

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

AVTOR:
Mitja Dišič

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

METODE HUJŠANJA IN SPREMINJANJA TELESNE SESTAVE

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

prof. dr. Branko Škof

RECEZENT/RECEZENTKA:

prof. dr. Damir Karpljuk

avtor:

MITJA DIŠIČ

Ljubljana, 2013

Ključne besede: debelost, telesna teža, telesna sestava, hujšanje, spreminjanje telesne sestave, vzdržljivostna vadba in vadba moči.

METODE HUJŠANJA IN SPREMINJANJA TELESNE SESTAVE

Mitja Dišič

POVZETEK

Zaradi reševanja problema debelosti, prevelikega vnosa kalorij, premajhne porabe energije in sedečega življenjskega sloga se je danes veliko bolj kot hujšanju potrebno posvetiti spreminjanju telesne sestave ter s tem dati poudarek na ohranjanje in razvoj mišične mase ter moči. Slednji imata pomembno metabolno in funkcionalno vlogo.

V diplomskem delu nas je zanimalo, (a) kako zmanjšati telesno težo oziroma telesno maščobo in tako preprečiti debelost ter (b) kako do izboljšanja telesne sestave, ki je v tesni povezanosti z zdravjem, s telesno in s športno učinkovitostjo.

Pregled novejših raziskav kaže, da mora biti kalorični primanjkljaj ustvarjen s pravilnim izborom živil, ki vključuje vsa makro- in mikrohranila, ter z vadbo osnovnega elementa vadbenega programa hujšanja za znižanje telesne maščobe in ohranitev puste telesne mase.

Najučinkovitejša vadba za zmanjšanje maščobne mase je aerobna vzdržljivostna vadba. Vadba moči pa je najučinkovitejša za ohranitev oziroma povečanje mišične mase in moči. S kombinirano aerobno in vadbo moči se dosegajo pozitivni učinki obeh vadb, zmanjša se maščobna masa, ohranita oziroma povečata se mišična masa in moč, poveča se tudi čas, porabljen za vadbo.

Za preprečevanje posledic neaktivnega življenjskega sloga mora biti vadba načrtovana kot dolgotrajni proces in postati vrednota življenjskega sloga posameznika.

Key words: obesity, body weight, body composition, weight loss, changing body composition, endurance training and strength training

METHODS OF WEIGHT LOSS AND CHANGING BODY COMPOSITION

Mitja Dišič

ABSTRACT

Obesity is increasingly becoming a problem in today's society due to excessive calorie intake and sedentary lifestyle. In order to tackle this problem, it is important to focus not only on losing weight but also on changing body composition. It is essential to maintain and develop body mass and strength since they play an important metabolic and functional role. The aim of this research was to find out a) how obesity can be prevented by reducing body weight or body fat, and b) how body composition can be improved for better health as well as physical and sports performance. A review of recent research has shown that body fat can be reduced and lean body mass maintained by caloric deficit with an appropriate selection of foods that include all macro and micro nutrients, and by exercise as a basic element of the training program. Aerobic endurance exercise has proved to be the most effective in reducing fat mass, whereas strength training is the most effective means to maintain or increase muscle mass and strength. Thus, a combination of aerobic exercise and strength training may be recommended to reduce fat mass and maintain or increase muscle mass and strength. For the prevention of the negative consequences of an inactive lifestyle, exercise must be designed as a long-term process and become a lifestyle value.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	URAVNAVANJE TELESNE TEŽE	10
1.1.1	ENERGIJSKO RAVNOVESJE	10
1.1.2	KOMPONENTE ENERGIJSKE PORABE	10
1.1.3	OCENJEVANJE ENERGIJSKE PORABE	10
1.1.3.1	DIREKTNA KALORIMETRIJA	10
1.1.3.2	INDIREKTNA KALORIMETRIJA	11
1.1.3.3	DVOJNO OZNAČENA VODA	11
1.1.3.4	ENERGIJSKA PORABA V MIROVANJU IN DNEVNA ENERGIJSKA PORABA	11
1.1.4	IZPELJANE FORMULE ZA IZRAČUN ENERGIJSKE PORABE	12
2	JEDRO	13
2.1	PREKOMERNA TELESNA TEŽA IN DEBELOST	13
2.1.1	IZRAZI IN KLASIFIKACIJA	13
2.1.2	VRSTE DEBELOSTI	14
2.1.3	METODE UGOTAVLJANJA DEBELOSTI	16
2.1.3.1	TELESNA TEŽA	16
2.1.3.2	ITM	16
2.1.4	TELESNA SESTAVA (ODSTOTEK TELESNE MAŠČOBE)	18
2.1.4.1	POSTOPKI OCENJEVANJE TELESNE SESTAVE	20
2.1.4.1.1	ANTROPOMETRIJA	20
2.1.4.1.2	MERITVE GOSTOTE TELESA – DENSIMETRIJA	20
2.1.4.1.3	KOLIČINA TELESNE TEKOČINE (<i>TOTAL BODY WATER – TBW</i>)	20
2.1.4.1.4	ELEKTRIČNA PREVODNOST (IMPEDANCA)	21
2.1.4.1.5	ANALIZA BIOELEKTRIČNE IMPEDANCE (BIA)	21
2.1.4.1.6	ABSORPTIOMETRIJA	21
2.1.4.1.7	RAČUNALNIŠKA TOMOGRAFIJA (CT)	22
2.1.4.1.8	MAGNETNO REZONANČNI PRIKAZ	22
2.2	POSLEDICE NEPRIMERNE TELESNE TEŽE, NEPRIMERNE TELESNE SESTAVE IN DEBELOSTI NA ZDRAVJE TER TVEGANJE ZA NEKATERE BOLEZNI	23
2.2.1	SPREMEMBE V NORMALNEM DELOVANJU TELESA	23
2.2.2	POVEČANO TVEGANJE ZA NEKATERE BOLEZNI	24
2.3	HUJŠATI ALI SPREMINJATI TELESNO SESTAVO ALI KAKO ODPRAVITI DEBELOST	25
2.3.1	METODE HUJŠANJA IN SPREMINJANJA TELESNE SESTAVE	25
2.3.2	MEHANIZMI VADBE	28
2.3.3	POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ	29
2.4	TRENING AEROBNE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE, VADBA MOČI ALI KOMBINIRANA VADBA	30

2.4.1	AEROBNA VZDRŽLJIVOSTNA VADBA ZA URAVNAVANJE TELESNE TEŽE IN SESTAVE TELESA (AT).....	30
2.4.1.1	UČINKI VZDRŽLJIVOSTNE AEROBNE VADBE.....	30
2.4.1.2	ZDRAVSTVENI VIDIK AEROBNE VADBE	30
2.4.1.3	POMEN IN VPLIV INTENZIVNOSTI AEROBNE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE NA IZGUBO TELESNE MAŠČOBE.....	31
2.4.1.4	VISOKO INTENZIVNI INTERVALNI TRENING (HIIT)	33
2.4.1.5	AEROBNI TRENINIG BREZ PRIMERNE DIETE, PREMALO UČINKOVITA METODA IZGUBE TELESNE MAŠČOBE PRI DEBELIH IN PRETEŽKIH.....	35
2.4.1.6	POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ AEROBNE VADBE.....	36
2.5	VADBA MOČI (VM)	37
2.5.1	VADBA MOČI JE ZDRAVILO – UČINKI NA ZDRAVJE.....	39
2.5.2	VPLIV VADBE MOČI NA IZGUBO MAŠČOBE IN TELESNO SESTAVO.....	39
2.5.2.1	HIPERTROFIJA, KORISTNE PRESNOVNE SPREMEMBE.....	39
2.5.2.2	OHRANJANJE PUSTE TELESNE MASE IN PREPREČEVANJE PADCA BM	40
2.5.2.3	POMEMBNOST MIŠIČNE MASE ZA ZDRAVJE	40
2.5.2.4	KONTROLA TELESNE TEŽE IN IZGUBA TELESNE MAŠČOBE TUDI S SAMOSTOJNO VADBO MOČI.....	40
2.5.2.5	TESTOSTERON	42
2.5.3	POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ VADBE MOČI.....	42
2.6	KOMBINIRANA VADBA MOČI IN AEROBNE VAJE – NAJUČINKOVITEJŠA METODA. 43	
2.6.1	PREGLED RAZISKAV, KI SO PRIMERJALE VPLIV AEROBNE VADBE, VADBE MOČI IN KOMBINIRANE VADBE NA ZMANJŠANJE TELESNE TEŽE IN SESTAVO TELESA..	43
2.6.2	POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ S PODROČJA KOMBINIRANE AEROBNE VADBE IN VADBE MOČI	49
3	SKLEP	50
4	VIRI	52

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i>	Sprememba v celotni telesni teži v kg glede na vrsto vadbe.	45
<i>Slika 2.</i>	Spremembe puste telesne mase in maščobe v kg glede na vrsto vadbe.....	46
<i>Slika 3.</i>	Spremembe telesne maščobe (%), telesne teže (kg), obsega pasu (cm), puste telesne mase (kg), maščobne mase (kg) in sprememba v površini mišice stegna (mm ²) glede na metodo vadbe.....	47
<i>Slika 4.</i>	Odstopanje vadečih v odstotkih glede na vrsto vadbe.	47
<i>Slika 5.</i>	Korelacija med celotnim vadbenim časom v tednu in izgubo maščobe.	48

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1.</i>	ITM, IPTM, IMM in % MM	19
<i>Tabela 2.</i>	Spremembe v telesni sestavi glede na vrsto vadbe.	46
<i>Tabela 3.</i>	Sprememba VO ₂ max. glede na vrsto vadbe	48

1 UVOD

Zdravje predstavlja pomembno bogastvo in vrednoto slehernega posameznika. WHO (*World Health Organization*) zdravja ne definira samo kot stanja brez bolezni, ampak kot popolno stanje telesne, duhovne in socialne blaginje. Vidiki zdravja na različnih področjih človekovega življenja so tesno povezani z njegovim delovanjem, z izgledom in z lastnim vrednotenjem telesa. Vsak posameznik jih izkazuje na svoj način, bodisi z doseganjem vrhunskih rezultatov v športu, bodisi z zdravim načinom življenja, bodisi z ustvarjalnim delom. Vsekakor se v vseh primerih prepletata optimalno delovanje telesa in duha.

Kljub temu da se ljudje zavedamo pomena zdravja, sodobni življenjski slog vodi v širjenje kroničnih nenalezljivih bolezni, ki so povezane predvsem s prekomerno telesno težo, z debelostjo, z zmanjšano mišično močjo, s funkcionalnostjo in samostojnostjo.

V diplomskem delu želimo ugotoviti in predstaviti vplive različnih metod treningov na izboljšanje telesne sestave in posledično na izboljšanje telesnega zdravja. Elementi telesnega zdravja so gibalne in funkcionalne sposobnosti, morfološke značilnosti, imunski sistem ter upočasnitev biološkega staranja. Vsi naštetih elementi so hkrati tesno povezani z učinkovitostjo v športu.

Na osnovi raziskav in prakse danes vemo, da izboljšanje telesne sestave vodi v višjo učinkovitost v športu, izboljšanje telesnega zdravja in zmanjšanje tveganj za pojav določenih bolezni.

V diplomskem delu želimo predstaviti najnovejša znanstvena spoznanja o učinkovitih postopkih za zmanjšanje prekomerne telesne teže in posledično neugodne sestave telesa.

Zanima nas predvsem:

1. kako do zmanjšane telesne teže oziroma do zmanjšane telesne maščobe in s tem preprečitve debelosti;
2. kako do izboljšanja telesne sestave (to je zmanjšanje telesne maščobe in povečanje mišične mase), ki je v tesni povezanosti s telesno in s športno učinkovitostjo.

1.1 URAVNAVANJE TELESNE TEŽE

1.1.1 ENERGIJSKO RAVNOVESJE

Telo je v energijski bilanci, ko je energijski vnos (ang. *input*) enak energijski porabi (ang. *output*). Energijski vnos je vsota celotne porabljene energije v obliki pijač in hrane. Energija je pridobljena v oksidaciji ali pri razgradnji ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob in alkohola v našem telesu. Kompleksnejša je energijska poraba, ki predstavlja energijo, vključeno v absorpcijo, metabolizem in shranjevanje nutrientov iz hrane, ki jo jemo, kot tudi energijo, ki jo porabimo za dihanje, delovanje srca, hlajenje in segrevanje telesa ter fizično aktivnost. Regulacija vnosa hrane, poraba in shranjevanje energije so zelo kompleksni; vsi pogledi niso popolnoma razumljivi (Gropper, Smith in Groff, 2009).

1.1.2 KOMPONENTE ENERGIJSKE PORABE

Ohranjanje, povečevanje ali zmanjševanje telesne teže je v glavnem odvisno od dejstva, ali so z energijskim vnosom dosežene ali presežene energijske zahteve telesa. Celotna energijska poraba je odvisna od:

- bazalne stopnje metabolizma ali porabe energije v mirovanju (BM);
- termičnega efekta hrane (TEF);
- energijske porabe s fizično aktivnostjo ali z vadbo.

Včasih je vključena še četrta komponenta – termoregulacija (Gropper idr., 2009).

1.1.3 OCENJEVANJE ENERGIJSKE PORABE

Energijska poraba je lahko ocenjena z direktno ali z indirektno kalorimetrijo, z metodo dvojno označene vode ali z različnimi izračuni z uporabo izpeljanih formul (Gropper idr., 2009).

1.1.3.1 Direktna kalorimetrija

Meritve celotne energijske porabe lahko določimo z direktno kalorimetrijo, ki meri odvajanje toplote iz telesa. Odvajanje toplote je lahko izmerjeno z uporabo izotermalnega principa, *gradient layer sistema* ali z vodno ohlajenim oblačilom. (Gropper idr., 2009)

1.1.3.2 Indirektna kalorimetrija

Indirektna kalorimetrija vključuje merjenje porabe kisika celotnega telesa in produkcijo ogljikovega dioksida v izdihanem zraku. Izmenjava kisika in ogljikovega dioksida je proporcionalna presnovi.

To razmerje je poznano kot *respiratorni kvocient* (RQ). Športni fiziologi zanj uporabljajo izraz *stopnja respiratorne izmenjave*. Pregled respiratornega kvocienta zagotavlja pomembne informacije, in sicer tako v zvezi z energijsko porabo kot z oksidacijo bioloških substratov (ogljikovih hidratov ali maščobe) (Gropper idr., 2009).

1.1.3.3 Dvojno označena voda

Za določanje stopnje metabolizma lahko uporabimo tudi izotope, ki jih zaužijemo ali vbrizgamo v telo. Stopnja izločanja izotopov nam omogoča izračun produkcije ogljikovega dioksida, preko katerega izračunamo energijsko porabo (Costill idr., 2012).

1.1.3.4 Energijska poraba v mirovanju in dnevna energijska poraba

Stopnja, pri kateri telo porablja energijo, se imenuje metabolna stopnja (ang. *metabolic rate*). Standardizirana mera energijske porabe v mirovanju je bazalna stopnja presnove (BM). BM je minimalna količina potrebne energije za vzdrževanje osnovnih celičnih funkcij in je močno odvisna od puste telesne mase ter telesne površine. Tipično predstavlja od 1100 do 2500 kcal/dan. Ob dodani dnevni aktivnosti se tipična dnevna energijska poraba giblje med 1700 in 3100 kcal.

Na BM vpliva še drugih veliko dejavnikov, in sicer:

- *starost*: BM se postopno znižuje s starostjo (v glavnem zaradi zmanjšanja puste telesne mase);
- *telesna temperatura*: BM se poveča s povečanjem temperature;
- *psihološki stres*: stres poveča aktivnost simpatičnega živčnega sistema, ki poviša BM;
- *hormoni*: na primer povišan tiroksin iz tiroidne žleze ali epinefrin iz adrenalne sredice lahko povišata BM (Costil idr., 2012).

1.1.4 IZPELJANE FORMULE ZA IZRAČUN ENERGIJSKE PORABE

Za določanje energijske porabe je bilo v preteklosti uporabljenih veliko različnih metod. Ocene so izračunane na osnovi površine telesa, telesne teže in regresijskih enačb, ki vključujejo posameznikov spol, starost, težo in višino. Pokazalo se je, da so takšne ocene v korelaciji z meritvami indirektna kalorimetrije ali z ocenami dvojno označene vode.

Najpogosteje uporabljene regresijske enačbe za oceno BM v kliničnem okolju so pridobljene iz Harris-Benedictove enačbe, ki je rahlo prilagojena na osnovi indirektna kalorimetrije. Pri uporabi te enačbe je BM (kilokalorije na dan) izračunan ločeno za moške in ženske, in sicer na osnovi telesne višine v centimetrih (TV), telesne teže v kilogramih (TT) in starosti v letih (S).

Moški: $BM = 66,5 + (13,7 \times TT) + (5,0 \times TV) - (6,8 \times S)$

Ženske: $BM = 655,1 + (9,56 \times TT) + (1,85 \times TV) - (4,7 \times S)$

Pogosto uporabljeni enačbi za določanje BM sta še Owenova in Mifflinova enačba.

Enačba po Owenu

Moški: $kcal/dan = 879 + 10,2 \times TT$

Ženske: $kcal/dan = 795 + 7,2 \times TT$

Enačba po Mifflinu

Moški: $kcal/dan = 5 + 10 \times (TT) + 6,25 \times (TV) - 5 \times (S)$

Ženske: $kcal/dan = -161 + 10 \times (TT) + 6,25 \times (TV) - 5 \times (S)$

Omenjene enačbe dajejo informacije o posameznikovi bazalni energijski porabi ali energijski porabi v mirovanju, zato je za določanje dejanske energijske porabe potrebno bazalni energijski porabi dodati energijsko porabo telesne aktivnosti. Glede na tip, trajanje, intenzivnost in pogostost telesne aktivnosti se energijske potrebe za telesne aktivnosti razlikujejo od 20 do 70 ali več odstotkov od bazalnega metabolizma. Faktorji aktivnosti se pomnožijo z bazalno energijo, tako dobimo energijske potrebe za telesno aktivnost (Gropper idr., 2009).

Rezultat konsistentnega neravnovesja energije je pridobivanje ali izguba telesne teže. Če vnesemo premalo energije, ki uravnovesi porabljeno energijo, se količina tkiv v našem telesu zmanjša. Željeni cilj zmanjšanja telesne teže je zmanjšanje maščobnega tkiva, toda zmanjšajo se lahko tudi druga tkiva (npr. mišična masa). Če je vnešena energija večja, kot je poraba energije, se maščobne zaloge povečajo; če je pozitivna bilanca dovolj visoka dlje časa, postanemo pretežki ali debeli. Telo vsakega posameznika ima določen „set – point“ telesne teže, ki ga v primerih viška in pomanjkanja regulira in ohranja preko stopnje omenjenih mehanizmov. Sposobnost telesne regulacije energijskega ravnovesja se giblje v dokaj ozkem območju, in sicer 8–15 kalorij viška ali primanjkljaja (Costill, Keney in Wilmore, 2012).

Zmanjšanje telesne aktivnosti, sedeč življenjski način, višji odstotek maščobe in sladkorja v hrani ter povečanje porcij hrane (ang. *supersizing meals*) hitro presežejo sposobnost telesa, da bi ohranilo normalno telesno težo; višek energije je prevelik. To so razlogi, da se povprečna oseba po 25. letu zredi 0,3 do 0,5 kg, toda tudi izgubi za 0,1 kg puste telesne mase letno (Costil idr., 2012).

2 JEDRO

2.1 PREKOMERNA TELESNA TEŽA IN DEBELOST

Neaktivnost, sedeč življenjski slog in prenajedanje so povezani s povečanim tveganjem za debelost, ki je danes močno povezana še z drugimi boleznimi, kot so koronarne bolezni, rak in visoka stopnja smrtnosti. Njihove posledice so izčrpajoče; cene, povezane z zdravljenjem, pa izredno visoke (Costil idr., 2012).

2.1.1 IZRAZI IN KLASIFIKACIJA

Po definiciji *WHO* je debelost abnormalno oziroma odvečno kopičenje maščobe, ki predstavlja tveganje za zdravje.

Pojma *odvečna telesna teža* (ali *pretežka oseba*) in *debelost* se pogosto uporabljata kot sopomenki, vendar imata različna pomena. Oseba, ki je definirana kot **pretežka**, ima telesno težo, ki presega standarde normalne telesne teže, in sicer glede na njeno velikost in konstitucijo telesa (ang. *size frame*) ali ima indeks telesne teže višji od 25 do 29,9 kg/m² (Costil idr., 2012).

Debelost se nanaša na stanje odvečne količine telesne maščobe. To dejstvo zahteva, da najprej ocenimo dejansko količino telesne maščobe ali njen odstotek glede na celotno telesno težo. Natančni standardi primerne količine telesne maščobe še niso postavljeni. Okvirno velja, da se moški z več kot 25 % in ženske z več kot 35 % telesne maščobe štejejo za debele. Moški z vrednostmi relativne maščobe od 20 do 25 % in ženske z vrednostmi od 30 do 35 % so na meji debelosti. Pri ženskah so vrednosti višje zaradi spolno-specifičnih depozitov maščobe, kot so tkiva prsi, boki, zadnjica in stegna (Costil idr., 2012).

Pomembno dejstvo je, da je debelost definirana kot odvečna telesna maščoba in da uporabljamo telesno težo le kot priročni približek. Za nešportnike sta telesna maščoba in telesna teža v pozitivni korelaciji.

Danes postaja čedalje pogostejši problem specifična debelost, pri kateri se znižuje mišična masa in povečuje telesna maščoba. Posledično imajo ti ljudje glede na njihovo telesno težo in velikost preizko relativno mišično moč. Splošni izraz za ta tip ljudi je „*fat skinny*“. Omenjeni izraz v strokovni literaturi označuje osebo s sarkopeno debelostjo. Največji problem je, da metoda določanja ITM ne kaže tega stanja posameznika, saj celotna masa človeka lahko ostaja enaka, medtem ko se sestava metabolnih in endokrinih tkiv spreminja ter tako predstavlja povečano tveganje za bolezni in umrljivost.

2.1.2 VRSTE DEBELOSTI

Zdravstvena tveganja, povezana z debelostjo, so najverjetneje povezana s tem, kako se maščobno tkivo porazdeljuje po telesu. Debel zgornji del telesa (visoka stopnja visceralne maščobe) predstavlja bistveno večje tveganje.

Moški po navadi shranjujejo maščobo v zgornjem delu telesa, zlasti v abdominalnem območju, medtem ko ženske shranjujejo maščobo izraziteje v spodnjem delu telesa, zlasti na bokih, zadnjici in stegnih. Debelost, ki sledi moškemu vzorcu, se omenja kot *androidna debelost* ali *debelost oblike jabolka*; ženski vzorec pa se omenja kot *gynoidna debelost* ali *debelost oblike hruške* (Costil idr., 2012).

Maščoba, shranjena v spodnjem delu telesa (oblika hruške), je podkožna, medtem ko je maščoba v abdominalnem območju (oblika jabolka) v veliki meri visceralna (obdaja prostor med in okoli abdominalnih vitalnih organov) in je manj podkožna (nahaja se med kožo in abdominalno steno ter jo lahko stisnemo). Maščoba, ki se nahaja za trebušno votlino, imenovana retroperitonealna maščoba, se tudi prišteva k visceralni maščobi. Abdominalna maščoba je še posebej zaskrbljujoča, saj je ključnega pomena pri različnih zdravstvenih problemih. Veliko raziskav navaja, da je z dejavniki tveganja, kot je inzulinska odpornost, ki povzroča nastajanje diabetesa tipa 2, najbolj povezana prav visceralna maščoba (Costil idr., 2012).

Raziskave kažejo, da se z zmerno intenzivno telesno aktivnostjo do 30 minut na dan, in sicer tako vzdržljivostnega tipa vadbe kot z vadbo moči, lahko v veliki meri prepreči kopičenje visceralne maščobe kot tudi izguba že shranjene maščobe v tej obliki. Veliko težavneje je izgubiti tako imenovano „*stubborn*“ ali *trmasto* maščobo, ki je podkožna maščoba na določenih delih telesa, značilnih za moške in ženske (Costil idr., 2012).PTM

Sarkopena debelost

Raziskovalci v zadnjem času proučujejo pojav sarkopene debelosti, ki se po navadi pojavlja pri starejših. Pogosto pa je zaskrbljujoča tudi pri mladih in ljudeh srednjih let. Problem je v tem, da oseba ne izgleda debelo, v nekaterih primerih je celo suha in z nizkim ITM. Vzrok nizkega ITM je zmanjšana količina mišične mase in postopno povečanje maščobne mase – v fitnesu so takšni tip ljudi poimenovali „*fat skinny*“. Omenjena neprimerna telesna sestava predstavlja tveganje za različne bolezni in nefunkcionalnost, saj pride do neprimerne hormonske slike in nesorazmerja med mišično močjo ter telesno težo.

Debelost pri starejših vodi preko mišične slabitve v t. i. sarkopenično debelost, katere posledica so pešanje zdravja in invalidnost.

Prvotno je izraz sarkopenija predstavljal s starostjo povezano izgubo mišične mase (*sarx* – meso, *penia* – izguba). Po izsledkih najnovejših raziskav sta vzroka za pojav debelostnega mišično-slabitvenega sindroma debelost in izguba mišične moči. Novejše definicije sarkopene debelosti bazirajo na mišični moči. Če se oseba občutno zredi brez vzporedne rasti mišične mase in prirastka moči, je mišična moč nasproti telesne velikosti (relativna moč)

prenizka, kar je bistvo sindroma sarkopenije. Na sploh je za funkcionalne omejitve in pešanje zdravja mišična moč pomembnejša od mišične mase (Stenholm idr., 2008).

Hipotetična pot za pojav debelosti in mišično-slabitvenega sindroma

- V telesni sestavi se pojavijo spremembe, maščobna masa narašča in po navadi doseže najvišjo stopnjo v pozni starosti, medtem se začetna mišična moč in masa pospešeno izgubljata, izraziteje po šestdesetem letu starosti, med drugim zaradi manjše prisotnosti nevronske, hormonske in okoljske signalov v mišico. Povečanje telesne teže in maščobe je verjetno posledica porušene energijske bilance (nižja fizična aktivnost, zmanjšanje bazalnega metabolizma, ob stabilnem ali večjem vnosu kalorij od potreb bazalnega metabolizma).
- Telesna neaktivnost oziroma sedeč življenjski slog. Debeli ljudje so po navadi manj telesno aktivni, kar vodi v manjšo mišično obremenitev in posledično v atrofijo mišic.
- Maščobno tkivo je aktivno tkivo – organ, ki izloča vnetne citokine, ki lahko prispevajo k upadu mišične mase in moči. Cesari je poročal, da vnetni citokini pozitivno sovpadajo z maščobno in negativno z mišično maso; Schrager s sodelavci pa je v svoji študiji dokazal, da je pri debelih starejših z oslabljenimi mišicami vrednost vnetnih citokinov evidentno višja kot pri ljudeh z normalno mišično močjo.
- Vnetne molekule kot izloček maščobnega tkiva povzročajo odpornost na inzulin, ki pri debelih posameznikih vodi v razgradnjo mišic. Študije so pokazale, da je insulinska odpornost v korelaciji s slabitvijo mišic, saj se je pri diabetikih pojavila pospešena slabitev mišic nog.
- Povečanje maščobe je pogosto povezano z visokim cirkuliranjem maščobnih kislin, ki zavirajo proizvodnjo rastnega hormona. Raziskave so poročale, da je nizki nivo anabolnih hormonov možno povezati z zmanjšano močjo mišic in mišično slabitvijo pri starejših ljudeh.
- Hujšanje starejših ljudi po navadi temelji na dietah z manj beljakovin, kar zmanjšuje dotok le-teh v mišice in pogosto sovpada s pospešeno sarkopenijo (Stenholm idr., 2008).

Raziskave kažejo na pomen telesne sestave z vidika problema debelosti oziroma odvečne maščobne mase in pomanjkanja moči, ki je posledica nevroloških in katabolnih procesov v mišicah. Hkrati so pokazale negativne učinke in posledice nesorazmerja posameznih tkiv (mišice in maščobno tkivo) na kardiovaskularne metabolične in mišično-skeletne bolezni (Stenholm idr., 2008).

2.1.3 METODE UGOTAVLJANJA DEBELOSTI

2.1.3.1 Telesna teža

Prepoznanje telesne teže kot indikatorja zdravstvenega statusa je splošno in svetovno znano. Znanstveniki in zdravniki pravijo, da se tveganje za mnoge bolezni – bolezni srca in ožilja, kap, sladkorna bolezen, povišan krvni tlak, osteoartritis, neplodnost in nekateri raki – poveča z odvečno telesno maščobo. Ker je telesno maščobo težko izmeriti, je telesna teža dober približek za nešportno populacijo. Nizka telesna teža lahko kaže tudi na podhranjenost, prehranjevalne motnje in lahko poda tveganje za ostale bolezni, kot je na primer osteoporoza (Gropper idr., 2009).

Telesno težo ugotavljamo s tehtanjem (umirjena decimalna tehtnica na vodoravni podlagi omogoča natančnost merjenja do 0,5 kg). Telesna teža je odvisna od telesne višine, spola, starosti in telesne konstitucije (Dervišević in Vidmar, 2009).

Idelana telesna teža je orientacijska vrednost za oceno stanja prehranjenosti. Izračunamo jo z določitvijo normalne telesne teže (Dervišević in Vidmar, 2009).

Obstaja več načinov izračunov normalne in idealne telesne teže.

2.1.3.2 ITM

Indeks telesne mase (ITM) predstavlja enega od najbolj sprejetih pristopov za določanje primerne telesne teže na dano telesno višino. Danes je najpogosteje uporabljena zdravstvena metoda za oceno debelosti. ITM je obravnavan kot dober pokazatelj celotne telesne maščobe tako pri moških kot ženskah. Uporabljamo ga za klasicifiranje ljudi med prelahke ali pretežke. V osnovi je ITM visoko v korelaciji s telesno maščobo in daje razumno oceno debelosti (Costill idr., 2012).

ITM je obravnavan za navajanje telesne maščobe, toda ne meri količine telesne maščobe. Izračunan je na podlagi telesne višine in teže osebe, kot je prikazano v spodnji formuli.

$$\text{ITM} = \text{teža}/\text{višina}^2$$

Teža je izmerjena v kilogramih (kg), višina pa v metrih na kvadrat (m²).

Pomanjkljivost ITM

ITM je dobro orodje za ocenjevanje telesne mase, vendar ne določa telesne sestave oziroma strukture. To dejstvo je njegova glavna pomanjkljivost.

Raziskave kažejo, da je ITM najmanj zanesljiva meritev s statistično značilnimi napakami v napovedi količine telesne maščobe. Študije na ljudeh, ki so prestali bariatrično operacijo in z njo pomembno zmanjšali telesno težo, so pokazale, da je ITM dejansko spremembo telesne sestave pri teh ljudeh zaznal s 4–6 % standardno napako.

Na Univerzi v Miamiu so naredili študijo med študentkami treh ras, ki je pokazala, da je bil povprečen odstotek telesne maščobe glede na raso študentk različen, povprečen ITM za vse tri skupine pa skoraj enak (Poliquin, 2012).

ITM pogosto opredeli mišičaste posameznike kot debele oziroma s preveliko telesno maso, čeprav Jakson Pollockova ugotavlja, da vrednost meritve kožne gube pri teh posameznikih ni visoka. Določene posameznike (npr. športnike) visok ITM ob visokem deležu puste telesne mase in nizkem deležu telesne maščobe uvrsti med pretežke ali debele (Gropper idr., 2009).

Čeprav ITM natančno ne izraža telesne maščobe, sestave oziroma zmogljivosti, predvsem pri športnicah z višjim ITM, ne glede na raso oziroma odstotek telesne maščobe pogosto povzroči pojav negativne telesne samopodobe (Poliquin, 2012).

Po drugi strani pa je lahko nizki ali normalni ITM lažna varnost za ljudi z velikim tveganjem za pojav bolezni. Preventivni zdravstveni programi namreč ljudi z nizkim ITM ne zajamejo. Ta je lahko posledica nizke mišične ali kostne mase, premalo gibanja in nepravilne prehrane, kar posledično vodi v odmiranje mišic. Ljudje z nižjim ITM imajo lahko manjšo mišično maso oziroma sarkopenijo, ki pogosto vodi v invalidnost, še posebej, če je povezana z odvečno telesno maščobo oziroma z debelostjo. Ker ITM ne reflektira telesnih maščob, po izsledkih raziskav ne zazna dejavnikov tveganja za srčnožilne bolezni. Neučinkovitost ITM potrjujejo dejanski rezultati, po katerih je nizki ITM postavljen v pozitivno korelacijo z večjim tveganjem srčnožilnih bolezni in smrtnostjo (Poliquin, 2012).

Napakam ITM, kot so nezaznavanje dejavnikov tveganja za zdravje, negativna telesna samopodoba, se lahko izognemo z merjenjem kožne gube. Ta je lahko dostopna, preprosta, cenovno ugodna in hitra ocenitev telesne sestave. 12- ali 14-mestna meritev kožne gube poda natančne podatke o sestavi telesa. Te podatke lahko s pridom uporabijo zdravniki, trenerji, znanstveniki in strokovnjaki za prehrano. Pri hujšanju oziroma izgubi telesne maščobe je zelo pomembno, da trener/zdravnik spremlja športnikov/pacientov napredek in ima zagotovljene pravilne povratne informacije, ki si jih z merjenjem kožne gube enostavno pridobi (Poliquin, 2012).

Poleg že omenjenih obstajajo še druge metode določanja stanja prehranjenosti:

- določanje primerne telesne teže na podlagi primerjave v tabeli indeksa konstitucij teles – telesna teža;
- izračun relativne telesne teže;
- izračun idealne telesne teže.

2.1.4 TELESNA SESTAVA (ODSTOTEK TELESNE MAŠČOBE)

Telesna sestava opredeljuje kemijsko sestavo telesa.

Poleg telesne teže je sestava telesa odločilna za oceno stanja prehranjenosti. Predvsem je pomembno določiti, kolikšen delež telesne teže predstavlja maščevje in kolikšen delež mišice (pusta telesna masa). Možno je ugotoviti tudi deleže drugih komponent (kostno tkivo, tekočina). Na osnovi posameznih deležev in telesne teže se da ugotoviti tudi težo omenjenih telesnih struktur, ki skupno predstavljajo celotno telesno težo (Dervišević in Vidmar, 2009).

Raziskave kažejo pozitivno povezavo med telesno sestavo in gibalno učinkovitostjo, gibalnimi sposobnostmi, aerobno in anaerobno vzdržljivostjo. Telesna sestava vpliva tudi na zdravje in omogoča predvidevanje tveganja za nekatere kronične nenalezljive bolezni. V vseh raziskavah je veljala korelacija za oba spola (Costill idr., 2012).

Poznamo tri modele telesne sestave:

1. kemični model;
2. anatomski model;
3. model dveh komponent.

Prva dva modela razdelita telo po kemični sestavi (maščoba, beljakovine, ogljikovi hidrati, voda, minerali) oziroma anatomski strukturi (maščobno tkivo, mišice, organi, kosti, druge strukture). Model dveh komponent razdeli telo na pusto telesno maso (PTM) in maščobno maso (MM). Maščobna masa se pogosto obravnava v smislu relativne telesne maščobe, to je delež celotne telesne mase, ki ga predstavlja maščobna masa. Pusta telesna masa enostavno predstavlja celotno telesno maso, ki ni maščoba (Costil idr., 2012).

Leta 1970 je bil razvit koncept referenčnega modela ženske in moškega. Ta referenčna modela podajata informacije o telesni sestavi na osnovi povprečnih telesnih dimenzij in v okviru referenc za primerjavo.

Referenčni model moškega ima 3 % esencialne telesne maščobe, 12 % shranjene telesne maščobe (skupaj torej 15 % telesne maščobe), 44,8 % mišic, 14,9 % kosti in 25,3 % drugih komponent. Referenčni model ženske ima 12 % esencialnih maščob, 15 % shranjenih maščob (skupaj 27 % maščobe), 36 % mišic, 12 % kosti in 25 % ostalih komponent. Esencialna maščoba vključuje maščobo, ki se navezuje na kostni mozeg, centralni živčni sistem, notranje organe in celične membrane. Esencialna maščoba pri ženskah vključuje maščobo v sesalnih žlezah in medenični regiji. Pri vrednotenju moramo upoštevati te spolne razlike (Gropper idr., 2009).

Zdravstvena kategorizacija deleža maščevja v telesu odraslih je sledeča (Dervišević in Vidmar, 2009):

- povprečen moški: 15–18 %;
- povprečna ženska: 22–25 %;
- minimum: moški 5 %, ženske 12 %;
- prevelik: moški nad 25 %, ženske nad 32 %.

Raziskovalci so s pomočjo metod za ugotavljanje telesne sestave določili primeren indeks puste telesne mase (IPTM) oziroma maščobne mase (IMM) neodvisno od telesne višine, s čimer se zmanjšajo pomanjkljivosti indeksa telesne mase. Kyle idr. (2003) so za vsako območje ITM določili ustrezni IPTM in IMM na osnovi enačbe, ki jo potrjuje DEXA. K omenjenim vrednostim je določen tudi ustrezno odstotek telesne maščobe. Normalni oziroma sprejemljivi odstotek telesne maščobe je od 10,8 do 21,7 za moške ter od 21,7 do 33,2 za ženske.

Tabela 1.

ITM, IPTM, IMM in % MM (Kyle, Schutz, Dupertuis in Pichrad, 2003).

ITM (kg/m ²)	IPTM (kg/m ²)	IMM (kg/m ²)	% MM
<u>Moški</u>			
30,0	21,7	8,3	28,8
27,8	20,9	6,9	25,8
25,0	19,8	5,2	21,7
20,0	17,5	2,5	13,4
18,5	16,7	1,8	10,8
<u>Ženske</u>			
30,0	18,2	11,8	40,0
27,8	17,5	9,8	36,5
25,0	16,8	8,2	33,2
20,0	15,1	4,9	24,6
18,5	14,6	3,9	21,7

V tabeli 1 so po spolu k indeksom telesne mase (ITM) prikazani njemu ustrezajoči indeksi puste telesne mase (IPTM), indeksi mišične mase (IMM) ter delež maščobne mase (% MM).

2.1.4.1 Postopki ocenjevanja telesne sestave

Za določanje telesne sestave je na voljo več postopkov, od katerih jih je največ osnovanih na modelu dveh komponent (PTM in MM) oziroma na razliki v sestavi puste in maščobne mase. Te razlike vključujejo različno gostoto, sposobnost prevodnosti električnega toka, rentgensko gostoto (Gropper idr., 2009). Pogosto so na voljo indirektne metode, ki zagotavljajo sredstva za izračun telesnih komponent (direktne meritve so možne le na truplih). Kljub različnim razpoložljivim proceduram je natančnost meritev spremenljiva, ne samo zaradi metod in merilnih pripomočkov, ampak tudi zaradi merilcev (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.1 Antropometrija

Antropometrija je metoda, ki za izračun maščobne mase, puste telesne mase in velikosti mišic uporablja mere debeline kožne gube z različnih lokacij na telesu, telesno težo in obsege okončin. Meritve se lahko opravijo na terenu, vendar metoda zahteva usposobljenega, izkušenega in natančnega merilca. Debelina kože daje podatke o lokalni podkožni maščobi kot tudi o celotni telesni maščobi (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.2 Meritve gostote telesa – densimetrija

Meritve celotne gostote telesa – densimetrija je metoda na podlagi določanja telesnega volumna s podvodnim tehtanjem, s premikom helija ali s kombinacijo premika vode s telesom ter s premikom zraka z glavo. Meritve se lahko uporabljajo za določanje telesne gostote, kar omogoča izračun odstotka telesne maščobe in puste telesne mase. Meritve so natančne, vendar morajo biti izvedene v laboratoriju. Za podvodno tehtanje je potrebno sodelovanje merjenca. Metoda ni uporabna za majhne otroke in starejše (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.3 Količina telesne tekočine (ang. *total body water* – TBW)

Količina telesne tekočine je izmerjena z redčenjem deuteriuma, tritiuma ali kisika. TBW se uporablja kot indeks človeške telesne sestave na osnovi ugotovitev, da voda ni prisotna v shranjenih trigliceridih, ampak zavzema povprečno približno 73,2 % puste telesne mase. Specifična količina izotopa je zaužita ali vbrizgana v merjenca. Po tem se po obdobju uravnovešenja opravi vzorčenje koncentracij iz sledov v izbrani biološki tekočini (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.4 Električna prevodnost – impedanca

Osnova metode električne prevodnosti je sprememba v električni prevodnosti merjenca, ko ga postavimo na elektromagnetno polje. Sprememba je sorazmerna vsebini elektrolitov v telesu. Ker pusta telesna masa vsebuje virtualno vso vodo in prevodne elektrolite v telesu, je prevodnost veliko boljša v pusti telesni masi kot v maščobni masi. Iz meritev lahko izračunamo pusto telesno maso in z razliko določimo maščobno maso. Primarna omejitev te metode je cena zahtevanih instrumentov; tako so laboratorijske meritve primarno omejene na uporabo v kliničnih ustanovah (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.5 Analiza bioelektrične impedance (BIA)

Analiza bioelektrične impedance je metoda prilagoditve metode TOBEC (električna prevodnost celotnega telesa). Meritve električne prevodnosti se namreč izvajajo le na ekstremitetah. Določi se upornost in reaktanca. Najmanjša vrednost upornosti za posameznika se uporabi za izračun prevodnosti in napoved puste telesne mase. Oprema je prenosna in veliko cenejša od tiste, ki jo zahteva TOBEC, istočasno je meritev natančna (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.6 Absorpciometrija

Absorpciometrija vključuje skeniranje subjekta z uporabo rentgenskih žarkov na dveh različnih energijskih ravneh. Medtem ko oseba leži na mizi, jo sočasno preko celega telesa prečkata vir fotonov ali žarkov, ki je nameščen pod mizo, ter detektor nad mizo. Slabljenje rentgenskega žarka ob prečkanju telesa je izračunano z računalnikom. Na osnovi omejitve rentgenskega žarka, ki teče preko maščobe in puste telesne mase, se lahko izračuna odstotek telesne maščobe, mehkih tkiv in mineralna gostota tkiv. Izpostavljenost sevanju je majhna, procedura je relativno hitra. Omejitve so visoka cena naprav, izučeni merilci za uporabo in analizo zapisov ter izpostavljenost sevanju. Metoda ni primerna za ljudi s kovinskimi vsadki (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.7 Računalniška tomografija (CT)

Računalniška tomografija je metoda, ki določa regionalno telesno sestavo. Slika nastane z računalniško predelavo podatkov rentgenskih žarkov. Iz značilne distribucije gostote – frekvence žarkov za posamezna tkiva – lahko določimo maščobo, tkivo puste telesne mase in kosti. Pridobimo lahko informacije o regionalni razporeditvi maščobe; z računalniško tomografijo se določa razmerje med intra/abdominalno in podkožno maščobo pri ljudeh. Določimo lahko velikost jeter, ledvic in vranice. Visoki sta cena in tehnična težavnost. Metoda je laboratorijsko opravilo in je trenutno omejena na uporabo v medicinskih centrih (Gropper idr., 2009).

2.1.4.1.8 Magnetno-resonančni prikaz

Magnetno-resonančni prikaz je pristop, ki je zgrajen na osnovi dejstva, da se atomsko jedro lahko obnaša kot magnet. Ko uporabljamo zunanje magnetno polje preko dela telesa, se vsako jedro (*nucleus*) poskuša urediti z zunanjim magnetnim poljem. Če so ta jedra simultano aktivirana z radiofrekvenčnimi valovi, bodo takrat, ko je radioval prekinjen, oddajali absorbiran signal; ta signal, ki ga oddajajo, se uporablja za razvoj slike z računalnikom. Metoda ima možnost ustvarjanja slike v odziv na notranje spremenljivke tkiv in predstavlja njihove značilnosti, kot so stopnja hidracije in vsebnost maščobe. Kaže se, da ima ta metoda veliko potenciala, visoki sta cena in tehnična zahtevnost.

Maščobno maso lahko ocenimo z antropometrijo, z densimetrijo, z metodo premika zraka, z ultrasondo in z infrardečo interaktanco.

Maščobno tkivo je po navadi izmerjeno z uporabo računalniške tomografije, magnetne resonance in sonde. Mineralna kostna gostota je lahko ocenjena z uporabo eno- ali dvofotonsko absorptometrijo ali z dvoenergijsko rentgensko absorptometrijo (Gropper idr., 2009).

2.2 POSLEDICE NEPRIMERNE TELESNE TEŽE, NEPRIMERNE TELESNE SESTAVE IN DEBELOSTI NA ZDRAVJE TER TVEGANJE ZA NEKATERE BOLEZNI

Telesna sestava je povezana z raznolikimi fiziološkimi in z bolezenskimi stanji. Značilnosti posameznih telesnih struktur prispevajo k razumevanju presnovnih, endokrinih in genskih podatkov o debelosti in z debelostjo povezanih tveganj (npr. odpornost na inzulin). Pojem debelosti je širše definicije. Bolje kot z ITM ga opisujejo mere, kot so odstotek telesne maščobe, količina maščobe spodnjih okončin, jetrna maščoba in odstotek skeletne mišične mase (Muller idr., 2012).

V sodobnem razvitem svetu se epidemiji debelosti ob demografskem preoblikovanju (več starega prebivalstva) priključuje širitev invalidnosti. Razumevanje zapletenih vzrokov sindroma debelosti – mišična slabitev in invalidnost – je edina pot za postavitev učinkovitih terapevtskih ciljev. Iz tega razloga bo potrebno v bodoče opraviti raziskave ob sodelovanju strokovnjakov različnih področij, saj debelost in slabitev mišic zmanjšujeta funkcionalne zmožnosti ter sta pogosta vzroka invalidnosti in celo smrtnosti (Stenholm idr., 2008).

2.2.1 SPREMEMBE V NORMALNEM DELOVANJU TELESNA

Razširjenost in obseg sprememb v telesnih funkcijah sta različna pri posameznikih in pri različni stopnji debelosti. Debeli imajo po navadi težave z nizko toleranco za vadbo zaradi respiratornih problemov, zmanjšane mišične moči in povečane telesne teže, ki jo morajo premikati med vadbo. Dodatno pridobivanje telesne teže tako dodatno zmanjša stopnjo aktivnosti in toleranca na vadbo se še bolj zniža (Costill idr., 2012).

Raziskave so potrdile, da je mišična slabitev v navezi z debelostjo posledica več prepletenih fizioloških dejavnikov. Preverjanje hipoteze o povezavi med debelostjo in nizko mišično maso štirih študij na osebah, ki so bile stare 65 let in več, je pokazalo, da je, upoštevajoč starost, spol in telesno težo, mišična slabitev dvakrat pogostejša pri debelih kot pri normalno težkih udeležencih proučevanj. Kadar se debelost in mišično slabitveni sindrom povežeta, je njun učinek na dejavnike tveganja za zdravje sinergističen. Študije, ki so mišično slabitev opredeljevale kot upad mišične moči (ne z vidika upada mišične mase), so v splošnem dokazale povezavo med sarkopeno debelostjo in invalidnostjo. Anketna študija 2000 na Finskem je na primer pokazala, da se pri osebah z naraščanjem odstotkov maščobe in padanjem mišične moči pojavi večje tveganje za omejevanje zmožnosti hoje kot pri osebah, ki imajo samo visok odstotek maščobe ali samo nizko mišično moč (Stenholm idr., 2008).

V sodobnem času so začeli proučevati povečanje rizika smrtnosti pri sarkopenično debelih ljudeh. Študije so nakazale, da je mišična moč močan pokazatelj smrtnosti, vendar povezava med debelostjo in smrtnostjo ostaja neopredeljena oziroma nasprotujoča (Stenholm idr., 2008).

2.2.2 POVEČANO TVEGANJE ZA NEKATERE BOLEZNI

Povečano tveganje za nekatere kronične degenerativne bolezni je povezano z debelostjo in z neprimerno telesno kompozicijo. Hipertenzija in ateroskleroza kot tudi različne metabolne in endokrine bolezni (npr. oslabljena presnova ogljikovih hidratov in diabetes tipa 2) so neposredno povezane z debelostjo.

Debelost je povezana s splošno stopnjo umrljivosti (splošna večja mortalnost – umrljivost). Glavno povečanje tveganja za smrt se pojavi, ko ITM preseže 30 kg/m². Tudi ITM-vrednosti med 25 in 29,9 so povezane z obolenjem in s povečanim tveganjem za veliko bolezni. Povečana obolevnost in umrljivost, ki sta povezani z debelostjo, se navezujeta s sledečimi boleznimi:

- koronarne bolezni srca;
- hipertenzija;
- kap;
- sladkorna bolezen tipa 2;
- povečani krvni lipidi, dislipidemija;
- različne oblike raka – endometrial, rak na prsni, rak na črevesju;
- bolezni jeter in žolča;
- osteoartritis;
- spalna apneja;
- dihalne težave;
- težave s samopodobo.

Pri nekaterih ljudeh je lahko vzrok za debelost emocionalnega ali psihološkega izvora. Poleg tega lahko pride do emocionalnih ali psiholoških problemov zaradi debelosti same (Costill idr., 2012).

Za metabolni sindrom (poznani tudi kot *sindrom x* ali *sindrom inzulinske odpornosti*) so značilni visok krvni pritisk, visok holesterol, visoka stopnja krvnega inzulina in krvnega sladkorja. Ljudje z metaboličnim sindromom so pod večjim tveganjem za razvoj srčnih bolezni, sladkorne bolezni tipa 2, kapi in Alzheimerjeve bolezni. Obseg pasu, ki je večji od 100 cm pri moških in 90 cm pri ženskah, pomembno povečuje tveganje za metabolični sindrom (Body composition and health, 2002).

Zaradi nezdrave telesne sestave se lahko poruši tudi hormonsko ravnovesje, saj obstaja možnost nastanka hormona estrogena v maščobnem tkivu. Povečanje maščobne mase lahko torej vodi v neravnovesje estrogena v telesu, ki je povezano s predmenstrualnim sindromom, z rakom maternice, s fibrocitnimi ali z bolečimi prsmi, z različnimi oblikami raka na ženskih spolnih organih (Body composition and health, 2002).

2.3 HUIŠATI ALI SPREMINJATI TELESNO SESTAVO ALI KAKO ODPRAVITI DEBELOST

Menimo, da sta pravilno vodena in sestavljena telesna aktivnost in zdrav življenjski slog prva koraka za preprečevanje in zmanjšanje debelosti, za katerega lahko poskrbimo trenerji/kineziologi, in sicer še preden so potrebni zdravstveni ukrepi in posegi.

2.3.1 METODE HUIŠANJA IN SPREMINJANJA TELESNE SESTAVE

V teoriji se zdi, da je nadzorovanje telesne teže preprosta stvar. Za ohranjanje telesne teže mora biti energija, ki jo vnesemo v obliki hrane, enaka celotni energijski porabi, ki je enaka vsoti bazalnega metabolizma (BM), termičnega učinka obroka in termičnega učinka vadbe. Idealno telo ohranja ravnovesje med kaloričnim vnosom in kalorično porabo. Ko je ravnovesje porušeno, se teža pridobiva ali izgublja. Kaže se, da sta tako izguba kot pridobivanje telesne teže v glavnem odvisni od dveh dejavnikov: prehrane in telesne aktivnosti (Costill idr., 2012).

Izguba telesne teže naj v glavnem ne bi presešla od 0,45 do 0,9 kg tedensko. Večje izgube teže od navedene naj ne bi dosegali brez neposrednega zdravniškega nadzora. Rezultat izgube maščobe za samo 0,45 kg tedensko je namreč izguba 23,4 kg maščobe v enem letu. Huišanje mora biti dolgoročni projekt, saj raziskave in izkušnje dokazujejo, da hitra izguba telesne teže ni trajna in se lahko ponovno hitro pridobi, ker je hitro huišanje v največji meri posledica izgube telesne vode (Costill idr., 2012).

Costill idr. (2012) so navedli, da so v sodobnem času najpogostejše spodaj navedene metode huišanja.

– **Specialne popularne diete.**

Na splošno so neustrezne prehranjevalne navade vsaj delno odgovorne za večino težav s telesno težo. Nobene diete ne moremo obravnavati kot hitro popravilo telesne teže. Oseba se mora naučiti trajnih sprememb v prehranjevalnih navadah, kot je znižanje vsebnosti maščob in enostavnih sladkorjev. Za večino ljudi bo preprosta dieta z rahlo omejitvijo kalorij na osnovi odvečnih maščob in ogljikovih hidratov postopno vodila v zmanjšanje telesne teže do zaželene ravni.

– **Spremembe v obnašanju in v življenjskem slogu.**

Pogosto se kot učinkovita metoda huišanja svetuje uporaba tehnike spreminjanja prehranskih navad. Sprememba vedenjskega vzorca prehranjevanja se je izkazala kot učinkovita ne samo v izgubi odvečnih kilogramov, ampak tudi v trajnejši ohranitvi željene telesne teže. Spremenjen vzorec prehranjevalnih navad posameznik enostavno vključi v svoj vsakodnevni ritem. Tako se recimo zavestno odloči, da obrokov ne bo zmanjševal, opravil pa jih bo vedno na istem mestu in se tako izognil nenačrtovanim

prigrizkom. Pri obroku si prvič lahko naloži toliko hrane, kolikor želi, nikakor pa na krožnik ne daje hrane drugič, in sicer kot dopolnjevanje. S podobnimi preprostimi spremembami je mogoče uravnati prehranjevalne navade, kar posledično vodi v izgubo odvečne teže.

- **Uporaba hormonov in zdravil za zmanjšanje apetita in povečanje bazalnega metabolizma.**
- **Kirurški posegi.**

Tveganja z izrazitim hujšanjem:

- dehidracija;
- kronična utrujenost;
- prehranjevalne motnje;
- menstrualne disfunkcije.

Strasser, Speitzer in Haber (2007) so potrdili, da je najpomembnejši in edini dejavnik izgube maščobe energijski deficit. Namen raziskave je bila primerjava vplivov dveh različnih programov na izgubo maščobe, izboljšanje telesne sestave, krvnih lipidov in srčnodihalnega sistema. Prva skupina (D) je ustvarila kalorični deficit (400 kcal) samo z dieto, druga skupina (DE) pa je ustvarila del kaloričnega deficita z dieto (200 kcal) in del z aerobnim treningom (200 kcal), ki je potekal trikrat tedensko po 60 minut z intenzivnostjo 60 % VO₂ max. Dejanski deficit je bil na koncu višji za 100 kcal, vendar brez statistično značilnih razlik med skupinama. Telesna masa in teža sta se značilno zmanjšali v obeh skupinah in brez statistično značilnih razlik. Pomembnih razlik tudi ni bilo v rezultatih krvnih lipidov, HDL, srčnega utripa in trigliceridov. Maksimalna vadbeno učinkovitost se je povečala samo v skupini DE. Na podlagi rezultatov so znanstveniki zaključili, da je za izgubo maščobe odgovoren energijski deficit sam, in sicer ne glede na metodo izgube maščobe.

Pogoj za izgubo telesne teže in maščobe je kalorični deficit, vendar samo restrikcija kalorij z vnosom hrane ni optimalen način izgube maščobe, izboljšanja telesne sestave in posledično zdravja.

Namen shujševalnega programa ne sme biti osredotočen samo na zmanjšanje telesne teže, temveč je cilj zmanjšati telesno maščobo in ohraniti ali celo povečati pusto telesno maso (Stigler in Cunliffe, 2006).

Osnovni cilj izgube telesne teže mora biti zmanjšanje telesne maščobe, kar vodi v zmanjšanje dejavnikov tveganja za metabolni sindrom. Večkrat je opaženo sočasno zmanjšanje mišičnega tkiva. Glede na to, da pusta telesna masa (PTM) predstavlja ključni dejavnik stopnje bazalnega metabolizma v mirovanju, sledi, da zmanjšanje mišičnega tkiva ovira napredek v hujšanju. Zato je v zvezi z dolgoročno učinkovitostjo programov za izgubo telesne teže zaželjena izguba maščobne mase, medtem ko se ohranja PTM in s tem stopnja presnove v mirovanju. Študije shujševalnih programov z dieto so pokazale spontano izgubo telesne maščobe z nizko maščobnimi dietami. Obetavne rezultate so dale tudi sodobne, novejšje diete z zmanjšanjem količine ogljikovih hidratov in s povečanjem beljakovin. Vadbeni program je povezan s povečanjem porabe energije, s čimer se spodbujajo spremembe v sestavi telesa in telesne teže, in sicer ob ohranjanju konstantnega vnosa hrane. Posledice

vadbe za moč imajo lahko večje prednosti, kot je bilo prvotno predlagano v zvezi z zmanjšanjem odstotka telesne maščobe in ohranjanjem puste telesne mase. Dosedanje raziskave so pokazale, da lahko dodajanje vadbenega programa za moč k dieti spodbuja ugodnejše spremembe v sestavi telesa kot dieta ali telesna aktivnost sami. Poleg tega so nedavne raziskave pokazale, da lahko poleg vadbene metode razmerje makrohranil shujševalne diete dodatno vpliva na spremembe telesne sestave. Beljakovine se izkažejo kot pomemben dejavnik za ohranjanje ali povečanje PTM, ki ga povzroči telesna vadba z utežmi. Spremembe v BM so lahko le delno odgovorne za spremembe v razmerju telesnih tkiv. Potrebno je raziskati tudi druge nedefinirane mehanizme (Stiegler in Cunliffe, 2006).

Vadba ali diete

Pregled izsledkov raziskav o pomenu vadbe v programu hujšanja in spreminjanja telesne sestave

Wu, Gao, Chen in van Dam (2009) so opravili metaanalizo, v kateri so primerjali dolgotrajne programe za hujšanje na osnovi diete same in diete z vadbo. V metaanalizo so izbrali 18 raziskav, ki so pri pretežkih in debelih odraslih trajale najmanj 6 mesecev. Združeni podatki kažejo, da je skupina, ki je tudi vadila, shujšala 1,14 kg več kot skupina, ki je hujšala samo z restrikcijo kalorij v prehrani. Tudi v raziskavah, ki so trajale 2 leti ali več, so programi z dieto in vadbo zagotovili bistveno večjo izgubo teže kot z dieto samo (Wu idr., 2009).

Campbell, Sands in Weinheimer (2010) so poročali o rezultatih 52 raziskav v obliki odstotkov o učinkovitih spremembah v telesni teži in pusti telesni masi (PTM) kot posledicah vadbe skupine EX (v glavnem aerobni trening), zmanjšanega energijskega vnosa skupine ER ali vadbe in zmanjšanega energijskega vnosa skupine ER + EX.

Rezultati so bili sledeči: 94 % preiskovancev v ER-skupini in 89 % preiskovancev v ER + EX-skupini je izgubilo 5 kg telesne teže. 75 % preiskovancev v ER-skupini in samo 30 % preiskovancev ER + EX-skupin je izgubilo 1,5 % PTM. 81 % preiskovancev v ER-skupini oziroma 39 % le-teh v ER + EX-skupini je zmerno izgubilo telesno težo (94 % < 5 kg) in PTM (100 % izguba < 1,5 kg) (Campbell, Sands in Weinheimer, 2010).

Znižanje vnosa energije s hrano in povišana telesna aktivnost vodita v izgubo telesne teže. Raziskava je pokazala, da so skupine, ki so shujšale s telesno vadbo, izgubile manj puste telesne mase. Sklepamo lahko, da je v skupinah, ki so vadile, večji delež izgubljene telesne teže predstavljal maščobna masa, ker se je pusta telesna masa z vadbo ohranjala.

Shujševalni programi s poudarkom na izgubi telesne teže s telesno aktivnostjo so pokazali tudi pozitivne učinke na zmanjšanje dejavnikov tveganja za kardiovaskularne in metabolne bolezni, kot so visok krvni tlak, lipidi, krvna glukoza, nivo inzulina, HbA1c kot tudi zmanjšanje tveganja za akutnim sindromom bolezni srca in ožilja, kapi in ostalih vzrokov smrti. Vadba se je pokazala kot pomemben del strategije v programih hujšanja (Barclay in Shiarev, 2012).

Kelley, Roberts in Haskell (2012) so ravno zaradi nasprotujočih ugotovitev prejšnjih raziskav glede učinkov prehrane, aerobne vadbe in samo vadbe na lipide ter lipoproteine opravili metaanalizo za reševanje tega vprašanja. Ugotovili so, da je dieta, še posebej v kombinaciji z ustrezno vadbo, najučinkovitejša in superiorna metoda za izboljšanje lipidov in lipoproteinov v primerjavi z vadbo ali dieto samo.

Neaktivnost je danes eden od glavnih vzrokov debelosti v večini držav po svetu. V bistvu je sedeči način življenja v razvoju debelosti enakega pomena kot prenejedanje. Zato mora biti povečanje stopnje telesne aktivnosti nujna komponenta v vsakem programu izgube ali nadzorovanja telesne teže (Costill idr., 2012).

Kombinirani programi vadbe in diete zagotavljajo dolgotrajno večjo izgubo teže kot program s samo dieto.

2.3.2 MEHANIZMI VADBE

Vpliv vadbe na komponente energijske porabe je bil osrednja tema raziskav v poznih osemdesetih in zgodnjih devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Sodobne raziskave pa proučujejo vpliv vadbe na termični efekt obroka in zmanjšanje telesne maščobe na specifičnem delu telesa (ang. *spot reduction*).

V očitnem interesu je pridobitev odgovora, kako vadba vpliva na energijo v mirovanju oziroma na bazalni metabolizem (BM), saj le-ta predstavlja od 60 do 75 % celotne vsakodnevne energijske porabe. Povečano porabo kisika še po končani vadbi, ki ga povzroča obnovitev fizioloških sistemov, imenujemo EPOC (ang. *excess post-exercise oxygen consumption*). Zaradi EPOC porabimo še dodatno energijo, kot je bila potrebna za samo vadbo. Primer: če je dnevna energijska poraba 25 let starega moškega 2700 kcal in je njegov bazalni metabolizem 60 %, le 1 % povečanja BM predstavlja 16 kcal na dan oziroma 5840 kcal na leto, kar povzroči 0,8 kg izgube maščobe letno. BM je tesno povezan s pusto telesno maso, saj je le-ta metabolno aktivnejša. S tega zornega kota se povečuje koriščenje vadbe moči, ki ima cilj povečati pusto telesno maso in posledično bazalni metabolizem (Costill idr., 2012).

Teoretično pomeni pridobitev 1 kg mišic povečanje BM za približno 21 kcal/kg nove mišične mase. Tako trajna vadba moči preko več let ali desetletij ustvarja zdravstveno pomembne razlike v dnevni energijski porabi in v pridobivanju maščobe, ki je povezana s staranjem. Za primer: razlika 5 kg puste telesne mase (PTM) se prevede v razliko v energijski porabi stotih kalorij na dan, kar je enako 4,7 kg maščobne mase (FM) letno. Številne raziskave so pokazale, da bo vadba moči povečala bazalni metabolizem, če je intenzivnost vadbe dovolj visoka, da povzroči povečanje puste telesne mase (Strasser in Schobersberger, 2012).

Raziskave kažejo, da energijsko kompenzacijo in padec energijske porabe v mirovanju lahko oblažimo s povečanim vnosom beljakovin iz hrane ter vadbo moči (Strasser in Schobersberger, 2011).

Vpliv povečane porabe energije v mirovanju po treningu na izgubo maščobe ni jasno potrjen. Različni rezultati iz raziskav puščajo odprto vprašanje, ali je poraba energije ob intenzivnosti in trajanju vadbe (primerna za povprečnega vadečega brez cilja vrhunskih športnih rezultatov) dovolj velika, da bi zadovoljila potrebo po energijskem primanjkljaju za izgubo maščobe. Nekatere raziskave, v katerih so bili udeleženci izpostavljeni samo vadbi brez sprememb v prehrani z zmanjšanim kaloričnim vnosom, niso nakazale izgube telesne maščobe, spet druge pa so nakazale zmanjšanje maščobe samo z dodatno telesno vadbo in brez prehranjevalnih sprememb.

Najsodobnejše raziskave ne podpirajo podaljšane trajanja EPOC, o katerem so poročale nekatere začetne raziskave tega področja. Prikazovale so, da EPOC predstavlja 6–15 % celotne porabe kisika vadbe. Izkazalo se je, da je podaljšano obdobje EPOC (3–24 ur) rezultat primerne vadbenega dražljaja (submaksimalno > or = 50 min. ali > or = 70 % VO₂ max.; supramaksimalno: > ali = 6 min. pri > ali = 105 % VO₂ max.). Tako je glede na sodobne raziskave pomemben vpliv EPOC za izgubo maščobe neutemeljen. Vloga vadbe pri izgubi maščobe je v glavnem pomembna za energijsko porabo med dejanskim izvajanjem vadbe. Poleg tega netrenirana debela populacija težje izvaja in tolerira vadbene dražljaje, ki povzročijo koristi povečanja EPOC (LaForgia, Withers in Gore, 2006).

2.3.3 POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ

Sama vadba in zanašanje na energijsko porabo v mirovanju nista dovolj za ustrezna in zanesljiva energijska primanjkljaja, ki vodita v izgubo maščobe. Potrebno je vpeljati tudi načrt prehrane, kalorični primanjkljaj pa povečati na osnovi intenzivnosti, trajanja in frekvence vadbe.

Za izgubo telesne teže, spremembo telesne sestave in s tem povezane vplive na zdravje sta primarna elementa vsakega vadbenega programa, katerega cilj je znižanje telesne maščobe in izboljšanje telesne sestave, naslednja:

1. kalorični deficit mora biti ustvarjen s pravilno kombinacijo makrohranil v prehrani in
2. vadba.

Temeljno vprašanje našega diplomskega dela pa je, kakšni so vplivi različnih oblik vadbe in katera metoda oziroma kombinacija metod je naučinkovitejša za željeni rezultat – zmanjšanje telesne maščobe oziroma izboljšanje telesne sestave. Na to bomo poskušali odgovoriti na podlagi ugotovitev sodobnih študij.

2.4 TRENING AEROBNE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE, VADBA MOČI ALI KOMBINIRANA VADBA

Dosedanje raziskave kažejo, da telesna aktivnost oziroma vadba izboljšuje telesno sestavo in zdravje ter zmanjšuje tveganje za kronične nenalezljive bolezni. Takšne rezultate kaže predvsem aerobni vzdržljivostni trening, ki je bil na tem področju tudi v največji meri raziskan. Ni pa povsem jasno, ali so prednosti za zdravje in izboljšanje telesne sestave omejene samo na posledice aerobnega vzdržljivostnega treninga ali so lahko tudi drugi tipi treninga, kot je vadba moči oziroma kombinacija obeh, enako oziroma še učinkovitejši pri pretežki in debeli populaciji.

2.4.1 AEROBNA VZDRŽLJIVOSTNA VADBA ZA URAVNAVANJE TELESNE TEŽE IN SESTAVE TELESA (AT)

S katero koli sopomenko to vadbo imenujemo, le-ta predstavlja aktivnost, ki ohranja zmerno do visoko stopnjo delovanja srca za 30 ali več minut (Coyle, 1999).

Z aerobnim treningom v glavnem razvijamo kardiorespiratorno vzdržljivost. Ta se nanaša na dolgotrajno sposobnost vzdrževanja dinamičnih vaj, ki vključujejo delovanje vseh večjih mišičnih skupin celotnega telesa. Kardiorespiratorna vzdržljivost se nanaša na razvoj srčnožilnega in dihalnega sistema, t. i. sposobnost vzdrževanja prenosa kisika k aktivnim mišicam med dolgotrajno aktivnostjo kot tudi na sposobnost mišic, da to energijo porabijo aerobno.

2.4.1.1 Učinki vzdržljivostne aerobne vadbe

Izboljšanje v vzdržljivosti, ki sledi aerobnemu treningu, je rezultat več adaptacij na dražljaj treninga. Adaptacije se pojavijo centralno v učinkovitosti transportnega sistema kisika v dihalnem in srčnožilnem sistemu ter periferno v učinkovitosti porabe kisika mišic. Skupni rezultat dovolj zahtevnih ponavljajočih dražljajev je izboljšanje VO₂ max. in vzdržljivosti.

2.4.1.2 Zdravstveni vidik aerobne vadbe

Aerobna vzdržljivostna vadba (AV) znižuje tveganje kardiovaskularnih bolezni, ugodno vpliva na krvno sliko lipidov, krvni tlak, znižuje vnetne dejavnike kot tudi tveganje za možgansko kapjo, akutne koronarne sindrome in kardiovaskularno smrtnost.

Aerobne vaje kažejo pozitivne učinke tudi na preprečevanje inzulinskega nihanja in sladkorne bolezni tipa 2 (Costill idr., 2012).

Najpomembnejši rezultat aerobnega treninga je zmanjšanje telesne maščobe s centralnih območij telesa, kar pomembno pripomore pri preprečevanju in zmanjšanju inzulinske odpornosti (Ivy, 1997). Posebej v začetni fazi bolezni ni glavni problem proizvodnja inzulina, ampak inzulinska odpornost (ciljne celice se pomanjkljivo odzivajo na inzulin). Zaradi celične odpornosti na inzulinski hormon s težavo transportirajo glukozo preko celičnih membran. Posledica tega je zmanjšana inzulinska občutljivost (Costill idr., 2012). Whinnick idr. (2008) so ugotovili, da že kratkotrajni trening aerobne vadbe izboljša inzulinsko občutljivost celega telesa pri debelih s sladkorno bolezi tipa 2. Z mišičnim krčenjem narašča tudi membranska permeabilnost za glukozo – povišan prevzem (ang. *reuptake*) glukoze, kar najverjetneje lahko pripišemo naraščajočemu številu transporterjev glukoze v celični membrani GLUT – 4 (Costill idr., 2012). Raziskave so pokazale tudi povečanje gostote in aktivnosti mitohondrijev ter povišano kapilarizacijo mišic, posledica katerih je višje odstranjevanje in porabljanje krvne glukoze (Tienen idr., 2012).

Večina vadbenih programov, predpisanih za zmanjšanje maščobe, vključuje kontinuirano, zmerno intenzivno aerobno vadbo kot zdravstveno smernico *Avstralske fundacije za srce* (AHF). Novejša metaanaliza je pokazala, da lahka oziroma nizko intenzivna 30-minutna telesna aktivnost petkrat na teden za 19 % zniža vzroke smrti v primerjavi s popolno neaktivnostjo. Nizkointenzivne aerobne vaje so učinkovit način vadbe za večino populacije, saj so lahko dosegljive in nezahtevne (Shiraev in Barclay, 2012).

V novejši metaanalizi o vplivu aerobne vzdržljivostne so Pattyn, Cornleissen, Esghi in Vanhees (2012) po sistematičnem pregledu raziskav poročali, da je vzdržljivostni trening povezan s povprečnim znižanjem v obsegu pasu za 3,36 cm, z znižanjem krvnega tlaka za 7,11 mmHg in ne manj kot 5,15 mmHg ter s povprečnim povišanjem lipoprotein holesterola (HDL – C) za 0,06. Istočasno so poročali, da vadbeni program statistično značilno ni spremenil ravni trigliceridov in plazma glukoze.

Zaključili so, da je vzdržljivostna vadba koristna za zmanjšanje več dejavnikov tveganja kardiovaskularnih bolezni, ki so povezane z metabolnim sindromom, in da je vključevanje vzdržljivostne vadbe koristno za izboljšanje zdravja posameznikov z metabolnim sindromom (Pattyn idr., 2013).

2.4.1.3 Pomen in vpliv intenzivnosti aerobne vzdržljivostne vadbe na izgubo telesne maščobe

Višja, kot je intenzivnost vadbe, bolj telo kot vir energije uporablja ogljikove hidrate. Z visoko intenzivno aerobno vadbo lahko ogljikovi hidrati podprejo vse do 90 % energijskih zahtev telesa. Konec prejšnjega stoletja je več različnih profesionalnih vadbenih skupin promoviralo nizko intenzivno aerobno vzdržljivostno vadbo za povečano izgubo telesne maščobe. Te skupine so zagovarjale teorijo, da nizko intenzivna aerobna vadba telesu dovoljuje večjo uporabo maščobe kot vir energije, kar vodi v izgubo telesne maščobe. Telo pri nižjih intenzivnostih dejansko porabi večji odstotek energije iz maščob. Ni nujno, da se kot rezultat telesne uporabe maščob spremeni celotna poraba kalorij. Znanstveniki so odkrili obstoj optimalnega območja, v katerem je stopnja oksidacije maščob najvišja. Za »*fat max.*«

območje, ki je definirano kot območje, v katerem je odstopanje oksidacije maščob od 10 % od najvišje stopnje, je ugotovljeno, da se spreminja od 55 % do 72 % VO₂ max. (Costill idr., 2012).

Ob prehranskih spremenljivkah je (proporcionalna) poraba maščobe telesa za gorivo med vadbo odvisna od intenzivnosti treninga. Nižja, kot je intenzivnost, večja je poraba shranjenih maščob za gorivo. Višja, kot je intenzivnost, višja je poraba glikogena in vključevanje fosfagenskega sistema. Toda tu se pojavijo nejasnosti (Aragon, 2007).

Aragon (2007) je ugotovil naslednje: »Ne glede na trajanje raziskav in končno ocenjene točke je bilo široko veljavno, da je večja skupna količina maščob pokurjena z nizko do srednje intenzivno vadbo. Za kritični dodatek k zmedi med celotno in proporcionalno oksidacijo maščob je bilo obdobje po vadbi neupoštevano. Nikoli ni bilo upoštevano nobeno razlikovanje med oksidacijo maščob v obnovitveni periodi, celotni oksidaciji maščob po koncu 24-urne periode in najpomembnejše – dolgoročna oksidacija maščob večih tednov.« (str. 130)

Raziskave o oksidaciji maščob (kot posledici nizkointenzivne aerobne vadbe) je smotrno razdeliti v tri podskupine, in sicer:

- akutni učinek vadbe (med vadbo in takoj po njej);
- 24-urni učinek vadbe;
- kronični učinek vadbe (po več tednih).

Pri proučevanju takojšnjega učinka vadbe na oksidacijo maščob je večina raziskav merila učinke od 2 do 3 ure po vadbi. Phelainova ekipa je primerjala oksidacijo maščob 3 ure po vadbi pri skupini s 75 % VO₂ max. s skupino vadbe pri 50 % VO₂ max., in sicer pri enaki količini porabljenih kalorij. Izkazalo se je, da je bila oksidacija maščob statistično značilno višja med vadbo pri skupini z intenzivnostjo vadbe VO₂ max. 50 % in statistično značilno višja 3 ure po vadbi za skupino s 75 % VO₂ max. (Aragon, 2007).

Izsledki raziskav vpliva aerobne vadbe na oksidacijo maščob 24-ur po vadbi so pokazali, da višja oksidacija maščob pri nizkointenzivni aerobni vadbi po 24-urah nima več učinka oziroma da le-ta izgine. Melansonova raziskava, ki je vključevala vitke zdrave moške in ženske starosti od 20 do 45 let, je primerjala neto oksidacijo maščob pri isti kalorični porabi za skupino vadbe 40 % VO₂ max. s skupino vadbe 70 % VO₂ max. 24 ur po nizko in visoko intenzivnem vadbenem protokolu ni zaznala razlike v oksidaciji maščob, podobno kot ne raziskava Sarrisa in Schruwena na debelih moških. Visoko intenzivna vadbena skupina pa je ohranjala po vadbi nižji respiratorni kvocient (Aragon, 2007).

Proučevanje dolgotrajnih oziroma kroničnih učinkov aerobne vadbe med drugim nudi možnost merjenja sprememb v telesni sestavi. Njihova skupna ugotovitev je, da ko se kalorična poraba med nizko in visoko intenzivno vadbo ujema, v izgubi maščob ni bistvene razlike. Dejstvo je, da se v visoko intenzivni vadbeni skupini ohranja oziroma pridobiva pusta telesna masa, nizka intenzivna vadbena skupina pa izgublja tudi pusto telesno maso, zato je izguba celotne telesne teže večja (Aragon, 2007).

Na osnovi rezultatov več raziskav na različnih populacijah se visoko intenzivni intervalni trening (HIIT – ang. *high intensity interval training*) priporoča tako za izgubo maščobe kot za pridobivanje/ohranjanje mišične mase. Pregledno delo na tem področju je opravila Treamblejeva (1994), ko je opazovala učinke 20-tedenskega HIIT in vzdržljivostne vadbe (ET) mlajših odraslih. Ko je bila energijska poraba med vadbo ujemajoča, je HIIT-skupina pokazala visoko, 9-krat višjo izgubo maščobe kot ET-skupina. V HIIT-skupini je biopsija pokazala tudi povečanje glikolitičnih encimov kot tudi povišanje HADH-aktivnosti, ki so označevalec oksidacije maščobe. Raziskovalci so zaključili, da presnovne adaptacije v mišicah kot posledica HIIT pospešujejo proces oksidacije maščob (Aragon, 2007).

2.4.1.4 Visoko intenzivni intervalni trening (HIIT)

Visoko intenzivni intervalni vzdržljivostni trening (HIIT) je dobro poznana, časovno varčna in učinkovita metoda treninga za izboljšanje kardiorespiratornih in metabolnih funkcij ter posledično pripomore k izboljšanju učinkovitosti športnikov. HIIT vključuje ponavljajoče se krajše (< 45 s) ali daljše (2–4 min.) odseke visoko intenzivnih vzdržljivostnih vaj (tek, kolesarjenje, veslanje, orbitrek, eliptik), ki so prekinjene z obnovitvenimi periodami nižje intenzivnosti ali mirovanja. Medtem ko so se v prejšnjem stoletju večinoma uporabljali »klasični« protokoli HIIT, se danes z velikim interesom proučujejo učinki kratkih šprintov in izvajanj vaj z maksimalnim naporom (ang. *all out effort*), tako na terenu kot v laboratorijih.

Sestavljanje oziroma predpisovanje HIIT-treninga vključuje manipulacijo najmanj devetih spremenljivk (intenzivnost in trajanje delovnega intervala, intenzivnost in trajanje sprostitvenega intervala, število ponovitev, število serij, intenzivnost in trajanje obnovitvene periode med serijami, izbor vaj in drugo), od katerih ima vsaka učinek na akutne fiziološke odzive. Pravilno prilagajanje HIIT-vadbe ni pomembno samo zaradi fizioloških adaptacij in izboljšanja učinkovitosti, ampak tudi zaradi primerne in usklajene tedenskega programiranja vadbe (Buchheit in Laursen, 2013).

HIIT-metode, ki se v raziskavah kažejo kot učinkovite, strokovno uvrščamo med visokointenzivne, maksimalne metode za razvoj hitrosti (kratki šprinti), hitrostne vzdržljivosti (ponavljajoči se maksimalni od 200- do 400-metrski teki) ali ponavljajoče se submaksimalne teke za razvoj kratkotrajne vzdržljivosti. Na osnovi napora jih lahko uvrstimo med ekstenzivne intervalne teke (do 75 % VO₂ max./85 % maksimalne FS) in intenzivne intervalne teke do 95 % VO₂ max. oziroma od 85 do 95 % FS max.).

Primeri visoko intenzivnih intervalnih treningov, uporabljenih v raziskavah, so:

- do 6 ponovitev 30-sekundnega intervalnega kolesarjenja pri maksimalni moči (90 % + VO₂ max.) s 4 minutnimi vmesnimi odmori, 3-krat tedensko (Macpherson, Olver, Paterson in Lemon, 2011);
- 10 tekov na 400 metrov pri 96 % VO₂ max. s 60 do 180 sekundami odmora (Zavorsky, 1998);
- kratki ponavljajoči se šprinti (SIT – ang. *sprint interval training*), 6-krat 35 metrov šprint maksimalnega napora z 10 sekundami vmesnega odmora (Farzad idr., 2011).

Opisane metode uporabljajo predvsem športniki za specifične fiziološke adaptacije in izboljšanje športne učinkovitosti. V zadnjem času pa HIIT-vadba dobiva vse večji pomen tudi v programih za hujšanje in zdravljenje kroničnih nenalezljivih bolezni.

Raziskave kažejo statistično pomembno znižanje telesne maščobe tako HIIT kot AT-metode brez statistično pomembnih razlik (Macpherson idr., 2011). Kljub temu je raziskava Trappa idr. (2008) pokazala statistično značilno znižanje podkožne maščobe samo po HIIT-vadbi, medtem ko skupina AT-programa ni shujšala oziroma ni bilo razlike v izgubi teže med njimi ter neaktivnimi. Raziskave so pokazale, da med HIIT izgore več kalorij, večje je povadbeno izgorevanje maščob in poraba energije v mirovanju. Povečana energijska poraba, izmerjena z metabolnim ekvivalentom, je pokazala zmanjšano tveganje za kardiovaskularne bolezni obeh spolov (Shiraevev in Barclay, 2012).

Raziskava Laforgie idr. (1997) je primerjala povišano porabo kisika v mirovanju (EPOC) po submaksimalni (AT) ali supramaksimalni (HIIT) vadbi. Pokazalo se je, da je glavni vpliv za izgubo maščobe obeh metod količina energije, porabljene med vadbo, saj je bil EPOC HIIT v 24-urnem obdobju po vadbi višji le za 30 kcal, kar v celodnevem energijskem ravnovesju ne predstavlja pomembne vrednosti.

Povišana poraba kalorij in povečana izguba maščobe po HIIT-vadbi, ki traja enako dolgo kot AV, je posledica povišane intenzivnosti. Enak učinek z AV lahko dosežemo s podaljšanjem trajanja vadbe, če želimo trenirati v zmerni intenzivnosti.

Omejene so tudi raziskave o večjem vplivu HIIT-vadbe na zmanjšanje »stubborn« maščobe. Cho idr. (2011) so v 12-tedenski raziskavi na ženskah primerjali vpliv visokointenzivne in nizkointenzivne vadbe na zmanjšanje podkožne abdominalne maščobe. Obe skupini sta pokazali statistično pomembno zmanjšanje brez medsebojnih razlik. Tudi raziskava Gutin idr. (2002) je pokazala statistično značilno zmanjšanje visceralne maščobe in maščobe celotnega telesa brez statistično pomembnih razlik med skupinami visoko- in nizkointenzivne vadbe. Rezultati raziskave Tremblaya idr. (1994) so pokazali, da HIIT-vadba vodi v višje zmanjšanje celotne maščobne mase kot vzdržljivostna neprekinjena vadba, vendar ni dokazano, da večji delež predstavlja abdominalna maščoba.

Raziskava Thompsona idr. (1988) je pokazala, da vzdržljivostna vadba različnih intenzivnosti ne vpliva na povečanje lakote. Tako povečana aktivnost nima negativnega kompenzatornega učinka na koristi vadbe za povečanje energijskega primanjkljaja. Vadba višje intenzivnosti je pokazala celo zmanjšanje lakote po vadbi.

Raziskave kažejo, da HIIT-metoda podobno vpliva na izboljšanje vitalnih funkcij pri vseh populacijah tudi pri visoko rizičnih osebah. Tako je HIIT-vadba v primerjavi z AT pri pacientih s srčnimi boleznimi pokazala izrazitejšo okrevanje srčne mišice, izboljšanje lipidne slike, pri pacientih z metabolnim sindromom pa HIIT-vadba izraziteje izboljša inzulinsko občutljivost, krvno glukozo in lipogenezo. Pri pacientih sladkorne bolezni tipa 2 se je po šestih mesecih HIIT-vadbe statistično značilno izboljšala glukozna toleranca, medtem ko AT ni dala takšnih rezultatov (Shiraevev in Barclay, 2012).

Šest tednov trajajoča raziskava vadbe pacientov po AT na eni in HIIT-vadbe na drugi strani je pokazala, da so rezultati glede zdravstvenih izboljšav enaki po obeh metodah, a da so pacienti po HIIT-metodi za isti učinek opravili le 20 % količine vadb AT-metode (Shiraev in Barclay, 2012).

HIIT se izkazuje kot varen vadbeni program, še posebej, če je izveden pod strokovnim nadzorom in so vaje predpisane po pacientovih potrebah. Sedem sodobnih raziskav HIIT ni pokazalo nobenega kardialnega ali drugega potencialnega smrtnega dogodka pri pacientih s srčnožilnimi boleznimi. Tudi mišično-skeletne poškodbe v tem vadbenem programu niso pogosteje izstopale (Shiraev in Barclay, 2011). Raziskava Zavorskyga (1998) kaže tudi na izboljšanje ekonomičnosti teka in povečano izgorevanje maščob po desetih kratkih maksimalnih šprintih.

Raziskava, ki je bila opravljena leta 2012 na predebelih mladostnikih, je primerjala 30-minutne neprekinjene vadbe z enako vadbo, ki je bila prekinjena s 4-sekundnimi intervali maksimalnega napora vsake 2 minuti. Mladostniki v intervalni skupini so porabili več energije in so bili zaradi manjše monotonosti bolj motivirani (Shiraev in Barclay, 2011).

Zaključimo lahko, da tako neprekinjena vzdržljivostna vadba kot vadba po HIIT-metodi vplivata na statistično pomembno zmanjšanje telesne in abdominalne maščobe ter na izboljšanje telesne sestave. HIIT se kaže kot učinkovit in tudi varen vadbeni program, vendar na večvrednostni neprekinjeni vzdržljivostni vadbi zmerne intenzivnosti. Menimo, da je zaradi določenih možnih prednosti ene in druge metode v vadbeni program za izboljšanje telesne sestave dobro vključiti oba treninga. V primeru posameznikov, ki jim primanjkuje časa ali imajo raje pestro ter nekoliko napornejšo vadbo, bo HIIT vsekakor pripeljal do enakega rezultata kot dolgotrajnejša vzdržljivostna vadba.

2.4.1.4.1 Aerobni trening brez primerne diete, premalo učinkovita metoda izgube telesne maščobe pri debelih in pretežkih

Thorogood, Mottillo in Shimony (2011) so opravili sistematični pregled in metaanalizo za oceno učinkovitosti aerobne vadbe pri pretežki in debeli populaciji, ko je bila ta vključena v program hujšanja brez diete ali druge vrste vadbe. Pogojem je ustrezalo 14 poskusov, ki so vključevali 1847 pacientov. Uporabljeni programi aerobne vadbe so trajali od 12 tednov do 12 mesecev. Združili so rezultate programov, ki so trajali 6 tednov in 12 mesecev.

6-mesečni programi so bili povezani z zmernim zmanjšanjem v telesni teži (povprečna razlika telesne teže 1,6 kg) in v obsegu pasu (razlika obsega pasu 2,12 cm).

Tudi 12-mesečni programi so bili povezani z zmernim znižanjem telesne teže (povprečna razlika v telesni teži 1,7 kg) in v obsegu pasu (razlika obsega pasu 1,95 cm).

Ugotovili so, da je rezultat aerobne vadbe zmerne intenzivnosti, ki traja od 12 tednov do 12 mesecev, zmerno zmanjšanje telesne teže in obsega pasu. Ta rezultat kaže, da vadbeni program samo z aerobnim treningom ni učinkovit za zdravljenje pretežke in debele populacije.

Aerobna vadba je dala manjša izboljšanja v sistoličnem, distoličnem krvnem tlaku, celotnem holesterolu in ravni trigliceridov. Tako lahko deluje sinergistično v povezavi z dieto kot terapija za hujšanje. Pacienti in zdravniki pa se morajo zavedati, da je aerobni trening brez diete omejena metoda hujšanja.

Nekateri avtorji so navedli nekaj možnosti, ki bi lahko pojasnile neučinkovitost aerobnega treninga v raziskavah. Le-te so:

- neupoštevanje in nekontinuirano sledenje vadbenemu program;
- nenadzorovan kalorični vnos;
- količina aerobne vadbe v večini raziskav ni ustrezala priporočilom o količini treninga za izgubo maščobe – bila je nižja od 225 minut tedensko;
- učinkovitost aerobne vadbe lahko izboljša višja intenzivnost.

2.4.1.5 Povzetek raziskovalnih spoznanj aerobne vadbe

1. Kardioaerobne vadbe ali vzdržljivostne vadbe so telesne aktivnosti zmerne do visoke intenzivnosti, ki ohranjajo povišano frekvenco srca, in sicer najmanj 30 minut.
2. Glavni učinki vzdržljivostne vadbe so adaptacije v krvnožilnem in dihalnem sistemu.
3. Namen vzdržljivostne vadbe v shujševalnem programu je ustvarjanje energijskega primanjkljaja. Osredotočiti se moramo predvsem na porabo kalorij med vadbo, ki poveča celotni dnevni primanjkljaj energije. Možno je tudi, da povišana intenzivnost vpliva na povišano porabo energije v mirovanju ter s tem dodatno povečan energijski primankljaj.
4. Vzdržljivostna vadba vpliva na zmanjšanje maščobne mase in obseg pasu.
5. Vzdržljivostna vadba zmanjšuje dejavnike tveganja za metabolni sindrom.
6. HIIT-vadba daje podobne učinke kot neprekinjena zmerno intenzivna vzdržljivostna vadba. V nekaterih primerih je zanimivejša za vadeče in ekonomična s časovnega vidika. Prilagojena mora biti telesni pripravljenosti vadečih.

2.5 VADBA MOČI (VM)

Vključitev vadbe moči (VM) kot integralnega dela programa terapije z vadbo sta potrdili svetovni organizaciji *American Heart Association* in *The American College of Sports medicine* (ACSM). Primarni temelj za ta priporočila je bil vpliv vadbe moči na mišično moč. Navzkrižne raziskave so pokazale, da je mišična masa obratno povezana z umrljivostjo in s pojavom metabolnega sindroma, in sicer neodvisno od srčnodihalne telesne pripravljenosti. Staranje je povezano tako z izgubo mišične mase kot z metabolno kvaliteto skeletnih mišic. Sarkopenija oziroma izguba mišične mase je povezana s staranjem ter je glavni vzrok za mišično šibkost starejših in posledično vodi v povečano tveganje za razvoj z debelostjo povezane inzulinske odpornosti in sladkorne bolezni tipa 2. Raziskave priporočajo uporabo VM za preprečevanje s starostjo povezanega zmanjšanja mišične mase. Človek namreč po petdesetem letu starosti izgublja 0,46 kg mišic letno, mišica pa ohranja plastičnost in kapaciteto za hipertrofijo celo v desetem desetletju življenja.

Primarna adaptacija na vadbo z uporom je povečanje moči. Glavna mehanizma, ki sta odgovorna za pridobivanje moči, sta:

- nevrološke adaptacije (rekrutacija velikih motoričnih enot, sinhronizacija, povečana stopnja proženja akcijskih potencialov, avtogena inhibicija in kooaktivacija);
- mišične adaptacije (hipertofija, hiperplazija, spremembe v mišičnih vlaknih) (Costill idr. 2012).

Obseg adaptacij posameznega živčno-mišičnega dela je odvisen od metode programa vadbe moči (Costill idr., 2012).

Tehnično gledano je lahko vsako delo, ki ga ne opravljamo v brezgravitacijskem okolju, imenovano kot vadba z uporom. Slednjo v diplomskem delu obravnavamo kot vadbo moči (VM) in kot večino vaj, pri katerih je zunanja obremenitev večja od upora telesne teže. Obstajajo izjeme, kot so na primer vzgibi oziroma dvigi na drogu. Za optimalen učinek in za zdravje srčnožilnega sistema je pomembno razmerje med maksimalno močjo in sposobnostjo ohranjanja različne stopnje dela. Z drugimi besedami: območje upora, ki ga pokriva to besedilo, je v sredini, stran od obeh skrajnih koncev kontinuitete moč – vzdržljivosti.

Priporočila ACSM za model progresije – napredovanja v vadbi moči pri zdravih odraslih

- Optimalno je, če specifični programi za trening moči vključujejo koncentrična (CON), ekscentrična (ECC) in isometrična mišična krčenja ter izvedbo bilateralnih in unilateralnih eno- in večsklepnih vaj.
- Za optimalno ohranjenje intenzivnosti vadbe priporočajo izvedbo vaj v zaporedju, in sicer vaje za velike mišične skupine pred vajami za male mišične skupine, večsklepne pred enosklepnimi vajami in visoko intenzivne vaje pred nizko intenzivnimi.
- Začetnikom (brez izkušenj v VM in večletno neaktivnim) priporočajo obremenitev, ki ustreza območju 8–12 ponovitev maksimalne ponovitve (RM).

- Izkušenejšim nadaljevalcem (približno 6 mesecev konsistentnih VM-izkušenj) in naprednim (večletne izkušnje) priporočajo uporabo širšega območja: od 1 do 12 ponovitev v periodizirani obliki s poudarkom na visoki obremenitvi (od 1 do 6 RM) in z uporabo 3–5 minutnih odmorov med serijami ter z zmerno hitrostjo kontrakcij (od 1 do 2 sekundi – CON in 1–2 sekundi ECC).
- Priporočajo, da se pri treningu s specifično RM-obremenitvijo (izvajanje ponovitev v določenem območju RM) obremenitev poveča v obliki teže za 2–10 %, ko posameznik lahko izvede od 1 do 2 ponovitvi več od željenega števila s sedanjo težo (primer: posameznik trenira v rangu 6–8 RM z 10 kg; ko lahko izvede 10 ponovitev, poveča obremenitev na 12 kg).
- Novincem priporočajo trening od 2- do 3-krat tedensko, izkušenejšim od 3- do 4-krat tedensko, naprednim od 4- do 5-krat tedensko.
- Za hipertrofijo priporočajo v zvezi z izborom vaj in frekvenco treningov oblikovanje podobnih programov; 1–12 RM s poudarkom na izvajanju ponovitev v območju 6–12 RM, od 1 do 2 minutnim odmorom ter z zmerno hitrostjo izvajanja ponovitev.
- Pri interpretaciji teh stališč naj se priporočila uporabljajo v sobesedilu in naj bodo pogojena s posameznikovim ciljem, telesni kapaciteti/pripravljenosti in statusu treniranja.

Na podlagi ugotovitev iz literature in rezultatov hišnega laboratorija sta Strasser in Schobersberger podala nekaj osnovnih priporočil za oblikovanje programa namenjenega starejšim odraslim z metaboličnim tveganjem.

1. V prvih dveh tednih vadbe bi morale biti uteži na najnižji ravni, tako da se pacient nauči pravilne tehnike izvedbe vaj. Minimalna teža dovoljuje adaptacijo mišic na trening in preprečuje mišično bolečino (ang. *soreness*).
2. Po tretjem tednu postane cilj vadbe hipertrofija. Udeleženci naj začnejo s 3 serijami za 1 mišično skupino 3- tedensko – v 3 zaporednih dneh tedna (ponedeljek, sredo, petek/torek, četrtek, sobota ...). Eno serijo naj sestavlja od 10 do 15 neprekinjenih ponovitev, dokler se ne pojavi močnejša utrujenost in je izvedba nadaljnjih ponovitev onemogočena.
3. Obremenitev naj se sistematično povečuje, tako da se v seriji izvede maksimalno možno število ponovitev: med 10 in 15; RM od 10 do 15 ponovitev ustreza 60–70 % 1 – RM.
4. Število serij v tednu za vsako mišično skupino naj se povečuje progresivno z eno serijo na vsake 4 tedne do maksimalno 10 serij na teden.
5. Program treninga moči naj sestavljajo vaje za vse glavne mišične skupine. Vaje za krepitev zgornjega dela telesa lahko vključujejo potisk s prsi (ang. *bench press / pectoralis/*), križanje pred prsmi (ang. *chest cross*; horizontalna fleksija ramenskega sklepa), potisk nad glavo (ang. *shoulder press, trapezius*), vzgibe (ang. *latissimus*), upogibe komolca, iztegovanje komolca in vaje za abdominalne mišice. Vaje za spodnji del telesa lahko vključujejo potiske z nogami (ang. *quadriceps femoris*).

2.5.1 VADBA MOČI JE ZDRAVILO – UČINKI NA ZDRAVJE

10 tednov vadbe z uporom lahko poveča pusto telesno težo za 1,4 kg in stopnjo presnove v mirovanju za 7 %, zmanjša pa maščobo za 1,8 kg. Prednosti vadbe z uporom se izražajo tudi v višji telesni učinkovitosti, nadzorovanju gibanja, hitrosti hoje, funkcionalni neodvisnosti, izboljšanju kognitivnih sposobnosti in samopodobi. Vadba z uporom lahko pomaga v preprečevanju in nadzorovanju sladkorne bolezni tipa 2, in sicer preko zmanjšanja visceralne maščobe, nižanja HbA1c, povišanja v gostoti transporterja glukoze tipa 4 in izboljšanja občutljivosti na inzulin. Z znižanjem krvnega tlaka v mirovanju, LDL-holesterola, trigliceridov in s povišanjem HDL-holesterola lahko vadba moči izboljša kardiovaskularno zdravje in spodbuja razvoj kosti. Študije namreč kažejo 1–3 % povečanje mineralne gostote kosti. Takšna vadba ima tudi pozitivne učinke pri zmanjševanju bolečin v spodnjem delu hrbta in blaženju neprijetnosti, ki so povezane z artritismom in s fibromialgijo. Kaže se tudi, da zavira specifične dejavnike staranja v mišicah (Westcott, 2012).

Nedavno opravljena metaanaliza vpliva VM na krvni tlak je ovrгла prepričanje, da VM le-tega povišuje. VM lahko celo koristi krvnemu tlaku v mirovanju. Raziskovalci menijo, da je to posledica simpatično znižane vazokonstrikcije v stanju treniranosti (Strasser in Schobersberger, 2011).

2.5.2 VPLIV VADBE MOČI NA IZGUBO MAŠČOBE IN NA TELESNO SESTAVO

2.5.2.1 Hipertrofija, koristne presnovne spremembe

Najsplošnejši znani posledici vadbe z utežmi sta povečanje mišične moči in mišična rast – hipertrofija. Ta se pojavi v glavnem kot posledica stimulacije vadbe z utežmi v hitrih mišičnih vlaknih. Nastaja pa tudi druga zanimiva in mogoče manj poznana adaptacija na VM, to je metabolni učinek na mišico, ki se pojavi neodvisno od mišične hipertrofije. Pojav je prikazala 12-tedenska raziskava na netreniranih udeležencih, ki so po treningu kvadricepsa z utežmi 3-krat tedensko (3 vaje, 6–8 RM, 3 serije) opravili različne vzdržljivostne teste in meritve vzdržljivostnih parametrov. Opažena je bila zmanjšana akumulacija laktata, zmanjšana poraba glikogena in varovalni učinki (manjše zmanjšanje – porabe) ATP in Pcr, še preden se je pojavila hipertrofija v 7. tednu raziskave, kar je nakazalo, da vadba moči izboljšuje tudi dejavnike vzdržljivosti (Goreham, 1999, v Aragon, 2008).

2.5.2.2 Ohranjanje puste telesne mase in preprečevanje padca BM

Energijska poraba v mirovanju in poraba v zvezi z aktivnostmi se s starostjo zmanjšujeta. Nižja energijska poraba ima lahko glavne neželjene učinke za vzdrževanje telesne teže. Raziskave uporabnosti vadbe moči v kontekstu hujšanja so pokazale različne rezultate. Kljub temu da je aerobni vzdržljivostni trening jasno povezan z veliko večjo energijsko porabo med vadbo, kot je to vadba moči, so nekatere raziskave pokazale povezanost vadbe moči tudi z izgubo telesne mase pri debelih osebah. Veliko število raziskav je pokazalo povezavo vadbe moči z zmanjšanjem maščobne mase (FM), sočasno povečanje puste telesne mase (PTM) in posledično malo oziroma nič sprememb v celotni telesni masi. Mišična masa po treningu moči se je v raziskavah, ki so trajale dovolj dolgo, povečala za 1–2 kg (Strasser in Schobersberger, 2011).

2.5.2.3 Pomembnost mišične mase za zdravje

Večina raziskav odnosa med zdravjem/umrljivostjo in splošno telesno maso ali telesno sestavo je proučevala vplive maščobnega tkiva. Zelo pomembna je tudi vloga mišične mase v ohranjanju zdravja. Med indeksom telesne mase in umrljivostjo je oblikovano U-razmerje. Raziskave so nakazale, da se umrljivost linearno povečuje s povečanjem maščobne mase in z zmanjšanjem mišične mase, še posebej pri starejših moških. Znano je, da se mišična masa poveča z vadbo moči, z višjim vnosom beljakovin, s hrano in z anaboličnimi hormoni ter da se na daljšo neaktivnost, kot je na primer dolgotrajno ležanje v postelji, odziva z zmanjševanjem (Strasser in Schobersberger, 2011).

VM samo 2-krat tedensko je pokazala preprečitev izgube PTM, povezane s staranjem, kot tudi preprečitev znižanja bazalnega metabolizma (BM), ki je tesno povezan s PTM. VM lahko prispeva k povišanju BM, kar je rezultat večje sinteze beljakovin v mišicah (Strasser in Schobersberger, 2011).

2.5.2.4 Kontrola telesne teže in izguba telesne maščobe tudi s samostojno vadbo moči

V raziskavi s pretežkimi moškimi je po 12 tednih v skupini, ki je izvajala tudi vadbo moči, predstavljala največji odstotek izgubljene telesne teže (97 %) maščobna masa. Ta raziskava je poudarila zmogljivost vadbe moči za varovanje katabolizma telesnih beljakovin in tako spreminjanja odnosa med PTM in MM. Podobna raziskava na debelih moških je po vadbi moči (80 %, 1 RM) pokazala zmanjšanje telesne teže (– 12,4 kg) in celotnega maščobnega tkiva (– 9,7 kg). V novejši raziskavi je 8-tedenski program vadbe moči 3-krat tedensko pri 60 %, 1 RM statistično značilno spremenil telesno maso (+ 0,58 %), odstotek telesne maščobe (– 13,5 %), pusto telesno maso PTM (+ 5,05 %) in maščobno maso MM (– 12,11 %) udeležencev v primerjavi s kontrolno skupino (Strasser in Schobersberger, 2011).

Po programu vadbe moči je več raziskav pokazalo zmanjšanje visceralne maščobe pri debelih ženskah in moških srednjih ter starejših let. Izkazalo se je, da VM povečuje mišično moč, pusto telesno maso in stopnjo metabolizma v mirovanju, kar posledično zmanjšuje visceralno in podkožno maščobno tkivo v abdominalnem področju (Strasser in Schobersberger, 2011).

Dietz, Hoffman, Lachtermann in Simon (2012) so opravili sistematični pregled raziskav, ki so se nanašale izključno na vplive vadbe moči pri pretežkih in predebelih otrocih, starih od 3 do 18 let. Pridobljeni rezultati so prikazali vplive vadbe na telesno sestavo in dejavnike tveganja za srčnožilne bolezni.

Zaključili so, da je individualno načrtovana in nadzorovana VM celega telesa zmerne do submaksimalne intenzivnosti za otroke varna in da kaže pozitivne učinke na telesno sestavo. Podobno kot pri programih z vzdržljivostno vadbo samo ali v kombinaciji s prehranskimi modifikacijami so učinki na dejavnike tveganja srčnožilnih bolezni neutemeljeni (Dietz idr., 2012).

Vadba moči v hipokaloričnih pogojih učinkuje na ohranjanje oziroma na preprečevanje izgube puste telesne mase. Vzdržljivostna vadba (v klasičnem kontinuiranem smislu oblike vadbe) tega učinka ne daje. Večina raziskav, ki so primerjale izgubo maščobe samo z vadbo moči ali samo z vzdržljivostno vadbo, bistvenih razlik v učinkih med njima ni potrdila.

V eni od raziskav so primerjali 24-urno energijsko porabo in oksidacijo makronutrientov po vadbi na stacionarnem kolesu (AV) in vadbi z utežmi (VM). Pri skupini vadbe moči (VM) se je pokazala večja oksidacija in nižje 24-urno ravnovesje maščob. Razlika pa je bila premajhna, da bi dosegla statistično pomembnost (Melanson, 2002, v Aragon, 2008). Raziskava ob 800-kalorični hipokalorični tekoči dieti je pokazala ohranitev puste telesne mase v skupini debelih deklet, ki so vadile z utežmi, medtem ko je skupina, ki je vadila aerobno, izgubila 4 kg puste telesne mase. Zanimivo je, da je skupina vadbe z utežmi izgubila tudi več maščobne mase (– 2 kg). V skupini, ki je vadila aerobno, se je zmanjšal tudi bazalni metabolizem BM za 13,4 %, v skupini vadbe z utežmi pa se je ta povečal za 4 % (Bryner, 1999, v Aragon, 2008). V podobni raziskavi, ki je uporabila 1286-kalorično tekočo dieto, je bilo opaženo znižanje BM v obeh skupinah brez statistično značilnih razlik v zmanjšanju telesne maščobe ali telesne teže. Pričakovano je skupina vadbe moči ohranila pusto telesno maso (Geliebter, 1997, v Aragon, 2008).

2.5.2.5 Testosteron

V zvezi spreminjanja telesne sestave je vredno omeniti še testosteron. Cilj vadbe moči mnogih vadečih je namreč ravno povečanje testosterona, ki ima ugodne učinke na rast mišične mase in porabo maščob.

Testosteron je glavni moški hormon. Spada med steroidne hormone in ima pomembne anabolne vplive na povišanje beljakovin ter s tem puste telesne mase. Vpliva tudi na povišano formacijo kostne mase in zmanjšanje maščobne mase. Stimulira nastajanje eritropoetina za rdeče krvne celice (Costill, 2012).

Akutno povečanje testosterona je možno doseči z vadbo moči. Spremenljivke znotraj programa VM morajo biti izbrane tako, da vključujejo visok volumen in metabolne zahteve, ki povzročijo takojšnji odziv testosterona (Vingren idr., 2010).

2.5.3 POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNANJ VADBE MOČI

1. Vadbo moči v shujševalnem programu predstavljajo metode za povečanje mišične moči in mišične mase (hipertrofija), ki so definirane po ACSM in prilagojene stažu treniranosti vadečega.
2. Glavni učinki vadbe moči so adaptacije v živčno-mišičnem sistemu.
3. Namen vadbe moči je razvoj oziroma ohranjanje puste telesne mase in s tem preprečitev padca bazalnega metabolizma, kadar je telo v energijskem primanjkljaju.
4. Sama energijska poraba med VM je nižja kot pri AV; v smislu hujšanja ne prispeva veliko k energijskemu primanjkljaju.
5. Vadba moči zmanjšuje dejavnike tveganja za kardiometabolno zdravje. Za preprečitev kardiovaskularnih bolezni je podobno učinkovita kot aerobna vadba.

2.6 KOMBINIRANA VADBA MOČI IN AEROBNE VAJE – NAJUČINKOVITEJŠA METODA

Še do nedavnega je prevladovalo mišljenje, da so učinki kombinirane vadbe moči in aerobne vadbe medsebojno izključujoči. Hipoteze o motečih vplivih takšne kombinirane vadbe izhajajo predvsem iz tekmovalnega športa (ang. *bodybuildinga*), saj naj bi učinki treninga vzdržljivosti ovirali razvoj mišične mase in moči. Ena od hipotez sloni na različni adaptaciji v mišičnem tkivu, kapilarah, hormonih in encimih, in sicer glede na vrsto vadbe. Vodilna hipoteza kroničnih motenj kombinirane vadbe predpostavlja, da se mišica ni sposobna sočasno prilagoditi zahtevam kombinirane vadbe moči in aerobne vadbe. Mehanično razlago za motnje ponuja hipoteza preobrat AMPK-PKB, saj aerobna vzdržljivostna vadba v celici vzpodbuja katabolne, vadba moči pa anabolne signale (Venuto in Schoenfeld, 2013). Iz leta 1980 je znano, da lahko kombinirana aerobna in vadba moči ogrozi pridobivanje hitre, absolutne moči ter predvsem adaptacijo za moč v mišicah. Veliko raziskav je pokazalo, da ima kombinirana vadba negativne učinke na pridobivanje mišične moči in velikosti (Wills idr., 2012).

Vse več današnjih raziskav ne samo na področju vadbe za cilj izgubo telesne maščobe in spremembo telesne sestave, temveč tudi na področju športne učinkovitosti negira navedene hipoteze. Raziskovalci so tako poročali o večji povečanosti puste telesne mase in moči vadečih v skupinah kombinirane vadbe nasproti skupini vadečih samo na moči oziroma da so učinki kombinirane vadbe moči in aerobne vadbe prej koristni kot moteči (Venuto, 2013). Tako zanimanje za kombinirano vadbo moči in aerobno vadbo v sodobnosti narašča.

2.6.1 PREGLED RAZISKAV, KI SO PRIMERJALE VPLIV AEROBNE VADBE, VADBE MOČI IN KOMBINIRANE VADBE NA ZMANJŠANJE TELESNE TEŽE IN SESTAVO TELESA

Prva raziskava te vrste je primerjala učinke 12-tedenskega poskusa s samo dieto, dieto z vzdržljivostno vadbo in dieto s kombinirano vadbo vzdržljivosti ter moči. Presenetljivo je, da med skupinami ni bilo zaznanih statistično značilnih razlik v izgubi telesne maščobe ali puste telesne mase. Temu ustrezno med skupinami tudi ni bilo opaženih razlik v bazalnem metabolizmu (Kraemer 1997, v Aragon 2008).

Dve leti kasneje so opravili podobno raziskavo na moških, ki je dala bolj smiselne rezultate. Skupina, ki je bila samo na dieti, je statistično gledano izgubila 9,6 kg puste telesne mase, izguba le-te pri ostalih dveh skupin pa ni bila statistično značilna, zaznana je bila le razlika med skupinama. Skupina vzdržljivostne vadbe in diete je izgubila 2 kg, skupina diete z vzdržljivostno vadbo ter vadbo moči pa samo 0,33 kg puste telesne mase. Skupina s samo dieto je izgubila 6,68 kg maščobne mase, skupina z dieto in z vzdržljivostno vadbo 7 kg, največ maščobne mase pa je izgubila skupina z dieto in z vzdržljivostno vadbo ter vadbo moči – 9,97 kg (Kraemer 1999, v Aragon 2008).

V proučevanje vpliva kombinirane vadbe moči in aerobne vadbe na telesno sestavo in telesni fitnes je bilo usmerjenih več raziskav Sillanpaa s sodelavci. Raziskave so potekale na obeh spolih, udeleženci so bili razdeljeni v tri skupine: (1) skupina samo aerobne vadbe (E), (2) skupina samo vadbe moči (S) in (3) skupina kombinirane vadbe (SE). E-skupina, S-skupina in njuna kombinacija (SE) so vodile do pričakovanih specifičnih izboljšav v treningu in v telesnem fitnesu brez medsebojnih motenj v izboljšanju fitnesa ali mišične mase. Vse metode vadbe so vodile v zmanjšanje telesne teže, zmanjšanje telesne maščobe je bilo statistično značilno za skupino aerobne vadbe (E) in kombinirane vadbe (SE). Ohranitev puste telesne mase je bila izražena v vseh treh skupinah, povečanje moči je bilo statistično izraženo v skupini vadbe moči (S) in kombinirane vadbe (SE) (Sillanpaa idr., 2008; Sillanpaa idr., 2010a in 2010b; Sillanpaa idr., 2012).

Raziskave so podale tudi informacije o spremembah oziroma vplivih vadbe na prehranjevalne navade. Pri nobeni skupini se energijski vnos ni povečal. To pomeni, da so osebe ob povečani telesni aktivnosti ostale v kaloričnem deficitu do konca raziskave oziroma vključevanja v telesno aktivnost. S povečano aktivnostjo in s porabljeno energijo udeleženci energije torej niso nadomestili s povišanim vnosom hrane (Sillanpaa idr., 2010b).

V naključno izbrani vzporedno oblikovani raziskavi so Ho, Dhaliwal, Hills in Pal (2012) obravnavali vplive različnih oblik vadbe na mere lipidov, glukoze, inzulina in na spremembe v telesni teži, maščobni masi in vnosu hrane. Udeleženci so bili razdeljeni v kontrolno skupino (G 1), skupino aerobne vadbe (G 2), skupino vadbe z utežmi (G 3) in skupino kombinirane vadbe z utežmi in aerobne vadbe (G 4).

Rezultati so pokazali statistično značilno izboljšanje v telesni teži (– 1,6 %, $p = 0,044$) za skupino kombinirane vadbe (G 4) v primerjavi s kontrolno skupino in skupino vadbe moči; izboljšala se je še celotna telesna maščoba v primerjavi s kontrolno skupino (– 4,4 %, $p = 0,003$) in skupino moči (– 3 %, $p = 0,041$). Statistično značilno izboljšanje v odstotku telesne (2,6 %, $p = 0,008$) in odstotku abdominalne maščobe (– 2,8 %, $p = 0,034$) ter v kardiorespiratornem fitnesu (13,3 %, $p = 0,006$) je bilo vidno v skupini kombinirane vadbe v primerjavi s kontrolno skupino (Ho idr., 2012).

Avtorji so zaključili, da je rezultat 12-tedenskega programa vadbe, ki je vključeval trening z utežmi ali s kombinirano vadbo, pri zmerni intenzivnosti, trajajoči 30 minut, 5-krat tedensko, izboljšal profil kardiovaskularnih dejavnikov tveganja pri pretežkih in debelih, in sicer v primerjavi s skupino brez treninga.

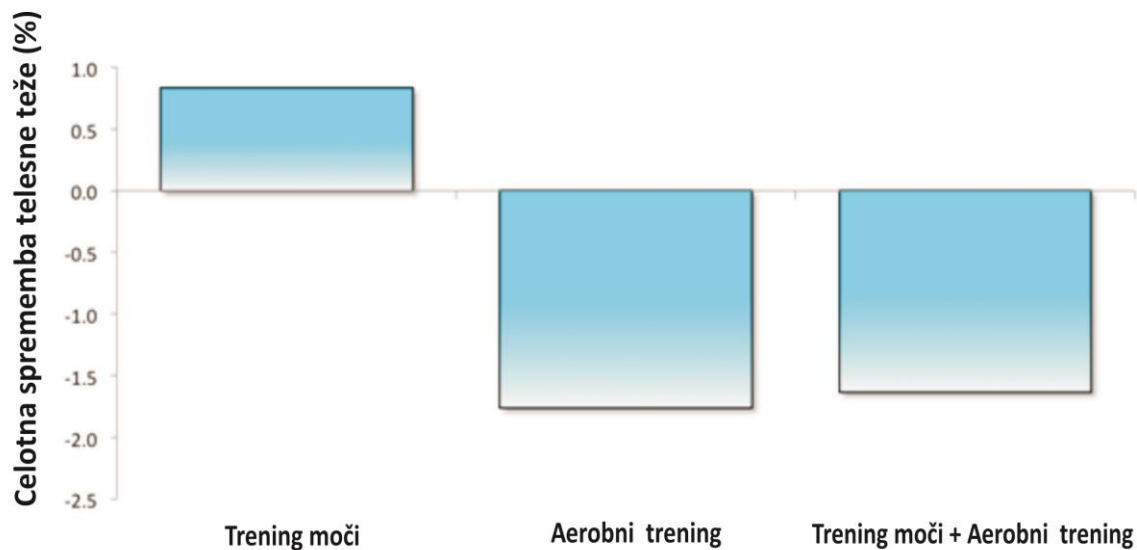
»Glede na naša opažanja daje kombinirana vadba večje prednosti za izgubo telesne maščobe in kardiorespiratorni fitnes kot aerobni trening ali vadba moči sama.« (Ho idr., 2012, str. 6).

Wills idr. (2012) so v raziskavi *Učinki aerobne vadbe, vadbe moči in kombinirane vadbe obeh na telesno težo in maščobno maso pri pretežkih ali debelih* poskušali določiti optimalno metodo vadbe za zmanjšanje debelosti. 119 neaktivnih pretežkih in debelih udeležencev so naključno razdelili v enega od treh 8-mesečnih vadbenih protokolov:

- skupina 1 – VM: vadba moči;
- skupina 2 – AV: aerobna vadba;
- skupina 3 – AV/VM: aerobna vadba in vadba moči (kombinacija AV/VM-skupin).

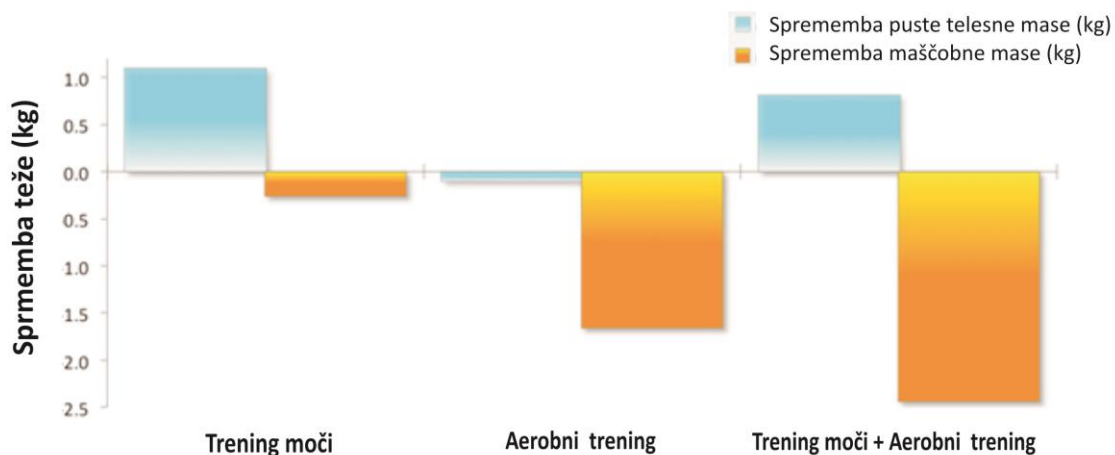
Prvenstveno so rezultati meritev pokazali spremembe v celotni telesni, maščobni in pusti telesni masi. Celotna telesna masa in maščoba sta se v skupini AV in AV/VM zmanjšali bolj kot v VM-skupini ($P < 0,05$), toda brez medsebojnih razlik. VM in VM/AT sta povečali pusto telesno maso izraziteje kot AT-skupina ($P < 0,05$).

Kombinacija AT- in VM-skupine 3 je za vadeče zahtevala dvojno časovno razpoložljivost, saj so izvajali dva treninga, a rezultat tega ni bil statistično značilno večje zmanjšanje maščobne ali telesne mase v primerjavi z AT-treningom samim. V uravnovešenju razpoložljivega časa in koristi za zdravje se je pokazalo, da je AT optimalna oblika vadbe za zmanjšanje maščobne in telesne mase. Program za povečanje puste telesne mase pri pretežkih/debelih posameznikih srednjih let pa mora vključevati VM.



Slika 1. Sprememba v celotni telesni teži v kg glede na vrsto vadbe (Willis idr., 2012).

Na sliki 1 vidimo, da je skupina 2 z AV izgubila največ telesne teže (TT), in sicer v povprečju 1,76 kg. Skupina 3 z AV/VM je v povprečju izgubila 1,63 kg telesne teže, skupina 3 z VM pa je le-to dejansko pridobila, in sicer v povprečju za 0,83 kg. Na osnovi primerjave izgub telesne teže je aerobna vadba najučinkovitejša.



Slika 2. Spremembe puste telesne mase in maščobe v kg glede na vrsto vadbe (Willis idr., 2012).

S slike 2 je razvidno, da je skupina 2 z AV edina izgubila pusto telesno maso (0,1 kg), in sicer je v primerjavi s kombinirano skupino 3 z AV/VM izgubila manj telesne maščobe (1,66 kg). Skupina 3 z AV/VM pa je izgubila največ telesne maščobe (2,44 kg), pridobila telesno maso in povečala obseg mišic.

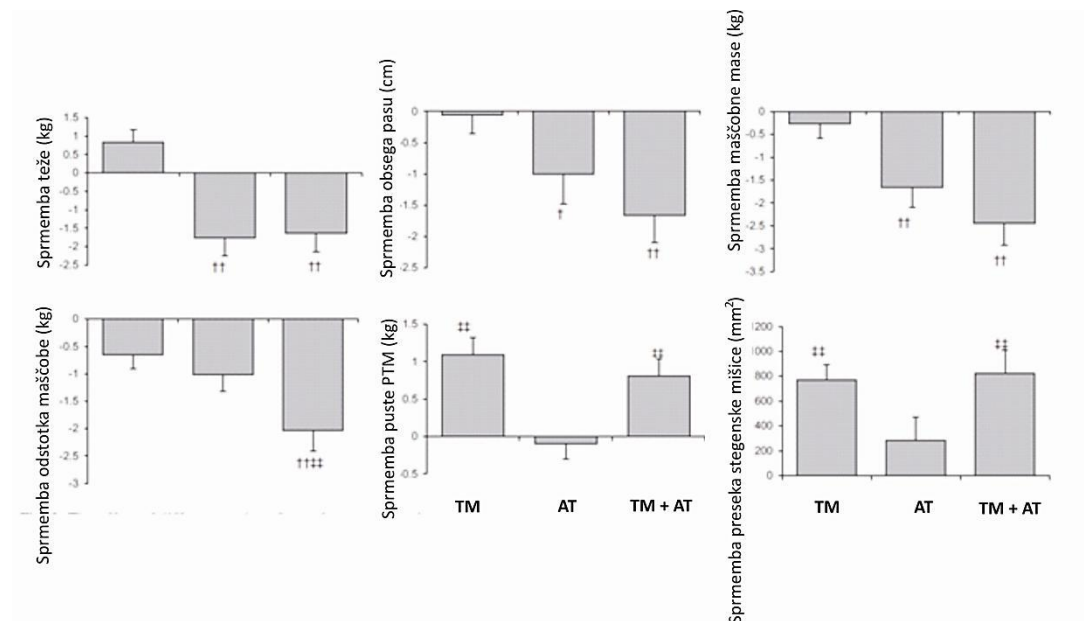
Tabela 2.

Spremembe v telesni sestavi glede na vrsto vadbe.

	Izgubljena maščoba (kg)	Pridobljena pusta telesna masa (kg)
Skupina 1 (VM)	- 0,26	+ 1,09
Skupina 2 (AV)	- 1,66	- 0,1
Skupina 3 (AV/VM)	- 2,44	+ 0,81

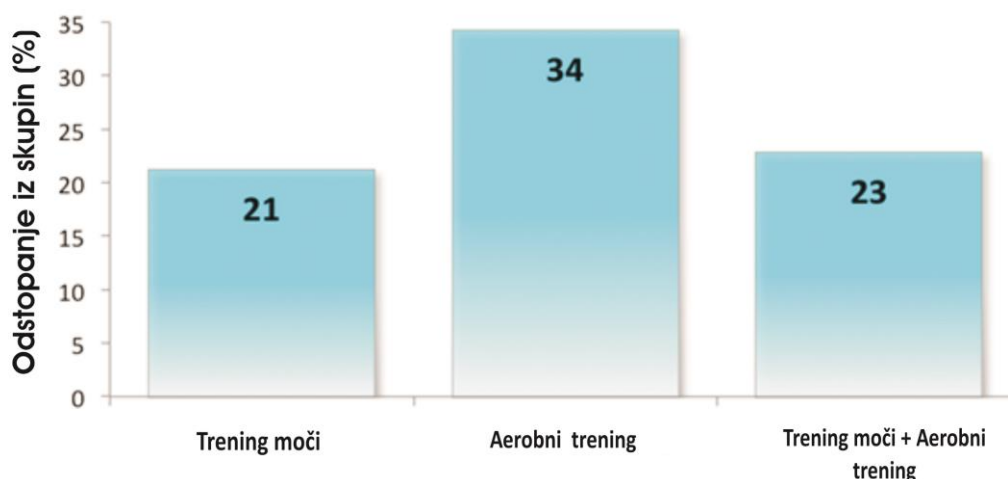
V tabeli 2 so prikazane spremembe v telesni sestavi glede na vrsto vadbe. Protokol vadbe skupine 3 z AV/VM je vodil v najučinkovitejšo izboljšavo telesne sestave, vadeči so izgubili največ maščobe (2,22 kg) in pridobili v povprečju 0,81 kg puste telesne mase.

Sprememba telesne sestave se je zgodila na račun pridobivanja mišične mase in zmanjšanja telesne maščobe, kar je povzročilo tudi izgubo telesne teže. Gledano z vidika spremembe telesne sestave je učinkovitost različnih metod vadbe drugačna kot samo z vidika izgube telesne teže. Tako na primer slika 1 prikazuje AV kot najučinkovitejšo metodo v izgubi celotne telesne teže; iz slike 2 pa je razvidno, da je za zdravje koristna sprememba telesne sestave in da je tako najučinkovitejša kombinirana vadba AV/VM.



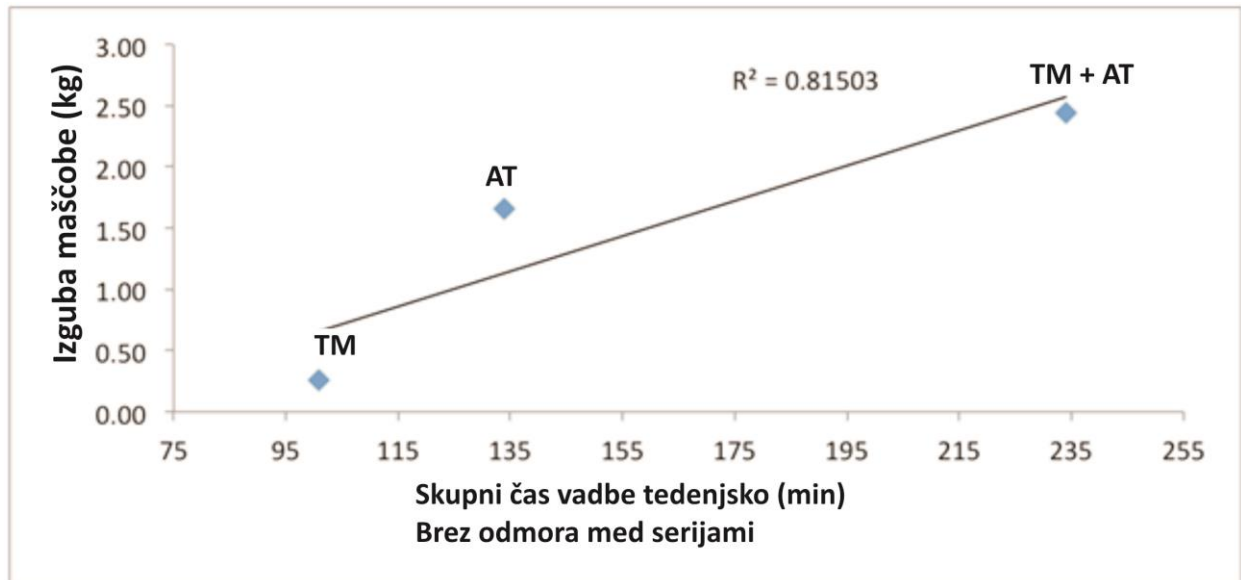
Slika 3. Spremembe telesne maščobe (%), telesne teže (kg), obsega pasu (cm), puste telesne mase (kg), maščobne mase (kg) in sprememba v površini mišice stegna (mm²) glede na metodo vadbe (Willis idr., 2011).

Na sliki 3 je iz posameznih diagramov razvidno, da je skupina z VM edina pridobila na telesni teži, največ kilogramov je izgubila skupina z AV. Vadeči vseh treh skupin so zmanjšali maščobno maso, najizraziteje skupina z AV/VM, ki je izgubila 2,5 % oziroma 2,44 kg maščobne mase in hkrati pridobila največ puste telesne mase – 0,81 kg. Tudi obseg pasu se je najizraziteje zmanjšal v skupini kombinirane vadbe, in sicer za 1,7 cm, medtem ko je pri skupini z VM zmanjšanje obsega pasu neznatno. Prav tako se je površina stegenske mišice najbolj povečala pri skupini z AV/VM 800 mm², kar je skoraj za 4-krat več, kot se je to pokazalo pri skupini z AV.



Slika 4. Odstopanje vadečih v odstotkih glede na vrsto vadbe (Willis idr., 2012).

Na sliki 4 vidimo, da je bil največji odstop sodelujočih opažen v skupini 2 (z AV), in sicer 34 %. (Trije udeleženci skupine so zaradi poškodb odstopili.) Skupini z VM in z AT/VM sta pokazali manjše odstopanje udeležencev (21 % oziroma 23 %), kar se zdi zelo pomembno, kadar je cilj dolgotrajna udeležba v telesni aktivnosti. V skupini z AV/VM poškodb ni bilo, skupina z AT/VM je opravila časovno dvakrat več vadbe kot aerobna skupina, in sicer 314 minut tedensko.



Slika 5. Korelacija med celotnim vadbenim časom v tednu in izgubo maščobe (Wills idr., 2012).

Na sliki 5 vidimo, da je največ maščobe izgubila skupina 3 z VM/AV, ki je hkrati opravila količinsko največ dejanske vadbe brez vključenih odmorov – 235 minut na teden. Rezultati so nakazali večjo povezanost izgube maščobe s časom trajanja vadbe kot z vrsto vadbe.

Tabela 3.

Sprememba VO₂ max. glede na vrsto vadbe (Wills idr., 2012).

Skupina 1 (VM)	+ 1,26 mL/kg/min.
Skupina 2 (AV)	+ 3,54 mL/kg/min.
Skupina 3 (AV/VM)	+ 4,25 mL/kg/min.

Iz tabele 3 je razvidno, da so v vseh treh skupinah, vključno s skupino z VM, opažene spremembe v VO₂ max., kar potrjuje pozitivne spremembe v mišičnem tkivu. VO₂ max. se je v skupini z AV/VM povečal za vsoto sprememb skupine AV in VM.

Iz prikazanih podatkov raziskave lahko sklepamo, da je bila kombinacija aerobne vadbe in vadbe moči 5 ur tedensko najučinkovitejša metoda za izgubo telesne maščobe, za ohranjanje puste telesne mase in koristi za kardiovaskularni fitnes. Kombinacija vadbe skupine 3 z AV/VM je sicer za vadeče zahtevala dvojno časovno razpoložljivost, kar pa ni statistično značilno povečalo izgube celotne telesne teže in maščobne mase v primerjavi s skupino aerobne vadbe (AV). V uravnovešenju porabljenega časa in koristi za zdravje se je kot optimalna oblika vadbe za izgubo telesne teže in zmanjšanja maščobe pokazala aerobna vadba. Program za povečanje puste telesne mase pri pretežkih oziroma debelih pa mora vključiti tudi vadbo moči.

2.6.2 POVZETEK RAZISKOVALNIH SPOZNAJ S PODROČJA KOMBINIRANE AEROBNE VADBE IN VADBE MOČI

- Hipertrofija se v glavnem pojavlja v hitrih mišičnih vlaknih, ki jih v večji meri stimulira vadba moči kot pa vzdržljivostni trening.
- Vadba moči vpliva na ohranjanje mišične mase v hipokaloričnih pogojih, vzdržljivostna vadba tega učinka v glavnem ne kaže.
- Dobljeni rezultati kažejo na superiornost kombinacije obeh tipov vadb za cilj izgube telesne maščobe – vsaj v pogojih z minimalno kontrolo prehrane. Vadba moči ne moti učinkov vadbe vzdržljivosti, kadar je cilj izguba telesne teže oziroma zmanjšanje odstotka telesne maščobe.
- Zaključki temeljijo na predpostavki, da sta vadba vzdržljivosti in vadba moči izrazito raznolika. Pogosto so namreč meje med tipoma vadb zabrisane in odvisne od vadbenih spremenljivk kot tudi od prevladujočega energijskega sistema, ki je uporabljen za aktivnost.

3 SKLEP

Debelost in neprimerna telesna sestava sta povezani s tveganjem za raznolike kronične nenalezljive bolezni. V ospredju so metabolni sindrom, krvožilne bolezni, hormonske motnje, nekatere oblike raka in slabša gibalna funkcionalnost ter s tem povezana manjša samostojnost posameznikov. Danes se je ob hujšanju kot reševanju problema debelosti zaradi prevelikega vnosa kalorij in premajhne porabe energije ter zaradi sedečega življenjskega načina, ki premalo stimulira mišice, potrebno osredotočiti tudi na ohranjanje/razvoj mišične mase in moči, ki ima pomembno metabolno in funkcionalno vlogo.

Telesna teža (TT) je pokazatelj zdravstvenega statusa. Ugotavljamo jo s tehtanjem. Indeks telesne mase (ITM) predstavlja enaga od najširše sprejetih pristopov za določanje primerne TT in je najpogosteje uporabljena zdravstvena metoda za oceno debelosti. Njegova glavna pomanjkljivost je, da ne določa telesne sestave, ki je poleg telesne teže odločilna za oceno zdravstvenega statusa in stanja prehranjenosti. Telesna sestava opredeljuje kemijsko sestavo telesa. Metoda dveh komponent telo po sestavi razdeli na pusto telesno maso (PTM) in maščobno maso (FM). FM se običajno izraža v deležu celotne telesne mase. Debelost se nanaša na odvečne količine maščobe. Okvirno velja, da se moški z več kot 25 % in ženske z več kot 32 % maščobe štejejo za debele.

V diplomskem delu smo želeli predstaviti najnovejša znanstvena spoznanja o učinkovitih vadbenih postopkih za zmanjšanje prekomerne telesne teže in posledično neugodne sestave telesa. Zanimalo nas je:

- kako do zmanjšane telesne teže oziroma zmanjšanja telesne maščobe in s tem preprečitve debelosti;
- kako do izboljšane telesne sestave (tj. zmanjšanje telesne maščobe in povečanja mišične mase), ki je v tesni povezanosti s telesno in s športno učinkovitostjo.

Cilj hujšanja je zmanjšanje maščobne mase in ohranitev ostalih telesnih tkiv, predvsem mišične mase. Osnovni pogoj za hujšanje je energijski primanjkljaj, ki se lahko ustvari z zmanjšanim energijskim vnosom, s povišano telesno aktivnostjo ali s kombinacijo obojega.

Raziskave so pokazale naslednje.

- Za ustvarjanje energijskega primanjkljaja in posledično izgubo maščobne mase je glede na vloženi čas najkoristnejša aerobna vzdržljivostna vadba v kombinaciji z zmanjšanim energijskim vnosom hrane.
- V vadbeni program hujšanja je načrtno potrebno vključiti program vadbe moči, saj je njena glavna prednost pridobivanje oziroma ohranjanje mišične moči in puste telesne mase.
- Učinki kombinirane vadbe moči in vzdržljivostne vadbe se ne izključujejo. Tako s kombiniranim programom vadbe dosežemo zmanjšanje maščobne mase, povečanje oziroma ohranjanje mišične mase in izboljšanje aerobne kapacitete.
- Količina izgubljene maščobne mase je bolj kot s tipom vadbe povezana s količino (časom trajanja) vadbe.

Z nekaterimi izjemami je večini raziskav, ki so proučevale vpliv vadbe moči in aerobne vadbe na telesno sestavo, primanjkovalo ustreznega nadzоровanja prehrane oziroma diete.

Še vedno tudi ni povsem jasno, ali je ob ustrezni dieti za izgubo maščobe dovolj le vadba z utežmi. Izguba telesne maščobe, ki je dosežena s prehranskimi spremembami in s pridobivanjem moči ter ohranjanjem mišične mase z vadbo moči, bi ustrezala potrebam eksplozivnih in tehničnih športov oziroma osebam, ki nimajo časa za vzdržljivostni trening ali ga ne želijo vključiti v programe vadbe zaradi teorije izključujočih se vplivov.

Izvajanje kombiniranega programa vadbe se je izkazalo za časovno zahtevno. Zanimivo bi bilo raziskati, ali bi bili podobni učinki za hujšanje in spreminjanje telesne sestave možni ob manjših količinah vadbe in večjem kaloričnem primanjkljaju, ki bi bil ustvarjen s prehransko restrikcijo oziroma na podlagi česa bi morali povečevati kalorični primanjkljaj.

Glede na neutemeljeni vpliv visoko intenzivne vadbe na povečanje energijske porabe v mirovanju zaradi povišanega EPOC po vadbi se pripisuje največji pomen povišani porabi energije, ki jo dosežemo med vadbo (večji celotni kalorični primanjkljaj), in ohranjanju oziroma pridobivanju puste telesne mase. Vprašanje za dodatne raziskave je dolgoročni (večletni) vpliv povišanega EPOC na izgubo maščobe.

Najenostavneje in najučinkoviteje se energijski vnos zniža z zmanjšanjem oziroma s prenehanjem uživanja visoko kalorične nizko hranilne predelane hrane in pijače. V času hujšanja je koristno povečati vnos zelenjave, sadja in beljakovin.

Pri sedeči neaktivni pretežki oziroma debeli populaciji se lahko pričakujejo pozitivne spremembe v mišicah (metabolne in hipertrofične) tudi pri lažjih aerobnih vajah, hoji, teku, veslanju, nordijski hoji, kolesarjenju ipd. Pri teh vadbah namreč že lastna teža predstavlja dovolj velik dražljaj za živčno-mišične spremembe. Sčasoma se telo vadečega adaptira (višja absolutna moč), zato lažje aerobne vaje opravlja z manjšim odstotkom maksimalne sile. Vaja tako več ne predstavlja primerne dražljaja za povečanje moči, kar pomeni, da je potrebno povečati intenzivnost oziroma najučinkoviteje dodati gimnastične vaje za moč in vaje za moč z utežmi.

Vadba je učinkovitejša, kadar je načrtovana in programirana na osnovi postopnega preseganja in napredovanja. Načrtovati se mora na osnovi cilja in prilagajati vmesnim fazam napredka oziroma stagnacije.

Vadba mora postati dolgotrajni proces in ne zgolj sredstvo za doseg cilja, ki se z dosego opusti. Raziskave so namreč pokazale ponovno pridobivanje maščobe ob vračanju v neaktivni življenjski slog.

4 VIRI

- Aragon, A. (2007). Girth control the science of fat loss and muscle gain. Pridobljeno 30. 11. 2011 iz <http://alantaragon.com/my-book.hVMI>.
- Aragon, A. (2008). Strength training vs. endurance training: Macroeffects on bodycomposition. *Alan Aragon's research review April 2008*, str. 2–4. Pridobljeno 3. 5. 2013 iz <http://alantaragon.com/members-page.hVMI>.
- Aragon, A. (2010). Resistance training and cardiometabolic helath. *Alan Aragon's research review, November 2010*, str. 2–4. Pridobljeno 18. 12. 2012 iz <http://alantaragon.com/members-page.hVMI>.
- Barclay, G., in Shiarev, T. (2012). Evidence based exercise Clinical benefits of high intensity interval training. *Australian family physician*, 41 (12), 960–962. Pridobljeno 12. 5. 2013 iz <http://www.racgp.org.au/afp/2012/december/evidence-based-exercise/>.
- Body composition and health* (2002). Advanced nutrition publications 688 11/02. Pridobljeno 10. 2. 2013 iz http://www.metagenics.com/sites/default/files/resources/met688_body_comp_info_sheet.pdf.
- Buchheit, M., in Laursen, P. (2013). High intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part II, anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine*. Članek, oddan v objavo.
- Campbell, W., Sands, L., in Weinheimer, E. (2010). A systematic review of the separate and combined effects of energy restriction and exercise on fat-free mass in middle-aged and older adults: implications for sarcopenic obesity. *Nutrition reviews*, 68 (7), 375–388.
- Cho, JK., Lee, SH., Lee, JY., in Kang, HS. (2011). Randomized controlled trial of training intensity in adiposity. *International journal of sports medicine*, 32 (6), 468–475.
- Costill, D. L., Kenney, W. L., in Wilmore, J. H. (2012). *Physiology of sport and exercise. Fifth edition*. Champaign: Human Kinetics.
- Coyle, EF. (1999). Physiological determinants of endurance exercise performance. *Journal of science and med sports*, 2 (3), 181–189.
- Cuniffle, A., in Stiegler, P. (2006). Ther role of diet and exercise for the maintenance of fat free mass and resting metabolic rate during weght loss. *Sports medicine* 36 (3), 239–263.
- Crips, N., Fournier, P., Licari, M., Braham, R., in Guefi, K. (2012). Adding sprints to continuous exercise at the intensity that maximizes fat oxidation: implications for acute energy balance and enjoyment. *Metabolism*, 61 (9), 1280–1288.
- Dervišević, E., in Vidmar, J. (2009). *Vodič športne prehrane*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Ditez, P., Hoffman, S., Lachtermann, E., in Simon, P. (2012). Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review. *Obesity facts*, 5 (4), 546–560.
- Farzad, B., Gharakhanlou, R., Algha – Alinejad, H., Curby, DG., Bayati, M., in Bahraminejad, M. (2011). Physiological and performance changes from the addition of a sprint interval program to wrestling training. *Journal of strength and conditioning research, NSCA*, 25(9), 2392–2399.
- Gropper, S., Smith, L., in Groff, J. (2009). *Advenced nutrition and human metabolism, Fifth edition*.

- Häkkinen, A., Pakarinen, A., Hannonen, P., Kautiainen, H., Nyman, K., Kraemer, WJ. idr. (2005). Effects of prolonged combined strength and endurance training on physical fitness, body composition and serum hormones in women with rheumatoid arthritis and in healthy controls. *Clinical and experimental rheumatology*, 23 (4), 505–512.
- Ho, SS., Dhaliwal, SS., Hills, AP., in Pal, S. (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public health*, 28 (12), 704.
- Ivy, JL. (1997). Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin and non insulin dependent diabetes melitus. *Sports medicine*, 24 (5), 321–336.
- Kelley, G., Kelley, K., Roberts, S., in Haskell, W. (2012). Comparioson of aerobic exercise, diet or both on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical nutrition*, 31 (2), 156–167.
- Kyle, UG., Schutz, Y., Dupertuis, YM., in Pichard, C. (2003). Body composition interpretation. Contributions of the fat – free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*, 19 (7–8), 597–604.
- Macpherson, RE., Hazzel, TJ., Olver, TD., Paterson, DH., in Lemon, PW. (2011). Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Medicine and science in sports and exercise*, 43 (1), 115–122.
- Melanson, E., Keadle, S., Donnelly, J., Braun, B., in King, NA. (2013). Resistance to exercise – induced weight loss: Compensatory Behavioral adaptations. *Strength and conditioning reaserch*, april 2013, str. 47.
- Müller, MJ., Lagerpusch, M., Enderle, J., Schautz, B., Heller, M., in Bosy – Westphal, A. (2012). Beyond the body mass index: tracking body comoposition in the pathogenesis of obesity and the metabolic syndrome. *Obesity reviews: an official Journal of the International Asociation for the Study of obesity*. 13 (2), 6–13.
- LaForgia, J., Withers, RT., Shipp, NJ., in Gore, CJ. (1997). Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *Journal of applied physiology*, 82 (2), 661–666.
- LaForgia, J., Withers, RT., in Gore, CJ. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post – exercise oxygen consumption. *Journal of sports science*, 24 (12), 1247–1264.
- Pattyn, N., Cornelissen, VA., in Toghi, E. (2013). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: a meta analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 43(2), 121–133.
- Poliquin, C. (2012). Pridobljeno 10. 11. 2012 iz http://www.charlespoliquin.com/ArticlesMultimedia/Articles/Article/939/Why_The_BMI_is_Useless_for_Assessing_Body_Composit.aspx.
- Selman, C., in Speakman, J. (2003). Physical activity and resting metabolic rate. *The proceedings of the nutrituion society*, 62 (3), 621–634.
- Stenholm, S., Harris, B., T., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky B., S., in Ferrucci, L. (2008) Sarcopenic obesity – definition, etiology and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 11 (6), 693–700.
- Strasser, B., Speitzer, A., in Haber, P. (2007). Fat loss depends on energy deficit only, independently of the method for weight loss. *Annals of nutrition and metabolism*, 51 (5), 428–432.
- Strasser, B., in Schoberberger, W. (2011). Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *Journal of obesity*, 2011, 1–9.

- Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L. idr. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (5), 950–958.
- Sillanpää, E., Laaksonen, DE., Häkkinen, A., Karavirta, L., Jensen, B., Kraemer, WJ. idr. (2010a). Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *European journal of applied physiology*. 106 (2), 285–296.
- Sillanpää, E., Häkkinen, A., Laaksonen, DE., Karavirta, L., Kraemer, WJ., in Häkkinen, K. (2010b). Serum basal hormone concentrations, nutrition and physical fitness during strength and/or endurance training in 39–64-year-old women. *International journal of sports medicine*, 31 (2), 110–117.
- Thompson, DA., Wolfe, LA., in Eikelboom, R. (1988). Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. *Medicine and science in sports and exercise*, 20 (3), 222–227.
- Thorogood, A., Mottillo, S., Shimony, A., Filiob, B. K., Joseph, L., Genest, J. idr. (2011). Isolated Aerobic Exercise and Weight Loss: A Systematic, Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *The American Journal of Medicine*, 124 (8), 747–755.
- Tremblay, A., Simoneau, JA., in Bouchard, C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism: clinical and experimental*, 43 (7), 814–818.
- Van der Heijden, G., Sauer, P., in Sunehag, A. (2010). Twelve weeks of moderate aerobic exercise without dietary intervention or weight loss does not affect 24-h energy expenditure in lean and obese adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, 91 (3), 589–596.
- Van Tienen, FH., Praet, SF., de Feyter, HM., van den Broek, NM., Lindsey, PJ., Schoonderwoerd, KG. idr. (2012). Physical activity is the key determinant of skeletal muscle mitochondrial function in type 2 diabetes. *The journal of clinical endocrinology and metabolism*, 97 (9), 3261–3269.
- Venuto, S., in Schoenfeld, B. (2013). Intensity and progression for fat loss and muscle retention, hosted by Alan Aragon. *Alan Aragon's research review February and March 2013*, str. 3–8. Pridobljeno 3. 5. 2013 iz <http://alanaragon.com/members-page.hvml>.
- Vingren, J., Kraemer, W., Ratamess, N., Anderson, J., Volek, J., in Maresh, C. (2010). Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up – stream regulatory elements. *Sports medicine*, 40 (12), 1037–1053.
- Wills, LH., Slentz, CA., Bateman, LA., Shields, AT., Piner, LW., Bales, CW. idr. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of applied physiology*, 113 (12), 1831–1837.
- Winnick, JJ., Sherman, WM., Habash, DL., Stout, MB., Failla, ML., Belury, MA. idr. (2008). Short-term aerobic exercise training in obese humans with type 2 diabetes mellitus improves whole-body insulin sensitivity through gains in peripheral, not hepatic insulin sensitivity. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 93(3), 771–778.
- Wu, T., Gao, X., Chen, M., in van Dam, R. (2009). Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity reviews*, 10 (3), 313–323.
- Zavorsky, GS., Montgomery, DL., in Pearsall, DJ. (1998). Effect of intense interval workouts on running economy using three recovery durations. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 224–230.