem doseči zadetek in onemogočiti tekmeču doseganje le tega. Skupen cilj je doseči več točk kot nasprotna ekipa. Vsaka ekipa je sestavljena iz petih igralcev in sedmih namestnikov. Igra poteka na igrišču, ki meri 28 x 15 metrov. Koš stoji na višini 305 centimetrov. Razsežnosti igralnega polja in višina koša, ki predstavlja cilj, so razlog, da v igri prevladujejo hitra in eksplozivna gibanja kot so sprinti, hitra zaustavljanja, spremembe smeri gibanja, pospeševanja in skoki v vseh fazah igre. Igra je sestavljena iz faz napada in faz obrambe, ki se skozi tekmo ves čas izmenjavata. Obe fazi delimo še na pod fazi (fazo prenosa žoge in fazo priprave napada) te pa na posamezne tipe napada in obrambe (Dežman in Erčulj, 2000).

Košarkarska tekma je sestavljena iz štirih četrtin, katere ločijo odmori. Vsaka četrtina traja 10 minut. Med prvo in drugo ter med tretjo in četrto sta odmora dolga dve minuti medtem, ko je odmor med drugo in tretjo dolg od 10-15 minut, odvisno od ranga tekmovanja. Ob morebitnem izenačenju ob koncu zadnje četrtine se igrajo 5 minutni podaljški. Čas igranja v napadu je omejen na 24 sekund. To pomeni, da napadalci nimajo veliko časa za organiziranje napada, kar jih sili v hitrejšo igro. Na tekmi prihaja tudi do prekinitev zaradi kršenja pravil, menjav igralcev in minut odmora (Dežman in Erčulj, 2000).

Zaradi bogate tehnike spada košarka med več strukturne sestavljene športe. Med več strukturne zaradi večjega števila tehničnih elementov z žogo in brez nje, med sestavljena pa zato, ker se tehnični elementi lahko povezujejo med seboj v zelo različnih taktičnih sestavah oziroma elementih (Dežman in Erčulj, 2005). Gibanja v košarki delimo na ciklična in aciklična. Ciklična gibanja so temeljna, saj igralcu omogočajo gibanje po igrišču v dveh razsežnostih (dolžini in širini). Mednje uvrščamo hojo, tek, gibanje s prisunskimi koraki tako z žogo kot brez nje. Gre za gibanja kjer se cikel giba ves čas ponavlja, ne glede na smer in hitrost. Aciklična gibanja pa se pojavljajo pred, med in po cikličnem gibanju. So enkratna in kratkotrajna, delimo pa jih na gibanja brez žoge (zaustavljanja, spremembe smeri, skoki, obrati) in aciklična gibanja z žogo kot so lovljenja, podaje, meti, varanja z žogo (Dežman in Erčulj, 2000).

Dežman in Erčulj (2000) sta v svoji knjigi zapisala, da košarka velja za pretežno anaerobno športno dejavnost saj 75-80 % energijskih virov predstavljajo anaerobni viri, medtem ko le 20-25% aerobni viri. Povprečni srčni utrip je 160-170 udarcev na minuto (Dežman in Erčulj, 2000), kar nakazuje na visoko intenzivnost.

1.2. Specifične kondicijske zahteve in kondicijska priprava pri košarki

Uspešnost igranja košarke je odvisna od večih dejavnikov. Na uspešnost poleg košarkarskega tehnično-taktičnega znanja, vplivajo v veliki meri tudi gibalne sposobnosti. Da bi lahko izboljšali učinkovitost košarkarja, moramo vedeti kakšen napor mu predstavlja igranje sodobne košarke in v kolikšni meri so razvite določene gibalne sposobnosti. Na ta način lahko ugotovimo, katerim sposobnostim bomo v procesu treniranja posvetili več pozornosti ter katera sredstva in metode bodo najučinkovitejše pri razvijanju le teh (Dežman in Erčulj, 2000). Zaradi spreminjanja košarkarskih pravil in trendov igre se pojavlja potreba po bolj kondicijsko sposobnih košarkarjih. Trend narekuje vedno hitrejše in močnejše košarkarje. Košarkar naredi na tekmo tudi do 100 skokov in 280 sprememb smeri gibanj (Mahorič, 1994). Hitrost gibanja, ki jo lahko razdelimo na (Šibila, Vuleta in Pori, 2004): hojo (do 1.4 m/s), počasen tek (1.4 - 3.0 m/s), hiter tek (3.0 - 5.2 m/s) in sprint (nad 5.2 m/s), se na tekmi med temi kategorijami neprestano menja. Hkrati gibanje v eni hitrostni kategoriji skoraj nikoli ne traja dlje kot 3 sekunde. Košarkarji na tekmi 34.1% igralnega časa skačejo in tečejo, kar 56.8% hodijo in 9% časa stojijo na mestu (Narazaki, Berg, Stergiou in Chen, 2009). Kljub temu, da je več kot 60% igralnega časa nizko intenzivnih gibanj lahko sklepamo, da je obremenitev velika, zaradi velikega števila sprememb smeri in hitrosti. Ne gre pa pozabiti na to, da v igri prihaja do velikega števila telesnih kontaktov z tekmeci. Na obremenitve je zato igralce potrebno ustrezno kondicijsko pripraviti.

Kondicijsko pripravo lahko opredelimo kot del procesa treniranja, s katerim razvijamo tiste gibalne sposobnosti, ki so pomembne za uspeh v košarki. Poznamo osnovno in specialno kondicijsko pripravo. Naloga osnovne kondicijske priprave je razvijanje osnovnih funkcionalnih in gibalnih sposobnosti. Z njo se razvija predvsem osnovno aerobno vzdržljivost, osnovno moč, hitrost ter gibljivost. V ta namen se uporabljajo nespecifične gibalne aktivnosti, ki imajo drugačno strukturo in aktivirajo mišične skupine v drugačnih povezavah kot pri košarki. Režim mišične dejavnosti pa mora kljub temu ostati soroden košarkarskim gibanjem (Dežman in Erčulj, 2000). Naloga specialne kondicijske priprave je, da razvijamo tako povezanost in usklajenost delovanj vseh pomembnih funkcij športnika, ki so maksimalno prilagojena potrebam košarke. Usklajene morajo biti kinematična, dinamična in ritmična struktura gibanja. To lahko dosežemo samo s specifično aktivnostjo (Dežman in Erčulj, 2000). Tvrstna priprava ima lahko izrazit učinek na izboljšanje določenih gibalnih struktur, ki so v košarki zelo pomembne. To so kratki sprinti, skoki za žogo in razne spremembe smeri ter hitrosti gibanja. Iz tega je razvidno, da je moč ena od pomembnejših gibalnih sposobnosti in za njeno razumevanje je potrebno razumeti principe mišičnega delovanja.

1.3. Tipi mišičnih kontrakcij

Med skrčkom se mišica lahko podaljša, skrči ali ostane enaka. Poznamo več oblik mišičnih kontrakcij glede na odnos med nasprotni delujočimi silami in sicer med zunanjo silo, ki jo predstavlja sila telesne teže in teža bremen ter silo, ki jo mišica razvije (Strojnik, 2012):

- **Izometrična kontrakcija**

Mišica miruje in ne spreminja svoje dolžine, med tem pa se v njej povečuje napetost - imenujemo jo tudi statična kontrakcija, merjenje naraščanja napetosti v odvisnosti od časa.

- **Izotonične kontrakcije**

Pri izotoničnih kontrakcijah mišična napetost ostaja enaka, spreminja pa se dolžina mišice. To je mogoče le kadar je zunanja sila drugačna od sile, ki jo proizvaja mišica. Izotonične kontrakcije zato delimo na:

- **Koncentrična kontrakcije:** Kjer je sila mišice večja od zunanje sile, se mišična pripoja približujeta navideznemu središču mišice. Mišica se krči in izzove gibanje skeleta, preko njega pa tudi objektov na katere telo deluje (orodja, rekviziti) – imenujemo jo tudi pozitivna kontrakcija.
- **Ekscentrična kontrakcije:** Kjer je zunanja sila večja od tiste, ki jo proizvaja mišica, se mišična pripoja oddaljujeta, saj mišica kljub svoji napetosti popušča zunanji sili. Mišica, ki se razteza, tako le ublaži pritisk zunanje sile na telo – imenujemo jo tudi negativna kontrakcija.

Glede na obliko mišičnega krčenja se opravlja različno delo. Kadar gre za izometrična krčenja ostaja položaj sklepov in telesa nespremenjen torej gibanja ni in je delo statično. Posledica ekscentričnega ali koncentričnega krčenja pa je gibanje in prihaja do dinamičnega dela. Le ta je ob koncentričnih krčenjih pozitivno med ekscentričnimi krčenji pa negativno.

1.4. Mehanizem delovanja ekscentrične kontrakcije

Ekscentrična mišična kontrakcija se kot vse vrste krčenj prične z aktivacijo premotoričnega področja možganske skorje, bazalnih ganglijev in malih možganov, kar povzroči nastajanje živčnih akcijskih potencialov. Ti se širijo po možganskem deblu in hrbtenjači in nato po α moto-nevronih do motorične ploščice, ki predstavlja stik med mišico in živčevjem in kjer nastaja mišični akcijski potencial. Le ta preko izločanja acetilholina in vezavo le tega na receptor v membrani povzroči lokalno depolarizacijo. To povzroči odpiranja kanalov za natrij in kalij. Prehod ionov širi depolarizacijo vzdolž mišične membrane. Akcijski potencial se prenaša in ko doseže sarkoplazemski retikulum, tam povzroči izločanje kalcijevih ionov v mioplazmo. Koncentracija kalcija v mišici naraste in veže nase tropanin C ki povzroča odstranjevanje tropomiozina iz aktivnih mest na aktinu. Na ta mesta se veže miozinska glavica, izvede se cikel vzpostavljanja prečnih mostičkov in mišično vlakno se krči. Po vzpostavitvi prečnih mostičkov se po teoriji drsečih filamentov pri koncentrični kontrakciji aktin potegne čez miozin, s tem ustvarja silo in povzroči skrajšanje mišičnega vlakna – kar imenujemo koncentrična kontrakcija (Strojnik, 2012).

Pri ekscentrični kontrakciji pa se prečni mostički povežejo vendar se aktin oddaljuje in s tem raztegne sarkomero. Torej dolžina mišice se zaradi zunanje sile, ki je večja od sile, ki jo ustvarja mišica ob skrčku, poveča. Ko so miofilamenti (aktin in miozin) mišičnih vlaken raztegnjeni med kontrakcijo, prihaja do ohranjanja večjega števila povezav prečnih mostičkov kot pri koncentričnih kontrakcijah (Herzog, Leonard, Joumma, in Mehta, 2008). Posledično je produkcija sile, ki jo proizvede mišica pri ekscentrični kontrakciji večja. Hkrati se med ekscentrično kontrakcijo poveča togost proteina titin, ki med raztezanjem ob zunanji sili doda pasivno izboljšanje na produkcijo sile (Herzog idr. 2008). Ko se aktivacija konča, se kalcijevi ioni (Ca^{2+}) hitro odstranijo nazaj v sarkoplazemski retikulum. Koncentracija Ca^{2+} se zniža in povzroči odstranitev le tega iz tropanina C. Tropomiozin zopet zasede svoje mesto na troponinu C in aktivna mesta, kjer se bi lahko vzpostavljali prečni mostički, so blokirana. Posledica prekinitev povezovanja mostičkov pa je mišična relaksacija.

1.5. Zgodovina ekscentrične vadbe

Ena prvih raziskav o ekscentričnem mišičnem naprežanju je bila narejena leta 1882 s strani Dr. Adolf Eugen Ficka. Ugotovil je, da mišica med ekscentričnim naprežanjem proizvede večjo silo kot mišica, ki se krči koncentrično. (Lindstedt, LaStayo in Reich, 2001). Nadaljnje raziskave so potekale ter prišlo je do ugotovitve, da je negativno delo pri ekscentričnem mišičnem krčenju kar 6-krat večje kot pri koncentričnem (Abbott, Bigland in Ritchie, 1952). Abbot idr. (1952), so do tega spoznanja prišli s pionirskim eksperimentom kjer so povezali dve ergometerski kolesi, ki sta uporabljala isto verigo, vendar stali ena proti drugi. Oseba na prvem kolesu je vrtela pedala naprej, medtem ko se je druga oseba upirala gibanju pedal nazaj s potiskanjem naprej. Nobelov nagrajenec V. Hill je ugotovil da pozitivno - koncentrično delo porabi več energije kot negativno - ekscentrično delo. Te ugotovitve, da je ekscentrična vadba metabolno manj zahtevna, so z raziskavami podprli tudi Lindstedt idr. (2001). Sama ekscentrična vadba pa je bila predstavljena šele leta 1953, takrat pod izrazom »excentric«, ki pa ga je kasneje zamenjal izraz »eccentric«. Kljub mikavnosti tematike delovanja kontrakcije pri kateri se mišični pripoji oddaljujejo se je večina raziskovalcev usmerila k razumevanju delovanja in učinkov kontrakcij, kjer se mišični pripoji približujejo - koncentrične kontrakcije. Večina študij o mišičnem delovanju je oblikovala razumevanje o dveh konceptih delovanja: izometričnem in izotoničnem. Do nedavnega pa je ostajal del izotoničnih kontrakcij slabo raziskan, govorimo o kontrakciji z oddaljevanjem mišičnih pripojev. Prav Lindstedt idr. (2001) so se zavedali pomembnosti tega dela mišičnega delovanja in razširili vedenje o pomembnosti tematike. Dandanes se po zaslugi študij in raziskav, pridobljena znanja o ekscentričnih mišičnih kontrakcijah koristno uporablja v procesu treniranja, rehabilitacije in skrbi za splošno skeletno-mišično zdravje (Kravitz in Bubbico, 2015).

2. JEDRO

2.1. Adaptacije na ekscentrično vadbo

Nevromišične in funkcionalne spremembe povzročene z vadbo so različne in odvisne od različnih oblik vadbe ter kontrakcij, ki se tekom vadbe pojavljajo. Stopnja mišične togosti, subceličnih poškodb in metabolni stres lahko igrajo vlogo v adaptacijah na vadbo (Smith in Rutherford, 1995). Od vseh vrst kontrakcij, ki jih lahko izvajamo med vadbo, je ekscentrična kontrakcija tista, ki povzroči največjo mehanično obremenitev v primerjavi z ostalimi tipi kontrakcij ter s tem lahko omogoči večjo mišično adaptacijo (Vogt in Hoppeler, 2014). Ker pa vse vrste krčenj lahko privedejo do impresivnih mišičnih adaptacij, ni vedno povsem jasno katera vrsta vadbe je najboljša za maksimizacijo le teh. V procesu treniranja je potrebno ugotoviti, kaj športnik potrebuje in na kakšen način se lahko doseže željene učinke. Za to pa je potrebno poznati kaj povzroča posamezna oblika vadbe na različnih nivojih delovanja:

2.1.1. Fiziološke adaptacije

Visoko intenzivna vadba za moč je povezana z fiziološkimi adaptacijami znotraj mišice, vključno s spremembami v kontraktilnih oziroma nekontraktilnih elementih mišice (Fry, 2004). Pri ekscentrični vadbi prihaja predvsem do adaptacij kot so hipertrofija, spremenjeno razmerje tipa mišičnih vlaken in sprememba fascialne dolžine mišice.

Hipertrofijo lahko opišemo kot povečanje preseka mišičnih vlaken. Med vadbo prihaja tudi do hiperplazije (nastavek novih mišičnih vlaken) vendar je njen učinek minimalen. Hipertrofijo pojasnimo (Wilmore in Costill, 1999) z večjim številom miofibril, večjimi aktinsko miozinskimi filamenti, več sarkoplazme, z večjo količino vezivnega tkiva oziroma kot kombinacijo naštetih dejavnikov. Hipertrofija je lahko sarkoplazemska in je posledica povečanja sarkoplazme (znotrajcelične tekočine) in nekontraktilnih beljakovin, ki ne doprinesejo neposredno k nastanku mišične sile. Gostota filamentov v mišičnih vlaknih se zmanjša, prečni presek mišice se poveča. Lahko pa pride do miofibrilarne hipertrofije, ki nastopi zaradi povečanja mišičnih vlaken, kar pomeni povečanje števila aktinskih in miozinskih filamentov. Do hipertrofije lahko prihaja izključno, ko je sinteza beljakovin večja od njihove razgradnje, in ker ima ekscentrična vadba nizke metabolne zahteve, je ta pogoj lažje izpolnjen. Raziskave kažejo tudi večjo količino sinteze beljakovin kadar govorimo o ekscentrični vadbi v primerjavi z ostalimi vrstami (Moore, Phillips, Barbraj, Smith in Rennie, 2005). Med ekscentrično vadbo je mišica izpostavljena tako raztegu kot velikim silam kar lahko povzroči poškodbe kontraktilnih in strukturnih elementov skeletne mišice (Coffey in Hawley, 2007) in po ugotovitvah prav ta kombinacija najučinkoviteje stimulira mišično rast. To podpirajo tudi raziskave Gross idr. (2010) in Friedmann idr. (2004), kjer so ugotovili, da do hipertrofičnega odziva pride hitreje pri ekscentričnih kontrakcijah kot pri ostalih vrstah krčenj. Hkrati pa je ta odziv tudi večji.

Pri ekscentrični vadbi prihaja tudi do spremembe razmerij tipa mišičnih vlaken. Ker je hitrost krčenja mišičnega vlakna odvisna od njenega tipa in dolžine, je predvsem v skakalnih gibalnih akcijah pomembno, da so vlakna oziroma razmerje vlaken v prid hitrejših, torej hitrih glikolitičnih (tipa IIa in IIb). V stroki prihaja do nasprotij v pogledu na aktivacijo motoričnih enot, ki naj bi bil razlog za spremembo razmerja v prid hitrim vlaknom. Nardone, Romano in Schieppati (1989) pravijo, da pri ekscentrični kontrakciji pride do preferenčne aktivacije hitrih mišičnih vlaken z visokim pragom vzdražljivosti, medtem ko Cope in Pinter (1995) podpirata aktivacijo po načelu velikosti motoričnih enot - kar pomeni, da se aktivirajo najprej manjše motorične enote, ki imajo nizek prag vzdraženosti in spadajo pod počasne, nato pa se aktivirajo še večje, hitre motorične enote (Guilhem, Cornu in Guevel, 2010). Ne glede na to, ali je drugačno zaporedje aktivacije dejansko razlog za spremembo razmerja, pa do spremembe zagotovo pride. Raziskave so pokazale, da pri ekscentrični vadbi pride do povečanja velikosti prečnega preseka hitrih mišičnih vlaken tipa IIa in IIb (Friedmann idr., 2004) kar posledično pomeni spremembo razmerja proti tipu II mišičnih vlaken (Paddon-Jones, Leveritt, Lonergan in Abernethy, 2001).

Ekscentrična vadba, ki uporablja velika bremena, visoke hitrosti ali veliko amplitudo lahko povzroči podaljšanje fascialne dolžine mišice (Guilhem idr., 2010; Blazevich, Cannavan, Coleman in Horne, 2007). Povečana fascialna dolžina nastane zaradi dodatnih serijskih sarkomer v mišičnih vlaknih (Proske in Morgan, 2001). Dodatno število sarkomer poveča hitrost mišičnega krčenja in raztezanja, torej omogoča večjo produkcijo sile pri večjih dolžinah mišice. To lahko potencialno vpliva na povečano mišično moč in fleksibilnost, hkrati pa ima zaščitni učinek pred mišičnimi poškodbami (Proske in Morgan, 2001).

2.1.2. Histokemične adaptacije

Mehanizmi, ki spremljajo hipertrofičen odziv na ekscentrično vadbo lahko vključujejo spremembe v hormonskem odzivu, produkciji prostih radikalov in povečani aktivnosti ravnem hormonu podobnim faktorjem (Fry, 2004). Velikost hormonskega kot tudi metabolnega odziva je odvisen od količine mišične mase, ki je aktivna med vadbo, zato za večji odziv izberemo vaje kjer so vključene večje mišične skupine. Na splošno pa prihaja do uravnavanja sinteze beljakovin, ki so ključne za mišično rast. Ključen dejavnik v procesu adaptacije je tudi učinek testosterona. Ta je okrepljen s povečano sintezo beljakovin in zmanjšano razgradnjo le teh, ter s sproščanjem ostalih anabolnih hormonov, kot je rastni hormon (Crewther, Keogh, Cronin in Cook, 2009). Izločanje količine testosterona je neposredno odvisna od intenzivnosti vadbe in prav pri ekscentrični vadbi je dvig testosterona okrepljen, saj govorimo o visoko intenzivni vadbi. K adaptacijam pa pripomore tudi povečano izločanje ravnega hormona tako tekom anabolnih kot katabolnih procesov. Povečanje količine ravnega hormona lahko poveča interakcijo med mišičnimi receptorji ter omogoča okrevanje mišičnih vlaken in prav tako kot testosteron stimulira hipertrofičen odziv (Ojasto in Hakkinen, 2009).

2.1.3. Metabolične adaptacije

Sile in raztezanja privedejo do mišične ishemije, ki lahko vodi do metaboličnih prilagoditev v skeletnih mišicah. Med ekscentričnimi kontrakcijami se razvijajo pasivne mišične napetosti zaradi mišičnih elementov kot sta kolagen in zunajcelični matriks, ki lahko prispevata k povečanju kislega okolja. Tako okolje lahko prispeva k povečanju degradacije mišičnih vlaken in delovanja simpatičnega živčevja, kar povzroči adaptiven hipertrofičen odziv.

2.1.4. Živčne adaptacije

Boljša aktivacija in boljša mišična koordinacija pri raznih gibalnih vzorcih pripomoreta k športnikovi sposobnosti ustvariti večjo silo v želenem gibanju. Izboljšanje teh dveh je odvisno od živčnih adaptacij na vadbo, ki so definirane kot spremembe znotraj živčnega sistema. Ekscentrična kontrakcija naj bi v primerjavi s koncentrično potrebovala drugačne aktivacijske vzorce centralnega živčnega sistema kot pri principu velikosti motoričnih enot. Meritve so pokazale višjo možgansko dejavnost kot pri koncentričnem krčenju (Fang, Siemionow, Sahgal, Xiong in Yue, 2001), predvsem zaradi drugačnega vključevanja hitrih mišičnih vlaken (Moritani, Muramatsu in Muro, 1987; Fang idr., 2001), modulacije la aferentnega impulza, ki nastane z namenom zmanjšanja refleksa na nateg, subceličnih mišičnih poškodb in večje kompleksnosti gibanja (Romano in Schieppati, 1987). Na mišični ravni je pri ekscentrični kontrakciji za vzdrževanje produkcije neke sile potrebna precej manjša elektromiografska aktivnost, kot pri ostalih vrstah krčenj. To nakazuje na dejstvo, da je za isto produkcijo sile vključeno manjše število motoričnih enot (Vogt in Hoppeler, 2014), pri katerih pa pride do povečevanja frekvence akcijskih potencialov oziroma frekvenčne modulacije (Rich in Cafarelli, 2000).

2.2. Učinki ekscentrične vadbe na gibalne sposobnosti

Gibanje človeka pri športu ali pa samo pri dnevnih opravilih je odvisno od njegovih znanj, značilnosti in sposobnosti. Sposobnosti so naravne danosti človeka, ki so odvisne od nivoja delovanja različnih upravljavskih sistemov v njegovem telesu in predstavljajo zmožnost izkoristka teh potencialov pri doseganju zastavljenih ciljev. Nomotetična delitev gibalnih sposobnosti (delitev glede na splošne naravne zakone), ki temelji na objektivnih rezultatih, dobljenimi s preverjenimi merskimi inštrumenti, ki so bili uporabljeni na velikem številu ljudi. Po tej delitvi obstaja šest primarnih gibalnih sposobnosti (Pistotnik, 1999):

- moč
- hitrost
- gibljivost
- preciznost
- koordinacija
- ravnotežje

V nadaljevanju so predstavljeni učinki na tiste gibalne sposobnosti, ki so potrjene s strani raziskav. Učinki ekscentrične vadbe na nekatere sposobnosti kot so ravnotežje, preciznost in koordinacijo niso raziskani oziroma pri pisanju diplomskega dela ni bilo najdene ustrezne literature.

2.2.1. Moč

Moč je sposobnost izkoriščanja in porabe mišic za premagovanje različnih vrst odpora in bremen. Glede na silovitost moč delimo na (Ušaj, 1996):

- maksimalna (največja) moč je tista vrsta moči, ki se kaže kot premagovanje največjih bremen in obremenitev ali v delovanju z največjo silo,
- hitra ali eksplozivna moč se kaže kot premagovanje bremen in obremenitev s kar največjim pospeškom,
- vzdržljivost v moči se kaže kot dalj časa trajajoče premagovanje bremen in obremenitev.

Maksimalna moč

Splošno je sprejeto, da ekscentrična vadba vpliva na povečanje moči, ne glede na to ali je merjena v koncentričnih ali ekscentričnih pogojih (Vogt in Hoppeler, 2014). To dejstvo podpira tudi veliko število raziskav, ki so bile opravljene teko na netreniranih osebah, kot tudi na vrhunskih športnikih. Na netreniranih osebah je temeljila raziskava (Guilhem, Cornu in Guevel, 2010), pri kateri je bilo poleg tega, da je ekscentrična vadba učinkovitejša v prirastku moči od koncentrične, ugotovljeno tudi, da je vadba v izotoničnih pogojih veliko

bolj učinkovita za povečanje moči kot v izokinetičnih pogojih. Učinki so bili v izotoničnih pogojih kar dvakrat večji, kljub temu da je bil volumen treninga v izokinetičnih pogojih dvakrat večji. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Lastayo, Pierotti, Pifer, Hoppeler in Lindstedt (2000). Ker se netrenirane osebe drugače odzivajo na vadbo kot trenirane je pomembno vedeti ali se učinki pojavljajo tudi pri treniranih oziroma vrhunskih športnikih.

Mjolsnes, Arnason, Osthagen, Raastad, in Bahr (2004) so pri dobro treniranih nogometaših ugotovili povečanje maksimalne moči po ekscentrični vadbi. Poudariti pa je potrebno, da je bil napredek precej manjši kot pri ugotovitvah z netreniranimi osebami. V drugi študiji (Friedmann idr., 2010), ki je zajemala športnike različnih panog oziroma športnih iger, pa pri dveh režimih treninga (ena skupina ekscentrično, druga koncentrično) ni bilo razlik med skupinama. Obe sta enako izboljšali svojo maksimalno moč. To, da oba načina vadbe doprineseta k enakem dvigu maksimalne moči so na vzorcu smučarjev odkrili tudi Gross, Luthy, Kroell, Muller, Hoppeler in Vogt (2010). Drugačne učinke na vzorcu smučarjev sta zaznala Vogt in Hoppeler (2014), kjer so poleg klasičnega treninga z utežmi izvajali tudi ekscentrične vaje. Prirastek maksimalne moči je bil večji kot v prejšnjih sezonah v istem obdobju treniranja vendar brez dodatnih ekscentričnih vaj.

Eksplozivna moč

Poleg vpliva na maksimalno moč ima ekscentrična vadba izrazite učinke tudi v izboljšani eksplozivni moči. Elmer, Hahn, McAllister, Leong in Martin (2012) so prišli do ugotovitev, da po ekscentrični vadbi prihaja do izboljšanja višine pri skoku iz počepa. Tega napredka ni bilo pri skupini, ki je trenirala na koncentrični način. Sheppard idr. (2008) so v raziskavi, kjer so odbojkarice izvajale skoke z nasprotnim gibanjem z dodatnim bremenom (eksperimentalna skupina, je uporabljala dodatna bremena v ekscentrični fazi, kontrolna skupina pa je izvajala brez dodatnih bremen) ugotovil izboljšanje eksplozivne moči za 11%. To se je odražalo v izboljšanju višine skoka, medtem, ko napredka v kontrolni skupini ni bilo. Do ugotovitev, da ekscentrična vadba izboljša višino skoka so prišli tudi Cook, Beaven in Kilduff (2013) in Lindstedt idr. (2001).

Gross idr. (2010) so na treniranih smučarjih ugotovili, da oba načina doprineseta enak napredek v maksimalni moči. Hkrati pa so testirali tudi njihov napredek v eksplozivni moči. Le ta pa se je kljub izboljšanju maksimalne moči v obeh skupinah, pojavila samo v tisti, ki je vadila z ekscentrično vadbo. Izboljšanje eksplozivne moči se je kazalo v skoku z nasprotnim gibanjem, kjer je bil napredek v višini 7,9%. Te ugotovitve nakazujejo na izrazit vpliv ekscentrične vadbe na eksplozivno moč, ki pa ga pri koncentrični vadbi ne zaznamo. To je verjetno posledica izboljšanje mišične togosti, izkoriščanja elastične energije mišice, znotrajmišične in medmišične koordinacije (Lindstedt idr., 2001).

2.2.2. Hitrost

Hitrost je sposobnost za izvedbo gibanja z največjo frekvenco ali v najkrajšem možnem času (Pistotnik, 1999). Neposrednega učinka ekscentrične vadbe na maksimalno hitrost gibanja Cook idr. (2013) v raziskavi niso odkrili. V njej so primerjali učinke različnih 3 tedenskih vadb. Pri ekscentrični vadbi, kljub največjem prirastku moči oziroma sile pri testih potiska s prsi, počepa in skoka z nasprotnim gibanjem, ni prišlo do spremembe maksimalne hitrosti teka. Ugotovili pa so, da ekscentrična vadba skupaj s tekom po klancu navzdol v enako dolgem programu treniranja, izboljša maksimalno hitrost teka. Te ugotovitve nakazujejo pomembnost, da že v samem procesu treniranja zajamemo oba funkcionalna aspekta – silo in hitrost gibanja, kar povzroči izboljšanje izkoristka moči za višjo hitrost gibanja.

2.2.3. Gibljivost

Gibljivost je sposobnost doseganja maksimalnih amplitud giba v posameznem sklepu ali sklepnem sistemu (Pistotnik, 1999). Ekscentrično vadbo navadno ne uporabljamo kot metodo za izboljšanje gibljivosti, saj le to razvijamo s statičnim, dinamičnim raztezanjem ali z različnimi oblikami PNF (proprioceptivna nevromišična fascilitacija) raztezanj. Ekscentrična vadba kot vadba za izboljšanje gibljivosti je bila prvič raziskana šele leta 2004, pri kateri pa je bilo ugotovljeno, da izbran protokol ekscentričnih vaj izboljša gibljivost iztegovalk kolka v enaki meri kot statično raztezanje (Nelson in Bandy, 2004). To tematiko so raziskali tudi O'Sullivan, McAuliffe in DeBurca (2012), ki so na podlagi različnih študij ugotovili, da ekscentrična vadba izboljša gibljivost spodnjih okončin. Na podlagi teh ugotovitev lahko sklepamo, da je ekscentrična vadba lahko učinkovita oblika vadbe za izboljšanje gibljivosti ob primerno dozirani količini. Ta metoda torej lahko omogoča hkratno vadbo za moč in gibljivost, ker pomeni racionalizacijo trenažnega procesa.

2.3. Pomen ekscentrične vadbe v košarki

Košarka kot poli-strukturna športna igra od športnika zahteva osnovno in specifično kondicijsko pripravo. Ker tekom igre prihaja do velikega števila hitrih tekov, skokov, poskokov in ostalih specifičnih gibanj z žogo in brez nje, so obremenitve na telo lahko zelo velike. Poleg tega uspešnost košarkarja pogojujejo tudi njegove gibalne sposobnosti. Za razvoj le teh je zaradi natrpanega urnika klubskih ter reprezentančnih košarkarskih treningov in tekom pogosto zelo malo časa. V praksi se na izboljšanju gibalnih sposobnosti pogosto dela le v obdobju med sezonama, pripravljalnem obdobju, ki skupaj traja od 2-3 mesece in v prehodnih obdobjih med sezono. Tekom sezone pa je glavni cilj sposobnosti le vzdrževati. Ekscentrično vadbo lahko umestimo v trening v vseh omenjenih obdobjih, saj privede do fizioloških adaptacij, ki lahko povzročijo izrazito izboljšanje športnikov sposobnosti, hkrati pa ima tovrstna vadba zelo nizko metabolično porabo. To je pomembno, saj so že tehnično-taktični treningi lahko zelo zahtevni. Vadba ima zelo nizek volumen, vendar izrazito visoko intenzivnost. Pri tem se uporabljajo bremena, ki so submaksimalna, maksimalna ali celo supramaksimalna. Za izvajanje ekscentrične vadbe, ki izboljša gibalne sposobnosti, torej ne potrebujemo veliko časa niti energije. Upoštevati pa je potrebno, da je regeneracijski čas precej dolg, tudi do 10 dni. Hkrati lahko pride do zakasnele mišične bolečine in mišične togosti, kar lahko začasno poslabša športnikovo učinkovitost in predstavlja dejavnik tveganja za poškodbe. Zaradi tega je potrebo pravilno dozirati količino in športniku omogočiti zadosti dolgo regeneracijo po sami vadbi. Zaradi visoke intenzivnosti in velikosti bremen je priporočljivo, da se ekscentrična vadba z namenom razvijanja sposobnosti izvaja na dobro treniranih športnikih. Pri mlajših selekcijah naj bo kondicijska priprava bolj splošna - bazična. Se pa lahko ekscentrična naprezanja uporabljajo z namenom preprečevanja poškodb oziroma njihovi rehabilitaciji. Najpogosteje so to poškodbe mišic, kit ter sklepov. Mehanizmi tovrstnih poškodb so velikokrat povezani s preveliko silo prav med ekscentričnimi deli gibanja, pa naj gre to za ponavljajoče obremenitve oziroma enkratno preobremenitev. To, da ekscentrično krčenje povzroča poškodbe hkrati pa jo vadba z isto vrsto krčenja preprečuje in pomaga v procesu rehabilitacije, se sliši nasprotujoče, vendar literatura nakazuje, da je tovrstna metoda najprimernejša za preprečevanje in rehabilitacijo in preventivo najpogostejših poškodb, ki so povezane z mišicami in kitami (Lorenz in Reiman, 2011). Zaradi specifičnosti ekscentrične vadbe je potrebna individualizacija progama ter spremljanje športnika med samim procesom treniranja in smiselna uvrstitev vadbenih enot med ostale košarkarske treninge.

2.4. Smernice za vključevanje ekscentrične vadbe v trenažni proces

Pri načrtovanju ekscentrične vadbe in vključevanju v trenažni proces se je potrebno zavedati njenih potreb in učinkov različnih metod ter posameznih vaj. Uporablja se kot dodaten dražljaj k trenažnem procesu in pogostokrat pomaga pri premagovanju platoja, ki ga športnik doseže z rednim treniranjem. Zaradi bremen, ki so lahko večja kot jih je športnik sposoben dvigniti in posebnih zahtev za izvedbo ekscentrične vadbe, je pri treningu potrebno zagotoviti ustrezno pomoč (trener ali prilagojene naprave oziroma stojala z varovali).

Kot pri vsaki vrsti vadbe, je tudi pri ekscentrični potrebno progresivno stopnjevanje obremenitve. Na začetku je priporočljivo uporabljati lažja bremena (60-90% 1RM) in tekom trenažnega procesa prehajati tudi do supramaksimalnih bremen (100-130% 1RM). Pri tej vadbi je poseben poudarek na tempu oziroma dolžini trajanja ekscentrične faze. Le ta mora trajati vsaj 2 sekundi, kar omogoča kontroliran spust bremena. Če spust traja manj, lahko pride do poškodb. To ustvarja potrebo po pravilni določitvi števila ponovitev, saj ne sme prihajati do ekscentrične mišične odpovedi, ki privede do nekontroliranega spusta oziroma prostega pada bremena. Število ponovitev je odvisno od treniranosti športnika in same metode ekscentrične vadbe. Praviloma pa je to število zelo nizko – od 1 do 8 ponovitev. Ker je ekscentrična vadba zelo zahtevna za živčni sistem, je med samimi serijami potrebno izvesti odmor, ki omogoča regeneracijo živčnega sistema.

Velike obremenitve, še posebej v ekscentričnem režimu delovanja, lahko privedejo do zakasnjene mišične bolečine oziroma DOMS-a, ki je veliko bolj izrazit kot pri tradicionalnih metodah treniranja. Do DOMS-a pride zaradi mikro mišičnih poškodb in vnetnega odziva na te poškodbe, ki nastanejo med samo vadbo. Podaljševane mišice povzroči raztezanje sarkomer. Ko je stresni prag prekoračen, lahko pride do preloma oziroma »pop-a« sarkomer (Enoka, 1996). Poleg tega ekscentrična kontrakcija vključuje manjše število motoričnih enot za produkcijo neke sile in posledično prihaja do večje obremenitve aktivnih motoričnih enot. To lahko povzroči motenje vezivnega tkiva, ki obkroža mišice (sarkoplazemskega retikuluma in miofibrilarnih struktur), kar poznamo pod izrazom mikro mišične poškodbe (Warren, Hayes, Lowe in Armstrong, 1993). Odziv na mikro poškodbe je tudi akutno vnetje. Ko je odkrita poškodba celice, neurotrofili migrirajo na območje te mikro poškodbe. Poškodovana vlakna sprostijo različne prenašalce, ki privlačijo makrofage in limfocite na stran poškodbe. Makrofagi izločijo celične ostanke in poskušajo ohraniti strukturo vlakna. Hkrati pa producirajo citokin, ki aktivira mioblaste, makrofage in limfocite. Ta odziv povzroči sporščanje različnih rastnih faktorjev, ki regulirajo razmnoževanje in diferenciacijo satelitskih celic (Schoenfeld, 2010). Satelitske celice okrepijo stara ali tvorijo popolnoma nova mišična vlakna, ta pa tako postanejo močnejša in bolj vzdržljiva.

Celoten proces DOMS-a je precej kompleksen, zato je potrebno nekaj časa, da vse reakcije stečejo. Vnetje in oteklina dosežeta svoj vrh po 24–48-ih urah od opravljanja vadbe, ki je povzročila DOMS. Zato je potrebno med samimi vadbenimi enotami za isto mišično skupino izvesti odmor dolg tudi do 10 dni, odvisno od tega kako močni so simptomi DOMS (vnetje, rigidnost, zmanjšanja zmogljivost produkcije sile in povečana raven encima kreatin kinaze). Če sta frekvenca in intenzivnost vadbe prevelika in ne dovoljujeta mišicam

regeneracije ter adaptacij, te mišične poškodbe lahko trajajo dolgo časa in omejujejo športnikovo zmogljivost (de Souza-Teixeira in de Paz, 2012).

Kot kaže je edini način za preprečevanje ali zmanjševanje vnetnega odziva, ki ga povzroča DOMS, ekscentrična stimulacija mišic teden ali več pred glavnim ekscentričnim treningom (Pettitt, Symons, Eisenman, Taylor in White, 2005). Zmanjšan odziv zakasnjene mišične bolečine na ekscentričen trening po predhodnem izpostavljanju ekscentričnemu naprezanju imenujemo progresivna adaptacija na ekscentrično vadbo ali »REPEATED BOUT EFFECT«. Učinek na predhodno izpostavljenost ekscentričnim kontrakcijam (od parih dni pa vse do šest mesecev) je kot rečeno zmanjšanje DOMS-a, zmanjšanje izločanja kreatin kinaze (ki je kazalec mišičnih poškodb), povečana regeneracija, boljša gibljivosti in hitrejša regeneracija moči (Pettitt idr., 2005). Izvajanje 2., 6. ali 10. maksimalnih ekscentričnih kontrakcij dokazano zagotavlja zaščitni učinek, ki traja več tednov, za poznejši trening z 24 do 50. ponovitvami maksimalnih ekscentričnih kontrakcij (McHugh, 2003). Kaj natančno povzroča zaščitni učinek progresivne adaptacije na ekscentrično vadbo še ni dokončno potrjeno, so pa teorije, ki nakazujejo na prispevek k adaptacijam v nevralnem dražljaju mišice, vezivnega tkiva v mišici in celic, predvsem na nivoju sarkomer (McHugh, 2003).

Ob dejstvu, da po učinku progresivne adaptacije na ekscentrično vadbo ne prihaja do tako velikega DOMS-a, lahko ekscentrično vadbo lažje umestimo v trenažni proces košarkarjev. Poveča se lahko količina ekscentričnih treningov, kar posledično poveča tudi odziv in adaptacije. Ob tem pa ne prihaja do zmanjšanja športnikove trenutne zmogljivosti. Zato se lahko ekscentrično vadbo izvaja v predsezoni in med samo sezono, kot dodatek k obstoječi vadbi. Glede na cilje se lahko izvajajo različne metode, ki uporabljajo različna bremena oziroma hitrosti gibanja. Nekatere, posebej v procesu rehabilitacije, uporabljamo lahka bremena, vaje pa izvajamo dolgo časa in bolj pogosto, saj je to potrebno, da pride do želenih adaptacij. Pri metodah, kjer gre za velike obremenitve s supramaksimalnimi bremenimi, je količino ekscentrične vadbe vseeno potrebno omejiti. Priporočljivo je izvajanje le 3-4 krat letno po dva tedna. V teh dveh tednih se naredi od 2-3 vadbene enote za določeno mišično skupino.

2.5. Metode ekscentrične vadbe

2.5.1. Supramaksimalna ekscentrika

Pri tovrstni metodi se izvaja izključno ekscentrični del vaje. Za izvedbo zato potrebujemo pomoč trenerjev ali soigralcev, ki opravijo koncentričen del dviga ali varovala na katere lahko breme odložimo po ekscentričnem delu. Za to metodo uporabljamo bremena med 110 in 130% 1RM (mejne teže). Tekom celotnega ekscentričnega dela je potrebno ustvarjati maksimalen odpor in poskušati zadrževati breme, ki pa se bo ob pravilnem doziranju kljub temu pomikalo navzdol. Če je breme premajhno, ga lahko zadržimo v katerem koli delu spusta. Kadar je breme preveliko, pa je spust nekontroliran in ne prihaja do učinkov, pride lahko celo do poškodb. O nekontroliranem spustu govorimo kadar le ta traja manj kot 2 sekundi (Kravitz in Bubbico, 2015).

Od velikosti bremena je odvisno kako dolga je lahko ekscentrična faza. Pri bremenih od 110-115% 1RM naj bi trajala 10 sekund, pri 115-120% 1RM 8 sekund, 120-125% 1RM 6 sekund in 4 sekunde pri bremenih od 125 do 130% 1RM. Pri tej metodi se izvaja v vsaki seriji samo eno ponovitev, v vadbeni enoti pa lahko naredimo od 3 do 10 serij. Ker ima ta vrsta vadbe izredno visoke obremenitve na živčni sistem, je potrebno izvajati dolge intervale počitka, ki omogočajo celotno regeneracijo (Kravitz in Bubbico, 2015).

2.5.2. Ekscentrični zaključki

Pri metodi z ekscentričnim zaključkom obvezno potrebujemo pomoč trenerja ali soigralca. Pri vadbi, ki vključuje ekscentrično in koncentrično fazo, izvajamo ponovitve do odpovedi, kar pomeni, da bremena ne uspemo več dvigniti. Nato trener pomaga dvigniti breme, športnik pa ekscentrični del izvede sam. To ponavlja dokler je še sposoben kontrolirano izvesti celoten spust, torej mora spust trajati vsaj 2 sekundi. S tem privedemo do koncentrične in ekscentrične mišične odpovedi, kar predstavlja velik dražljaj.

2.5.3. Počasne ekscentrične ponovitve

Za izvajanje počasnih ekscentričnih ponovitev ne potrebujemo pomoči. Je najbolj varna med vsemi metodami z ekscentričnimi naprežanji, saj se uporabljajo srednje težka bremena (od 60 do 85% 1RM), ki omogočajo športniku popoln nadzor med izvedbo. Cilj te metode je čim dlje spuščati breme, torej izvajati dolgo ekscentrično fazo, ki ohranja mišico aktivno tekom celotnega obsega gibanja. Od velikosti bremen je odvisno število ponovitev in dolžina ekscentrične faze spusta. Pri 60% bremenu 1 RM naj bi bil spust dolg tudi do 14 sekund. Čas spusta se skrajša za 2 sekundi za vsakih 5% dodane teže 1RM-a. Pri 85% 1RM-a posledično spust traja le še 4 sekunde. Število ponovitev na serijo je nizko, od 1-3, odvisno od velikosti bremena (Kravitz in Bubbico, 2015).

2.5.4. Poudarjena ekscentrika

Pri tej metodi izvajamo ekscentričen del giba oziroma spust le z eno roko ali nogo, koncentričen del oziroma dvig pa izvedemo z obema rokama ali nogama. Ker je ta metoda enostavna in se pogosto uporablja je doziranje odvisno od namena. Lahko se izvaja le z lastno težo, posebno v rehabilitacijske namene, lahko pa se uporablja tudi bremena. Velikosti le tega je zopet odvisna od namena in pripravljenosti. Prav tako različna so tudi števila ponovitev in število serij. Ta metoda se pogosto uporablja v rehabilitacijske namene, kjer se izvaja tudi do 15 ponovitev na serijo. Zato je volumen treninga lahko precej večji kot pri ostalih metodah (Kravitz in Bubbico, 2015).

2.6. Sklop ekscentričnih vaj primernih za košarkarje

- GLOBINSKI SPUST V IZPADNI KORAK



Slika 1. Globinski spust v izpadni korak

Začetni položaj: Stoja razkoračno na dvignjeni površini z rokami v boku

Izvedba: Iz dvignjene površine sestopimo tako, da naredimo dolg korak naprej in pristanem na tla v izpadni korak.

- SPUST V ČEP Z ELASTIKO Z ELASTIKO



Slika 2. Spust v čep z elastiko

Začetni položaj: Stoja razkoračno; priročenje, elastika vpeta pod nogami in okoli vratu.

Izvedba: Iz začetnega položaja se spustimo v čep in zadržimo položaj. Nato se dvignemo v začetni položaj.

- **GLOBINNSKI SPUST V ČEP**



Slika 3. Globinski spust v čep

Začetni položaj: Stoja razkoračno na klopici; priročenje.

Izvedba: Iz začetnega položaja sestopimo s klopi in pademo v čep ter zadržimo položaj.

- **POČEP Z UTEŽJO**



Slika 4. Počep z utežjo

Začetni položaj: Ozka stoja razkoračno, priročenje pokrčeno, prjem za utež.

Izvedba: Počep.

Metoda: Ekscentrični zaključki, Počasne ekscentrične ponovitve.

- **SPREDNJI POČEP S SUPRAMAKSIMALNIM BREMENOM**



Slika 5. Sprednji počep s supramaksimalnim bremenom

Začetni položaj: Ozka stoja razkoračno, Predročenje pokrčeno; drog leži na ramenih pred vratom z nadprijemom.

Izvedba: Počep do točke kjer z drogom pridemo do varoval. Tam breme odložimo.

Metoda: Supramaksimalna ekscetrika.

- **ENONOŽNI SPUST NA PRSTIH**



Slika 6. Enonožni spust na prstih

Začetni položaj: Stoja nožno D/L na robu dvignjene površine, L/D prednoženje pokrčeno; predročenje z oporo na stabילו površin

Izvedba: Počasen in kontroliran spust do končnega položaja dorzifleksije gležnja. Z rokami v opori si pomagamo pri lovljenju ravnotežja.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve, Poudarjena ekscentrika.

- **EKSCENTRIČEN UPOGIB KOLENA Z ELASTIKO NA VELIKI ŽOGI**



Slika 7. Ekscentričen upogib kolena z elastiko na veliki žogi

Začetni položaj: Opора na veliki žogi ležno spredaj, L/D noga skrčno in vpeta z elastiko okoli gležnja.

Izvedba: Kontrolirano popuščamo upor elastiki tako, da prihaja do ekstenzije kolena.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **EKSCENTRIČEN UPOGIB KOLKA Z ELASTIKO**



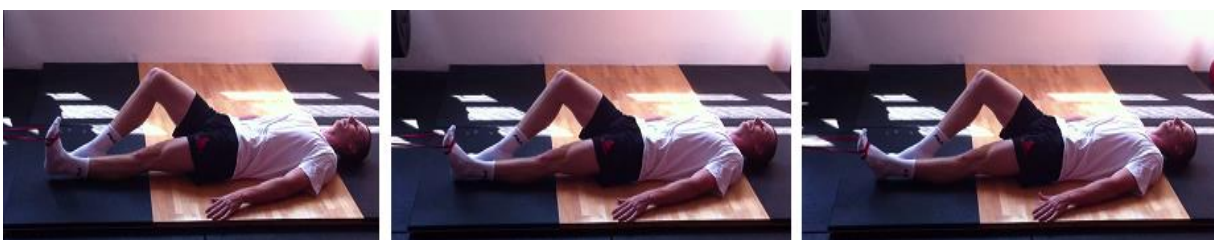
Slika 8. Ekscentričen upogib kolka z elastiko

Začetni položaj: Leža hrbtno, L/D prinoženje, D/L prednoženje skrčno vpeta okoli stegna z elastiko.

Izvedba: Počasi in kontrolirano popuščamo upor elastiki in izvedemo iztegovanje kolka.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **EKSCENTRIČNA DORZIFLEKSIJA Z ELASTIKO**



Slika 9. Ekscentrična dorzifleksija z elastiko

Začetni položaj: Leža hrbtno, ena prednožno pokrčeno dol, druga noga iztegnjena in okoli stopala v dorzifleksiji vpeta v elastiko; priročenje.

Izvedba: Upiramo se elastiki tako, da počasi in kontrolirano popuščamo upor dokler stopalo ne preide v končni položaj plantarne fleksije.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve

- **SPUST BOKOV**



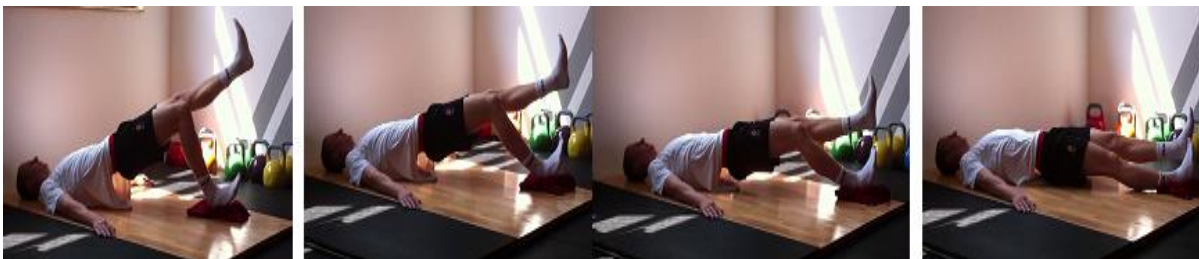
Slika 10. Spust bokov

Začetni položaj: Opora ležno spredaj na podlahteh in nogo v prednoženju na klopi. Druga prinoženje skrčeno in dvignjena v zrak.

Izvedba: Boke počasi in kontrolirano spuščamo proti tlom.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve, Poudarjena ekscentrika.

- **ENONOŽNO IZTEG Z DRSNIKI**



Slika 11. Enonožni izteg z drsniki

Začetni položaj: Leža hrbtno opora na ramenih, prinoženje, L/D skrčno opora z peto na drslik; zaročenje v opri na tleh.

Izvedba: Iztegovanje pokrčene noge, ki je operta na drsnik do skoraj popolne ekstenzije kolena. Druga noge je ves čas iztegnjena in dvignjena v zrak.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve, Poudarjena ekscentrika.

- **SKLEK**



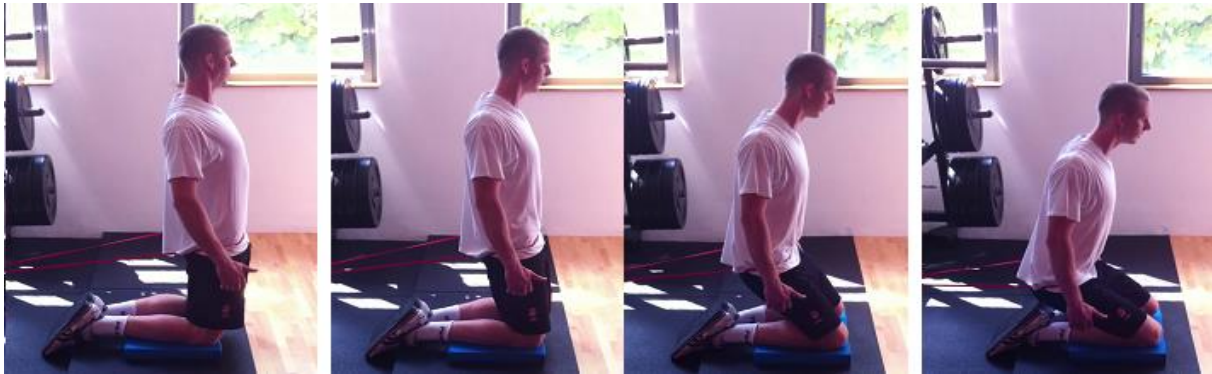
Slika 12. Sklek

Začetni položaj: Opora ležno spredaj; stopala v opri na dvignjeni površini.

Izvedba: Spora do skleka.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **EKSCENTRIČEN IZTEG BOKOV Z ELASTIKO**



Slika 13. Ekscentričen izteg bokov z elastiko

Začetni položaj: Klek, elastika okoli bokov; priročenje.

Izvedba: S popuščanjem upora elastiki s upogibom kolka počasi in kontrolirano zmanjšujemo razdaljo med peto in zadnjico.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **ISTOČASNI SPUST ROKE IN NOGE**



Slika 14. Istočasni spust roke in noge

Začetni položaj: Leža hrbtno; prednoženje skrčno, predročenje.

Izvedba: Sočasno izvedemo izteg L/D noge in spust D/L roke v vzročenje.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **KETTLEBELL ZAMAH S PARTNERJEM**



Slika 15. Kettlebell zamah s partnerjem

Začetni položaj: Ozka stoja razkoračno, z obema rokama z nadprijemom držimo Kettlebell med nogami.

Izvedba: Z upogibom in sledečim iztegom v kolku zamahnemo s kettlebellom, roke so ves čas iztegnjene. Ko je kettlebell v najvišji točki (v višini ramen) ga partner potisne v smeri navzdol.

2.7. Poškodbe pri košarki

Košarkar je zaradi potreb po izvajanju specifičnih gibalnih struktur, kot so sprinti, skoki, spremembe smeri in velikega števila telesnih kontaktov s soigralci in tekmeci izpostavljen velikemu tveganju za poškodbe. Največkrat govorimo o poškodbah mišic in sklepov spodnjih okončin. Najpogostejša poškodba je zvin gležnja, ki predstavlja 31% vseh poškodb. Sledijo ji vnetni odzivi (tendinitisi, tendinopatije) in poškodbe kolenskega sklepa ter nategi zadnje stegenske mišice (Kvaternik, 2005). Do podobnih ugotovitev so v svoji raziskavi prišli tudi Drakos, Domb, Starkey, Challahan in Allen (2010), ki so zapisali da zvini predstavljajo 27,8%, tendinopatije in nategi mišic vsaka 21,8% vseh poškodb pri profesionalnih košarkarjih. Med pogostejšimi so tudi udarci, poškodbe meniskusov in sprednje križne vezi, ki zahtevajo posebej dolgo in zahtevno rehabilitacijo. Ekscentrična vadba se je v rehabilitacijske namene začela uporabljati šele pred leti. Literatura (Lorenz in Reiman, 2011) podpira ekscentrično vadbo predvsem pri rehabilitaciji tendinopatij, mišičnih nategov in poškodb sprednjih križnih vezi.

2.7.1. Ekscentrična vadba v procesu rehabilitacije pogostih košarkarskih poškodb

Ekscentrična vadba v procesu rehabilitacije se razlikuje od klasičnih ekscentričnih metod. Vedno je potrebno premisliti ali naj proces rehabilitacije vključuje le ekscentrične vaje ali kombinirane ekscentrične in koncentrične vaje. Poleg tega je potrebno omejiti stopnjo bolečine med samo vadbo oziroma določiti ali je ta sploh dovoljena, odvisno tudi od vrste poškodbe. Glede na potrebe športnika in njegove poškodbe je potrebno določiti optimalno število ponovitev, praviloma gre za večji volumen in pogostost kot pri običajnih metodah ekscentrične vadbe. V primerih tendinopatij se lahko vadi dva-krat dnevno, medtem ko pri nategih nekajkrat tedensko. Obremenitev lahko reguliramo na različne načine. Lahko dodajamo breme, priporočljivo le do stopnje neugodnega občutka in ne do občutka neznosnih bolečin, saj v nasprotnem primeru lahko pride do ponovitve poškodbe. Obremenitev se regulira tudi s spremembo hitrosti kontrakcij. Hitrejše kot je krčenje, večja je obremenitev na tetive. To je potrebno upoštevati predvsem pri poškodbah tetiv. Z rehabilitacijo, ki vključuje ekscentrična naprezanja nikoli ne smemo pričeti takoj po poškodbi, saj s tem poškodbo še poslabšamo. S pričetek ekscentrični vaj moramo počakati, da poteče začetni vnetni odziv in da se tkiva okrepijo, kar lahko traja nekaj dni.

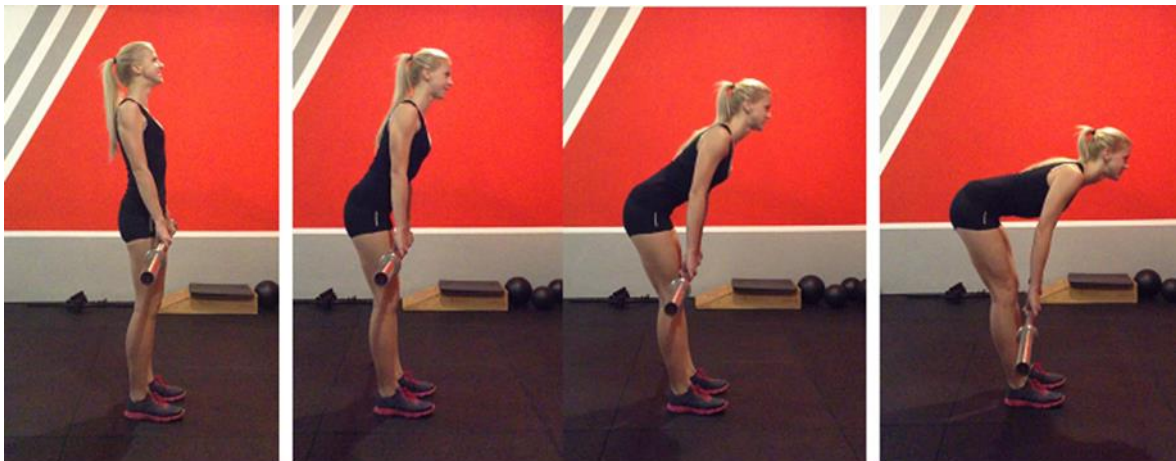
2.7.2. Nateg zadnje stegenske mišice

Nategi zadnjih stegenskih mišic se pojavijo kadar je mišica aktivno podaljšana do večje dolžine kot v mirovanju. Kombinacija zaporednih ekscentričnih krčenj skupaj z aktivno mišično kontrakcijo drugje v mišično-tetivnem kompleksu lahko privede do mehničnega natega, ki povzroči poškodbo. V športnih igrah z žogo se ti nategi najpogosteje pojavljajo med ostrimi in hitrimi spremembami smeri gibanja, pri atletskih disciplinah pa po navadi med tekom v maksimalni hitrosti. Zadnje stegenske mišice so v teh gibanjih v neugodnem položaju, saj so maksimalno raztegnjene zaradi fleksije kolka in ekstenzije kolena (Lorenz in Reiman, 2011). V kar 80% nategov se ta zgodi na mišici biceps femoris. Povprečen čas do vrnitve k športni dejavnosti je 18 dni, lahko pa niha vse od 8 do 25 dni. Možnost za ponovno poškodbo je relativno velika, saj si od 12-31 % oseb to mišico poškoduje večkrat (Lorenz in Reiman, 2011). Poškodba se pogosto pojavlja in ponavlja zaradi slabe gibljivosti, prevelike moči štiriglave stegenske mišice oziroma premajhne moči zadnjih stegenskih mišic ali na kratko porušeno mišično razmerje med upogibalkami in iztegovalkami kolena. Na podlagi različnih raziskav, ki sta jih zbrala in povzela Lorenz in Reiman (2011), lahko trdimo, da je ekscentrično vadbo smiselno umestiti v program preventive in rehabilitacije, saj povzroči povečanje števila serijskih sarkomer. To vpliva na izboljšanje kontraktilnih elementov in posledično funkcionalnost mišice (Brockett, Morgan in Proske, 2001). Lorenz in Reiman (2011) sta povzela rezultate različnih raziskav v katerih so različni športniki izvajali vajo NORDIC HAMSTRING. Rezultati kažejo na izboljšane moči zadnjih stegenskih mišic ter posledično boljše razmerja moči med iztegovalkami in upogibalkami kolena. Ta vaja ima dobre preventivne učinke kar potrjujejo Askling, Karlsson in Thorstensson (2004) v raziskavi, kjer so profesionalni igralci nogometa kot dodatek k rednem programu treniranja 10 tednov izvajali še ekscentrično nordic hamstring vajo. Izvajali so jo 1-2 krat tedensko in ugotovili, da je bilo število poškodb zadnje stegenske mišice v nadaljnjih 10ih mesecih po končanem

protokolu več kot 3 krat nižje od števila poškodb v kontrolni skupini, ki ni izvajala ekscentrične vadbe.

V rehabilitacijske namene je pred ekscentrično vadbo potrebno počakati, da poteče začetno vnetje. Takoj zatem je potrebno predvsem ohranjati gibljivost in preprečiti atrofijo mišic (Schmitt, Tim in McHugh, 2012). To dosegamo s submaksimalnimi izometričnimi kontrakcijami pri različnih kotih fleksije kolena (30, 60 in 90 stopinj fleksije). Izvedba mora biti brez bolečin in priporočljiv začetek same izvedbe je 48 ur po poškodbi, saj je potrebno omogočiti, da brazgotina med mišičnimi vlakni pridobi dovolj veliko moč v izogib nadaljnjemu ločevanju vlaken (Schmitt idr., 2012). Za gibljivost v tej fazi skrbimo z raztezanjem, ki pa mora biti neboleče. Druga faza rehabilitacije vključuje stopnjevanje intenzivnosti in obsega gibanja. Njena cilja sta progresivno pridobivanje moči v celotnem obsegu gibanja in nevro-mišični nadzor v pripravi na športno specifična gibanja. V tej fazi se prvič uporablja tudi koncentrične in ekscentrične kontrakcije. Vse ekscentrične vaje morajo biti izvedene brez bolečine, to lahko dosegamo z omejitvijo obsega gibanja, hitrostjo gibanja in regulacijo velikostjo bremena, ki ga premagujemo. Z uravnavanjem teh dejavnikov obremenitve lahko v smiselni progresiji izvajamo naslednje vaje:

- **SPUST V PREDKLON Z IZTEGNJENIMI KOLENI**



Slika 16. Spust v Predklon z iztegnjenimi koleni

Začetni položaj: Ozka stoja razkoračno, priročenje s prijemom bremena.

Izvedba: Počasen in kontroliran spust v predklon ter vračanje v začetni položaj .

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **IZPADNI KORAK V OPORI**



Slika 17. Izpadni korak v opori z ročkami

Začetni položaj: Stoja nožno z desno ali levo, hrbtno na oporo klopce; zanoženje skrčeno z nasprotno nogo, ki je v opori na klopi ter priročenje.

Izvedba: Počasen in kontroliran spust v počep in nato vzravnavava v začetni položaj.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **PREDKLON Z OPORO NA ENI NOGI**



Slika 18. Predklon z oporo na 1. nogi

Začetni položaj: Stoja nožno z desno ali levo, hrbtno na oporo klopce; zanoženje skrčeno z nasprotno nogo, ki je v opori na klopi. Priročenje na strani opore na klopi in zaročenje skrčno je nasprotni strani.

Izvedba: Počasen in kontroliran predklon, s priročeno roko v smeri stojne noge, ter vračanje v začetni položaj.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **NORDIJSKA KREPITEV ZADNIH STEGENSKIH MIŠIČ Z ELASTIKO**



Slika 19. Nordijska krepitev zadnjih stegenskih mišič z elastiko

Začetni položaj: Opora klečno spredaj, stopala zataknjena med letev; Priročnje pokrčeno z vpeto elastiko pod prsnim košom.

Izvedba: Iz začetnega položaja se nagnemo naprej in počasi spuščamo dokler ne uspemo več zadrževati padca. Takrat se ujamemo na obe roki in se z njima odrinemo v začetni položaj. Tekom celotne izvedbe vzdržujemo trup vzravnano.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

- **NORDIJSKA KREPITEV ZADNIH STEGENSKIH MIŠIČ**



Slika 20. Nordijska krepitev zadnjih stegenskih mišič

Začetni položaj: Opora klečno spredaj, stopala zataknjena med letev; Priročnje pokrčeno.

Izvedba: Iz začetnega položaja se nagnemo naprej in počasi spuščamo dokler ne uspemo več zadrževati padca. Takrat se ujamemo na obe roki in se z njima odrinemo v začetni položaj. Tekom celotne izvedbe vzdržujemo trup vzravnano.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

Ta faza je zaključena, ko športnik pridobi polno moč v celotnem obsegu gibanja v primerjavi z nepoškodovano nogo. V zadnji fazi rehabilitacije pa je poudarek na izvedbi športno specifičnih gibanj z uporabo funkcionalnih gibalnih vzorcev, pliometriji ter ekscentričnih vajah, ki vključujejo naprežanje v skrajnih amplitudah giba:

- **EKSCENTRIČNO UPIRANJE ZADNIH STEGENSKIH MIŠIČ Z ELASTIKO V PODALJŠANEM POLOŽAJU**



Slika 21. Ekscentrično upiranje zadnjih stegenkih mišič z elastiko v podaljšanem položaju

Začetni položaj: Leža hrbtno, ena noga skrčeno, druga prednoženje skrčeno z elastiko okoli gležnja in priloženo skrčeno prijem za stegno.

Izvedba: Z nogo, ki je vpeta v elastiko izvajamo ekscentrično kontrakcijo na ta način, da se upiramo iztegotvanju kolena, ki ga povzroča elastika. Stegno z rokami ves čas držimo v začetnem položaju. Ko pridemo do končnega položaja, kjer nadaljna ekstenzija kolena ni več mogoča, se kontrolirano z koncentrično kontrakcijo vrnemo v začetni položaj.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve

Športnik je na vrnitev k polni športni aktivnosti pripravljen ko pridobi polno pasivno in aktivno gibljivost ter moč tudi v položajih, ko so zadnje stegenke mišice podaljšane (Schmitt idr., 2012).

2.7.3. Patelarna tendinopatija

Patelarna kita je distalna kita štiriglave stegenke mišice, ki se preko pogačice pripenja na sprednjo stran golenice (tibie). Kita omogoča štiriglavi stegenki mišici iztegnitev kolena. Štiriglava stegenke mišica aktivno izteguje koleno med skoki v fazi odriva in izvaja stabilizacijo kolena med pristankom. Pri športnikih, katerih aktivnosti vsebujejo veliko število skokov in hitrih sprememb smeri pride do preobremenitve kite, česar posledica so degenerativne spremembe in mikro poškodbe kite. Tej poškodbi pravimo patelarna tendinopatija ali koleno skakalca. Tako poškodbo moramo razlikovati od patelarnega tendinitisa, ki pomeni vnetje kite. Ime tendinopatija se nanaša bolj na degenerativne spremembe tkiv. Poškodba lahko zgleda zelo blaga in nepomembna zato jo posamezniki velikokrat zanemarjajo ter nadaljujejo z trening. Posebej zaskrbljujoče so ugotovitve, da pri kar 32% košarkarjev pride do patelarne tendinopatije (Lian, Engebretsen in Bahr, 2005). V začetnih fazah se tendinopatije uspešno zdravi konzervativno in sicer s počitkom, tapingom, masažami, raztezanjem in prilagojeno vadbo. Če pa ne ukrepamo pravočasno, lahko poškodba postane kronična in jo je zelo težko rehabilitirati, lahko je potrebna tudi operacija.

V procesu rahlilitacije patelarne tendinopatije se zaradi učinkov na mišični-kitni kompleks pogosto uporablja ekscentrična vadba. Zanimivo je, da pri rehabilitacijskem postopku uporabljamo enake mehahinzme, ki poškodbo tudi povzročijo. Ekscentrična vadba namreč povzroča prilagoditve kite na fizični stres. To se zgodi zaradi hipertrofije kite, ki nastane zaradi povečane fibroblastne aktivnosti in pospešene reakcije kolagena. Prav tako se

znotraj kolagenskih vlaken poveča število tropokolagenskih prečnih povezav. Vlakna kite se nato optimalno poravnajo tako, da učinkoviteje obvladujejo stres, ki se prenese iz mišice na kito (LaStayo, Woolf, Lewek, Snyder-Mackler, Reich in Lindstedt, 2003). Absolutno pa mora biti ta oblika vadbe progresivna. Stopnjevanje je mogoče s povečanjem bremena ali volumna, vendar nikoli obeh hkrati. Določanje obremenitve mora biti prilagojeno stopnji bolečine, ki jo doživlja športnik.

V praksi se najpogosteje uporablja protokol ekscentričnega enonožnega počepa na klančini. Ta program ekscentrične vadbe se izvaja na klančini pod kotom 25°. Program se izvaja 12 tednov, 2 krat dnevno z tremi serijami po 15 ponovitev. Prvih 6 tednov programa so odsvetovane kakršne koli druge aktivnosti, po 6 tednu pa se lahko izvaja le tiste, pri katerih ne prihaja do bolečine. Za izvedbo ni potrebno predhodno ogrevanje. Vaja, ki jo izvajamo je počep na eni nogi na klančini, in sicer ekscentrična faza oziroma spust je izvedena na poškodovani nogi in koncentrična faza na obeh oziroma večjo težo prenesemo na zdravo nogo:

- **ENONOŽNI POČEP NA KLANČINI**



Slika 22. Enonožni počep na klančini

Začetni položaj: Stoja nožno na klančini, druga prednožena pokrčeno; odročanje pokrčeno z oporo na bok.

Izvedba: Iz začetnega položaja počasi in kontrolirano izvedemo počep na eni nogi do kota 90° v kolenu. Nato na klančino postavimo tudi drugi nogo in se iz počepa sonožno dvignemo v stoji sonožno, šele za tem se iz stoji sonožno postavimo v začetni položaj.

Metoda: Poudarjena ekscentrika.

Ob morebitni poškodbi obeh nog, se vaja izvaja na podoben način. Ekscentričen del izvedemo s stoji na obema nogam, pri koncentrični fazi pa večino dviga skušamo opravimo z rokami:

- **POČEP NA KLANČINI**



Slika 23. Počep na klančini z oporo

Začetni položaj: Stoja sonožno na klančini; predročenje pokrčeno gor, opora na elastiki ali vrvi.

Izvedba: Iz začetnega položaja počasi in kontrolirano izvedemo počep do kota 90° v kolenu. Sledi vračanje v začetni položaj, kjer se z rokami potegnemo v stoji tako, da prenesemo čim večji del teže pri dvigu na roke.

Metoda: Počasne ekscentrične ponovitve.

Ekscentrična faza mora biti dolga vsaj 2 sekundi, hkrati pa je potrebno med izvedo trup držati čim bolj navpično. Počep mora biti do 90° fleksije kolena, saj ta skupaj s stoji na klančini pod kotom 25° omogoča maksimalno obremenitev patelarne kite (Jonsson in Alfredson, 2005). Vadbo se lahko izvaja v bolečini in sicer je priporočljivo, da je bolečina v vrednosti 4-5 (0 pomeni brez bolečin, 10 pomeni najhujša doživeta bolečina). Ko je bolečina pojenja in je nižja od vrednosti 3, se lahko poveča obremenitev z dodanim bremenom 5 kilogramov. Če prihaja do večje bolečine je potrebno breme znižati. Ta program ekscentrične vadbe sta v raziskavi uporabila (Jonsson in Alfredson, 2005) in dosegla zadovoljive rezultate rehabilitacije pri 9ih od 10 testirancev. Hkrati pa je bilo 33 mesecev po rehabilitaciji kar 7 od 8 testirancev še vedno zadovoljnih z učinkom vadbe, ki je omogočal normalno športno aktivnost.

Poznamo tudi nekoliko starejši, vendar manj pogost protokol rehabilitacije: program Stanish in Curwin (Stanish, Rubinovich in Curwin, 1986). Vadba zajema 12 tedenski program, ki se prične s splošnim ogrevanjem celega telesa brez vaj, ki vključujejo iztegovalke kolena. Sledi mu statično raztezanje sprednjih in stegenških mišic. Vsako vajo ponovimo od 3 do 5 krat po 30 sekund. Glavni del programa sledi raztezanju in sicer z vajo spust v čep. Pri tej vaji se iz stoji hitro spustimo oziroma pademo v čep, kjer položaj zadržimo in se vrnemo v začetni položaj.

- **SPUST V ČEP**



Slika 24. Spust v čep

Začetni položaj: Stoja razkoračno; priročenje.

Izvedba: Iz začetnega položaja se spustimo v čep in zadržimo položaj (kot 90° v kolenu). Nato se dvignemo v začetni položaj.

Med izvedbo prihaja do neugodja v predelu tetive, predvsem v prehodu iz ekscentrične v koncentrično kontrakcijo. Hitrost spusta stopnjujemo tako, da je vsak teden vadbe prve dva dni spust počasen, ostale dni pa hitrost spusta povečujemo. Ob koncu vsakega tedna se doda breme v velikosti 10% telesne teže. Če prihaja do odpovedi in rahle bolečine med 20. in 30. ponovitvijo, je obremenitev pravšnja. Če prihaja do bolečine že prej, je breme preveliko, če pa do bolečin sploh ne pride, pa je dražljaj premajhen in je potrebno povečati obremenitev. V vsaki vadbeni enoti naredimo 3 serije z 10. ponovitvami. Glavnem delu zopet sledi statično raztezanje ter hlajenje kite oziroma bolečega območja z ledom od 5 do 10 minut. Ta program so Stanish idr. (1986) uporabili na 200 testirancih s kroničnim patelarnim tendinitisom. Rezultati so pokazali da je, 16 mesecev po končanem programu 44% testirancev doseglo popolno funkcijo brez bolečin, 43% so imeli zmanjšanje simptomov, vendar so še vedno čutili rahlo bolečino po športnih aktivnostih, pri 9% testirancev pa razlike na začetno stanje ni bilo.

2.7.4. Rekonstrukcija sprednje križne vezi

Najpogostejša poškodba ligamentov pri košarki in poškodba kolenskega sklepa na sploh je poškodba prednjih križnih ligamentov (ACL). Največkrat se hkrati poškodujejo še medialne in lateralne strukture kolena. Do poškodbe pride zaradi delovanja zunanje sile (udarec v koleno z zunanje smeri) ob skoraj povsem iztegnjenem kolenu ali pa pri zasuku kolena navzven ali navznoter ob skoraj povsem iztegnjenem kolenu, ko je stopalo na tleh (Dervišević in Hadžić, 2005). Pri košarki, kjer so prisotne hitre spremembe smeri, nenadna zaustavljanja, doskoki in telesni kontakti, je sprednja križna vez zelo ogrožena. Prva pomoč je tako imenovana RICE terapija.

Poškodba prednje križne vezi je pogosta in resna poškodba kolena, posledica katere so lahko omejena gibljivost, degenerativne spremembe kolenskega sklepa in mišična atrofija (Lorenz in Reiman, 2011). Povrnitev mišičnega volumna in moči po operaciji sprednje križne vezi ostaja glavni izziv rehabilitacije, saj se je prav to izkazalo za najtežji del. Načini, ki lahko varno in učinkovito obremenijo mišico v zgodnjih fazah so potrebni za zmanjšanje atrofije in izgube moči. Dva tedna sta potrebna za popolno zacelitev operativnih ran in v tem času po operaciji je glavni cilj rehabilitacije pridobiti gibljivost v kolenskem sklepu od popolne iztegnitve do fleksije 90°. To dosežemo s pasivnim raztezanjem. Temu sledijo vsebine za povečanje moči. Apliciranje progresivne ekscentrične vadbe, je učinkovit in varen način, ki dokazano izboljša tako volumen mišice kot povečanje moči po rekonstrukciji sprednje križne vezi (Garber, Marcus, Diddle, Greis in LaStayo, 2009). Zaradi kompleksnosti poškodbe je v procesu rehabilitacije potrebno uporabljati različne oblike vadbe in jih smiselno stopnjevati glede na to kako velike sile povzročajo na mišične in sklepne strukture. Je pa priporočljivo vstaviti ekscentrično vadbo k standardni rehabilitacijski vadbi po 3 tednu od operacije, saj izboljša moč in velikost mišic v večji meri kot ostale vrste vadb (Friedmann idr. 2004). Vaje, ki se izvajajo naj bodo funkcionalne in prilagojene fazi rehabilitacije. Pozornost v naslednjih 9. tednih je potrebno usmeriti predvsem na krepitev vseh oslabljenih mišičnih skupin in na to kolikšno obremenitev vaje povzročajo na sprednjo križno vez. To lahko reguliramo s kotom v kolenu in sicer večji kot je kot, manjša je obremenitev na vezi, vendar v tej fazi nikoli več kot 90° fleksije kolena. V nadaljnjem procesu pa vaje lahko izvajamo v polnem obsegu gibanja. Ekscentrična vadba je lahko z različnimi metodami prisotna tekom celotnega procesa rehabilitacije. Ekscentrične vaje in metode, ki se jih izvaja so lahko povsem običajne, vse dokler ustrezajo fazi rehabilitacije in sposobnostim športnika.

3. SKLEP

Gibalne sposobnosti lahko neposredno vplivajo na košarkarsko učinkovitost in zato od košarkarja želimo dobro kondicijsko pripravljenost tekom celotne sezone. Ekscentrična vadba bi lahko zasedla pomemben položaj v košarkarjevem trenažnem procesu. Zaradi njenih učinkov na izboljšanje različnih tipov moči, še posegaj pri eksplozivni moči (Gross idr., 2010), kjer do napredka pri nekaterih drugih metodah ne prihaja in specifičnih zahtev košarkarske igre, ki vključujejo veliko število eksplozivnih gibanj, kot so sprinti, spremembe smeri in poskoki je veliko bolj smiselna uporaba ekscentrične vadbe kot katerih drugih oblik vadbe. Hkrati omogoča tudi izboljšanje gibljivosti (Nelson in Bandy, 2004) in potencialno tudi hitrosti (Cook idr., 2013).

Ekscentrična vadba nam omogoča impresivne adaptacije na različnih nivojih delovanja (metabolične, histokemične, metabolne in živčne adaptacije) kar pomeni vzdrževanje oziroma razvijanje gibalnih sposobnosti in to z nizkim volumnom vadbe. Kljub omenjenim prednostim, se je potrebno zavedati, da ta način treniranja od športnika že zahteva osnovno pripravljenost, zato manj primerna oblika za mlajše kategorije in pravilno izvedbo vaj. Kljub nizki metabloni zahtevnosti tovrstna vadba lahko povzroča precejšno količino mikro mišičnih poškodb, kar lahko začasno zmanjša športnikov zmogljivost oziroma onemogoči normalo treniranje. Zato je potrebno poznati pravilno izvedbo različnih metod, pravilno določiti odmor za regeneracijo in vadbena enota pravilno umestiti v trenažni proces. Izbor vaj, ki uporabljajo ekscentričen režim delovanja je širok in je odvisen od potrebe oziroma cilja, od tega je odvisna tudi metoda ekscentrične vadbe.

Poleg učinkov na izboljšanje gibalnih sposobnosti so jasni tudi učinki ekscentrične vadbe pri preprečevanju in rehabilitaciji poškodb. V sodobni košarki, športniki utrpijo veliko število poškodb (Kvaternik, 2005). Predvsem natege in tendinopatije, ki predstavljajo velik del vseh poškodb, bi lahko preprečili z ustreznimi ekscentričnimi vajami oziroma vključevanjem le teh v trenažni proces. Prav tako uporabna je tudi v procesu rehabilitacije, kjer je zaradi svojih učinkov pogosto bolj učinkovita in hitrejša oblika vadbe kot ostale (Lorenz in Reiman, 2011).

4. VIRI

- Abbott, B. C., Bigland, B. in Ritchie, J. M. (1952). The physiological cost of negative work. *The journal of physiology*, 117(3), 380-390.
- Asking, C., Karlsson, J. in Thorstensson, A. (2004). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244-250.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R. in Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptations in human quadriceps muscles. *Journal of Applied Physiology*, 103(5), 1565-1575.
- Brittenham, D. (1996). *Complete conditioning for basketball*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brockett, C. L., Morgan, D. L. in Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(5), 783-90.
- Coffey, V. G. in Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*, 37(9), 737-763.
- Cook, C. J., Beaven, C. M. in Kilduff, L. P. (2013). Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 27(5), 1280-1286.
- Cope, T. C. in Pinter, M. J. (1995). The size principle: still working after all these years. *Physiology*, 10(6), 280-286.
- Crewther, B., Keogh, J., Cronin, J. in Cook, C. (2009). Possible stimuli for strength and power adaptation: acute hormonal responses. *Sports Medicine*, 23(1), 62-71.
- de Souza-Teixeira, F. in de Paz, J. A. (2012). Eccentric resistance training and muscle hypertrophy. *Journal of sports medicine and doping studies*, S1(0).
- Dervišević, E. in Hadžić, V. (2005). Biomehanika kolena po poškodbi in rekonstrukciji sprednje križne vezi. *Šport*, 53(2), 16-24.
- Dežman, B. in Erčulj, F. (2000). *Kondicijska priprava v košarki*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Drakos, M. C., Domb, B., Starkey, C., Challahan, L. in Allen, A. A. (2010). Injury in the National Basketball Association. *Sports Health*, 2(4), 284-290.
- Elmer, S., Hahn, S., McAllister, P., Leong, C. in Martin, J. (2012). Improvements in multi-joint leg function following chronic eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 22(5), 653-661.
- Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of applied physiology*, 81(6), 2339-2346.
- Fang, Y., Siemionow, V., Sahgal, V., Xiong, F. in Yue, G. H. (2001). Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 86(4), 1764-1772.

- Friedmann, B. B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D. in drugi. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European journal of applied physiology*, 108(4), 821-836.
- Friedmann, B., Kinscherf, R., Vorwald, S., Muller, H., Kucera, K., Borisch, S. in drugi. (2004). Muscular adaptations to computer-guided strength training with eccentric overload. *Acta Physiologica Scandinavica*, 182(1), 77-88.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663-679.
- Garber, J. P., Marcus, R. L., Diddle, P. E., Greis, P. E. in LaStayo, P. C. (2009). Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of randomized clinical trial. *Journal of the american physical therapy association*, 89(1), 51-59.
- Gross, M., Luthy, F., Kroell, J., Muller, E., Hoppeler, H. in Vogt, M. (2010). Effects of eccentric cycle ergometry in alpine skiers. *Int J Sports Med*, 31(8), 572-576.
- Guilhem, G., Cornu, C. in Guevel, A. (2010). Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(5), 319-341.
- Herzog, W., Leonard, T. R., Joumma, V. in Mehta, A. (2008). Mysteries of muscle contraction. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(1), 1-13.
- Jenko, U. (2009). *Koncentrična in ekscentrična izokinetična jakost upogibalk in iztegovalk kolenskega sklepa pri mladih košarkarjih in košarkaricah*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Jonsson, P. in Alfredson, H. (2005). Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *British journal of sports medicine*, 39(11), 847-850.
- Kravitz, L. in Bubbico, A. T. (2015). *Essentials of Eccentric Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kvaternik, T. (2005). *Vzroki poškodb pri igralkah v 1. slovenski košarkarski ligi*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Lastayo, P. C., Pierotti, D. J., Pifer, J., Hoppeler, H. in Lindstedt, S. L. (2000). Eccentric ergometry: increases in locomotor muscle size and strength at low training intensities. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 278(5), 1282-1288.
- LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T. in Lindstedt, S. L. (2003). Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation and sport. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 33(10), 557-571.
- Lian, O. B., Engebretsen, L. in Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 561-567.
- Lindstedt, S. L., LaStayo, P. C. in Reich, R. G. (2001). When active muscles lengthen: Properties and consequences of eccentric contraction. *News Physiological Science*, 16(6), 256-261.

- Lorenz, D. in Reiman, M. (2011). The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains and ACL reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(1), 27-44.
- Mahorič, T. (1994). *Zunanje in notranje obremenitve beka na košarkarski tekmi (diplomsko delo)*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- McHugh, M. P. (2003). Recent advances in the understanding of repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 13(2), 256-261.
- Mjolsnes, R., Arnason, A., Osthagen, T., Raastad, T. in Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 14(5), 311-317.
- Moore, D. R., Phillips, S. M., Barbraj, J. A., Smith, K. in Rennie, M. J. (2005). Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young man after maximal shortening and lengthening contractions. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 288(6), E1153-E1159.
- Moritani, T., Muramatsu, S. in Muro, M. (1987). Activity of motor units during concentric and eccentric contractions. *The American Journal of Physical Medicine*, 66(6), 338-350.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N. in Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in sport*, 19(3), 425-432.
- Nardone, A., Romano, C. in Schieppati, M. (1989). Selective recruitment of high threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *The journal of physiology*, 409, 451-471.
- Nelson, R. T. in Bandy, W. D. (2004). Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of athletic training*, 39(3), 254-258.
- Ojasto, T. in Hakkinen, K. (2009). Effects of different accentuated eccentric loads on acute neuromuscular, growth hormone and blood lactate responses during a hypertrophic protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 946-953.
- O'Sullivan, k., McAuliffe, S. in DeBurca, N. (2012). The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 46(12), 838-845.
- Paddon-Jones, D., Leveritt, M., Lonergan, A. in Abernethy, P. (2001). Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: the influence of contraction velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 85(5), 466-471.
- Pettitt, R. W., Symons, D. J., Eisenman, P. A., Taylor, J. E. in White, A. T. (2005). Repetitive eccentric strain at long muscle length evokes the repeated bout effect. *Journal of strength and conditioning research*, 19(4), 918-924.
- Pistolnik, B. (1999). *Osnove gibanja*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Proske, U. in Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *537(2)*, 333-345.
- Rich, C. in Cafarelli, E. (2000). Submaximal motor unit firing rates after 8 wk of isometric resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 190-196.

- Romano, C. in Schieppati, M. (1987). Reflex excitability of human soleus motoneurons during voluntary shortening or lengthening contractions. *Journal of Physiology*, 390(1), 271-284.
- Schmitt, B., Tim, T. in McHugh, M. (2012). Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *International journal of sports physical therapy*, 7(3), 333-341.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857-2872.
- Sheppard, J., Hobson, S., Barker, M., Taylor, K., Chapman, D., McGuigan, M. in drugi. (2008). The effect of training with accentuated eccentric load counter-movement jumps on strength and power characteristic of high-performance volleyball players. *International journal of sports science and coaching*, 3(3), 355-363.
- Smith, R. C. in Rutherford, O. M. (1995). The role of metabolites in strength training. I. A comparison of eccentric and concentric contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(4), 332-336.
- Stanish, W. D., Rubinovich, R. M. in Curwin, S. (1986). Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clinical orthopaedics and related research*, 208, 65-68.
- Strojnik, V. (2012). ŽMOG 1: zapiski s predavanj, smer kineziologija. Neobjavljeno delo.
- Šibila, M., Vuleta, D. in Pori, P. (2004). Position-related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball. *Kinesiology*, 36(1), 58-68.
- Tesch, P. S., Dudley, G. A., Duvoisin, M. R., Hather, B. M. in Harris, R. T. (1990). Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle action. *Acta physiologica scandinavica*, 183(3), 263-271.
- Ušaj, A. (1996). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Vogt, M. in Hoppeler, H. H. (2014). Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *Journal of Applied Physiology*, 119(11), 1446-1454.
- Warren, G. L., Hayes, D. A., Lowe, D. A. in Armstrong, R. B. (1993). Mechanical factors in the initiation of eccentric contraction-induced injury in rat soleus muscle. *The journal of physiology*, 464(1), 457-475.
- Wilmore, J. H. in Costill, D. L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise. Second Edition*. Champaign: Human Kinetics.