

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športna vzgoja

Športno treniranje – kondicijsko treniranje

VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

doc. dr. Primož Pori, prof. šp. vzg.

RECENZENT

doc. dr. Aleš Dolenc, prof. šp. vzg.

KONZULTANT

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

Avtorica dela

KLAVDIJA LIKAR

Ljubljana, 2014

ZAHVALA

Mami Lidiji in sestri Šanin za njuno potrpežljivost ter zaupanje vame skozi vsa leta študija in športnega udejstvovanja.

Trenerjem, ki so me spremljali na moji športni poti ter me navdušili za šport in delo v športu.

Prijateljem in sodelavcem za vzpodbudo, deljeno znanje in izkušnje.

Doc. dr. Primožu Poriju, doc. dr. Igorju Štirnu in doc. dr. Alešu Dolencu za svetovanje in usmerjanje ob nastajanju diplomskega dela.

Ključne besede: fitnes, visoko-intenzivni intervalni trening, maksimalna moč, eksplozivnost, vzdržljivost v moči

VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI

Klavdija Likar

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2014

Športno treniranje, kondicijsko treniranje

Število strani: 70

IZVLEČEK

V sodobnem rekreativnem športu trenerji in športniki nenehno iščejo načine, kako izboljšati svoje rezultate v skladu s načinom življenja posameznikov in trendi v fitnes industriji. Moč, kot temeljna gibalna sposobnost je eden izmed tistih dejavnikov, ki znatno vplivajo na doseganje ciljev, zato je ravno ta gibalna sposobnost mnogokrat pod drobnogledom. Zaradi vedno večjega vpliva visoko-intenzivnega treninga, kot učinkovitega in časovno nepotratnega načina treninga v sodobni fitnes industriji, sem se odločila v diplomskem delu podrobneje raziskati njegov vpliv na moč. Za lažje razumevanje bodo predstavljene biološke osnove moči ter že uveljavljene metode treninga moči. Kot novodobna metoda treninga bo predstavljen visoko-intenzivni intervalni trening, njegove prednosti in pomanjkljivosti, skozi podroben pregled večih tujih raziskav s tega področja pa tudi njegov vpliv na moč in dejavnike, povezane z močjo. V skladu z ugotovitvami lahko zaključimo, da je visoko-intenzivni intervalni trening primeren način treninga za sodobnega človeka ter njegov način življenja ter da pozitivno prispeva k napredku v moči, vendar le pod pogojem, da so zagotovljeni nekateri pogoji, kot so na primer ustrezna izbira vaj in obremenitev, ustrezno razmerje med naporom in odmorom ter tudi ustrezen čas počitka med posameznimi vadbenimi enotami.

Key words: fitness, high-intensity interval training, maximal strength, power, strength endurance

THE INFLUENCE OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON DIFFERENT FORMS OF STRENGTH

Klavdija Likar

University of Ljubljana, Faculty of sport, 2014

Sports training, Strength and conditioning training

Number of pages: 70

ABSTRACT

In modern sport both trainers and athletes are constantly searching for new ways to improve their abilities according to their lifestyle and fitness trends. Strength, as one of the most important factors to influence an athlete's performance, is often a subject of research. Because of the growing influence of high-intensity interval training as an effective and time-efficient type of training, I decided to thoroughly research its influence on different forms of strength. To provide a theoretical background on its influence on strength, the biological basis of strength as well as traditional methods of strength training have been described in detail. High-intensity interval training has been presented as a modern method of training, along with its advantages and disadvantages. An influence of high-intensity interval training on different forms of strength has been researched through a detailed review of multiple studies. Our findings lead to the conclusion that high-intensity interval training is an appropriate method of strength training for a modern athlete, provided the appropriate exercise selection and interval duration, as well as the appropriate work-to-rest ratio and rest periods between the individual training sessions.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	9
1.1 MOČ KOT GIBALNA SPOSOBNOST	10
1.1.1 POJAVNE OBLIKE MOČI	11
1.1.2 TIPI MIŠIČNIH VLAKEN	12
1.1.3 OBLIKE MIŠIČNEGA KRČENJA	15
1.2 ENERGIJSKI SISTEMI V SKELETNI MIŠICI.....	16
1.2.1 ANAEROBNI FOSFATNI (ATP-CP) ENERGIJSKI SISTEM	17
1.2.2 ANAEROBNI LAKTATNI (GLIKOLITIČNI) ENERGIJSKI SISTEM.....	18
1.2.3 AEROBNI (OKSIDACIJSKI) ENERGIJSKI SISTEM	19
1.2.4 POSEBNOST ENERGIJSKIH PROCESOV PRI POSAMEZNIH REŽIMIH TRENINGA	20
1.3 ENDOKRINI SISTEM	21
1.3.1 TESTOSTERON	22
1.3.2 RASTNI HORMON.....	23
1.3.3 INZULIN.....	24
1.3.4 INZULINU PODOBEN RASTNI FAKTOR	25
1.3.5 KORTIZOL	25
1.3.6 KATEHOLAMINI.....	26
1.4 METODE TRENINGA MOČI.....	26
1.4.1 METODE MAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREZANJ	27
1.4.2 METODE PONOVLJENIH SUBMAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREZANJ	29
1.4.3 MEŠANE METODE.....	30
1.4.4 REAKTIVNE METODE	31
1.4.5 METODE VZDRŽLJIVOSTI V MOČI	32
1.5 VISOKO-INTENZIVNI INTERVALNI TRENING.....	33
1.5.1 ZGODOVINA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA	36
1.5.2 PRIMERI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA V ŠPORTNI PRAKSI.....	37
1.5.3 VPELJAVA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA V TRENING REKREATIVNIH ŠPORTNIKOV	41
1.6 PROBLEM IN CILJI	42

2. METODE DELA	43
3. RAZPRAVA	44
3.1 PREDNOSTI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA	44
3.2 POMANJKLJIVOSTI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA.....	48
3.3 PREGLED AKUTNIH IN KRONIČNIH ADAPTACIJ MOČI POD VPLIVOM VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA	49
3.3.1 NEPOSREDEN VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI.....	50
3.3.2 VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA TRENINGA NA DEJAVNIKE, POVEZANE Z MOČJO.....	55
3.4 ANALIZA VPLIVA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI	62
4. SKLEP	66
5. VIRI	68

KAZALO TABEL

Tabela 1. Tipi mišičnih vlaken	13
Tabela 2. Prevladujoči energijski procesi glede na delež maksimalne moči (Beachle, 1994). 21	
Tabela 3. Metode maksimalnih mišičnih naprezanj	28
Tabela 4. Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprezanj	29
Tabela 5. Mešane metode	31
Tabela 6. Reaktivne metode	32
Tabela 7. Metode vzdržljivosti v moči	33
Tabela 8. Delež energije glede na trajanje napora in odmora VIIT-a (Beachle, 1994)	35
Tabela 9. Oblike intervalnih treningov (Driver, 2012)	38
Tabela 10. Primer vadbene enote	40
Tabela 11. Napredek 1RM pod vplivom VIIT-a (Gotschall idr., 2014)	51
Tabela 12. Vpliv VIIT-a na različne pojavne oblike moči	62
Tabela 13. Vpliv VIIT-a na dejavnike, povezane z močjo	63

KAZALO SLIK

Slika 1. Delež energije	20
Slika 2. Sprememba 1RM glede na vrsto treninga (Kraemer, 1995)	52
Slika 3. Sprememba maksimalne hitrosti izmeta (Maddigan idr., 2014)	54
Slika 4. Sprememba indeksa utrujanja pod vplivom VIIT-a (Maddigan idr., 2014)	55
Slika 5. Sprememba vsebnosti testosterona pod vplivom VIIT-a (Kraemer idr., 1995)	58
Slika 6. Sprememba vsebnosti kortizola pod vplivom VIIT-a (Kraemer idr., 1995)	59
Slika 7. Sprememba puferske kapacitete pod vplivom VIIT-a (Edge idr., 2006)	61

1. UVOD

Skozi obdobje razvoja športa, rekreacije in fitnes industrije smo priča različnim pojavnim oblikam treningov oz. konceptov le-teh. Nekateri se uveljavijo kot preizkušeni in temeljni koncepti, spet drugi kot nekakšne trendovske oblike treninga. Obstaja pa tudi izjema, ki se je kot način treninga športnikov pojavila že v času antične Grčije in je v svetu modernega profesionalnega športa stalnica že dolga leta, v zadnjih 5 letih pa predstavlja izredno močan trend v modernem fitnesu oziroma fitnes industriji. Gre za tip treninga, ki je zasnovan na uporabi visoko-intenzivnih intervalov, oziroma za tako imenovani VIIT; visoko-intenzivni intervalni trening (angl. HIIT; high intensity interval training). S trendovskega vidika je tovrstni trening zanimiv iz večih pogledov, med katerimi še posebej izstopata dva. Prvi je ta, da je tovrstni koncept treninga dobesedno obrnil na glavo vse na čemer je temeljila zasnova fitnes industrije zadnjih 30 let (z izjemo bodybuildinga), ki je kot edino rešitev za težave sodobnega človeka (prekomerna telesna teža, srčno-žilna obolenja, pomanjkanje časa, sedeč način življenja) ponujala neskončne različice kardio naprav in oblike treningov oziroma telesne aktivnosti, ki so temeljili na dlje časa trajajoči zmerni intenzivnosti. Vse to pa se je zamajalo v zadnjih letih s pojavom visoko intenzivnega-intervalnega treninga v komercialnih vodah, torej v fitnesih, namenjenih povprečnemu novodobnemu človeku. Spremembe se kažejo v pojavljanju nekonvencionalnih oblik telovadnic in trening centrov, ki pa zagotavljajo fitnes rešitve uspešno in kvalitetno, tudi preko visoko-intenzivnih intervalnih treningov. Drugi pogled je preprost. VIIT dokazano učinkuje na več področjih. Z vidika rekreativnega športnika so ta področja navadno omejena na hitro in učinkovito rešitev, ki je usmerjena k doseganju cilja estetske narave. Do napredka na estetskem področju pa lahko pridemo le s spremembami v notranjosti telesa, sestave telesa, torej povečevanjem mišične mase in zmanjševanjem maščobne mase, z vplivanjem na metabolne procese v telesu in na hormonsko ravnovesje ipd. VIIT vpliva na vse te dejavnike. Sodobna fitnes industrija, namenjena sodobnemu človeku, je z vpeljavo VIIT-a na dobri poti, da doživi transformacijo treninga iz trendovskega v standardni trening. VIIT kot koncept treninga pa izstopa tudi s strokovnega vidika po svoji učinkovitosti in prilagodljivosti, saj ga je mogoče vpeljati v katero koli obliko športa ter njegove učinke prilagoditi športno-specifičnim ciljem.

V diplomski nalogi se bomo osredotočili na visoko-intenzivni intervalni trening v povezavi z močjo, kot temeljno gibalno sposobnostjo, ter na vplive visoko-intenzivnega intervalnega

treninga na različne pojavne oblike moči (maksimalno moč, eksplozivnost in vzdržljivost v moči). Če želimo razumeti vplive tovrstnega treninga na moč, je nujno potrebno poznavanje bioloških osnov moči ter dejavnikov, ki vplivajo na moč, kot so npr. hormonsko ravnovesje v telesu, metabolni procesi ipd. Predstavljene bodo glavne značilnosti tovrstnega treninga, njegove prednosti in tudi pomanjkljivosti in v skladu s tem možnost vpeljave le-tega v reden trenajni proces rekreativnih športnikov, ki želijo napredovati na področju moči. Ugotovitve bodo podkrepnjene s pregledom strokovnih raziskav na tem področju.

1.1 MOČ KOT GIBALNA SPOSOBNOST

Moč je poleg hitrosti, gibljivosti, koordinacije, preciznosti in ravnotežja, sestavni del skupine gibalnih sposobnosti. Fizikalno je opredeljena kot sposobnost opravljanja dela v nekem času. Ko govorimo o moči kot gibalni sposobnosti, se ta definicija pogosto zamegli. Zlasti v slovenski terminologiji zasledimo izraz mišična moč tudi takrat, ko gre v resnici za mišično silo (časovno odvisno ali neodvisno) (Škof, 2007). Pistotnik (2011) silo mišice definira kot silo, ki nastaja na osnovi delovanja mišice kot biološkega motorja. V mišici se namreč kemična energija pretvarja v mehansko energijo, česar stranski proizvod je tudi toplota, pri tem pa se izzove krčenje mišice, katerega zunanji izraz je mišična sila. Lasan (2004) loči mišično silo (angl. force) kot sposobnost mišice, da opravi delo, mišično jakost (angl. strength) kot največjo sposobnost mišice da razvije silo (maksimalno silo) in mišično moč (angl. power), ki predstavlja hitrost opravljenega dela.

Dejavnike, ki vplivajo na razvoj moči lahko strnemo v štiri pomembnejše skupine. Po Pistotniku (2011) so to morfološki dejavniki oziroma oblikovanost telesa, med katerimi ima izrazite negativne korelacije z močjo podkožno maščobno tkivo. Funkcionalni dejavniki so dejavniki, povezani z upravljavskim sistemom, ki nadzoruje delovanje mišic. Med psihološke dejavnike moči štejemo emocionalna afektna stanja (stanja močnega čustvovanja), vedenjske značilnosti posameznika, motivacijo in patološka psihična stanja. V zadnjo skupino dejavnikov, ki vplivajo na razvoj moči sodijo biološki dejavniki, med katerimi so najpomembnejši razlike med spoloma, starost, pa tudi prehranjenost.

1.1.1 POJAVNE OBLIKE MOČI

Vrste moči je mogoče definirati glede na izbrane vidike. Tako lahko izberemo tri glavne vidike definiranja moči kot gibalne sposobnosti: vidik deleža telesa (mišične mase), s katerim premagujemo obremenitev, vidik tipa mišičnega krčenja in vidik silovitosti (Ušaj, 2003). Glede na vidik deleža telesa, s katerim premagujemo obremenitev, ločimo splošno in lokalno moč. Z vidika značilnosti mišičnega krčenja govorimo o statičnem mišičnem delu in dinamičnem mišičnem delu. Statično mišično delo je navadno definirano kot izometrično mišično krčenje, pri katerem mišica proizvaja silo, ne pa tudi gibanja v posameznem sklepu, torej se njena dolžina ne spreminja. (Komi, 2003). Pri dinamičnem mišičnem delu prihaja do premikanja mišičnih pripojev. Koncentrično mišično krčenje pomeni krajšanje mišice oziroma približevanje mišičnih pripojev, medtem ko ekscentrično mišično krčenje pomeni daljšanje mišice oziroma oddaljevanje mišičnih pripojev (Komi, 2003).

Ušaj (2003) moč kot gibalno sposobnost z vidika silovitosti razdeli na največjo oziroma maksimalno moč, hitro (eksplozivno) moč in vzdržljivost v moči. Največja (maksimalna) 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. Omenjeni avtor definira tudi drugačno razvrstitev, kjer je največja (maksimalna) moč tisto breme, ki ga lahko pri določenem gibanju (predpisani tehniki) enkrat premagamo. V praksi se v ta namen uporablja termin 1RM, ki v angleščini pomeni »1 repetition maximum«. Hitra moč je po tej klasifikaciji označena kot sposobnost, da se neko breme pospeši s kar največjim pospeškom, navadno iz mirovanja do največje možne hitrosti. Vzdržljivost v moči pa je po tej klasifikaciji lahko statična ali dinamična. Pri statični gre za kar najdlje časa ohranjano izometrično mišično naprezanje, dinamična vzdržljivost v moči pa je odvisna od intenzivnosti napora in zmogljivosti aerobnih procesov v obremenjeni mišici. Navadno gre za čim večje število ponovitev izbrane vaje v določenem času oziroma izvajanje vaje čim dlje časa.

Pistotnik (2011) moč kot gibalno sposobnost deli glede na akcijske kriterije, tj. glede na to kako se mišična sila pojavlja pri aktivnosti človeka, na tri osnovne pojavne oblike: eksplozivno moč, repetitivno moč in statično moč. Eksplozivna moč se pojavlja kot maksimalen začetni pospešek, ki se doseže pri premikanju v prostoru ali pri delovanju na

predmete v okolici. Zanj je značilna hitra mobilizacija velike količine mišične sile. Za izraz eksplozivne moči so odgovorne hitre motorične enote, je pa v veliki korelaciji z mišično maso in transverzalnimi merami telesa. Repetitivna moč je sposobnost opravljanja dolgotrajnega mišičnega dela na osnovi izmeničnih kontrakcij in relaksacij, kar se odraža v ponavljajočem se premagovanju zunanjih sil. Pojavljanju repetitivne moči dajejo osnovo mišičnega naprezanja počasne motorične enote, ki so vzdržljive in lahko delujejo dlje časa na submaksimalnem nivoju. Statična moč pa je sposobnost dolgotrajnega izometričnega naprezanja, za manifestacijo te pojavne oblike moči je značilna odsotnost gibanja. Omenjeni avtor pri delitvi moči omenja še dva pojma, ki sta vezana na manifestacijo sile glede na maso človekovega telesa in sicer absolutno moč in relativno moč. Absolutna moč je tako maksimalna moč, ki jo lahko manifestira posamezna mišična skupina, relativna moč pa je absolutna moč, izražena na kilogram telesne teže. Izračunamo jo tako, da silo mišice ali mišične skupine delimo s težo posameznika.

V izogib nejasnostim glede pojavnih oblik moči, bo v tem diplomskem delu kot kriterij delitve uporabljen vidik silovitosti po Ušaju (2003), torej bodo kot pojavne oblike moči smatrane maksimalna moč, hitra (eksplozivna) moč in vzdržljivost v moči.

1.1.2 TIPI MIŠIČNIH VLAKEN

Hitrost krčenja mišice je odvisna od tega, kateri tip mišičnega vlakna se bo skrčil. Mišične celice se med seboj razlikujejo po dveh kriterijih: po hitrosti krajšanja oziroma hitrosti naraščanja napetosti v mišični celici se delijo na hitre in počasne, po encinskem vzorcu in količini encimov za resintezo ATP-ja pa se delijo na oksidacijske in glikolitične (Lasan, 2004). Po teh dveh kriterijih se mišična vlakna delijo na počasna oksidacijska (aerobna) mišična vlakna (tip I), hitra oksidacijska (aerobna) mišična vlakna (tip IIa) in hitra glikolitična mišična vlakna (tip IIb). Podrobnejši pregled lastnosti različnih tipov mišičnih vlaken je predstavljen v tabeli 1.

Tabela 1

Tipi mišičnih vlaken

	Počasna oksidacijska mišična vlakna (tip I)	Hitra oksidacijska mišična vlakna (tip IIa)	Hitra glikolitična mišična vlakna (tip IIb)
<i>Hitrost krčenja</i>	Počasna	Hitra	Hitra
<i>Sila krčenja</i>	Majhna	Velika	Velika
<i>Aktivnost miozin ATP-aze</i>	Majhna	Velika	Velika
<i>Vir energije za resintezo ATP-ja</i>	Oksidacijska fosforilacija	Oksidacijska fosforilacija	Glikoliza
<i>Aktivnost glikolitičnih encimov</i>	Majhna	Srednja	Velika
<i>Število mitohondrijev</i>	Veliko	Veliko	Majhno
<i>Število kapilar</i>	Veliko	Veliko	Malo
<i>Koncentracija mioglobina</i>	Visoka	Visoka	Nizka
<i>Koncentracija glikogena</i>	Nizka	Srednja	Visoka
<i>Premer vlaken</i>	Majhen	Srednji	Velik
<i>Utrudljivost</i>	Počasna	Srednja	Hitra
<i>Aerobna kapaciteta</i>	Visoka	Srednja	Nizka
<i>Anaerobna kapaciteta</i>	Nizka	Srednja	Visoka
<i>Barva</i>	Rdeča	Rdeča	Bela

DeVries (1986) navaja štiri različne vidike, po katerih naj bi potekala klasifikacija mišičnih vlaken: prvi je anatomske vidik, ki mišična vlakna loči po barvi na rdeča in bela. Drugi vidik je mišična funkcija, ki mišična vlakna loči glede na hitrost krčenja na hitra in počasna ter glede na hitrosti utrujanja na utrudljiva in vzdržljiva. Tretji vidik predstavljajo fiziološke značilnosti mišičnih vlaken, kot je na primer visoka ali nizka aerobna kapaciteta. Četrty vidik

klasifikacije mišičnih vlaken pa predstavljajo histološke značilnosti mišičnih vlaken oziroma prevladujoča encimska aktivnost v njih.

Pri večini zavestnih vsakodnevnih kontrakcij se najprej vklopijo počasna mišična vlakna (tip I), s povečevanjem moči pa se v akcijo vključuje vedno več hitrih motoričnih enot (tip II). Za razliko od netreniranih posameznikov lahko dobro trenirani posamezniki v kratki in eksplozivni gibalni akciji hkrati vklopijo skoraj vsa mišična vlakna. Najhitrejša mišična vlakna (tip IIb) se najverjetneje aktivirajo le ob hitrih refleksnih gibih (Komi, 2003).

Razmerje tipov mišičnih vlaken v posamezni mišici je določeno ob rojstvu in se najverjetneje ne spreminja, vendar pa so zadnje raziskave na tem področju ponudile možnost diferenciacije hitrih mišičnih vlaken v počasna in obratno. Prav tako se je s klasifikacijo treh različnih tipov mišičnih vlaken pojavila težnja po raziskovanju vpliva treninga na diferenciacijo mišičnih vlaken tipa IIa in IIb. Tako so raziskave pokazale, da je možna diferenciacija hitrih glikolitičnih mišičnih vlaken v hitra oksidacijska mišična vlakna pod vplivom dolgotrajnega treninga in obratno pod vplivom treninga z velikimi bremenami (deVries, 1986).

Že dolgo je znano, da imajo vrhunski športniki v športih, ki zahtevajo bodisi visoke hitrosti, bodisi dolgotrajno vzdržljivost zelo različno sestavo mišic. Komi (2003) navaja, da imajo plavalci šprinterji okoli 80% hitrih mišičnih vlaken (m. vastus lateralis), kolesarji pa okoli 80% počasnih mišičnih vlaken v omenjeni mišici. Takšna ekstremna razlika v razmerju tipov mišičnih vlaken v posamezni mišici je lahko genetsko pogojena, vendar pa omenjeni avtor na tem mestu izpostavi tudi možnost vpliva treninga na le-to. Večmesečni redni vzdržljivostni trening po avtorjevih besedah izzove pretvorbo mišičnih vlaken tipa IIb v tip IIa pri večini mišičnih vlaken tipa IIb, ter v nekaj odstotkih tudi pretvorbo mišičnih vlaken tipa IIa v tip I. Večletni dolgotrajni vzdržljivostni trening naj bi izzval celo spremembo znatnega števila mišičnih vlaken tipa II v mišična vlakna tip I. Na tem mestu pa avtor poudarja dejstvo, da se omenjene spremembe lahko močno razlikujejo med posamezniki, torej je možnost pretvorbe tipa mišičnih vlaken močno pod vplivom odzivnosti posameznika na določen trenažni režim.

Ne glede na to možnost pa je dejstvo, da trening prispeva k znatnemu izboljšanju aerobne kapacitete in glikogenske vsebnosti v posamezni mišici ter seveda vpliva na velikost mišičnih vlaken. Med spoloma ni razlik v razmerju tipov mišičnih vlaken (deVries, 1986).

1.1.3 OBLIKE MIŠIČNEGA KRČENJA

Aktivnost mišične celice je krčenje in se kaže kot sprememba njene napetosti (tonusa) in/ali kot sprememba njene dolžine. Krčenje je mišično delo, oblike mišičnega dela pa se ločijo glede na to ali se s krčenjem izzove premikanje mišičnih pripojev ali ne. Ko se mišica upira zunanji sili, so možni trije načini njenega reagiranja. Če je zunanja sila manjša od sile mišic se vrši gibanje in prihaja do aktivnega delovanja na objekt. Če je zunanja sila večja od sile mišic prihaja do popuščanja, tj. do vdajanja mišice. Če je zunanja sila enaka sili mišice gibanja ni, vendar se v mišici razvija velika sila (Pistotnik, 2011). Ali bo posledica aktivnosti mišične celice skrajšanje le-te ali le sprememba napetosti v njej, je odvisno od odnosa med velikostjo nasproti delujočih sil in sile, ki jo razvije mišica. Glede na ta odnos ločimo štiri oblike mišičnega krčenja. Pri izometričnem krčenju mišice njena dolžina ostaja nespremenjena, napetost v mišici pa je izenačena z nasproti delujočimi silami. Gre za statično mišično delo, za katerega je značilno, da mišična pripoja mirujeta, kar pomeni, da ne prihaja do gibanja, vendar pa se istočasno v mišici razvija velika sila. Za razliko od tega pri dinamičnem mišičnem delu prihaja do premikanja mišičnih pripojev. Takšen režim mišičnega dela je lahko posledica dveh tipov mišičnega krčenja. Koncentrično mišično krčenje pomeni krajšanje mišice, zgodi pa se kadar je zunanja sila manjša od sile mišic. Ekscentrično mišično krčenje pa pomeni oddaljevanje mišičnih pripojev oziroma daljšanje mišice. Razlika med ekscentrično mišično kontrakcijo in raztezanjem mišice je v tem, da je, čeprav je dogajanje v telesnem segmentu na videz podobno, pri ekscentričnem mišičnem krčenju mišica aktivna, torej proizvaja silo, in bi se ob prenehanju delovanja zunanje sile nanjo skrčila, pri mišičnem raztezanju pa mora biti mišica pasivna, torej popolnoma sproščena, da lahko neka zunanja sila njene pripoje oddalji. Pri eksecetrično-koncentričnem mišičnem je pri isti mišični aktivnosti mogoče razviti večjo silo. To je mogoče zaradi izkoriščanja aktivnosti elastičnih elementov, ki se deformirajo v ekscentrični fazi krčenja. Takrat se del kinetične energije uskladišči kot potencialna, le-to pa je mogoče izkoristiti v koncentrični fazi krčenja, pod pogojem, da sledi dovolj hitro ekscentrični fazi. Kaže se v povečani začetni silovitosti krčenja, saj se potencialna energija elastičnih elementov sprosti v kinetično energijo in mehansko delo v začetku koncentrične faze (Ušaj, 2003).

Poleg izometričnega, koncentričnega in ekscentričnega mišičnega krčenja razlikujemo še izotonično, izokinetično in balistično mišično krčenje. Prvega v športni praksi skoraj ni. Gre za premagovanje bremena z enako silo, ne glede na hitrost gibanja. Drugi primer je v športni

praksi ravno tako redek. Pogosteje se uporablja pri ocenjevanju moči. Gre za opazovanje poteka sile pri vnaprej določeni in enaki hitrosti gibanja. Balistično krčenje pa je v športu zelo pogosto. Gre za krčenje mišic, ki povzročijo gibalno akcijo. Lahko je koncentrično ali kombinirano, ekscentrično-koncentrično (Ušaj, 2003).

1.2 ENERGIJSKI SISTEMI V SKELETNI MIŠICI

Mišično krčenje je mehansko delo, za katerega je potrebna energija. Tako kot vse celice organizma tudi mišične celice za svojo aktivnost uporabljajo le kemično energijo, ki je zbrana v molekulah adenzin trifosfata (ATP); zato potekajo v mišičnih celicah sočasno z razgradnjo ATP-ja kemični procesi za njegovo resintezo (Lasan, 2004).

Pretvorba energije je ključnega pomena za vsakršno aktivnost. V bioloških sistemih je ključna pretvorba kemične energije v mehansko. V osnovi ATP zagotavlja energijo za mišično krčenje. Molekula ATP-ja v vezeh shranjuje ogromno količino energije, ki se sprosti ob prekinitvi le-teh. Ker mišične celice shranjujejo ATP le v omejeni količini, mišična aktivnost pa zahteva neprestano dovajanje energije, morajo v celici neprestano potekati procesi za izgradnjo ATP-ja (Beachle, 1994). Ti procesi potekajo preko treh energijskih sistemov: aerobnega (oksidacijskega) energijskega sistema, anaerobnega alaktatnega (fosfatnega) energijskega sistema in anaerobnega laktatnega (glikolitičnega) energijskega sistema. DeVries (1986) navaja dejstvo, da je za razgradnjo ATP-ja v ADP potrebnih 8000 kal oziroma 8 kcal. Ravno ta razgradnja predstavlja takojšen vir energije za vse kontraktilne mehanizme. Metabolni procesi, ki celicam zagotavljajo energijo za njihovo delovanje, potekajo ob prisotnosti kisika ali brez njega. Aerobni procesi, torej tisti, ki potekajo ob prisotnosti kisika, razgrajujejo ogljikohidratne vire do končnih produktov CO_2 in H_2O . V glavnem so to procesi, ki zagotavljajo energijo za napore, daljše od 2 minut (aerobni napor). Energijo, potrebno za krajše (anaerobne) napore višje intenzivnosti pa zagotavljajo anaerobni procesi. Ti potekajo brez prisotnosti kisika, saj le-ta zaradi visoke intenzivnosti ne more prehajati preko dihal in krvi dovolj hitro. Anaerobni napor presega nivo laktatnega praga. Laktatni prag dosežemo z obremenitvijo, pri kateri začne vsebnost laktata v krvi naraščati. Energija prihaja iz

visokoenergijskih fosfatnih substanc v mišici ali iz uporabe glikogena v mišici, kar povzroči proizvodnjo mlečne kisline (Petrović idr., 2005).

1.2.1 ANAEROBNI FOSFATNI (ATP-CP) ENERGIJSKI SISTEM

Fosfatni energijski sistem, imenovan tudi anaerobni alaktatni energijski sistem, je primarni anaerobni energijski sistem, pri katerem se iz enega mola kreatinfosfata (CP) resintetizira en mol ATP. V njem potekajo tri osnovne kemijske reakcije. Prva je razgradnja ATP-ja v adenzindifosfat (ADP) in fosfor (P), posledica česar je sproščanje energije. Ker ima skeletna mišica omejene zaloge ATP-ja, so za nadaljnjo proizvodnjo energije potrebne dodatne reakcije. Druga reakcija je potrebna za ponovno tvorbo ATP iz ADP s pomočjo kreatinfosfata (CP). V tem primeru je se CP deli na kreatin in prosti fosfatni ion. Le-ta se nato veže z ADP in ponovno nastane ATP. Zadnja reakcija, ki se pojavlja v tem krogu je delitev ADP na adenzinmonofosfat (AMP) in P, kar ponovno omogoča vezavo P na ADP ter s tem tvorbo novega ATP (Bompa in Haff, 2009).

Ker je skeletna mišica sposobna shranjevati le majhno količino ATP-ja, se izčrpanje zalog pojavi že po 10 sekundah visoko-intenzivnega napora, zaloge CP pa se lahko zmanjšajo za 50-70% v prvih 5 sekundah. Zanimivo je, da se najvišnja stopnja proizvodnje energije preko ATP-CP sistema pojavi v prvih 2 sekundah napora (slika 1), po prvih 10 sekundah se ta sposobnost zmanjša za 50%, po 30 sekundah pa omenjeni energijski sistem prispeva le še zanemarljivo količino energije. Obnova virov, ki pogojujejo delovanje tega energijskega sistema je hitra. 70% obnove ATP se zgodi v 30 sekundah po prenehanju napora, v 3 do 5 minutah pa pride do popolne obnove. Obnova CP traja dlje, v 2 minutah po prenehanju napora se obnovi 84%, v 4 minutah 89%, za popolno obnovo zalog CP pa je potrebnih 8 minut (Bompa in Haff, 2009). Ta obnova poteka predvsem preko aerobnega metabolizma, vendar pa k njej prispeva tudi glikolitični energijski sistem.

Fosfatni energijski sistem primarno zagotavlja energijo za kratkotrajne, visoko-intenzivne aktivnosti, kot so na primer 100 m šprint, dvigovanje uteži, skoki, ipd. in deluje na začetku vseh oblik aktivnosti, ne glede na intenzivnost.

1.2.2 ANAEROBNI LAKTATNI (GLIKOLITIČNI) ENERGIJSKI SISTEM

Anaerobni laktatni energijski sistem, imenovan tudi glikolitični energijski sistem, zagotavlja energijo pri naporih, ki trajajo od 20 sekund do 1 minute. Poteka s pomočjo glikolize, kemičnega procesa razgradnje ogljikovih hidratov, bodisi glikogena v mišicah ali glukoze v krvi. Je univerzalen način za pridobivanje energije iz ogljikovih hidratov, pri katerem se iz enega mola glukoze resintetizirata dva mola ATP-ja (Lasan, 2004). V začetku napora je večina ATP-ja resintetizirana preko procesa hitre glikolize, ko pa se trajanje napora približuje 2 minutam pa se ATP sintetizira s pomočjo počasne glikolize.

Stranski produkt hitre (anaerobne) glikolize je mlečna kislina, ki se hitro pretvori v laktat. Ko glikoliza poteka zelo hitro, je sposobnost pretvorbe mlečne kisline v laktat manjša od hitrosti tvorjenja mlečne kisline, zato se le-ta začne kopičiti v mišici, kar rezultira zmanjšanim ali onemogočenem poteku spajanja prečnih mostičev in posledično zmanjšani sposobnosti proizvodnje sile v mišici. Zakisljevanje je najpogosteje pri ponavljajočih se visoko-intenzivnih aktivnostih, ki so prekinjene s kratkimi odmori.

Ko se trajanje aktivnosti podaljša proti 2 minutam, se namesto hitre glikolize začne počasna, aerobna. Z nižanjem intenzivnosti napora se upočasni razgradnja glukoze in glikogena, posledično se zmanjša tvorba mlečne kisline. Telo učinkoviteje prevaja le-to v laktat iz katerega se nato tvorijo piruvati, ki so v nadaljevanju prisotni v aerobnih metabolnih procesih. Laktat se premakne v jetra, kjer se spremeni v glukozo ali pa se premakne v aktivna tkiva, na primer skeletne mišice, kjer iz njega ponovno nastane piruvat.

Izčrpavanje glikogena med vadbo je odvisno od trajanja in intenzivnosti le-te. Navadno je potrebnih 20 do 24 ur za obnovo mišičnega glikogena, pod pogojem, da režim prehrane vsebuje zadostno količino ogljikovih hidratov. V nasprotnem primeru obnova glikogenskih zalog traja dlje. Bompia in Haff (2009) poudarjata, da ima športnik še dve uri po treningu povečano možnost obnove glikogena za 45%.

Glikolitični sistem predstavlja podporo fosfatnemu pri visoko intenzivnih aktivnostih.

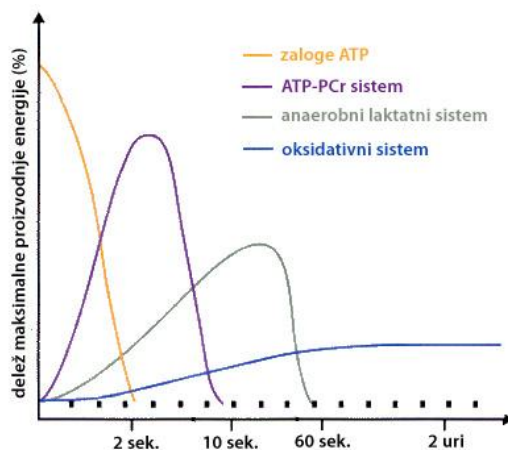
1.2.3 AEROBNI (OKSIDACIJSKI) ENERGIJSKI SISTEM

Je najpočasnejši izmed vseh sistemov za pridobivanje ATP-ja. Aerobni napor je nizko do srednje intenziven napor, kjer prevladujejo procesi razgradnje energijskih virov s pomočjo kisika. Meja aerobnega praga naj bi bila nekje okrog 50 % največje porabe kisika ($VO_2\max$) (Ušaj, 2003). V tem območju se kot glavna goriva porabljajo maščobe (glicerol in proste maščobne kisline) in ogljikovi hidrati (glukoza in glikogen, ki je skladiščen v mišicah in jetrih). Kemični proces, ki je potreben za razgradnjo maščob v celicah se imenuje β oksidacija, glicerol pa vstopa v metabolični proces preko fosforilirane trioze (vmesna stopnja med glukozo in piruvično kislino). Preko β oksidacije torej iz maščobnih kislin nastajajo molekule acetyl CoA (kemična spojina), kot končni produkti oksidacije acetyl CoA pa nastajajo ogljikov dioksid, voda in ATP (Vodlan, 2013). Podobno kot glikolitični energijski sistem tudi aerobni energijski sistem uporablja glukozo in mišični glikogen kot primarna goriva za resintezo ATP. Glavna razlika med njima je, da lahko encimski procesi, vključeni v aerobni sistem, potekajo izključno ob prisotnosti zadostne količine kisika. Poleg omenjenih glikoze in glikogena pa so v aerobnih energijskih procesih kot goriva uporabljene tudi maščobe in v manjši meri beljakovine.

Glavni kemični proces aerobnega energijskega sistema je oksidacijska fosforilacija, pri kateri se iz enega mola glukoze resintetizira 36 molov ATP (Lasan, 2004). V mirovanju so kot glavni energijski vir v 70% uporabljene maščobe, v 30% pa ogljikovi hidrati. Razmerje med oksidacijo maščob oziroma ogljikovih hidratov je v prvi vrsti odvisno od intenzivnosti napora. Nizko intenzivni napor naj bi v večji meri izkoriščali oksidacijo maščob, z naraščanjem intenzivnosti pa naj bi se povečevala izraba ogljikovih hidratov kot primarnega energijskega vira. To podpira koncept, da visoko intenzivni treningi izrabljajo predvsem ogljikove hidrate za resintezo ATP.

Aerobni energijski sistem je primarni energijski sistem za zagoravljanje energije pri naporih, ki trajajo od 2 minut pa vse do 3 ure.

V enakem času, ko se z anaerobno glikolizo resintetizira 64 molov ATP-ja, se z oksidacijsko fosforilacijo resintetizira 38 molov ATP-ja; pri tem pa se v prvem primeru porabi 15 molov glukoze, v drugem pa 1 mol glukoze (Lasan, 2004).



Slika 1. Delež energije

Slika 1 prikazuje delež energije, ki ga prispeva posamezen energijski sistem ter tudi hitrost in moč posameznega energijskega sistema.

1.2.4 POSEBNOST ENERGIJSKIH PROCESOV PRI POSAMEZNIH REŽIMIH TRENINGA

Na podlagi prevladujoče intenzivnosti napora in trajanja odmora se v resintezo ATP-ja vključujejo različni energijski procesi. Le malo športov zahteva maksimalen napor do popoldne izčrpanosti. Večina jih je namreč v območju neprekinjene ali občasno prekinjene visoke intenzivnosti. V teh primerih je potreba po energiji večja, kot jo lahko zagotavlja aerobni energijski sistem, zato povečevanje aerobne moči s klasičnim aerobnim treningom, ob hkratnem zanemarjanju anaerobne moči in treninga, ne prinaša ustreznih rezultatov.

Ena izmed metod, ki cilja na različne metabolne mehanizme je intervalni trening, ta pa bazira na dejstvu, da lahko posameznik opravi več dela na višji intenzivnosti ob enaki ali manjši utrujenosti kot pri neprekinjenem aerobnem treningu. Menjava delovnih intervalov in intervalov počitka naj bi tako ciljala na resintezo ATP-ja preko aerobnih energijskih procesov, anaerobnih laktatnih energijskih procesov (glikolize) in anaerobnih fosfatnih energijskih procesov, v odvisnosti od trajanja delovnega intervala, torej stopnje izčrpanosti zalog energijskih virov in trajanja odmora, t.j. časa, v katerem se energijski viri obnavljajo, kar je

predstavljeno v Tabeli 2. Beachle (1994) trdi, da lahko z izbiro ustrezne intenzivnosti napora ter časa obremenitve in odmora vplivamo na delovanje željenih energijskih sistemov. V poštev pa je potrebno vzeti tudi dejstvo, da se intervali odmora lahko spreminjajo v skladu s prilagajanjem organizma na določeno obremenitev. Dvigovanje uteži, šprinti in ostale oblike anaerobnega napora lahko tako povečajo zaloge glikogena in CP ter pospešijo encimske procese v anaerobnih energijskih sistemih in anaerobni metabolizem nasploh.

Tabela 2

Prevladujoči energijski procesi glede na delež maksimalne moči (Beachle, 1994)

% maksimalne moči	Primarni sistem za zagotavljanje energije	Trajanje obremenitve	Razmerje med obremenitvijo in počitkom
90-100	Fosfatni (ATP-CP)	5-10 sek	1:12-1:20
75-90	Hitra glikoliza	15-30 sek	1:3-1:5
30-75	Hitra glikoliza in oksidacija	1-3 min	1:3-1:4
20-35	Oksidacija	>3 min	1:1-1:3

Beachle (1994) tudi navaja, da naj bi športniki anaerobnih športov v svoj trenajni proces dodajali aerobne aktivnosti za pospeševanje regeneracije, saj regeneracija primarno poteka po aerobnih poteh, vendar pa hkrati opozarja, da aerobni trening zmanjšuje anaerobno sposobnost, zlasti na področju maksimalne moči in eksplozivnosti.

1.3 ENDOKRINI SISTEM

Da se človeški organizem lahko spopada z zahtevami treninga, je nujno potrebno usklajeno delovanje fizioloških sistemov v telesu. Za kontrolo fizioloških funkcij v človeškem telesu sta zadolžena živčni sistem in endokrini sistem, ki sta medsebojno povezana. Termin endokrini sistem pomeni sistem žlez, ki s svojim delovanjem izločajo hormone neposredno v kri, preko

katere le-ti nato potujejo do tarčnih organov oziroma celic. Endokrini odziv je torej povezan z delovanjem žlez z notranjim izločanjem. Med žleze z notranjim izločanjem spadajo hipofiza, ščitnica, obščitnice, nadledvična žleza, trebušna slinavka, jetra ter testisi pri moških oziroma jajčniki pri ženskah.

Hormoni so kemijske spojine v telesu, ki jih izločajo žleze. Vpliv določenega hormona na njegovo tarčno celico se odraža kot pospešeno ali upočasnjeno delovanje le-te. Osnovni endokrini odziv se kaže v naslednjem zaporedju: vadba povzroči strukturno spremembo oziroma poškodbo tkiva. Na to se odzovejo žleze in pojavi se izločanje hormonov. Ti hormoni pridejo v kri in potujejo po krvi, bodisi vezani na prenašalce, bodisi kot prosti hormoni. Ko pridejo do receptorjev, se nanje vežejo, vendar le pod pogojem, da so receptorji odprti. V nasprotnem primeru ne pride do vezave, torej je ta hormon neaktiven. Ko pride hormon, vezan na receptor, v celico, potuje na aktivno mesto ter tam začne s svojo aktivnostjo. Celica se tako začne spreminjati. Glavne tarče delovanja hormonov v povezavi z vadbo za moč so mišice in vezivno tkivo, vendar pa se prilagoditve dogajajo tudi na nivoju samega endokrinega sistema. Te prilagoditve so povezane s tarčnimi organi in toleranco na stres. Možne so naslednje prilagoditve endokrinega sistema: količina sinteze in skladiščenja hormonov, transport hormonov preko prenašalcev, količina degradacije hormonov v določenem času, kvaliteta vezave hormona na receptor, količina receptorjev, ... (Beachle, 1994).

V povezavi z vadbo za moč delimo dve pomembni skupini hormonov: anabolne hormone, ki prispevajo k sintezi beljakovin oziroma zagotavljajo sistemsko okolje za le-to ter katabolne hormone, katerih naloga je razgradnja beljakovin. Ključni anabolni hormoni so testosteron, rastni hormon, inzulin in inzulinu podoben rastni faktor (IGF), medtem ko sta ključna katabolna hormona kortizol in luteinizirajoči hormon.

1.3.1 TESTOSTERON

Testosteron je moški spolni hormon. Največji delež testosterona se pri moških tvori v testisih, v veliko manjših količinah pa se tvori tudi pri ženskah in sicer v jajčnikih. V povezavi z močjo ima več funkcij in sicer v anabolnem smislu deluje v treh smereh: poveča sintezo

beljakovin v mišici, okrepi sinapse ter s tem olajša prehod preko sinapse, torej pospešuje prevajanje akcijskih potencialov ter pomaga pri izločanju ravnega hormona, saj sproži njegovo izločanje.

Dejavniki, ki vplivajo na koncentracijo testostetona so (Beachle, 1994):

- vaje, ki vključujejo velike mišične skupine (mrtvi dvig, nalog, počep ipd.),
- velika bremena (85-95% 1RM),
- srednji do velik volumen vaj, kar dosežemo v večjim številom serij in/ali vaj za posamezno mišično skupino in
- kratke odmore (30-60 sek).

Testosteron se odzove na vse obremenitve, kjer je breme dovolj veliko in na submaksimalne obremenitve, kadar odmori niso predolgi. Največ testostetonskega odziva se zgodi med samo vadbo in takoj po njej, vendar se koncentracija testostetona v krvi lahko spremeni tudi po vadbi, ki traja daljše časovno obdobje. Ker se koncentracija testostetona v mirovanju lahko spremeni, je povečana koncentracija tega hormona kazalec, da v telesu prevladujejo anabolni procesi, zato se testosteron uporablja kot anabolni pokazatelj. Spreminjanje vrednosti testostetona v mirovanju in odziv na obremenitev pa ni vedno enak. Starost in razlike med spoloma bistveno vplivajo na odziv testostetona. Moški imajo v povprečju desetkrat večjo koncentracijo testostetona v krvi kot ženske, zaradi česar se ključne razlike med spoloma, ki so hormonsko pogojene, ne kažejo v disciplinah maksimalne moči, temveč v disciplinah eksplozivnosti. Razlog je v tem, da je mišična aktivacija zaradi bolj prevodnega živčnega sistema pri moških bolj učinkovita.

1.3.2 RASTNI HORMON

Rastni hormon (RH) ali somatotropin je hormon hipofize in na sintezo beljakovin ne vpliva direktno, temveč povzroča sistemsko okolje za sintezo beljakovin. To sistemsko okolje se nanaša na dva vidika: prvi je zagotavljanje energije za gradnjo v mišicah (RH pospeši razgradnjo maščob kot energijski vir), drugi pa je transport surovin, saj zagotavlja, da

aminokisliline lažje potujejo po krvi in lažje prehajajo skozi membrano celice. Rastni hormon ni pomemben le za normalno rast in razvoj tkiv v človeškem organizmu, temveč igra pomembno vlogo tudi pri prilagajanju na stres, ki ga povzroči trening. Glavni fiziološki vplivi rastnega hormona so: zmanjšana sinteza glikogena, pospešen transport aminokislin preko celičnih membran, povečana sinteza beljakovin, povečana poraba maščobnih kislin, povečana razgradnja maščob, povečana sinteza kolagena, ... (Beachle, 1994). Poleg tega rastni hormon stimulira izločanje inzulina podobnega rastnega faktorja (IGF), ki velja za enega najmočnejših anabolnih hormonov.

Rastni hormon ima drugačen princip izločanja kot testosteron. Testosteron ima namreč daljše cikle izločanja in tudi njegova koncentracija v mirovanju lahko ostane povišana. Za razliko od testosterona ima rastni hormon izrazito dnevno-nočno pulzno izločanje, njegova koncentracija v mirovanju pa se ne poveča. Koncentracija rastnega hormona v krvi se izrazito poveča po dveh urah spanja, kar je povezano tudi z regeneracijo tkiv. Če se poveča koncentracija rastnega hormona v mirovanju, se pojavijo nezaželene telesne spremembe (povečani distalni deli).

Pri odzivu rastnega hormona na obremenitev je zgodba skoraj obratna kot pri odzivu testosterona. Pri testosteronu namreč skoraj vsaka vadba, kjer imamo dovolj velika bremena, povzroči odziv. Pri rastnem hormonu pa ta odziv povzroči samo standard metoda I (Tabela 4).

1.3.3 INZULIN

Inzulin je nujno potreben za prenos glukoze skozi membrano celic v mišično tkivo. Povzroča padec koncentracije glukoze v krvi in njeno pretvorbo v glikogen v jetrih. Nezadostno izločanje inzulina povzroči dvig koncentracije glukoze v krvi. Med naporom velja obratno razmerje (deVries, 1986).

1.3.4 INZULINU PODOBEN RASTNI FAKTOR

Inzulinu podoben rastni faktor (IGF) je najmočnejši hormon za sintezo beljakovin v mišici. Izloča se v jetrih pod vplivom delovanja rastnega hormona. Razlogi za povečano koncentracijo tega hormona v krvi še niso znani, vendar pa so najverjetneje povezani z delovanjem različnih celic, med drugim tudi maščobnih in mišičnih. Maščobne celice vsebujejo relativno visok velež IGF-a, mišične pa zelo majhen. Obstaja teza, da se IGF lahko izloča tudi iz nejetrnih celic brez posredovanja rastnega hormona (Beachle, 1994). Odzivi IGF-a na trening za moč še niso popolnoma jasni. Podobno kot pri rastnem hormonu, se adaptacije najverjetneje kažejo v spremenjenem izločanju, transportu in interakciji z receptorji. Kreamer in sod. (v Beachle, 1994) so dokazali povečano vsebnost IGF-a v krvi v dveh urah po vadbi, kar pa ni bilo vezano na posamezno metodo vadbe za moč. Odziv IGF-a na trening moči torej še ni znan in zahteva nadaljnja raziskovanja.

1.3.5 KORTIZOL

Kortizol je najbolj tipičen predstavnik katabolnih hormonov in se sintetizira v skorji nadledvične žleze. Večji katabolni učinki tega hormona v mišici so pretvorba aminokislin v ogljikove hidrate, povečana vsebnost encimov za razgradnjo beljakovin in inhibicija sinteze beljakovin. Dokazan je večji učinek kortizola na hitra mišična vlakna kot na počasna mišična vlakna. V primerih bolezni, imobilizacije sklepov ali poškodbe, kortizol vpliva na zmanjšanje količine kontraktilnih proteinov v mišici, kar se odraža v mišični atrofiji in posledično zmanjšani sposobnosti proizvodnje moči. V mišici kortizol nasprotuje delovanju testosterona in inzulina. Prevladovanje kortizola je povezano s pretreniranostjo.

Podobno kot pri rastnem hormonu, na dvig vsebnosti kortizola vplivajo velik volumen vaj, velike mišične skupine ter kratki odmori. Zanimivo je, da vadbeni protokoli, ki izzovejo visok katabolni odziv hkrati izzovejo tudi visok odziv rastnega hormona. Medtem, ko imajo kronične visoke vrednosti kortizola nasproten učinek, ima akutno povečanje vsebnosti vpliv na povečanje mišične mase. Mišica mora biti za svojo rast namreč najprej obremenjena do neke meje (pod mejo poškodbe), da lahko v njej pride do remodeliranja in rasti.

Ker se vsebnost kortizola v mirovanju lahko poveča, le-ta predstavlja katabolni marker in kaže na prevladovanje katabolnih procesov v telesu. Prav tako pa lahko iz vsebnosti testosterona in kortizola v krvi v mirovanju ter razmerja med njima sklepamo o anabolno-katabolnem stanju organizma.

1.3.6 KATEHOLAMINI

Kateholamini – adrenalin, noradrenalin in dopamin so najverjetneje pomembnejši pri akutni proizvodnji moči kot ostali hormoni. Njihova vloga pri sami rasti mišice ni znana, znano pa je, da igrajo pomembno vlogo pri prenatalnem razvoju in pospešujejo proces rasti. Prav tako je možno, da kateholamini povečujejo tvorbo hormonov, pomembnih za rast. Tako so fiziološke funkcije adrenalina in noradrenalina naslednje: povečana sposobnost proizvodnje sile, povečana sposobnost krčenja mišice, povečan krvni pritisk, povečana razpoložljivost energije ter povečano izločanje ostalih hormonov, na primer testosterona.

Trening z velikimi bremenami se je pokazal kot učinkovit za povečanje sposobnosti športnikov za proizvodnjo večje količine adrenalina med maksimalnim naporom. Ker je adrenalin povezan s proizvodnjo sile in potenciacijo odziva ostalih hormonov, na primer testosterona in IGF-a, je povečanje vsebnosti kateholaminov eden prvih endokrinih odzivov, ki se pojavijo v povezavi s treningom moči.

1.4 METODE TRENINGA MOČI

Silovitost mišičnega krčenja (moč) je mogoče povečati s premagovanjem notranjega ali zunanjskega odpora (Ušaj, 2003). Metode za povečanje moči se navezujejo na cilje, ki jih želimo doseči. Tako v osnovi delimo te metode na tiste, ki imajo primaren vpliv na mišico in tiste, ki imajo primaren vpliv na delovanje živčnega sistema oziroma na aktivacijo (Zatsiorsky, 1995). V skladu s tem ločimo 5 skupin metod za povečanje moči:

- metode maksimalnih mišičnih naprežanj,
- metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj,
- mešane metode,
- reaktivne metode,
- metode za povečanje vzdržljivosti v moči.

1.4.1 METODE MAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREŽANJ

Prva in osnovna značilnost metod maksimalnih mišičnih naprežanj je njihov vpliv na znotrajmišično koordinacijo. Vpliv na povečanje mišične mase je pri teh metodah minimalen ali pa ga praktično ni. Posledično se izboljša hitra moč (prirastek sile). Tipična za izvedbo teh gibanj so eksplozivna maksimalna naprežanja. Ker je eksplozivnost ključ za uspešnost pri izvajanju teh gibanj, trening zahteva spočitost, ter tudi sposobnost maksimalne koncentracije. Bremena, ki jih uporabljamo so velika, večja od 90% 1RM, število ponovitev je temu primerno nizko, odmori pa dolgi.

Tabela 3

Metode maksimalnih mišičnih naprežanj (V. Strojnik, osebna komunikacija, februar 2011)

Metode maksimalnih mišičnih naprežanj					
	<i>Kvazimaks. kontraksije</i>	<i>Maks. konc. kontraksije</i>	<i>Maks. izom. kontraksije</i>	<i>Maks. eksc. kontraksije</i>	<i>Maks. eks.- konc. kontr.</i>
<i>Kontraksija</i>					
• Konc.	X	X			X
• Eksc.				X	X
• Izom.			X		
<i>Tempo</i>					
• Eksploz.	X	X	X	X	X
• Tekoče					
Breme (%)	90	100	100	130-150	70-90
Št. ponovitev	3-6	1	2	5	4-8
Št. serij	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
Trajanje (s)			4-6		
Odmor (min)	5	5	5	5	5

Tabela 3 prikazuje metode maksimalnih mišičnih naprežanj. Prva metoda, ki bo v uporabi pri stopnjevanju obremenitve v okviru letnega ciklusa bo metoda kvazimaksimalnih kontrakcij, ne glede na to ali gre za trening izkušenega športnika ali ne. Metode, ki jih uporabimo v nadaljevanju pa so odvisne od ciljev, ki jih želimo doseči. Navadno 2 – 3 tednom treninga kvazimaksimalnih kontrakcij sledijo 2 – 3 tedni maksimalnih ekscentričnih kontrakcij, obdobje aktivacije pa zaključimo z metodo maksimalnih ekscentrično-koncentričnih kontrakcij. Metoda maksimalnih izometričnih naprežanj je z vidika športnikov bolj pomožna metoda, razen v športnih, ki zahtevajo izometrične obremenitve, npr. gimnastika. Metode se med seboj v določenem obdobju lahko tudi prepletajo. V tem primeru ostaja metoda kvazimaksimalnih kontrakcij v planu treningov ves čas, dodajamo pa ji najprej ekscentrično in nato še ekscentrično-koncentrično metodo.

1.4.2 METODE PONOVLJENIH SUBMAKSIMALNIH MIŠIČNIH NAPREZANJ

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj so v prvi vrsti namenjene povečanju mišične mase. S povečanjem le-te se posledično poveča tudi maksimalna sila, ki jo je mišica sposobna proizvesti. Za maksimalen izkoristek teh metod, jih moramo kombinirati z zgoraj opisanimi metodami maksimalnih mišičnih naprežanj. Tako torej najprej povečamo volumen mišice, nato pa še njen izkoristek. Omenjene metode omogočajo tudi napredek v vzdržljivosti v moči, saj je ena ključnih lastnosti teh metod izvedba maksimalnega števila ponovitev z določenim bremenom v eni seriji. Število ponovitev v seriji je na tem mestu boljša orientacija kot sama velikost bremena. Način izvajanja ponovitev je tekoč in koncentričen. Glavni cilj je maksimalno izčrpati mišico. Ker ne izvajamo eksplozivnih ponovitev, spočitost na tem mestu ni ključnega pomena. Ključnega pomena je energija, torej zadostna količina glikogena v mišicah. Pomemben je tudi odmor med treningi posameznih mišičnih skupin, saj posamezna mišica po tovrstnem treningu potrebuje 2 – 3 dni za regeneracijo.

Tabela 4

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj (V. Strojnik, osebna komunikacija, februar 2011)

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj				
	<i>Standard metoda I</i>	<i>Standard metoda II</i>	<i>Ekstenzivna bodybuilding m.</i>	<i>Intenzivna bodybuilding m.</i>
<i>Kontrakcija</i>				
• Konc.	X	X	X	X
• Eksc.				
• Izom.				
<i>Tempo</i>				
• Eksploz.				
• Tekoče	X	X	X	X
<i>Breme (%)</i>	80	70 80 85 90	60-70	85-95
<i>Št. ponovitev</i>	8-12	12 10 7 5	15-18	5-8
<i>Št. serij</i>	3-5	1. 2. 3. 4.	3-5	3-5
<i>Odmor (min)</i>	1-2	3	1-2	3

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj so podrobneje opisane v Tabeli 4. V praksi velja pri uporabi omenjenih metod za povečanje mišične mase naslednji princip: tipično bomo obdobje povečanja mišične mase začeli z uporabo ekstenzivne bodybuilding metode, ki je uvajalna metoda v vadbo za moč. Tej metodi sledi trening po principu standard metode I, ki je tipična metoda za povečanje mišične mase, saj izzove največji hormonski odziv ter s tem ustvari pogoje za rast mišice. V primeru, da želi športnik izrazito povečanje mišice pride v nadaljevanju v upoštevanje intenzivna bodybuilding metoda. Na mestu uporabe standard metode II se pojavi vprašanje učinkovitosti tovrstnega principa treninga, tj. piramidne obremenitve. Vse metode, kjer spreminjamo bremena namreč ciljajo na različne mehanizme kar pomeni, da noben od teh mehanizmov ni dovolj obremenjen, zato naj ne bi prišlo do želenih rezultatov oz. se le-ti kažejo v manjši meri.

1.4.3 MEŠANE METODE

Glavni namen mešanih metod je aktivacija v pogojih hitre moči, torej medmišična koordinacija. Gre za sposobnost čim hitrejše in čim bolj eksplozivne izvedbe določenega giba. Glavna razlika med metodami hitre moči in metodami maksimalnih mišičnih naprežanj je v velikosti bremen, ki jih uporabljamo, saj pri metodah hitre moči uporabljamo izrazito nižja bremena (35-50% 1RM). Manjše breme pomeni večjo hitrost izvedbe giba. Pri počasni hitrosti medmišična koordinacija ni bistvena, saj tam mišice delajo paralelno, ko pa se hitrost giba poveča, začne svojo funkcijo izvajati mišična veriga (Zatsiorsky, 1995). Zato pri mešanih metodah navadno uporabljamo vaje, ki vključujejo čim več mišičnih skupin, torej uporabljamo celotno mišično verigo, redkeje pa tudi enosklepne vaje. Ker je izvedba gibanj eksplozivna, je spočitost ključnega pomena pri izvedbi tovrstnih treningov. Značilnosti mešanih metod treninga moči so opisane v Tabeli 5.

Tabela 5

Mešane metode (V. Strojnik, osebna komunikacija, februar 2011)

Mešane metode	
	<i>Metoda hitre moči</i>
<i>Kontrakcija</i>	
• Koncentrično	X
• Ekscentrično	
• Izometrično	
<i>Tempo</i>	
• Eksplozivno	X
• Tekoče	
<i>Breme (%)</i>	35-50
<i>Št. ponovitev</i>	5-7
<i>Št. serij</i>	3-5
<i>Odmor (min)</i>	5

1.4.4 REAKTIVNE METODE

Reaktivne metode, imenovane tudi pliometrične metode, so v osnovi namenjene učenju aktivacije pri ekscentrično-koncentričnih naprežanjih. Gre za izboljšanje predaktivacije, predvsem pa refleksne aktivacije, skozi katero kontroliramo optimalno togost. Te metode običajno izvajamo brez dodatnih bremen, ko gre za trening dobro treniranih posameznikov pa pride v upoštevanje tudi uporaba le-teh. Težavnost kontroliramo na dva načina: s spreminjanjem hitrosti (npr. višanje začetnega položaja pri globinskih skokih) ali s povečanjem bremena/mase. Obremenitve so pri reaktivnih metodah daleč največje, zato se tovrstni trening uporablja proti koncu pripravljalnega obdobja, ko smo predhodno že trenirali na zgoraj omenjene načine. Pomembno je tudi, da jih izvajamo maksimalno, za kar poznamo dva kriterija. Prvi kriterij je hitrost, saj moramo biti sposobni gib izvesti hitreje, kot bi ga izvedli s samo koncentričnim naprežanjem. Drugi kriterij pa je čas izvedbe. Ko smo sposobni doseči večjo hitrost, potem poskušamo krajšati gibalni čas s tem, da ohranjamo hitrost. Ker gre za maksimalna eksplozivna gibanja je pomemben dejavnik tudi spočitost.

Tabela 6

Reaktivne metode (V. Strojnik, osebna komunikacija, februar 2011)

Reaktivne metode				
	<i>Poskoki</i>	<i>Skoki</i>	<i>Globinski skoki</i>	<i>Poskoki z bremeni</i>
<i>Kontrakcija</i>				
• Konc.	X	X	X	X
• Eksc.	X	X	X	X
• Izom.				
<i>Tempo</i>				
• Eksploz.	X	X	X	X
• Tekoče				
<i>Breme (%)</i>	/	/	/	30-70% TT
<i>Št. ponovitev</i>	6-12	6-10	6	6-8
<i>Št. serij</i>	3	3	3-5	3
<i>Odmor (min)</i>	5	5	5	5

Reaktivne metode so opisane v Tabeli 6. Standarden začetni korak v ekscentrično-koncentrične obremenitve (na primeru treninga nog) so poskoki na ravnini. Če želimo poskoke na ravnini razbremeniti, izvajamo poskoke v klanec, če pa želimo zahtevnost povečati, izvajamo poskoke navzdol. Naslednja stopnja sonožnih poskokov in skokov so enonožni poskoki in skoki, tem pa sledijo globinski skoki.

1.4.5 METODE VZDRŽLJIVOSTI V MOČI

Metode vzdržljivosti v moči, prikazane v Tabeli 7, za svoj namen uporabljajo majhna bremena (25-60% 1RM), veliko število ponovitev, ki vodijo v izčrpanost mišice, in kratke odmore. Ker so bremena manjša, pri tovrstnem treningu ne pride do izrazitega povečanja mišične mase, ampak samo do povečanja zakisljenosti oziroma do adaptacije, ki je povezana z le-to. Na tem mestu pride do dileme, ali v tovrstnem treningu uporabljati športno-specifične

vaje ali vaje za posamezne mišice oz. mišične skupine. Rešitev je v tem, da skušamo metode vzdržljivosti v moči kombinirati s športno-specifičnimi koordinacijskimi oblikami vadbe vzdržljivosti. Z drugimi besedami so na tem mestu idealne za uporabo intenzivne intervalne metode v kombinaciji treninga vzdržljivosti v moči, ki ciljajo na laktatno toleranco, kar pomeni visoko stopnjo zakisljenosti na koncu treninga. Glavna tarča tovrstnega treninga so torej puferski sistemi, ki mišici omogočajo optimalno delovanje v pogojih maksimalne zakisljenosti čim dlje časa, da se utrujenost pojavi čim kasneje.

Tabela 7

Metode vzdržljivosti v moči (V. Strojnik, osebna komunikacija, februar 2011)

Metode vzdržljivosti v moči		
	<i>Ekstenzivna metoda</i>	<i>Intenzivna metoda</i>
<i>Kontrakcija</i>		
• Koncentrično	X	X
• Ekscentrično	X	X
• Izometrično	X	X
<i>Tempo</i>		
• Eksplozivno		
• Tekoče	X	X
<i>Breme (%)</i>	30-50	50-60
<i>Št. serij</i>	3-5	3-5
<i>Trajanje (sek)</i>	30-60	20-30
<i>Odmor (sek)</i>	25-90	10-60

1.5 VISOKO-INTENZIVNI INTERVALNI TRENING

Visoko-intenzivni intervalni trening (angl. high-intensity interval training ali HIIT), poznan tudi kot intervalni trening (angl. interval training ali IT) je koncept treninga, sestavljen iz izmenjujočih se intervalov visoke intenzivnosti in intervalov počitka. Dolžina delovnih intervalov lahko variira med 5 in 10 sekundami, pa vse do 5 in 10 minutami. Prav tako lahko

variira dolžina intervalov počitka (Driver, 2012). Laursen in Jenkins (2002) VIIT definirata kot ponavljajoče serije kratkih ali srednje dolgih obremenitev (10 sekund do 5 minut), z intenzivnostjo napora višjo od anaerobnega praga. Serije napora so ločene s serijami odmora. Le-te lahko pomenijo nizko-intenzivno obremenitev ali počitek, z namenom obnoviti energijske zaloge, vendar ne popolnoma. Potrebno je ločiti visoko-intenzivni intervalni trening od šprint intervalov. Vodlan (2013) izpostavlja dva različna pojma, ki ju lahko zaradi podobnosti poimenovanja zamenjamo in narobe razumemo. Da se šprint intervalni trening razlikuje od visoko-intenzivne intervalne metode so dokazali Burgomaster in drugi (2008) (v Vodlan, 2013), ki so trikrat na teden šest tednov izvajali kratke šprinte (30 sekund) z visoko intenzivnostjo ($>150\% \text{ VO}_2\text{max}$) in s štirimi minutami odmora med serijami s šestimi ponovitvami. S to metodo je bilo ugotovljeno, da se oksidacija ogljikovih hidratov poveča, medtem ko je oksidacija maščobnih kislin dosti manj izražena in ni zaznati nobene povečave v transportnih proteinih.

Za boljše razumevanje bo v nadaljevanju namesto visoko-intenzivnega intervalnega treninga uporabljena slovenska kratica VIIT. VIIT je torej oblika treninga, kjer se izmenjujejo intervali visoke intenzivnosti (anaerobni napor) in intervali nizke intenzivnosti. Da bi dosegli maksimalne učinke tovrstnega treninga, je potrebno delovne intervale izvajati kar se da intenzivno. V skladu s tem morajo biti le-ti dovolj kratki, saj trening visoke intenzivnosti hitro vodi v utrujenost, kopičenje mlečne kisline in izčrpavanje energijskih zalog (CP). V trenutku, ko se začnejo kazati omenjeni dejavniki, je potrebno delovni interval prekiniti z nizko-intenzivnim intervalom. Le-ta je lahko različen; od mirovanja, do hoje ali lahkotnega teka. Namen intervala nizke intenzivnosti je prekrvavitev mišic in izplakovanje metabolitov (mlečne kisline) ter ponovno polnjenje energijskih zalog.

Zahtevnost VIIT-a lahko prilagajamo na različne načine in sicer s spreminjanjem (Driver, 2012):

- trajanja visoko-intenzivnega intervala,
- intenzivnosti visoko-intenzivnega intervala,
- trajanja intervala počitka,
- intenzivnosti intervala počitka,
- števila ponovitev posameznih intervalov in
- načina obremenitve (tek, kolesarjenje, ...).

Bompa in Haff (2009) opisujeta VIIT kot anaerobni intervalni trening, kjer je trajanje delovnega intervala krajše od 2 minut, intenzivnost pa supramaksimalna („all-out“ ali višja od VO₂max). Po njunih besedah anaerobni intervali, ki trajajo 15 do 30 sekund, izvedeni v 4 do 10 serijah in so prekinjeni s 45-sekundnimi do 12-minutnimi odmori, izrazito povečajo VO₂max, anaerobno vzdržljivost in druge parametre že v dveh tednih. Vendar pa avtorja na tem mestu opozarjata na previdnost in preudarnost pri izbiri metod počitka in pravilnemu doziranju VIIT-a, saj lahko le-ta hitro vodi v pretreniranost. Po njunem mnenju je tovrstno obliko treninga primerno izvajati enkrat ali dvakrat na teden ter jo vključiti v redni plan treningov.

Beachle (1994) opisuje intervalni trening (IT) kot metodo metabolnega treninga, kjer so delovni intervali navadno krajši od 30 sekund in prekinjeni z odmori, ki trajajo približno 3-krat toliko. Ta oblika treninga ne omogoča popolne regeneracije med odmori in se jo navadno uporablja v zaključnem delu pripravljalnega obdobja športnikov. Napori, posledica katerih je kopičenje mlečne kisline, naj bi bili v razmerju 1:2 glede na odmore. Kljub temu, da med odmorom ne pride do popolne regeneracije, se organizem sčasoma prilagodi na obremenitve in je sposoben višje tolerance na zakisljevanje. Avtor ugotovitve strne v naslednji tabeli (Tabela 8).

Tabela 8

Delež energije glede na trajanje napora in odmora VIIT-a (Beachle, 1994)

	Intervalni trening (šprinti)	Intervalni trening (srednje razdalje)	Intervalni trening (dolge razdalje)
<i>Prevladujoči energijski sistem</i>	Fosfatni (ATP-CP)	Anaerobni laktatni (glikolitični)	Aerobni
<i>Trajanje obremenitve (sek)</i>	10-30	30-120	120-300
<i>Trajanje odmora (sek)</i>	30-90	60-240	120-310
<i>Razmerje obremenitev:počitek</i>	1:3	1:2	1:1
<i>Število intervalov</i>	25-30	10-20	3-5

1.5.1 ZGODOVINA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA

Vodlan (2013) opisuje zgodovinsko gledano princip intervalnega treninga kot relativno novo metodo vadbe v primerjavi z neprekinjeno metodo, saj prvi zapiski segajo komaj v dvajseto stoletje. Morda so načrtno uporabljali intervalno vadbo v športne ali vojaške namene že stari Grki in Rimljani, ampak o tem ni nobenih trdnih dokazov ali zapisov.

Prvi zapisi intervalnega treninga segajo v leto 1912, ko je Finec Hannes Kolehmainen, olimpijski zmagovalec na pet in deset kilometrov ter svetovni rekorder na 3000 m, uporabljal pri svojih treningih intervalno metodo. Paolo Nurmi, prav tako s Finske, je kraljeval med leti 1920–30, ko je osvojil kar 9 zlatih olimpijskih medalj na 1500, 3000, 5000 in 10000 m ter pri teku na 3000 m čez ovire (metode: 6 x 400 m ter tek na 10–24 km s kratkimi sprinti s hitrostjo 24 km/h). Leta 1930 je Švedski trener Gosta Holmer razvil fartlek (igra hitrosti), kar pomeni intervalno izmenjavo različnih hitrosti in časa trajanja teka glede na tekačevo počutje. V istem obdobju je v Nemčiji deloval Dr. Woldemar Gerschler, ki je prvi sistematiziral in poimenoval prekinjeno vadbo kot intervalni trening. Njegov trening je bil zelo preprost: teči 100 m, 150 m ali 200 m, redkokdaj 300 in 400 m, na približno 180 FSU, ko utrip pade pod 120 FSU, se tek ponovi. Če v 90 sekundah utrip ni padel, so skrajšali razdaljo teka. Rezultat njegovega dela je leta 1939 potrdil Rudolf Habring s svetovnim rekordom na 800 m s časom 1:46,6, mesec kasneje pa je postavil še svetovni rekord na 400 m s časom 46 s. Med drugo svetovno vojno je šel intervalni trening v pozabo, o njem pa se je ponovno začelo govoriti leta 1952, ko je Josy Barthel osvojil zlato na olimpijskih igrah v teku na 1500 m, leta 1955 pa je Roger Moens po 16 letih postavil nov svetovni rekord v teku na 800 m s časom 1:45,7. Emil Zatopek je na olimpijskih igrah leta 1952 šokiral z zlatimi medaljami na 5000 m in na 10000 m ter na maratonu.

Prvi znanstveni članek, ki sta ga izdala Reindell in Roskamm, je izšel leta 1959, tri leta kasneje pa je izšla še knjiga z naslovom *Das Intervalltraining* (Reindell, Roskamm, Adam in Gerschler). V 60-ih letih je sledil pravi razcvet raziskav na področju intervalnega treninga. Uvedli so intervale glede na odstotek VO_2max (30min: 15 s teka, 15 s počitka, 100 % VO_2max), VIIT pa so začeli uporabljati tudi v vojaške namene. Raziskave vpliva intervalnega treninga na metabolično adaptacijo so se začele v sedemdesetih letih, ko so skušali boljše razumeti vlogo različnih encimov (ATP-azo, kretin-kinazo in adenylat-kinazo) na delovanje mišic (Kravitz in Zuhl, 2012). V osemdesetih letih so že vsi trenerji uporabljali intervalno

metodo treninga in ni bila več nobena skrivnost. Najbolj znana študija v devetdesetih letih je bila opravljena na Japonskem, kjer so Tabata, Nishimura, Kouzaki, Hirai, Ogita, Miyachi in Yamamoto (1996) razvili intervalno metodo 8 serij 20-sekundnega napora na 170 % VO_2max in 10-sekundnega odmora.

V zadnjem času se je intervalni trening razširil na vse športne panoge, med rekreativce in vse kaže, da je uporaben za različno trenirane ljudi različnih sposobnosti in starosti, vendar pa je na tem mestu potrebno v upoštevanje vzeti številne dejavnike. Veliko študij je bilo narejenih na raznovrstnih skupinah ljudi v različne namene. Najbolj pogoste študije razkrivajo, kako visoko intenzivni intervalni trening vpliva na ljudi s prekomerno telesno maso, s srčno-žilnimi boleznimi, z diabetesom, starostnike, prekomerno hranjene mladostnike in vrhunske športnike ter njihov odziv. Vedno več pa je tudi raziskovanja vpliva VIIT-a na moč in njene pojavne oblike.

1.5.2 PRIMERI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA V ŠPORTNI PRAKSI

Princip visoko-intenzivnega intervalnega treninga je eden izmed principov treninga v skupini intervalnih treningov. V to skupino spadajo še fartlek, metoda Little/Gabala in metoda Tabata. Fartlek, imenovan tudi »igra hitrosti« je oblika intervalnega treninga, pri kateri športnik izvaja različno hitre in različno dolge teke prekinjene s krajšimi ali daljšimi obdobji najrazličnejših vaj za moč, hitrost, sposobnost reakcije ipd. Intervali so navadno srednje do visoke intenzivnosti in le redko presežejo mejo anaerobnega praga. Zato je fartlek bolj intuitivna in svobodna oblika vadbe vzdržljivosti, brez striktno predpisanih količin in intenzivnosti, kar je značilno za intervalni trening (Škof, Tomažin, Dolenc, Marcina in Čoh, 2006). Oblika intervalnega treninga je tudi metoda po Little/Gabala, ki sta jo ustvarila dr. Little in dr. Gabala z Univerze McMaster v Kanadi z namenom ustvariti trening, ki bi v čim krajšem času ustvaril čim večji napredek (Driver, 2012). V upoštevanje sta vzela dejstvo, da VIIT zaradi svoje intenzivnosti ni primeren za vse posameznike. Ustvarila sta trening, ki je bil časovno nepotraten, je omogočal doseganje rezultatov in bil hkrati primeren za različno trenirane posameznike, torej tudi začetnike, starejše osebe, posameznike s težavami z zdravjem in

posameznike s prekomerno telesno težo. Ravno zaradi tega je tovrstni trening odlična metoda za uvod posameznikov v VIIT. Intervalni trening Little/Gabala je podrobneje opisan v Tabeli 9.

Dr. Izumi Tabata je razvil princip intervalnega treninga, ki v najkrajšem možnem času zagotavlja maksimalne rezultate. Metoda je podrobneje opisana v Tabeli 9. V nasprotju od metode po Little-u/Gabali Tabata namenjena dobro treniranim posameznikom, tako da je v sistemu treninga priporočena za tem, ko so posamezniki že trenirali po principu VIIT-a (Driver, 2012).

Tabela 9

Oblike intervalnih treningov (Driver, 2012)

	IT	HIIT	Fartlek	Little/Gibala	Tabata
<i>Trajanje obremenitve (sek)</i>	<120	<60	<60	60	20
<i>Intenzivnost obremenitve</i>	75-95%	100%	100%	75-95%	100%
<i>Trajanje odmora (sek)</i>	10-240	10-240	10-240	75	10
<i>Intenzivnost odmora</i>	40-75%	40-75%	40-75%	40-75%	<40%
<i>Število intervalov</i>	4-12>	4-12>	4-12>	8-12	8
<i>Trajanje treninga (min)</i>	20-30	20-30	20-30	18-27	4

V Tabeli 9 so podrobneje predstavljene različne oblike intervalnih treningov glede na intenzivnost, razmerje med naporom in odmorom in trajanje treninga.

Ker so omenjeni principi intervalnega treninga vezani predvsem na trening vzdržljivosti, bo v nadaljevanju predstavljen koncept visoko-intenzivnega intervalnega treninga imenovan Les Mills GRIT (uporabljen tudi v raziskavah Gotschall idr. (2014) in Cook idr. (2014)), ki je zasnovan na treh konceptih in sicer kot VIIT s poudarkom na moči, VIIT s poudarkom na pliometriji in kot VIIT s poudarkom na vzdržljivosti. Njegov namen je v 30 minutah preko različno dolgih intervalov visoke intenzivnosti in intervalov počitka vplivati na različne metabolne procese v telesu.

Tabela 10

Primer vadbene enote: GRIT Strength

	Število serij	Razmerje napor:odmor	Vaje	Trajanje intervala
<i>Uvodni del</i>			<ul style="list-style-type: none"> Počep z lastno težo Sklece Prednji počep s prosto utežjo (5 – 10 kg) Potisk nad glavo s prosto utežjo (5 – 10 kg) Potisk nad glavo s prosto utežjo in dvig na prste 	5 min
<i>Glavni del</i>	4	30 s : 20 s	<ul style="list-style-type: none"> Kombinacija nalog in prednji počep (ok. 40% 1RM) Nalog in potisk (40% 1RM) Potisk nad glavo 	8 min
<i>Zaključni del</i>	2	2 min : 1 min	<ul style="list-style-type: none"> Set 1: 10x počep z utežjo nad glavo, 10x sklece, 10x navpični skok s pritegom kolen na prsi Set 2: 10x potisk nad glavo iz globokega počepa, 10x vojaške sklece, 10x navpični skok iz počepa 	12 min
<i>Zaključni del</i>			<ul style="list-style-type: none"> Različice opore ležno na dlaneh 	3 min

V Tabeli 10 je predstavljen princip visoko-intenzivnega intervalnega treninga imenovan Les Mills GRIT Strength, ki traja 30 minut in zajema uvodni del, intervalni trening s poudarkom na moči, krožni trening s poudarkom na metabolnem odzivu telesa ter zaključni del, ki je namenjen treningu trupa in ohlajanju. Vaje se izvajajo z največjo hitrostjo, ki še omogoča pravilno tehnično izvedbo vaj.

1.5.3 VPELJAVA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA V TRENING REKREATIVNIH ŠPORTNIKOV

Visoko-intenzivni intervalni trening omogoča idealen način treninga za vse posameznike, ki se borijo s pomanjkanjem časa, pa vseeno stremijo k maksimalnemu napredku na svojem športnem področju. V primerih, ko so rekreativni športniki že dlje časa v procesu treningov, lahko izberejo katero koli obliko VIIT-a, ki zahteva maksimalno intenzivnost, vaje, ki jih izvajajo pa naj bodo prilagojene želenim ciljem. V primeru želje po napredku na področju moči mora VIIT vsebovati vaje z ročkami in prostimi utežmi. Velikost bremena je prilagojena hitrosti izvajanja vaj, torej primerno nižja (primerljiva z velikostjo bremena, ki se uporablja pri intenzivni metodi vzdržljivosti v moči, opisani v tabeli 7, ali pri mešanih metodah, opisanih v tabeli 5). VIIT naj posamezniki vključijo v svoj redni plan treningov 1-krat do 2-krat tedensko, z dovolj dolgim vmesnim odmorom med treningoma.

Športniki, ki se šele podajajo na svojo športno pot naj začnejo z oblikami intervalnih treningov, ki zahtevajo nekoliko nižjo stopnjo intenzivnosti ter tako privadijo svoje telo na napor. Izbira vaj je ponovno odvisna od želenega cilja. Ko se posameznik počuti sposobnega (za nasvet naj vpraša tudi trenerja) naj nato postopoma prehaja na VIIT, ki ga v svoj redni plan treningov vključuje sprva 1-krat tedensko, nato pa 2-krat, z dovolj dolgim vmesnim odmorom med posameznimi treningi.

Ker govorimo o treningu rekreativnih športnikov, je priporočljivo treninge izvajati pod nadzorom trenerja ter s tem omogočiti tehnično pravilen, varen in učinkovit trening. V poštev pri izbiri načina treninga lahko posameznik vzame tudi dejavnik motivacije in družabnosti, torej v poštev pridejo VIIT-i v manjših skupinah pod nadzorom trenerja. Na tem mestu pa je

potrebno izpostaviti tudi dejstvo, da je optimalne rezultate moč doseči le ob primerno načrtovani prehrani.

1.6 PROBLEM IN CILJI

Skozi diplomsko delo bi rada podrobneje raziskala področje visoko-intenzivnega intervalnega treninga v povezavi s treningom moči ter ugotovila, kakšni so njegovi pozitivni in/ali negativni vplivi na različne pojavne oblike moči (maksimalno moč, hitro moč in vzdržljivost v moči) in hkrati ponudila možnosti vpeljave tovrstnega treninga v trenažni proces različno treniranih posameznikov.

Glavni cilji diplomskega dela so ugotoviti:

- ali visoko-intenzivni intervalni trening vpliva na razvoj moči,
- kakšen je ta vpliv na različne pojavne oblike moči,
- kako visoko-intenzivni intervalni trening vpliva na dejavnike, povezane z napredkom v moči,
- v skladu z ugotovitvami predstaviti možnost vpeljave visoko-intenzivnega intervalnega treninga v trenažni proces.

2. METODE DELA

V namen izdelave diplomskega dela bo uporabljena deskriptivna metoda dela. Diplomsko delo bo temeljilo na pregledu novejše slovenske, predvsem pa tuje literature ter večih raziskav s področja vpliva visoko-intenzivnega intervalnega treninga na različne pojavne oblike moči ter hkrati tudi na dejavnike, ki prispevajo k napredku v treningu moči, kot so na primer mišična masa, diferenciacija mišičnih vlaken, endokrini odziv in puferska kapaciteta.

3. RAZPRAVA

3.1 PREDNOSTI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA

Visoko-intenzivni intervalni trening je namenjen skoraj vsem posameznikom, tako treniranim, kot tudi netreniranim, ob upoštevanju načel individualnosti in postopnosti. Načelo individualnega pristopa k procesu športne vadbe pravi, da je vadbo potrebno prilagajati sposobnostim posameznika tako, da bi dosegli kar najbolj izrazito željeno spremembo. To načelo zahteva od trenerja prilagajanje osnovnega vadbenega koncepta posameznikovim posebnostim (Ušaj, 2003). Načelo postopne obremenitve pa pravi, da je trening, zlasti netreniranih posameznikov, potrebno vpeljevati postopoma. Tako naj netrenirani posamezniki začnejo s treningom na nižji stopnji intenzivnosti, prav tako pa naj bodo intervali napora nekoliko krajši. To lahko podkrepimo še z daljšanjem intervalov počitka. Z nekaj treningi bodo omenjeni posamezniki sposobni povečati intenzivnost, kar jih bo postopoma pripeljalo do VIIT-a v pravem pomenu besede.

Sodobni življenjski slog nam ne dopušča veliko časa, ki bi ga lahko posvetili sebi. V ta okvir štejemo tudi vadbo, zato je VIIT idealna oblika treninga za vse posameznike, ki se borijo s pomanjkanjem časa, saj omogoča višjo stopnjo napredka v krajšem času (Schoenfeld in Dawes, 2009). Driver (2012) omenja celo enkrat večji napredek v polovičnem času. V raziskavi (Ontario, 2011), ki bo podrobneje opisana v nadaljevanju, so namreč merjenci, ki so trenirali po metodi visoko-intenzivnega intervalnega treninga enkrat bolj napredovali v izgubi odvečne telesne mase (12,4%) v kar za polovico krajšem času (22,5 min treninga, 3-krat tedensko, 6 tednov), kot merjenci, ki so trenirali po metodi neprekinjenega napora (5,8% izguba odvečne telesne mase v 45 minutah treninga, 3-krat tedensko, 6 tednov). Povprečen VIIT namreč ne traja dlje kot 30 min, zato pomanjkanje časa, ki je smatrano kot najpogostejši razlog, zakaj se ljudje ne udeležujejo v tovrstnih aktivnostih, ni več izgovor. Prav tako VIIT ne zahteva posebne opreme in ga lahko izvajamo na majhnem prostoru. V izogib prevelikemu tveganju za poškodbe je potrebno pred samim treningom več časa nameniti ogrevanju, zlasti ko trening vsebuje sprinte (Gibala in Ballantyne, 2007), kar sicer podaljša skupen čas treninga, vendar le-ta še vedno ostaja krajši od klasičnih treningov.

Visoko-intenzivni intervalni trening v primerjavi z neprekinjeno metodo treninga omogoča bolj pestro izbiro obremenitev, saj lahko v enem treningu zajamemo več različnih vrst obremenitev. Tako v primerjavi z neprekinjeno metodo treninga VIIT ne postane monoton in dolgočasen, kar je prav tako eden izmed razlogov za prenehanje treninga, zlasti pri rekreativnih športnikih. V povezavi s tem se Driver (2012) naveže na raziskavo, izvedeno na Univerzi Johna Moore-a v Liverpoolu, v kateri so raziskovalci želeli primerjati stopnjo užitka med skupino posameznikov, ki je trenirala po visoko-intenzivni intervalni metodi in skupino posameznikov, ki je trenirala po metodi neprekinjenega napora. Prvo skupino je sestavljalo 8 moških, ki so izvajali 6 visoko-intenzivnih intervalov teka 30 sekund na 90% najvišjega srčnega utripa. Ti intervali teka so bili prekinjeni s 3-minutnimi intervali hoje ali lahkega teka. Druga skupina je izvajala neprekinjen tek 50 minut na 70% najvišjega srčnega utripa. Vsi udeleženci so na podlagi subjektivne ocene, s pomočjo standardizirane lestvice (Physical Activity Enjoyment Scale) ocenili stopnjo uživanja med treningom. Ta lestvica zajema 18 vprašanj, na katera posamezniki odgovorijo z vrednostjo od 1 do 7. Višji kot je skupni seštevek posameznih ocen, višja je stopnja užitka posameznikov med treningom. Povprečna ocena užitka posameznikov, ki so trenirali po visoko-intenzivni intervalni metodi je bila 88, povprečna ocena posameznikov, ki so trenirali po neprekinjeni metodi pa 61. Zanimivo pa je dejstvo, da je bila stopnja dožemanja napora višja pri skupini, ki je trenirala po metodi neprekinjenega napora.

Kot močan dejavnik VIIT-a je potrebno izpostaviti tudi faktor motivacije in tekmovalnosti, saj lahko posameznik vsak trening tekmuje sam s sabo in izboljša rezultat iz prejšnjega treninga. Z večanjem števila opravljenih treningov se organizem namreč prilagodi na obremenitev, torej je sposoben delovati na višji stopnji intenzivnosti enako časa ali na enaki stopnji intenzivnosti dlje časa. Ker pri uporabi VIIT-a na prvo mesto vedno postavljamo intenzivnost in ne trajanje obremenitve, je tako posameznik na vsakem treningu sposoben preseči svoj osebni maksimum ter s tem povečevati notranjo motivacijo za trening.

Raziskave na področju VIIT-a so pokazale tudi večji napredek pri izgubi odvečne telesne mase v primerjavi s klasično neprekinjeno metodo treninga. Driver (2012) navaja raziskavo, izvedeno v Ontariu (2011), v kateri je bilo 20 posameznikov naključno razdeljenih v dve skupini. Ena je trenirala po metodi neprekinjenega napora, druga pa po metodi VIIT. Posamezniki v skupini VIIT so izvajali 4-6 intervalov maksimalnih („all-out“) šprintov na tekoči preprogi po 30 sekund, intervali odmora pa so trajali 4 minute. Skupina, ki je trenirala po metodi neprekinjenega napora, je izvajala 30-60 minutni neprekinjen tek na 65%

najvišjega srčnega utripa. Obe skupini sta izvajali treninge 3-krat tedensko, 6 tednov. Rezultati so pokazali znatno izgubo maščobne mase pri obeh skupinah in sicer 5,8% pri skupini, ki je trenirala po metodi neprekinjenega napora in kar 12,4% pri skupini, ki je trenirala po visoko-intenzivni intervalni metodi. Razlogi za tovrstne rezultate ležijo v dveh mehanizmih. Prvi razlog je ta, da se s povečanjem intenzivnosti pospeši lipoliza (presnova maščob) (Schoenfeld in Dawes, 2009). V skladu s tem se dvigne poraba kalorij. Drugi izmed omenjenih mehanizmov, ki govorijo v prid VIIT-a pri izgubi odvečne telesne mase je t.i. EPOC efekt (angl. excess post exercise oxygen consumption), imenovan tudi „after burn efekt“ (Schoenfeld in Dawes, 2009). Le-ta nastaja med naporom, ko organizem energijske potrebe ne more več zadovoljiti z aerobnimi energijskimi procesi, zato na tem mestu do izraza pride anaerobni energijski sistem. To se zgodi zaradi počasnejšega prilagajanja aerobnih procesov ob začetku napora in (ali) kasneje, če napor presega največjo moč aerobnih energijskih procesov ($VO_{2,max}$). Pri takšnem naporu je opaziti izraženo kopičenje laktata v krvi ter povečanje njegove vsebnosti v mišicah in krvi (Ušaj, 2003). Ta prelom se navadno zgodi med 65 – 85% najvišjega srčnega utripa in ga poznamo tudi pod imenom kisikov dolg. Gre torej za dalj časa povečano porabo kisika v mirovanju, z namenom napolniti energijske zaloge. To pomeni, da bo telo še nekaj ur po končani vadbi pospešeno izgorevalo kalorije, sprva hitro, nato pa vedno počasneje.

Dokazano je bilo tudi, da VIIT pozitivno vpliva na bolnike s srčno-žilnimi obolenji. Srčno-žilna obolenja predstavljajo glavni vzrok smrti v sodobnem svetu. Rezultati številnih raziskav so pokazali, da že en sam trening visoke intenzivnosti tedensko znatno zmanjša možnost za poslabšanje bolezni (Gotschall idr., 2014).

Poleg zgoraj opisanih pozitivnih učinkov VIIT-a je eden izmed pomembnih tudi dvig anaerobnega praga. Anaerobni prag je točka, kjer je produkcija laktata večja od porabe in se zato prične kopičiti v organizmu. V praksi je dobro, če imamo čim višji anaerobni prag, glede na višino maksimalne porabe kisika. Netrenirani posamezniki imajo anaerobni prag nekje med 50–60% $VO_{2,max}$, dobro trenirani nekje med 60% in 80%, najbolj vzdržljivi vrhunski športniki, večinoma maratonci, smučarji tekači in triatlonci pa okoli 85–90 %. Gre za izboljšano sposobnost koriščenja aerobnega energijskega sistema na višjih intenzivnostih oziroma na kratko povedano, posameznik z višjim anaerobnim pragom lahko deluje na višji intenzivnosti dlje časa.

Večja stopnja aktivacije mišičnih vlaken tipa II je prav tako pozitivna stran VIIT-a. Kot je že bilo opisano, počasna mišična vlakna izrabljajo predvsem aerobni sistem, hitra mišična vlakna pa anaerobnega. Metode neprekinjenega napora oziroma trening na enaki intenzivnosti dlje časa aktivira predvsem mišična vlakna tipa I, torej počasna mišična vlakna, kar pomeni, da treniramo le 60% vseh naših mišičnih vlaken, če predpostavljamo, da naše mišice v povprečju sestavlja 60% počasnih mišičnih vlaken in 40% hitrih mišičnih vlaken. Z VIIT-om se zaradi dejstva, da treniramo na visokih intenzivnostih, torej izkoriščamo anaerobne energijske sisteme, aktivirajo tudi hitra mišična vlakna, torej lahko povečamo izkoristek mišic za kar 40%.

Izpostavi je potrebno tudi hormonski odziv na VIIT. Vsaka vadba, ki vključuje trening velikih mišičnih skupin in visoko intenzivnost ter kratke odmori, je povezana s povečanim izločanjem anabolnih hormonov (testosteron, rastni hormon, inzulin) (Schoenfeld in Dawes, 2009), ki stimulirajo sintezo beljakovin v mišici in pospešujejo oksidacijo maščob. Višja kot je intenzivnost vadbe, večji je hormonski odziv v telesu. Dokazano je, da bolniki z diabetesom tipa II z izvajanjem VIIT-a lahko občutno zmanjšajo odpornost na inzulin, ki je glavni krivec za številne zdravstvene probleme sodobnega sveta, kot so na primer debelost, srčno-žilna obolenja ipd.

Nenazadnje pa je potrebno poudariti tudi boljšo splošno učinkovitost z uvedbo VIIT-a v trenajni proces. Če bolje pogledamo osnovno sestavo večine športnov, vsi vsebujejo krajše oblike tekov, šprintov, zaustavljanj ipd., zato vsi tovrstni športni (košarka, nogomet, atletika, borilni športi, ...) zahtevajo trening po podobnem sistemu, kar predstavlja VIIT. VIIT pa predstavlja pomemben del treninga tudi vzdržljivostnim športnikom, ravno zaradi zgoraj navedenih razlogov. Znan primer tovrstnega športnika je dvakratni dobitnik zlate olimpijske medalje v teku na 1500 metrov in dvakratni dobitnik srebrne olimpijske medalje v teku na 800 metrov, Sebastian Coe, ki je kraljeval v 70. letih. Kljub temu, da je treniral po metodi neprekinjenega napora, je bil znan po temu, da je v svoje treninge vključeval tudi oblike intervalnega treninga, ki so zajemali 200-metrške šprinte s 30 sekundami odmora med njimi. Prav tako je v svoje treninge vključeval 100-metrške šprinte v klanec, prekinjene z enako dolgo hojo (Driver, 2012).

3.2 POMANJKLJIVOSTI VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA

Kot vsaka metoda treninga ima tudi VIIT svoje pomanjkljivosti. Te se, zlasti pri začetnikih in bolnikih s srčno-žilnimi obolenji, izražajo predvsem v strahu pred visoko intenzivnostjo treninga, saj le-ta povzroča občutek nelagodja, še posebej, če posameznik ni navajen delovati pri visokem srčnem utripu. V tem primeru je posameznika za začetek bolje usmeriti v obliko vadbe z nižjo intenzivnostjo ter ga v visoko-intenzivno intervalno metodo uvajati postopno. Poleg tega VIIT ni namenjen posameznikom z izrazito povečano odvečno telesno maso.

Pri VIIT-u se pojavlja večje tveganje za poškodbe, če se vaje izvajajo nepravilno in prehitro. Zlasti se to tveganje poveča pri uporabi uteži. Dejstvo je, da visoka intenzivnost povzroča utrujenost, ki vodi do znižanja koncentracije za trening, kar se hitro lahko konča s poškodbo. Na tem mestu je potrebno poudariti vlogo trenerja, da tovrstno početje nemudoma prekine in opozori na tveganje. Seveda pa je vse pogojeno s tem, da je trening prilagojen posamezniku, njegovemu znanju (zlasti glede tehnike dvigovanja uteži, če so v vaje vključene uteži) in njegovim sposobnostim, prav tako pa tudi z izobraževanjem posameznika.

Pojavi se še problem tveganja pretreniranosti, saj v želji po hitrejšem napredku in boljših rezultatih športniki radi posegajo po VIIT-u prepogosto (Schoenfeld in Dawes, 2009). Ko postanemo preutrujeni, telo v nekem trenutku postane neodzivno za dražljaje (ni hormonskega odziva, ni napredka) in trening postane neučinkovit. V tem primeru so učinki treninga izničeni ali pa so celo negativni. Kazalci pretreniranosti so pri moči obratni kot pri vzdržljivosti: poveča se delovanje simpatikusa, zato je posameznik razdražljiv in vznemirjen, spremenijo se odzivi imunskega sistema, poveča se srčni utrip v mirovanju, pojavljajo se nihanja razpoloženja, poveča se koncentracija kortizola, ... Vsi ti kazalci so medsebojno povezani, zato je smiselno upoštevati smernice, ki kažejo, da je trening po principu visoko-intenzivne intervalne metode priporočljivo izvajati 1-krat do 2-krat tedensko, upoštevajoč ustrezen čas za počitek in regeneracijo.

Posebno pozornost je potrebno nameniti vključitvi VIIT-a v trenažni proces. Kilen idr. (2014) so na 41 plavalcih, razdeljenih v kontrolno in testno (VIIT) skupino, ugotavljali, ali VIIT na račun zmanjšanja celotnega obsega treninga, izboljša splošno športno učinkovitost, maksimalno porabo kisika in ekonomičnost plavanja. Obe skupini sta trenirali 12 tednov, 12 ur tedensko. Merjenci v VIIT skupini so trenirali po principu 6-10 intervalov po 10-30 sekund

maksimalnega napora z 2-4 minutami odmora med intervali. Skupno so preplavali 17 km tedensko. Merjenci v kontrolni skupini so tedensko preplavali 35 km. Rezultati so pokazali, da med skupinama ni bilo razlik v testih na 100 in 200 metrov. Prav tako ni bilo ugotovljenih razlik med skupinama pri maksimalni porabi kisika. Avtorji študije zaključujejo, da skrajšanje plavalne razdalje za 50% in več kot enkrat več treningov v VIIT skupini ni niti izboljšalo, niti poslabšalo učinkovitosti ali fizioloških parametrov plavalcev. Na podlagi te študije lahko sklepamo o pomembnosti vpeljave VIIT-a v redni trenažni proces, torej je potrebno VIIT dodati v redni trenažni načrt, kar pomeni, da VIIT ne more nadomestiti rednih treningov v celoti, temveč jim lahko predstavlja dodano vrednost ter s tem pozitivno vpliva na športno učinkovitost in fiziološke dejavnike. V nasprotnem primeru pa VIIT ne kaže pozitivnih rezultatov v primerjavi z rednim trenažnim procesom.

S trenerskega stališča VIIT zahteva izredno kompleksno obravnavo, saj zahteva veliko znanja ter prilagajanja posebnostim športne panoge. Doprinosi so namreč lahko univerzalni, vendar pa jih lahko še potenciramo, če jih specializiramo glede na zahteve športne panoge. Prav tako lahko VIIT oblikujemo glede na posebnosti športne panoge in dejavnike ter energijske sisteme, ki so pomembni v le-tej. Z uporabo uteži v VIIT-u tako targetiramo zlasti dejavnike moči, z uvedbo pliometričnih vaj hkrati targetiramo aerobne in anaerobne procese ipd. Vendar pa vse to zahteva kompleksno pripravo in organizacijo, ter seveda tudi ustrezno vpeljavo v načrt treninga, saj so v nasprotnem primeru rezultati lahko negativni in lahko negativno vplivajo na športno učinkovitost.

3.3 PREGLED AKUTNIH IN KRONIČNIH ADAPTACIJ MOČI POD VPLIVOM VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA

V vrhunskem, prav tako pa tudi v profesionalnem športu, moč igra pomembno vlogo pri doseganju zelenih rezultatov. V zadnjem času se pojavlja vedno večja težnja po raziskovanju vpliva VIIT-a na anaerobne sposobnosti, torej na moč in dejavnike, povezane z močjo. Zadnje raziskave dokazujejo, da je trening na intenzivnosti 80-100% najvišjega srčnega utripa najbolj učinkovit pri izboljšanju anaerobnih dejavnikov (Cook, Hastings in Gotschall, 2014).

3.3.1 NEPOSREDEN VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI

Gotschall, Bopp in Hastings (2014) so raziskovali vpliv VIIT-a na zmanjšanje faktorjev tveganja za srčno-žilna obolenja ter njegov vpliv na povečanje splošne moči, prav tako pa specifične moči zgornjega in spodnjega dela telesa. V raziskavi, ki je trajala 6 tednov, je sodelovalo 84 zmerno aktivnih posameznikov, od tega 50 žensk in 34 moških. Naključno so bili razdeljeni v dve skupini; merjenci v prvi skupini so izvajali VIIT (GRIT; opisan v tabeli 10), merjenci v drugi skupini pa so izvajali trening po metodi neprekinjenega napora srednje intenzivnosti (FIT). Vsi merjenci so izvajali 5 ur treninga tedensko. Trening skupine VIIT je bil sestavljen iz 2-krat 30 minutnega VIIT-a, 2 ur aerobnega treninga srednje intenzivnosti in 2 ur treninga moči, trening skupine FIT pa je bil sestavljen iz 3 ur aerobnega treninga srednje intenzivnosti in 2 ur treninga z utežmi. Meritve specifične moči zgornjega in spodnjega dela telesa so bile izvedene s testi maksimalnega števila ponovitev sklec v eni minuti, ter meritvijo maksimalne izometrične sile mrtvega dviga in počepa s pomočjo dinamometra. Poleg tega so merjence prosili, naj ne spreminjajo svojih običajnih prehranjevalnih navad, torej so bili rezultati odraz izključno spremembe načina treninga, torej vpeljave VIIT-a v trenažni proces. Merjenci v VIIT skupini so raziskavo zaključili z opazno zmanjšano maščobno maso in povečano pusto telesno maso, prav tako pa so napredovali v vseh testih specifične moči zgornjega in spodnjega dela telesa. Povprečna telesna teža merjencev v skupini VIIT se je zmanjšala za 1,3 kg, medtem ko se je povprečna telesna teža v skupini FIT zmanjšala le za 0,4 kg. Merjenci v skupini VIIT so napredovali pri izgubi maščobne mase za 2,0%, medtem ko ni bilo izmerjenih razlik v skupini FIT. Prav tako so se razlike v rezultatih med skupinama pokazale pri testih moči. V povprečju so merjenci v skupini VIIT izboljšali svoje največje število izvedenih sklec v eni minuti iz 37,4 na 44,8, kar predstavlja 19,8% napredek. Ti isti merjenci so izboljšali svoje rezultate za kar 21,9% v testih izometrične moči (izboljšanje rezultata mrtvega dviga iz začetnih 74,6 kg na končnih 90,9 kg). Podrobnejši rezultati so strnjeni Tabeli 11.

Tabela 11

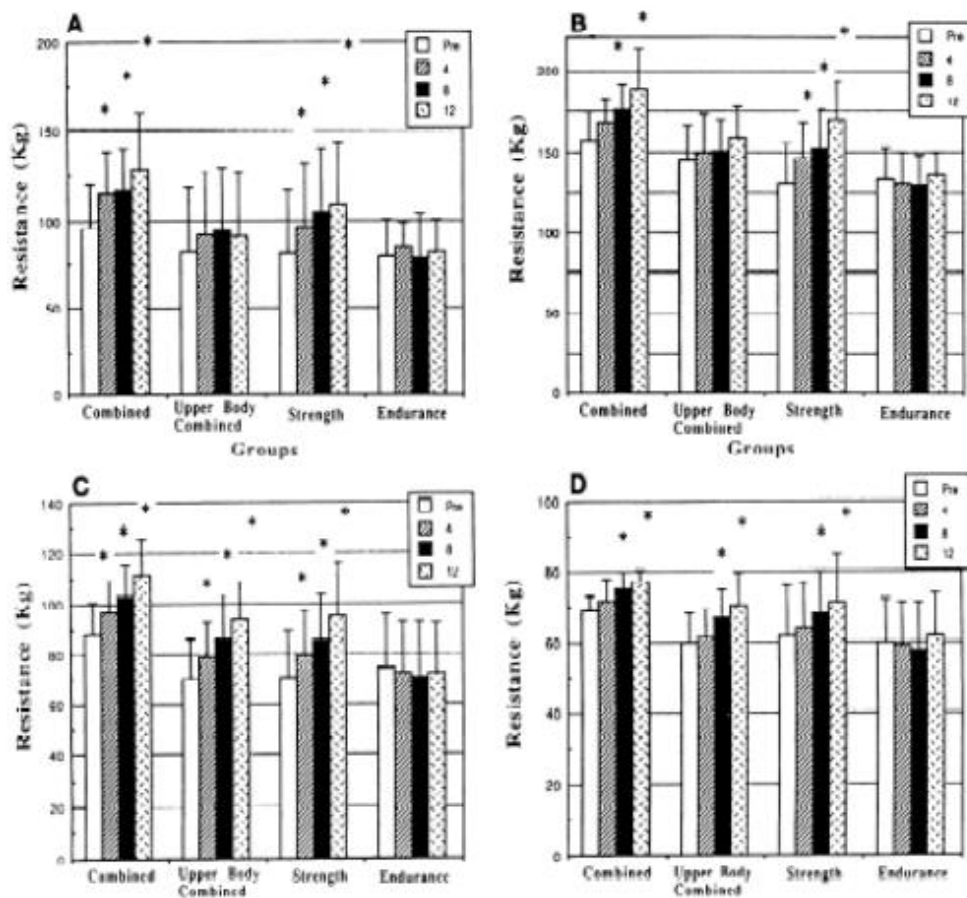
Napredek 1RM pod vplivom VIIT-a (Gotschall idr., 2014)

	FIT pred	FIT po	Napredek FIT (%)	VIIT pred	VIIT po	Napredek VIIT (%)
<i>Počep (kg)</i>	79,9	84,4	5,6	77,3	89,4	15,5
<i>Mrtvi dvig (kg)</i>	77,8	84,3	8,4	74,6	90,9	21,9
<i>Sklece (pon)</i>	35,7	38,2	7,0	37,4	44,8	19,8

Navedena raziskava je ena redkih, ki neposredno preverja učinke VIIT-a na moč. Treningi VIIT skupine in FIT skupine so namreč vsebovali podobne vaje (sklece, mrtvi dvigi, nalogi, potiski, počepi), vendar pa so bile le-te izvedene z različno intenzivnostjo. Avtorji sklepajo, da je do občutnega napredka v moči pri VIIT skupini prišlo zaradi možnosti povečevanja obsega gibov in premagovanja večjega bremena zaradi vpeljave odmorov v trening. Avtorji zaključujejo, da ta raziskava dokazuje, da lahko posamezniki, ki so že vključeni v neko obliko treninga, znatno izboljšajo svoje rezultate z uvedbo dveh VIIT-ov na teden.

Kraemer idr. (1995) so raziskovali vpliv VIIT-a moči in vzdržljivosti na hormonske in mišične adaptacije. Razlogi za potencialen napredek so po besedah avtorjev lahko naurološki in/ali mišični (hipertrofija), prav tako pa so razlogi lahko v odzivu endokrinega sistema (zlasti odziv testosterona in kortizola) na trening. Visoko-intenzivni intervalni trening se odraža v potencialnem dražljaju za hipertrofijo mišičnih celic, do katere pride na osnovi povečane sinteze beljakovin in prirastka kontraktilnih proteinov. V tem primeru ključno vlogo igrajo anabolni in katabolni hormoni, zato je zanimiv odziv le-teh na tovrstni trening. Hkrati avtorji opozarjajo tudi na možnost pretreniranja z uporabo tovrstnega režima treninga. Potek raziskave: 35 zdravih odraslih moških je bilo naključno razdeljenih v 4 skupine: C – VIIT moči in vzdržljivosti, UC – VIIT moči in vzdržljivosti samo zgornjega dela telesa, E – visoko intenzivni vzdržljivostni trening, ST – visoko intenzivni trening moči. Raziskava je trajala 12 tednov, merjenci pa so izvajali le predpisane treninge za potrebe raziskave, 4-krat tedensko. Do povečanja moči in VO_2max je prišlo v skupinah, ki so izvajale treninge neodvisno (ne v kombinaciji moči in vzdržljivosti), do poslabšanja nekaterih meritev pa v skupinah, ki so za isto mišico oziroma mišično skupino izvajale kombinacijo treningov. Dokazano je tudi, da

VIIT v povezavi z močjo in vzdržljivostjo vpliva izključno na tiste mišice, ki so vključene v trening (primer skupine UC).



Slika 2. Sprememba 1RM glede na vrsto treninga (Kraemer, 1995), kjer oznaka A predstavlja izteg kolena, B potisk z nogami, C potisk s prsi in D potisk nad glavo.

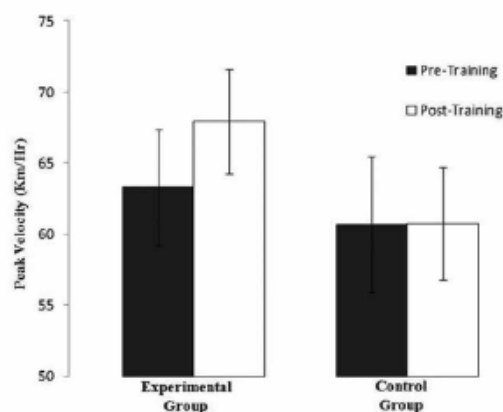
Slika 2 prikazuje spremembo 1RM glede na vrsto treninga. Na sliki oznaka A predstavlja izteg kolena, B potisk z nogami, C potisk s prsi in D potisk nad glavo. Rezultati so pokazali občutno povečanje maksimalne moči v vseh testih moči nog (potisk z nogami in izteg kolena) v skupinah C in ST. V testih maksimalne moči zgornjega dela telesa (potisk s prsi in potisk nad glavo) je bil napredek opažen v skupinah C, UC in ST (slika 2). Zanimiva je tudi razlika v napredku v moči med skupinami: potisk z nogami ST > C > UC > E; izteg kolena C in ST > UC > E. Skupina ST je občutno napredovala tudi v testih eksplozivnosti oziroma hitre moči. Zanimivo je, da niso bile opažene izrazite razlike v povečanju moči zgornjega dela telesa skupine UC v primerjavi z ostalimi skupinami. Rezultati so pokazali tudi, da kombinacija omenjenih treningov negativno deluje na eksplozivnost.

Wong idr. (2010) so preiskovali vpliv hkratnega treninga moči in visoko-intenzivnega intervalnega treninga na eksplozivnost in vzdržljivost profesionalnih nogometašev v predtekmovalnem obdobju. V študiji je sodelovalo 39 nogometašev, ki so bili naključno razdeljeni v kontrolno in testno skupino. Obe skupini sta 8 tednov trenirali po rednem načrtu, testna skupina pa je poleg tega 2-krat tedensko izvajala še trening za moč in VIIT. Trening moči je bil sestavljen iz 4 serij po 6 ponovitev (breme 6RM) kompleksnih vaj, VIIT pa je bil sestavljen iz 16 intervalov 15-sekundnih maksimalnih šprintov, prekinjenih s 15 sekundami odmora. Rezultati študije so pokazali izrazit napredek pri maksimalni moči nog (počep) pri testni skupini. Rezultati le-te so iz $123,0 \text{ kg} \pm 1,5 \text{ kg}$ napredovali na $148,0 \pm 1,9 \text{ kg}$. Prav tako je bil napredek opazen pri maksimalni moči prsnega koša (potisk s prsi), kjer so rezultati iz $65,3 \text{ kg} \pm 1,5 \text{ kg}$ napredovali na $70,4 \text{ kg} \pm 1,1 \text{ kg}$, brez hkratnih sprememb telesne teže. Prav tako je bilo opaziti izrazit napredek pri navpičnem skoku iz počepa ($+2,5 \text{ cm}$), kar dokazuje pozitiven vpliv na eksplozivnost, špintu na 10 metrov ($-0,11 \text{ sek}$) in 30 metrov ($-0,12 \text{ sek}$) ter maksimalni hitrosti ($+0,5 \text{ km/h}$). Iz rezultatov lahko zaključimo, da hkraten trening moči in VIIT pozitivno vpliva na maksimalno moč in tudi eksplozivnost, zlasti z vidika mišične aktivacije, o čemer govori dejstvo, da je med raziskavo prišlo do pozitivnih sprememb v testih maksimalne moči brez hkratnega povečanja telesne teže, torej brez hkratnega povečanja mišične mase. Problem pa je, da ne vemo zagotovo, ali k spremembi v večji meri prispeva VIIT ali trening moči, zato se na tem mestu odpre možnost nadaljnjega raziskovanja tega področja.

Kotzamanidis idr. (2005) so raziskovali vpliv hkratnega visoko-intenzivnega treninga moči in klasičnega treninga hitrosti na moč, hitrost in vertikalni skok. V raziskavi je sodelovalo 35 nogometašev, ki so bili razdeljeni v 3 skupine. Prva skupina (COM) je hkrati trenirala po principu visoko-intenzivnega treninga moči in klasičnega treninga hitrosti, druga skupina (STR) je izvajala le VIIT moči brez treningov hitrosti, tretja skupina pa je predstavljala kontrolno skupino. Raziskava je potekala 13 tednov, od tega so bili prvi 4 tedni namenjeni bazični pripravi in prilagajanju organizma na zateve visoko-intenzivnega treninga ter s tem zmanjšanju možnosti za poškodbe. Glavni del raziskave je trajal 9 tednov. Razdeljen je bil v 3 mikrocikle. Prvi in drugi mikrocikel sta trajala po 4 tedne, zadnji pa en teden. Breme, ki so ga merjenci premagovali na treningih moči je bilo enako za obe eksperimentalni skupini in sicer 8RM v prvem mikrociklu, 6RM v drugem mikrociklu in 3RM v zadnjem mikrociklu. Izvedene so bile 4 serije vaj z vmesnim odmorom 3 minut. Skupina COM je nato takoj po treningu moči izvedla še trening hitrosti. Le-ta je bil sestavljen iz 4, 5 ali 6 maksimalnih 30-

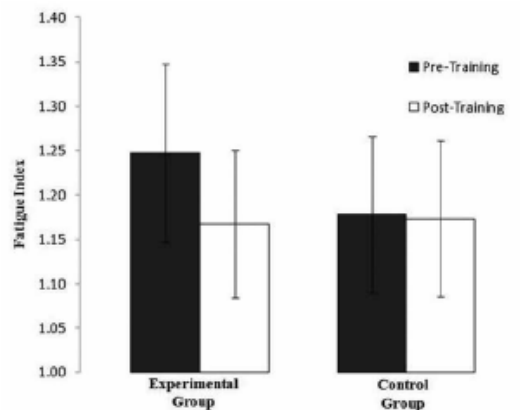
metrskih šprintov, prekinjenih s 3 minutami odmora. Rezultati so pokazali izrazit napredek pri obeh skupinah v vseh testih maksimalne moči (1RM), vendar pa je v testih eksplozivne moči (skok iz počepa, skok z nasprotnim gibanjem, šprint 30m) napredovala le skupina, ki je hkrati trenirala po principu visoko-intenzivnega treninga za moč ter klasičnega treninga hitrosti. Iz navedene raziskave lahko sklepamo, da VIIT z ustrežno izbiro vaj za moč pozitivno vpliva na maksimalno moč, ne pa tudi na hitro moč.

Maddigan in Behm (2014) sta raziskovala vpliv visoko-intenzivnega intervalnega treninga moči na hitrost izmeta pri baseballu in softballu, torej vpliv na eksplozivnost, vzdržljivost v moči in aerobno moč zgornje okončine. V namen raziskave je 13 univerzitetnih igralk softballa v prehodnem obdobju izvajalo VIIT 3-krat na teden, 3 tedne. Treningi so vsebovali 5 serij po 20 ponovitev metov z uporabo elastičnega traku. Serija 20 metov je bila izvedena v 50 sekundah, kar pomeni, da so bili posamezni meti izvedeni v intervalih 2,5 sekund. Odmor med serijami je trajal 250 sekund. Posamezen trening je trajal 30 minut, skupen napor na enem treningu pa 8,5 minut. Meti so bili izvedeni z obema rokama. Vsak teden je bil uporabljen elastični trak z večjo upornostjo. Med raziskavo merjenke niso izvajale nobenih drugih treningov. Maksimalna hitrost izmeta je bila izmerjena s pomočjo radarske pištrole. Rezultati so pokazali manjši upad hitrosti izmeta med posamezno serijo (20 metov). Le-ta se je v 3 tednih zmanjšal za 37%. Maksimalna hitrost se je povečala za 7% (iz 63 km/h na 68 km/h), kar je prikazano na Sliki 3.



Slika 3. Sprememba maksimalne hitrosti izmeta (Maddigan idr., 2014)

Prav tako so bili opaženi pozitivni rezultati v povezavi s hitrostjo utrujanja, saj je bil v eksperimentalni skupini opažen 7% daljši čas do utrujanja. Posledično se je izboljšal indeks utrujanja (iz 1,17 na 1,25), kar prikazuje Slika 4.



Slika 4. Sprememba indeksa utrujanja pod vplivom VIIT-a (Maddigan idr., 2014)

Dokazan je bil tudi 14% napredek v maksimalni porabi kisika. Rezultati študije dokazujejo pozitiven vpliv VIIT-a na fiziološke adaptacije v le 9 treningih v 3 tednih. Poudarjajo visoko stopnjo povezanosti maksimalne porabe kisika in trajanja odmorov. Razloge za to gre iskati v obnavljanju zalog ATP-ja in CP-a med odmorom, kar v povezavi s softballom zagotavlja sposobnost ohranjanja izmetne hitrosti tudi v zaključku tekme. Avtorji se navezujejo tudi na indeks utrujanja. Izboljšanje le-tega, torej daljši čas do nastopa mišične utrujenosti, povezujejo z manjšo možnostjo poškodb.

3.3.2 VPLIV VISOKO-INTENZIVNEGA TRENINGA NA DEJAVNIKE, POVEZANE Z MOČJO

3.3.2.1 Vpliv visoko-intenzivnega intervalnega treninga na mišično maso

Cook in sodelavci (2014) so raziskovali, ali lahko uvedba oblike visoko-intenzivnega intervalnega treninga vpliva na pusto telesno maso in $VO_2\text{max}$ pri profesionalni ženski

nogometni ekipi. 18 nogometašic je svoj klasični trening (8 ur tedensko; 2 uri tehničnega treninga, 2,5 ur treninga z utežmi, 1 ura neprekinjenega aerobnega napora srednje intenzivnosti, 1 ura intervalnih tekov na 800 m, 400 m ali 300 m ter 1,5 ur treninga agilnosti in hitrosti) v prehodnem obdobju nadomestilo z novo obliko treninga (5 ur tedensko), ki je na tedenski bazi vključeval 2 uri tehničnega nogometnega treninga, 2 uri treninga z utežmi ter 2-krat po 30 minut visoko-intenzivnega treninga. Kot oblika VIIT-a je bil uporabljen Les Mills GRIT (tabela 10), 30-minutni visoko-intenzivni intervalni trening, ki vključuje eksplozivne pliometrične vaje in vaje dinamične moči. Kljub temu, da je bila z uporabo GRIT-a zmanjšana količina pretečene razdalje na treningu, je čas treninga, ki so ga dekleta opravila na visoki intenzivnosti ostal nespremenjen. Za potrebe raziskave so nogometašice tovrstni trenažni režim izvajale 6 tednov. Vse udeleženske v raziskavi so opravile vsaj 95% načrtovanih treningov. Rezultati so pokazali povprečno zmanjšanje maščobne komponente za 2,5% ter hkraten dvig telesne teže za 1,0% ter povprečno povečanje puste telesne mase za 1,1 kg. 11 od 18 merjenk je napredovalo v povečanju puste telesne mase, prav vse pa so napredovale pri VO_2max . Avtorji raziskave na tem mestu ponujajo nadaljnjo možnost raziskovanja povezave med intenzivnostjo treninga in športno-specifično učinkovitostjo na tekmi, prav tako pa poudarjajo pomembnost zmanjšanja možnosti tveganja za »overuse« poškodbe z uvedbo VIIT-a namesto dolgotrajne neprekinjene metode treninga. V upoštevanje vzamejo tudi dejstvo, da je na rezultate lahko vplivala sprememba prehranjevalnega režima prav tako pa je imel del vpliva na rezultate na področju puste telesne mase lahko tudi trening z utežmi, ki so ga merjenke izvajale 2-krat tedensko. Vendar pa vseeno zaključujejo, da so zaradi povezave med časom treninga na visoki intenzivnosti in pusto telesno maso, rezultati najverjetneje v večji meri posledica vpeljave VIIT-a.

3.3.2.2 Vpliv visoko-intenzivnega intervalnega treninga na diferenciacijo mišičnih vlaken

V primerjavi med submaksimalnimi in maksimalnimi obremenitvami, lahko VIIT omogoči specifično rekrutacijo motoričnih enot, zlasti hitrih, saj med odmori prihaja do obnavljanja energijskih zalog, potrebnih za trening visoke intenzivnosti, prav tako pa tudi za adaptacijo motoričnih enot na specifične zahteve treninga. Dupont idr. (2004) navajajo raziskavo

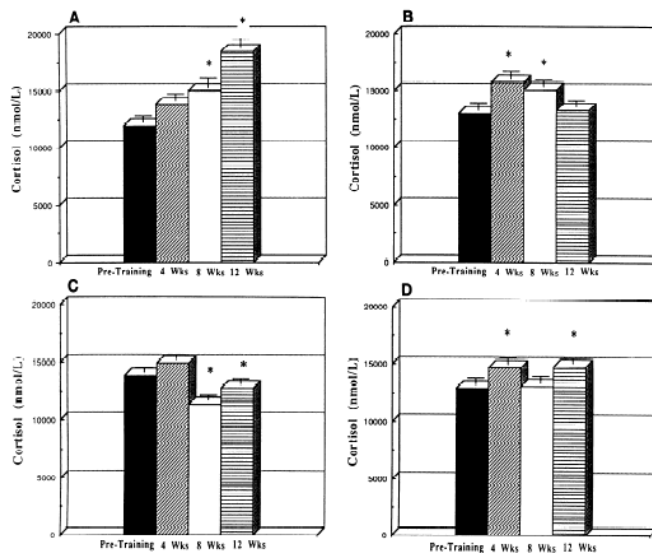
Simoneaua in sodelavcev, ki je dokazala, da trening, sestavljen iz 15 – 90 sekundnih intervalov visoke intenzivnosti znatno poveča aktivnost mišičnih vlaken tipa I in tipa IIb, medtem ko aktivnost mišičnih vlaken tipa IIa ostaja nespremenjena. Prav tako se omenjeni avtorji sklicujejo na raziskavo Tabate iz leta 1996, ki dokazuje pozitiven učinek 6-tedenskega VIIT-a na anaerobno kapaciteto in učinkovitost. Glavni razlog za napredek v anaerobnih sposobnostih z vpeljavo VIIT-a v redni trenajni proces pa ostaja neznan. Možni razlogi so encimska adaptacija, hipertrofija mišičnih vlaken in/ali neurološke adaptacije (Dupont idr., 2004).

Kraemer idr. (1995) so v svoji raziskavi opazili naslednje razlike v spremembi velikosti mišičnih vlaken: povečala so se mišična vlakna tipa I in IIa v skupini ST ter zmanjšala v skupini E. V skupini C so se povečala mišična vlakna tipa IIa, v skupini UC pa ni bilo opaziti večjih sprememb. Opažene so bile tudi spremembe razmerja mišičnih vlaken iz tipa IIb v IIa v vseh skupinah, največja v skupinah, ki so trenirale po principih treninga moči.

V raziskavi Kraemer-ja idr. (1995) so bile dokazane tudi relativne spremembe v povezavi z morfologijo mišičnih vlaken in sicer je bilo pri skupini C moč opaziti občutno zmanjšanje relativnega deleža mišičnih vlaken tipa IIb in občutno povečanje deleža mišičnih vlaken tipa IIa. Enake rezultate je bilo moč opaziti v povezavi z velikostjo mišičnih vlaken. V skupini ST je prav tako prišlo do zmanjšanja deleža mišičnih vlaken tipa IIb in povečanja deleža mišičnih vlaken tipa IIa, prav tako pa povečanja velikosti mišičnih vlaken tipa IIa in tudi mišičnih vlaken tipa I. Za skupino E je bilo značilno zmanjšanje velikosti mišičnih vlaken tipa I. Skupina UC je napredovala na področju relativnega deleža mišičnih vlaken tipa IIa in hkrati nazadovala na področju relativnega deleža mišičnih vlaken tipa IIb. V povezavi z velikostjo mišičnih vlaken v omenjeni skupini ni bilo opaziti sprememb. Če primerjamo rezultate med posameznimi skupinami opazimo, da je imela skupina ST, v primerjavi s skupinami E in UC, občutno večji odstotek povečanja mišičnih vlaken tipa I in IIa. Odstotek upada velikosti vseh tipov mišičnih vlaken je bil občutno večji pri skupini E kot pri vseh ostalih skupinah. Spremembe diferenciacije mišičnih vlaken in njihove hipertrofije so bile močnejše izražene, ko je trening vseboval komponento moči in vzdržljivosti, kot takrat, ko je trening vseboval le eno izmed omenjenih komponent. Rezultati tudi nakazujejo skorajšen negativen vpliv tovrstnega treninga na maksimalno moč in eksplozivnost, ki sta pogojeni z velikostjo in številom mišičnih vlaken tipa IIb. Kot je bilo opisano, je v večini primerov prišlo vsaj do diferenciacije mišičnih vlaken tipa IIb v tip IIa, kar pomeni, da so hitra glikolitična vlakna začela delovati aerobno, kar pa negativno vpliva na maksimalno moč in eksplozivnost.

3.3.2.3 Vpliv visoko-intenzivnega intervalnega treninga na endokrini sistem

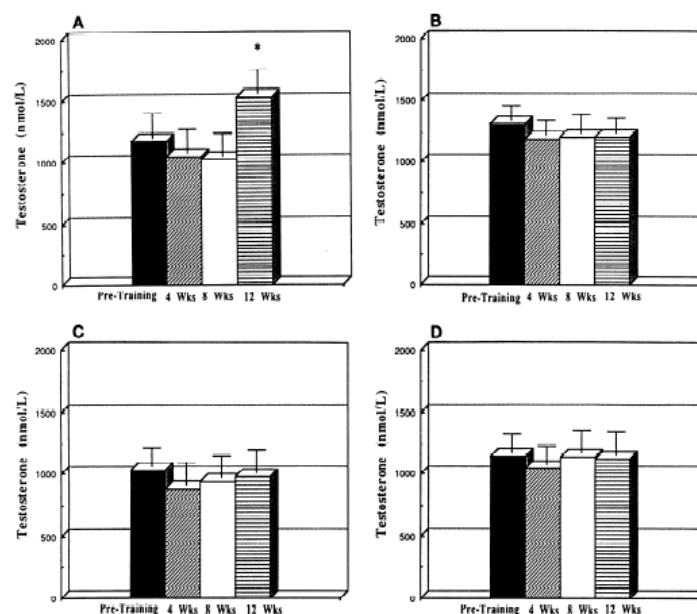
Endokrini odziv na kombinacijo VIIT-a in treninga vzdržljivosti je bil dokazan v raziskavi Kraemerja in sod., (1995). Občutno povečanje nivoja serumskega testosterona je bilo opaženo v skupini C med 75% in 100% VO_2max in v 5 minutah po prenehanju napora. V 12. tednu raziskave je bilo moč opaziti povečanje nivoja serumskega testosterona tudi 15 minut po prenehanju napora. Koncentracija testosterona je bila občutno večja v 12. tednu, kot v 4. in 8. tednu. Pri skupini UC so bile opažene spremembe serumskega testosterona na 100% VO_2max in v 5 in 15 minutah po prenehanju napora v 4. tednu, na 75% do 100% VO_2max in v 5 minutah po prenehanju napora v 8. tednu in na 75% VO_2max v 12. tednu treninga. Pri skupini ST so bile občutne razlike v koncentraciji testosterona opažene pri 100% VO_2max in v 5 minutah po prenehanju napora pred pričetkom raziskave, na 75% do 100% VO_2max in 5 minut po prenehanju napora v 4. tednu, na 75% do 100% VO_2max in po 5 ter 15 minutah po prenehanju napora v 8. tednu ter na 100% VO_2max in v 5 minutah po prenehanju napora v 12. tednu treningov za potrebe raziskave. Pri skupini E so bile spremembe v vrednostih serumskega testosterona enakomerne tekom celotne raziskave in sicer so bile opazne med 75% in 100% VO_2max ter 5 in 15 minut po prenehanju napora.



Slika 5. Sprememba vsebnosti testosterona pod vplivom VIIT-a (Kraemer idr., 1995)

Na sliki 5 je prikazana sprememba vsebnosti testosterona pod vplivom visoko-intenzivnega intervalnega treninga v 4., 8. in 12. tednu raziskave. Na sliki 5 A predstavlja kombiniran VIIT moči in vzdržljivosti, B predstavlja kombiniran VIIT moči in vzdržljivosti samo zgornjega dela telesa, C predstavlja VIIT za moč, D pa predstavlja VIIT za vzdržljivost.

V omenjeni raziskavi so preverjali tudi odziv kortizola na kombinacijo VIIT-a in treninga vzdržljivosti. V skupini C so bile opažene izrazito večje vrednosti koncentracije kortizola v primerjavi z vrednostmi pred začetkom raziskave v 15 minutah po prenehanju napora v 8. tednu in in na 100% VO_2max in v 5 in 15 minutah po prenehanju napora v 12. tednu. Koncentracija kortizola je bila občutno večja v 8. tednu raziskave kot v 12. tednu. V skupini UC so bile opažene občutne razlike v koncentraciji kortizola v 15 minutah po prenehanju napora. Koncentracija kortizola v mirovanju pri omenjeni skupini je bila v primerjavi z začetno vrednostjo občutno višja v 4. in 8. tednu, ne pa tudi v 12. tednu. V skupini C je prišlo do opaznega povečanja koncentracije kortizola v 5 in 15 minutah po prenehanju napora v 8. in 12. tednu raziskave. Koncentracija v mirovanju je bila v 4. tednu občutno večja kot v vseh ostalih meritvenih obdobjih. V skupini E je bila koncentracija kortizola v 5 in 15 minutah po prenehanju napora primerjavi z začetno vrednostjo višja v 8. in 12. tednu raziskave. Koncentracija v mirovanju je bila občutno višja v 4. tednu.

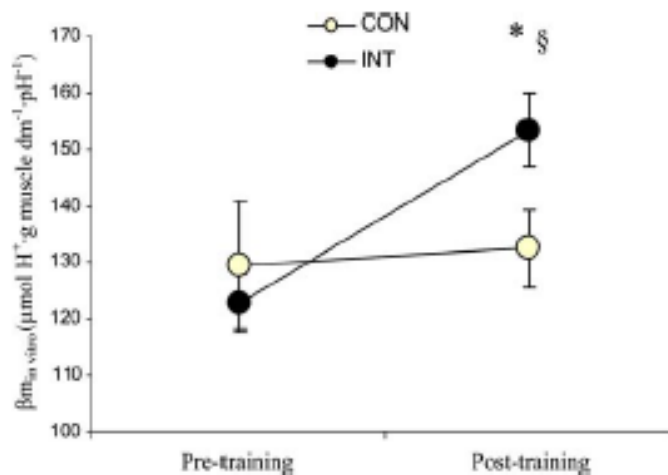


Slika 6. Sprememba vsebnosti kortizola pod vplivom VIIT-a (Kraemer idr., 1995)

Zanimivo je posebej pogledati rezultate skupine ST v povezavi z endokrinim odzivom. Koncentracija testosterona med naporom in po naporu se je povečala skladno s stresom, ki ga je povzročil trening, vendar pa ni bilo opaziti kroničnega odziva, torej povečanja koncentracije v mirovanju po 12 tednih treninga. Tako lahko govorimo o ustvarjanju anabolnih pogojev za napredek med treningom, saj je v 8. tednu prišlo do opaznega zmanjšanja odziva kortizola na trening (slika 6 – A predstavlja kombiniran VIIT moči in vzdržljivosti, B predstavlja kombiniran VIIT moči in vzdržljivosti samo zgornjega dela telesa, C predstavlja VIIT za moč, D pa predstavlja VIIT za vzdržljivost). V skladu s tem je bilo torej moč opaziti povečane anabolne pogoje, saj je prišlo do značilne spremembe razmerja med testosteronom in kortizolom (anabolno-katabolni marker). Ti pogoji vplivajo na celične spremembe, povezane s sintezo beljakovin, sintezo neurotransmitrov ter na adaptacijo mišičnih vlaken. Avtorji raziskave so želeli podrobneje predstaviti tudi pogoje, ki vplivajo na spremembo koncentracije testosterona in kortizola v mirovanju. Poudarjajo, da je za tovrsten odziv nujno potreben velik obseg vaj za isto mišično skupino s srednje velikim bremenom. Opozarjajo pa tudi, da prevelik volumen treninga lahko rezultira v neželenem povečanju koncentracije kortizola, ki negativno deluje na mišično moč, eksplozivnost in povečanje mišične mase.

3.3.2.4 Vpliv visoko-intenzivnega intervalnega treninga na pufersko kapaciteto

Edge, Bishop in Goodman (2006) so preiskovali vpliv intenzivnosti treninga na pufersko kapaciteto, $VO_2\max$ in spremembe laktatnega praga pri ženskah. V raziskavi je sodelovalo 16 rekreativnih športnic. Kontrolna skupina je 5 tednov trenirala na intenzivnostih tik pod laktatnim pragom, testna skupina pa na intenzivnostih nad laktatnim pragom. Treningi testne skupine so bili kolesarskega tipa in so zajemali 6-10 intervalov po 2 minuti kolesarjenja na 120-140% laktatnega praga, z vmesnimi 1-minutnimi odmori. Obseg treninga je bil enak za obe skupini. Po končani raziskavi sta obe skupini enako napredovali pri $VO_2\max$ in LP, vendar pa je le testna skupina izboljšala pufersko kapaciteto (25%) (slika 7).



Slika 7. Sprememba puferske kapacitete pod vplivom VIIT-a (Edge idr., 2006)

Puferska kapaciteta pomeni sposobnost organizma, da nevtralizira kislo stanje (puferski sistemi, poraba laktata v mišicah, srcu in ledvicah ter izločanje z znojenjem) (Budín, 2013). Z drugimi besedami višja puferska kapaciteta pomeni večjo sposobnost upiranja zakisljenosti in daljše delovanje v pogojih povečane zakisljenosti. Edge in sod. (2006) navajajo, da je puferska kapaciteta sistema v tesni povezanosti s krajšimi (45-60 sekund) in daljšimi (1-2 minuti) napori višje intenzivnosti ter tudi sposobnostjo izometrične kontrakcije mišice. Opozarjajo tudi na ugotovitev, da je napredek v puferski kaaciteti močno odvisen od predhodnje stopnje treniranosti posameznika. Posamezniki z višjo začetno pufersko kapaciteto namreč kažejo manjši napredek z VIIT-om kot posamezniki z nižjo začetno pufersko kapaciteto. Prav tako na pufersko kapaciteto vpliva spol. Ženske imajo namreč nižjo vsebnost karnozina (eden izmed znotrajceličnih pufrov) kot moški, zato je njihov napredek manjši, pa vendar izrazit. V povezavi s povečano pufersko kapaciteto je tudi prevladujoč tip mišičnih vlaken, saj je tako vsebnost pufrov, kot tudi puferska kapaciteta večja v mišičnih vlaknih tipa II, kot v mišičnih vlaknih tipa I. Sklepamo lahko torej, da na spremembo puferske kapacitete vpliva več dejavnikov, ki so pogojeni tudi s predhodnjim treningom. Glavna ugotovitev omenjene raziskave pa ostaja, da je intenzivnost ključnega pomena za povečevanje sposobnosti upiranja zakisljevanju.

3.4 ANALIZA VPLIVA VISOKO-INTENZIVNEGA INTERVALNEGA TRENINGA NA RAZLIČNE POJAVNE OBLIKE MOČI

V tabelah 13 in 14 je predstavljen strjen pregled analize raziskav o neposrednem vplivu VIIT-a na različne pojavne oblike moči (Tabela 13) ter tudi o vplivu VIIT-a na dejavnike, povezane z močjo (Tabela 14).

Tabela 12

Vpliv VIIT-a na različne pojavne oblike moči

	Maksimalna moč	Eksplozivnost	Vzdržljivost v moči
<i>Gotschall idr. (2014)</i>	↑		↑
<i>Kraemer idr. (1995)</i>	↑*	↓*	↑*
<i>Wong idr. (2010)</i>	↑	↑	
<i>Kotzaminidis idr. (2005)</i>	↑		
<i>Maddigan in Behm (2014)</i>		↑	↑
<i>Cook idr. (2014)</i>	↑*		↑*
<i>Edge idr. (2006)</i>			↑*

Tabela 13

Vpliv VIIT-a na dejavnike, povezane z močjo

	Mišična masa	Maščobna masa	Mišična vlakna	Endokrini sistem	Puferska kapaciteta
<i>Gotschall idr.</i> (2014)	↑	↓			
<i>Kraemer idr.</i> (1995)			Tip I _{vol} ↑ Tip II _a _{vol} ↑ Tip IIb → Tip IIa Tip II _a % ↑ Tip II _b % ↓	T _{akutno} ↑ T _{mir} = K _{akutno} ↑ K _{mir} =	
<i>Dupont idr.</i> (2004)			Tip I _{akt} ↑ Tip II _a _{akt} = Tip II _b _{akt} ↑		
<i>Cook idr.</i> (2014)	↑	↓			
<i>Edge idr.</i> (2006)					↑

Na področju vpliva visoko-intenzivnega intervalnega treninga je bilo izvedenih le malo raziskav, ki bi proučevale neposredno povezavo med VIIT-om in različnimi pojavnimi oblikami moči. Ena izmed takšnih je raziskava Gotschall in sod. (2014), ki neposredno dokazuje občutno povečanje maksimalne moči hrbta (21,9%), nog (15,5%) ter tudi povečanje vzdržljivosti v moči (19,8%). Žal v raziskavi ni potrjeno, ali gre za povečanje na račun mišične mase ali na račun aktivacije. Posredno lahko sklepamo na povečanje maksimalne moči iz raziskave Cook-a idr. (2014), ki so dokazali povečanje mišične mase pod vplivom VIIT-a. Ker vemo, da povečanje mišične mase vpliva na maksimalno moč, lahko torej izpeljemo ustrezen zaključek. Povečanje maksimalne moči na osnovi povečanja mišične mase je navadno povezano z večjim deležem oksidacijskih mišičnih vlaken (tip IIa), ki so manj utrudljiva, kar posredno prinaša napredek tudi v vzdržljivosti v moči. Neposredno povečanje maksimalne moči dokazuje Kraemer idr. (1995), vendar opozarja, da do le-tega pride le pod pogojem, da je VIIT sestavljen iz ustreznih vaj, ki sledijo principom treninga moči in eksplozivnosti (trening z utežmi, pliometrični trening ipd.). Iz omenjene raziskave lahko posredno sklepamo o vplivu VIIT-a na vzdržljivost v moči. Glede na nakazane transformacije

mišičnih vlaken, zlasti tip IIB v tip IIA, lahko sklepamo, da VIIT pozitivno vpliva na vzdržljivost v moči in negativno na eksplozivnost. Eksplozivnost je namreč pogojena z deležom mišičnih vlaken IIB, v tem primeru pa se ta delež z VIIT-om zmanjšuje. Res je, da je v samem treningu dokazana večja aktivacija tega tipa mišičnih vlaken, vendar pa lahko sklepamo, da pod vplivom daljšega časovnega intervala (več kot 30 sekund) aktivacije pride do transformacije v oksidacijska mišična vlakna (tip IIA). Na tem mestu lahko torej izpostavimo pogoj, da morajo biti intervali treninga prilagojeni temu, kateri tip mišičnih vlaken želimo aktivirati oziroma ohranjati ali povečevati njegov relativni delež. Z vidika eksplozivnosti morajo biti intervali torej čim krajši in kar se da visoko-intenzivni. Ravno zaradi omenjene transformacije mišičnih vlaken pa lahko sklepamo o povečani vzdržljivosti v moči pod vplivom VIIT-a. Neposredno povečanje maksimalne moči (brez dokazanega povečanja mišične mase) dokazujejo tudi Wong idr. (2010) in Kotzaminidis idr. (2005). Ker hkrati ni dokazane povečane mišične mase in večje vzdržljivosti v moči, lahko sklepamo, da je do povečanja omenjene pojavne oblike moči prišlo na račun povečane aktivacije mišic.

Iz navedenih raziskav lahko posredno sklepamo o vplivu VIIT-a na različne pojavne oblike moči. Kraemer idr. (1995) dokazujejo vpliv VIIT-a na endokrini sistem oziroma na odziv hormonov med in po treningu. Vidimo lahko akutno povečano delovanje testosterona, kar med samim treningom zagotavlja anabolne pogoje za napredek v moči. Akuten odziv kortizola je sicer opazen v začetnih tednih treninga, kar lahko povežemo s prilagajanjem organizma na tovrstno obremenitev. Sprva VIIT za organizem predstavlja velik stres, kar se kaže v odzivu kortizola. Vendar pa skupno razmerje testosterona in kortizola kaže v prid testosterona, torej lahko sklepamo da je okolje primerno za napredek v moči. Prav tako posreden vpliv VIIT-a kaže raziskava Edge-a idr. (2014), ki dokazuje povečanje puferske kapacitete pod vplivom VIIT-a. Ker povečana puferska kapaciteta pomeni večjo sposobnost delovanja pod pogoji zakisljevanja oziroma sposobnost upiranja zakisljevanju dlje časa, lahko sklepamo o pozitivnem vplivu VIIT-a na vzdržljivost v moči.

Glede na navedene rezultate študij lahko zaključimo, da VIIT pozitivno vpliva na različne pojavne oblike moči pod pogojem, da vključuje ustrezne vaje (vaje z utežmi, pliometrične vaje ipd.), ki sledijo konceptu treninga za moč. V vseh primerih je njegov vpliv na maksimalno moč pozitiven, najverjetneje na račun povečane mišične aktivacije. V primerjavi s klasičnimi metodami treninga za moč bi lahko VIIT povezali z mešanimi in reaktivnimi metodami, ki ciljajo na povečanje mišične aktivacije, ne pa tudi z metodami kvazimaksimalnih mišičnih naprežanj, saj so v tem primeru pri VIIT-u bremena občutno

prenizka, izvedenih pa je občutno preveč ponovitev. Prav tako vse raziskave nakazujejo povečanje vzdržljivosti v moči pod vplivom VIIT-a, bodisi na račun transformacije mišičnih vlaken, zlasti tipa IIb v tip IIa, ali na račun ustvarjanja boljših pogojev za upiranje zakisljevanju (povečana puferska kapaciteta). V primerjavi s klasičnimi metodami treninga moči bi na tem mestu lahko VIIT primerjali z intenzivno metodo vzdržljivosti v moči. Še vedno pa ostaja nejasen vpliv VIIT-a na eksplozivnost. Le-ta je pogojen z dolžino intervalov, ki morajo biti tako kratki, da ne vplivajo na transformacijo mišičnih vlaken, temveč le na njihovo aktivacijo. V primerih, ko VIIT vpliva na maksimalno moč na podlagi povečanja mišične mase lahko sklepamo, da negativno vpliva na eksplozivnost, v primerih, ko pa pride do povečanja maksimalne moči na podlagi večje aktivacije mišice pa lahko sklepamo o pozitivnem vplivu VIIT-a na eksplozivnost.

Vpliv VIIT-a na različne pojavne oblike moči je torej pogojen z izbiro vaj in dolžino intervalov. Dejstvo pa je, da je VIIT potrebno kombinirati z ustaljenimi oblikami treninga moči, saj s tem ustvarjamo ustrezne metabolne pogoje za napredek, prav tako pa organizmu onemogočimo stagnacijo, saj je neprestano izpostavljen različnim dražljajem, torej se mora neprestano prilagajati na stres. To prilagajanje je pogojeno tudi z dovolj dolgimi odmori med posameznimi treningi, zato je smiselno slediti smernicam in VIIT izvajati enkrat do dvakrat tedensko. V nasprotnem primeru lahko hitro pride do pretreniranosti, na kar opozarjajo tudi avtorji raziskav.

4. SKLEP

Skozi obdobje razvoja športa, rekreacije in tudi fitnes industrije, smo vedno priča različnim pojavnim oblikam treningov oz. konceptov le-teh. Nekateri se uveljavijo kot preizkušeni in temeljni koncepti, spet drugi zgolj kot nekakšne trendovske oblike treninga. Obstaja pa tudi izjema, ki se je kot način treninga športnikov pojavila že v času antične Grčije in je v svetu modernega profesionalnega športa stalnica že dolga leta, v zadnjih 5 letih pa predstavlja izredno močan trend v modernem fitnesu oziroma fitnes industriji. Gre za tip treninga, ki je zasnovan na uporabi visoko-intenzivnih intervalov, oziroma za tako imenovani VIIT; visoko-intenzivni intervalni trening (angl. HIIT; high intensity interval training), ki je dobesedno obrnil na glavo vse na čemer je temeljila zasnova fitnes industrije zadnjih 30 let (z izjemo bodybuildinga).

V diplomskem delu so bile predstavljene osnove moči kot gibalne sposobnosti, njene pojavne oblike ter biološke značilnosti (tipi mišičnih vlaken, tipi mišičnega krčenja). Za lažje razumevanje vpliva VIIT-a na moč so bili predstavljeni energijski sistemi v skeletnih mišicah, ki le-tem zagotavljajo energijo za delo, prav tako pa tudi endokrini sistem, ki zagotavlja sistemsko okolje za napredek v moči ter seveda že uveljavljene metode treninga moči, ki vplivajo bodisi na mišico samo, bodisi na delovanje živčnega sistema oziroma mišično aktivacijo. Podrobneje je bil predstavljen visoko-intenzivni intervalni trening kot moderna oblika treninga, njegove značilnosti, prednosti in tudi pomanjkljivosti ter v skladu s tem tudi možnost vpeljave tovrstnega treninga v trenažni proces različno treniranih rekreativnih športnikov.

Glavni cilji diplomskega dela so bili ugotoviti ali visoko-intenzivni intervalni trening vpliva na razvoj moči, kakšen je njegov vpliv na različne pojavne oblike moči, kako visoko-intenzivni intervalni trening vpliva na dejavnike, povezane z napredkom v moči ter v skladu z ugotovitvami predstaviti možnost vpeljave visoko-intenzivnega intervalnega treninga v trenažni proces. V namen diplomskega dela je bila uporabljena deskriptivna metoda dela.

V diplomskem delu je bilo podrobneje predstavljenih več tujih raziskav na področju vpliva VIIT-a na moč ter tudi na dejavnike, ki vplivajo na moč (mišična masa, diferenciacija mišičnih vlaken, endokrini odziv, puferska kapaciteta). Glede na rezultate le-teh lahko zaključimo, da VIIT pozitivno vpliva na različne pojavne oblike moči pod pogojem, da

vključuje ustrezne vaje (vaje z utežmi, pliometrične vaje ipd.), ki sledijo konceptu treninga za moč. V vseh primerih je njegov vpliv na maksimalno moč pozitiven, najverjetneje na račun povečane mišične aktivacije. Prav tako vse raziskave nakazujejo povečanje vzdržljivosti v moči pod vplivom VIIT-a, bodisi na račun transformacije mišičnih vlaken, zlasti tipa IIb v tip IIa, ali na račun ustvarjanja boljših pogojev za upiranje zakisljevanju (povečana puferska kapaciteta). Še vedno pa ostaja nejasen vpliv VIIT-a na eksplozivnost. Le-ta je pogojen z dolžino intervalov, ki morajo biti tako kratki, da ne vplivajo na transformacijo mišičnih vlaken, temveč le na njihovo aktivacijo. V primerih, ko VIIT vpliva na maksimalno moč na podlagi povečanja mišične mase lahko sklepamo, da negativno vpliva na eksplozivnost, v primerih, ko pa pride do povečanja maksimalne moči na podlagi večje aktivacije mišice pa lahko sklepamo o pozitivnem vplivu VIIT-a na eksplozivnost.

V zaključku bi želela izpostaviti, da se področje raziskovanja vpliva VIIT-a na moč, kot osnovno gibalno sposobnost, sicer vedno bolj širi, vendar pa je večina raziskav izvedenih na temo vpliva VIIT-a na aerobne sposobnosti. Zanimivo bi bilo raziskovati vpliv VIIT-a na maksimalno moč, eksplozivnosti in vzdržljivost v moči izolirano, kot tudi v medsebojni korelaciji. Večina študij je bila izvedena na vrhunskih športnikih, zato o rezultatih pri rekreativnih športnikih lahko le sklepamo. Na tem mestu bi torej izpostavila potrebo po širjenju raziskovalnega področja na širšo populacijo, saj je VIIT vedno bolj prisoten tudi v rekreativnem športu.

5. VIRI

Beachle, T. R. (ed.). (1994). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics.

Bompa, T. O. in Haff, G. G. (2009). *Periodization. Theory and methodology of training*. Champaign: Human Kinetics.

Budin, M. (2013). *Vpliv eksperimentalnega programa vadbe na kolesarsko učinkovitost*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.

Cook, R. A., Hastings, B. in Gotschall, J. S. (2014). *Time in 85-100% heart rate zone increases lean body mass and VO_{2max} in NCAA Division I soccer players*. Journal of fitness research, 3(1), 12-18.

DeVries, H. A. (1986). *Physiology of exercise for physical education and athletics*. Wm. C. Brown Publishers.

Dupont, G., Akakpo K. in Berthoin, S. (2004). *The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players*. Journal of strength and conditioning research, 18(3), 584-589.

Driver, J. (2012). *HIIT – High intensity interval training explained*. ZDA.

Edge, J., Bishop, D. in Goodman, C. (2006). *The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females*. European journal of applied physiology, 96, 97-105.

Gibala, M. J. in Balantyne, C. (2007). *What can high-intensity interval training do for you?* Sports science exchange, 20(2), 105-106.

Gotschall, J. G., Bopp, C. M. in Hastings, B. (2014). *The addition of high intensity interval training reduces cardiovascular disease risk factors and enhances strength in active, healthy adults*. Open journal of preventive medicine, 4, 275-282.

Komi, P. V. (ed.). (2003). *Strength and power in sport*. Malden: Blackwell Science Ltd.

Kilen, A., Hultengren Larsson, T., Jorgensen, M., Johansen, L., Jorgensen, S. in Nordsborg, N. B. (2014). *Effects of 12 weeks high-intensity & reduced-volume training in elite athletes*.

Pridobljeno

7.7.2014

iz

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0095025#ack>.

- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, G. P. in Patikas, D. (2005). *The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players*. Journal of strength and conditioning research, 19(2), 369-375.
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., Newton, R. U. idr. (1995). *Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations*. Journal of applied physiology, 78(3), 976-989.
- Kravitz, L. In Zuhl, M. (2012). *High intensity interval training vs. continuous cardio training: battle of the aerobic titans*. IDEA Fitness Journal, 9(2).
- Lasan, M. (2004). *Fiziologija športa – harmonija med delovanjem in mirovanjem*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Laursen, P. B. in Jenkins, D. G. (2002). *The scientific basis for high-intensity interval training*. Sports med, 32(1), 53-73.
- Maddigan, M. E. In Behm, D. G. (2014). *High-intensity interval training for improvement of overhand throwing velocity*. International journal of athletic therapy & training, 19(1), 36-40.
- Petrović, S., Sepohar, J., Zaletel, P., Černoš, T., Praprotnik, U. in Mrak, M. (2005). *Pot do uspeha*. Ljubljana: Palestra.
- Pistotnik, B. (2011). *Osnove gibanja v športu. Osnove gibalne izobrazbe*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Schoenfeld, B. in Dawes, J. (2009). *High-intensity interval training: applications for general fitness training*. Strength & conditioning journal, 31(6), 44-46.
- Škof, B. (ur.). (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Škof, B., Tomažin, K., Dolenc, A., Marcina, P. in Čoh, M. (2006). *Atletski praktikum. Didaktični vidiki poučevanja osnovnih atletskih disciplin*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Vodlan, T. (2013). *Uporaba visoko intenzivne intervalne vadbe kot primerne metode pri izgubljanju telesne mase*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.

Wong, P., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A. in Wisloff, U. (2010). *Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players*. *Journal of strength & conditioning research*, 24(3), 653-660.

Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign: Human Kinetics.