

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Verner KOTNIK

**SMOTRNOST UPORABE PREHRANSKIH
DOPOLNIL PRI VADBI MOČI**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Verner KOTNIK

**SMOTRNOST UPORABE PREHRANSKIH DOPOLNIL PRI VADBI
MOČI**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana

USE OF DIETARY SUPPLEMENTS IN STRENGTH TRAINING

M. SC. THESIS
Master Study Programmes: Field Nutrition

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Prehrana. Praktični del je bil opravljen v fitnes centru gimnazije Šiška v Ljubljani, v dvorani Železničarskega atletskega kluba (ŽAK) v Ljubljani ter na Kliničnemu oddelku (KO) za nefrologijo v UKC Ljubljana.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorja magistrskega dela imenovala doc. dr. Bojana Knapa in za recenzentko doc. dr. Mojco Korošec.

Mentor: doc. dr. Bojan Knap

Recenzentka: doc. dr. Mojca Korošec

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Verner Kotnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 613.2:641.1:796.894(043)=163.6
KG	prehrana/prehrana športnikov/prehranska dopolnila/fiziologija prehrane/šport/vadba moči/dvigovanje uteži/prehranski dnevnik
AV	KOTNIK, Verner, dipl. inž. živ. in preh. (UN)
SA	KNAP, Bojan (mentor)/ KOROŠEC, Mojca (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2016
IN	SMOTRNOST UPORABE PREHRANSKIH DOPOLNIL PRI VADBI MOČI
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja Prehrana)
OP	XI, 71 str., 20 pregl., 19 sl., 7 pril., 91 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V magistrskem delu smo skušali pri štiri tedenski vadbi moči raziskati večji vpliv prehranskega dopolnila Ensure Plus Advance (Abbott) na maksimalno moč in telesno sestavo, ki so ga prejeli atleti (9) in nad prehranskim dopolnilom Ensure Plus (Abbott), ki so ga prejeli rekreativci (10). Primerjali smo skupini v pre/post testih moči, kjer smo merili 3 maksimalne ponovitve (3RM) pri dveh vajah: počep in potisk s prsi. Med skupinama smo opazovali še razlike v spremembi telesne sestave, ki smo jo merili z bioimpedanco (Body Composition Monitor – BCM, Fresenius) in razlike pri zaužitih makrohranilih, kjer smo za podlago vzeli tridnevni prehranski dnevnik. Pri 3RM počepu so bolje napredovali rekreativci (+18,22 %) kot atleti (+9,33 %). Pri 3RM potisku s prsi so bolje napredovali rekreativci (+13,39 %) za razliko od atletov (+6,78 %). Sprememba v indeksu puste telesne mase je bila večja pri rekreativcih (+1,27 kg/m²) kot pri atletih (+1,15 kg/m²). Rekreativci (–1,13 kg/m²) so v večji meri znižali indeks telesne maščobe od atletov (–1,03 kg/m²). V prehrani rekreativcev in atletov so bile opažene večje razlike v povprečnem energijskem vnosu (33,76 : 46,19 kcal/kg), vnosu beljakovin (1,86 : 2,48 g/kg), maščob (1,22 : 1,36 g/kg), ogljikovih hidratov (3,71 : 5,93 g/kg) in prehranske vlaknine (9,44 : 7,03 g/1000 kcal). Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo, da so rekreativci bolje napredovali od atletov v maksimalni moči in spremembi telesne sestave, navkljub slabše optimizirani prehrani. Nekateri rekreativci so bili v prednosti zaradi predhodne netreniranosti, vendar je njen vpliv na povprečje rezultatov majhen.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2

DC UDC 613.2:641.1:796.894(043)=163.6

CX nutrition/sports nutrition/dietary supplements/nutrition physiology/sport/strength training/weightlifting/dietary record

AU KOTNIK, Verner

AA KNAP, Bojan (supervisor)/ KOROŠEC, Mojca (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2016

TY USE OF DIETARY SUPPLEMENTS IN STRENGTH TRAINING

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes: Field Nutrition)

NO XI, 71 p., 20 tab., 19 fig., 7 ann., 91 ref.

LA sl

Al sl/en

AB The aim of the study was to determine the effect of dietary supplement Ensure Plus Advance (Abbott), which was given to athletes (9) on maximum strength and body composition over four weeks of resistance training. The control group, which was based on recreationists (10) were given dietary supplement Ensure Plus (Abbott). We compared both groups in pre/post tests of strength where we measured three maximum repetitions (3RM) at two powerlifting exercises: squat and bench press. We also observed the differences in body composition changes, which were measured with bioimpedance (Body Composition Monitor – BCM, Fresenius) and differences in ingested macronutrients based on a 3-day dietary record. The results show that for 3RM squat better progress was observed in recreationists (+18,22 %), in comparison with athletes (+9,33 %). Even for 3RM bench press better progress was observed in recreationists (+13,39 %), than in athletes (+6,78 %). It was found that change in lean tissue index was greater in recreationists (+1,27 kg/m²) than in athletes (+1,15 kg/m²). Change in fat tissue index was higher in recreationists (–1,13 kg/m²) than in athletes (–1,03 kg/m²). In nutrition we noticed several differences among recreationists and athletes in average intake of energy (33,76 vs 46,19 kcal/kg), protein (1,86 vs 2,48 g/kg), fat (1,22 vs 1,36 g/kg), carbohydrates (3,71 vs 5,93 g/kg) and dietary fiber (9,44 vs 7,03 g/1000 kcal). On the basis of obtained results we can conclude that recreationists had better improvement over athletes at maximum strength and body composition change, despite of less optimized diet. Some recreationists had the advantage of being preliminary untrained, however influence on mean results is little.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 NAMEN DELA	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 BIOELEKTRIČNA IMPEDANČNA ANALIZA (BIA)	3
2.1.1 Delež telesne maščobe	4
2.1.2 Fazni kot – prognostični indikator prehranskega statusa	5
2.1.3 Frekvenca merjenja telesne sestave in zmogljivosti atleta	6
2.2 ODPRTA PLATFORMA ZA KLINIČNO PREHRANO (OPKP)	6
2.3 ŠPORTNA PREHRANA	6
2.3.1 Beljakovine (B)	8
2.3.1.1 Visoko-beljakovinska dieta	9
2.3.1.2 Maksimalna sinteza mišičnih beljakovin (MPS)	12
2.3.2 Aminokisline z razvejano stransko verigo (BCAA)	13
2.3.3 Levcin	13
2.3.4 β -hidroksi- β -metilbutirat (HMB)	14
2.3.5 Kreatin	17
2.3.6 Nitrati	20

2.3.7	Citrulin.....	20
2.3.8	β -alanin	22
2.3.9	Glutamin	23
2.3.10	Kofein.....	24
2.3.11	Vitamin D.....	24
2.4	NAČIN IN REŽIM VADBE	26
3	MATERIAL IN METODE.....	29
3.1	MATERIAL	30
3.1.1	Predstavitev vzorca	30
3.1.2	Prehransko dopolnilo (PD)	30
3.1.2.1	Ensure Plus	30
3.1.2.2	Ensure Plus Advance	32
3.2	METODE	34
3.2.1	Merjenje telesne sestave	34
3.2.2	Testiranje moči.....	35
3.2.2.1	Počep.....	36
3.2.2.2	Potisk s prsi.....	37
3.2.3	Vadbeni protokol	38
3.2.4	Prehranski dnevnik in priporočila za hipertrofijo	39
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	41
4.1	TELESNA SESTAVA	41
4.2	MAKSIMALNA MOČ	47
4.3	PREHRANSKI DNEVNIK.....	55
5	SKLEPI	61
6	POVZETEK.....	62
7	VIRI.....	64

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Počitek med serijami (splošno) (Baechle in Earle, 2008)	28
Preglednica 2: Antropometrične (Fizikalne) karakteristike preiskovancev	30
Preglednica 3: Ensure Plus – hranilna vrednost (povzeto po vrednostih iz označbe PD) ...	31
Preglednica 4: Ensure Plus Advance – hranilna vrednost (povzeto po vrednostih iz označbe PD).....	32
Preglednica 5: Primerjava hranilne vrednosti obeh PD na porcijo (220 mL)	33
Preglednica 6: Vadbeni protokol kontrolne skupine (rekreativcev)	38
Preglednica 7: Priporočila za makrohranila (Antonio in sod., 2014)	40
Preglednica 8: Delež puste telesne mase (LTM), delež telesne maščobe in fazni kot (50 kHz)	41
Preglednica 9: Opisne statistike deleža puste telesne mase (LTM), deleža telesne maščobe in faznega kota (50 kHz)	42
Preglednica 10: Indeks puste telesne mase (LTI), indeks telesne maščobe (FTI) in masa telesnih celic (BCM).....	43
Preglednica 11: Opisne statistike indeksa puste telesne mase (LTI), indeksa telesne maščobe (FTI) in mase telesnih celic (BCM).....	44
Preglednica 12: Delež vode v telesu (TBW), zunajcelična voda v telesu (ECW) in znotrajcelična voda v telesu (ICW)	45
Preglednica 13: Opisne statistike za delež vode v telesu (TBW), zunajcelične voda v telesu (ECW) in znotrajcelične voda v telesu (ICW).....	46
Preglednica 14: Tri maksimalne ponovitve (3RM) pri vaji počep	47
Preglednica 15: Tri maksimalne ponovitve (3RM) pri vaji potisk s prsi	48
Preglednica 16: Opisne statistike za 3RM pri vaji počep	49
Preglednica 17: Opisne statistike za 3RM pri vaji potisk s prsi	49
Preglednica 18: Prehranski vnos rekreativcev (n = 10).....	55
Preglednica 19: Prehranski vnos atletov (n = 9).....	56
Preglednica 20: Razmerje energijskih deležev zaužitih makrohranil pri preiskovancih.....	56

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Položaj elektrod pri merjenju z BIA (Muth, 2015)	4
Slika 2: Smernice telesne maščobe (%) za odrasle (Plowman in Smith, 2011)	5
Slika 3: Prehranska piramida (NIJZ, 2014)	7
Slika 4: Ensure Plus (različni okusi)	31
Slika 5: Ensure Plus Advance	32
Slika 6: BCM s priključki, podatkovno kartico in s štirimi samolepilnimi elektrodami	34
Slika 7: Naklon hrbta pri vaji počep (Rippetoe, 2011)	37
Slika 8: Lok spodnjega hrbta pri vaji potisk s prsi (Rippetoe, 2011)	38
Slika 9: Osebni napredki pri vaji 3RM počep pri rekreativcih (* – brez PD Ensure Plus) .	50
Slika 10: Osebni napredki pri vaji 3RM počep pri atletih (* – ženski spol)	50
Slika 11: Primerjava napredka pri vaji 3RM počep med skupinama	51
Slika 12: Osebni napredki pri vaji 3RM potisk s prsi pri rekreativcih (* – brez PD Ensure Plus)	51
Slika 13: Osebni napredki pri vaji 3RM potisk s prsi pri atletih (* – ženski spol)	52
Slika 14: Primerjava napredka pri vaji 3RM potisk s prsi med skupinama	52
Slika 15: Povprečje skupnega volumna 4 tedenske vadbe preiskovancev	53
Slika 16: Energijski deleži makrohranil v dnevni prehrani rekreativcev (št. 1–14) in atletov (št. 15–24)	57
Slika 17: Distribucija B v obrokih rekreativcev	58
Slika 18: Distribucija B v obrokih atletov	59
Slika 19: Povprečno število obrokov/dan pri preiskovancih	59

KAZALO PRILOG

Priloga A: Navodila za preiskovance

Priloga B: Starost, višina in telesna masa 14 rekreativcev

Priloga C: Starost, višina in telesna masa 10 atletov

Priloga Č: Primer izpolnjenega prehranskega dnevnika (rekreativec št. 2)

Priloga D: Primer izpolnjenega prehranskega dnevnika (rekreativec št. 3)

Priloga E: Primer izpolnjenega prehranskega dnevnika (atlet št. 17)

Priloga F: Primer celotnega vadbenega protokola (atlet št. 24)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

1RM	ena maksimalna ponovitev (ang. One-Repetition Maximum)
3RM	tri maksimalne ponovitve (ang. Three-Repetition Maximum)
3MH	3-metilhistidin
ADP	adenozin difosfat
AK	aminokisline
ATM	masa adipoznega tkiva (ang. Adipose Tissue Mass)
ATP	adenozin trifosfat
B	beljakovine
BCAA	aminokisline z razvejano stransko verigo (ang. Branched Chain Amino Acids)
BCM	naprava za merjenje telesne sestave (ang. Body Composition Monitor)
BCM	masa telesnih celic (ang. Body Cell Mass)
BIA	bioelektrična impedančna analiza
BIS	bioimpedančna spektroskopija
CK	kreatin kinaza
CrM	kreatin monohidrat
CrP	kreatin fosfat
DXA	dvojna rentgenska absorpciometrija (ang. Dual-energy X-ray Absorptiometry)
ECW	zunajcelična voda (ang. Extracellular Water)
EuroFIR	Evropska informacijska platforma o sestavi hrane (ang. European Food Information Resource)
FOS	fruktooligosaharidi/oligofruktoza
FTI	indeks telesne maščobe iz adipoznega tkiva (ang. Fat Tissue Index)
GIT	gastrointestinalni trakt
HIIT	visoko intenzivna intervalna vadba (ang. High Intensity Interval Training)
HMB	β -hidroksi- β -metilbutirat
IAAF	Svetovna atletska federacija (ang. International Association of Athletics Federation)
ICW	znotrajcelična voda (ang. Intracellular Water)
IOC	Mednarodni olimpijski komite (ang. International Olympic Committee)
ISSN	Mednarodno združenje za športno prehrano (ang. International Society of Sports Nutrition)
ITM	indeks telesne mase (ang. Body Mass Index)
KIC	α -ketoizokaproat
LTI	indeks puste telesne mase (ang. Lean Tissue Index)
LTM	pusta telesna masa (ang. Lean Tissue Mass)
M	maščobe
MK	maščobna kislina

MPS	sinteza mišičnih beljakovin (ang. Muscle Protein Synthesis)
NAS	Nacionalna akademija znanosti (ang. National Academy of Sciences)
NBAL	dušikovo ravnotežje (ang. Nitrogen Balance)
NIJZ	Nacionalni inštitut za javno zdravje
NPB	beljakovinsko ravnotežje (ang. Net Protein Balance)
OH	ogljikovi hidrati
OPKP	Odprta platforma za klinično prehrano (spletna aplikacija)
PD	prehransko dopolnilo
PDV	priporočen dnevni vnos
Phi 50 kHz	fazni kot pri 50 kHz
PV	prehranska vlaknina
SD	standardna deviacija
SZO	Svetovna zdravstvena organizacija (ang. World Health Organization)
TBW	celokupna voda v telesu (ang. Total Body Water)
VO ₂ max	maksimalna aerobna moč
WADA	Svetovna antidopinška organizacija (ang. World Anti-Doping Agency)
$\bar{x}$	aritmetična sredina

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Na tržišču je vsako leto dostopnih več prehranskih dopolnil (PD). Na vsakem koraku nas zasipavajo z najrazličnejšimi ter vedno novejšimi izdelki. Izbrati pravega med vso to množico dopolnil je lahko za običajnega potrošnika zelo težko. V glavnem moramo izbirati med ceno in kakovostjo dopolnila. Potrošnik bi se moral pred zaužitjem pozanimati o mehanizmu delovanja, saj se lahko s tem, da razume način delovanja dopolnila, izogne marsikateri nevšečnosti, ki bi lahko sledila v primeru nepoznavanja.

Razlogi za slabo raziskavo komercialnih muh (različna ter vedno novejša PD) so predvsem dragi klinični preizkusi. Preverjati kakovost vsakega izmed PD je zelo oteženo, saj preohlapna zakonodaja omogoča, da lahko praktično že vsak pošlje PD na trg. Ko pride nov izdelek na tržišče, ga potrošniki zaradi lastne nepoučenosti in pritiskov oglaševanja velikokrat kupijo, čeprav ni nič boljši od starejših različic podobnega izdelka. Cene novejših izdelkov so praviloma višje. V želji po večjem dobičku proizvajalci pogosto dajo večjo težo trženju kot kakovosti izdelkov.

PD so koncentrirani viri posameznih ali kombiniranih hranil ali drugih snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom živila, katerih namen je dopolnjevati običajno prehrano (Pravilnik o prehranskih dopolnilih, 2013).

PD se široko uporabljajo v rekreativnem in vrhunskem športu. Optimalna prehrana s kakovostnimi PD v športu omogoča učinkovito vadbo, ustrezno regeneracijo in posledično izboljššan napredek. Kljub uživanju kakovostnih PD je vprašljiva njihova dodana vrednost v procesu vadbe. Mnogi športniki si postavljajo vprašanja o smotrnosti uporabe PD. Ali je njihova uporaba sploh smiselna?

1.2 NAMEN DELA

V magistrskem delu bomo predstavili PD, ki se uporabljajo v športih moči. Raziskovali bomo vpliv PD na izboljšanje športnikove zmogljivosti ter izboljšanje regeneracijskih sposobnosti v procesu vadbe.

Empirični prispevek predstavlja analizo dodane vrednosti PD v procesu vadbe. Na vzorcu atletov in rekreativcev izvesti ex-ante in ex-post analizo telesne sestave z bioelektrično impedanco in teste moči v izbranem obdobju vadbe. Preiskovanci po vadbi uživajo bodisi PD Ensure Plus (rekreativci) bodisi Ensure Plus Advance (atleti). Cilji naloge so kritično oceniti napredek pri testih moči in spremembo v telesni sestavi pri obeh skupinah. Vsak preiskovanec bo vodil prehranski dnevnik, s katerim si bomo pomagali pri nadaljnji analizi prehranske podpore vadbi.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Za naš eksperiment smo predpostavili sledeče hipoteze:

Hipoteza 1: Atleti, ki z optimalno prehrano uživajo prehransko dopolnilo Ensure Plus Advance, kažejo večji napredek pri testih moči kot rekreativci, ki z optimalno prehrano uživajo prehransko dopolnilo Ensure Plus.

Hipoteza 2: Atleti, ki z optimalno prehrano uživajo prehransko dopolnilo Ensure Plus Advance, kažejo večji napredek pri meritvi telesne sestave kot rekreativci, ki z optimalno prehrano uživajo prehransko dopolnilo Ensure Plus.

Hipoteza 3: Atleti v svoji prehrani dosegajo višje vrednosti beljakovin ($> 1,6$ g/kg/dan) kot rekreativci, ki s svojo prehrano dosegajo nižje vrednosti beljakovin ($< 1,6$ g/kg/dan).

2 PREGLED OBJAV

2.1 BIOELEKTRIČNA IMPEDANČNA ANALIZA (BIA)

Bioelektrična impedančna analiza (BIA) je varna, neinvazivna metoda, ki meri električne »odgovore« nizkonapetostnega izmeničnega toka, poslanega v živ organizem. BIA je meritev telesne upornosti ali impedance, ki sestoji iz električne rezistence (R) in reaktance (X_c). Osnovo za uporabo bioimpedance v raziskavah telesne strukture (sestave) in njegovega delovanja je predlagal že Fricke leta 1925 z razširitvijo Cola (1972). Ta model opisuje zunajcelično in znotrajcelično ionsko tekočino kot paralelna upornika in celično membrano kot kondenzator (Lukaski, 2013; Satish in sod., 2012).

Odlikuje jo njena enostavnost, prenosljivost in majhni stroški uporabe. Rezultati meritev so hitro pridobljeni in ponovljivi. Mišično tkivo ima višjo vsebnost vode v primerjavi z adipoznim tkivom, zato bolje prevaja električni tok oz. je boljši konduktor (prevodnik). Preiskovancem moramo pred uporabo izmeriti še višino in telesno maso. Predhodna telesna dejavnost zmanjša rezistenco za 3 % in reaktanco za 8 %. Meritev se opravi vsaj 1 uro po aktivnosti. Tudi ležati ne smemo preveč, saj 1 ura v ležečem položaju dvigne rezistenco za 3 % (Kyle in sod., 2004b).

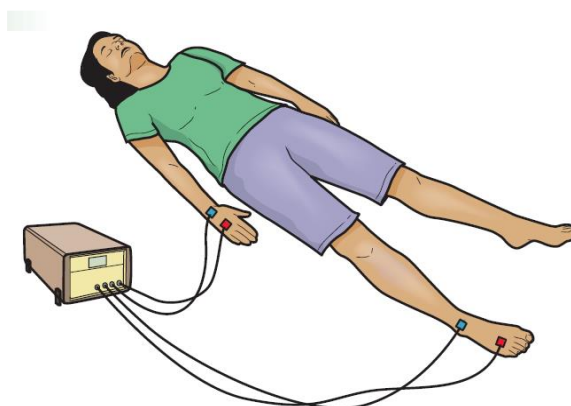
Zaradi nehomogenosti in razlik določenih delov telesa med etničnimi skupinami ali med mladimi in starejšimi ali med podhranjeno in debelo populacijo se ne priporoča prenosnost enačbe BIA. Največkrat zaradi razlik v dolžini udov in trupa. Uporaba BIA se pri otrocih ne priporoča zaradi razlik med posamezniki v hitrosti rasti in hormonskih sprememb (puberteta). Zato se uporabljajo drugačne (spremenjene) enačbe BIA. BIA deluje dobro tako pri zdravih kot pri kronično bolnih ljudeh. S pomočjo validirane enačbe, ki je primerna glede na starost, spol in raso (Kyle in sod., 2004a, 2004b).

Upornost na električni tok opišemo s kapacitivnostjo celični membran (reaktanca, X_c) in rezistivnim uporom/upornost celotnega tkiva (rezistenca, R). Impedanca je koren vsote kvadratov rezistence in reaktance. Na rezultate BIA lahko vplivamo s pitjem tekočin, dehidriranostjo, hranjenjem, telesno dejavnostjo in temperaturo (Kyle in sod., 2004a).

Rezistenca, reaktanca in fazni kot so merilo bioloških spremenljivk. Živi organizmi sestojijo iz prevodnih in neprevodnih sestavnih delov. Glavni električno prepoznavni sestavni deli so tekočine (volumen), tkiva (lastnosti) in celične membrane. Ko organizem postane sestavni del električnega kroga, je izmerjena sprememba napetosti (padec), kar prinese do bioelektričnih meritev, ki podajo strukturne in funkcijsko-biološke spremenljivke. Rezistenca je odpor izmeničnega toka preko znotrajcelične vode (ICW) in zunajcelične vode (ECW). Prevodnost je inverzna rezistenci. Reaktanca predstavlja zadrževanje v prevodnosti ali prehod uporabljenega toka preko celičnih membran in

mejnih ploskev tkiv. Kapacitivnost je del reaktance in povzroči zaostajanje toka za napetostjo, kar ustvari fazni premik oz. fazni kot (Lukaski, 2013).

Pri metodi imamo običajno 4 elektrode, kjer en par prilepimo na dorzalno stran dlani, drugi par na dorzalno stran stopala. Oseba leži na ravni in neprevajajoči podlagi (slika 1). BIA je posredna metoda, ki uporablja električne karakteristike za ocenitev spremenljivk telesne sestave. Temelji na korelacijskih in številnih regresijskih analizah ter predpostavki o nespremenljivi telesni geometriji in sestavi brez maščobnega telesa za ocenitev telesne sestave. Zaradi implementacije teh predpostavk so nekateri zaskrbljeni glede točnosti pri ocenitvi prostornine tekočin in puste telesne mase (LTM) (Lukaski, 2013; McArdle in sod., 2010).



Slika 1: Položaj elektrod pri merjenju z BIA (Muth, 2015)

Najpogosteje se meri pri frekvenci 50 kHz. Ostale neodvisne spremenljivke, ki se morajo določiti pred začetkom, so telesna masa, višina, starost in spol. S tem zmanjšamo ocenitvene napake pri izračunu celokupne vode v telesu (TBW). Opazna je netočnost meritev pri primerjavi različnih skupin (zdrava in debela oz. podhranjena populacija). Podobno je pri kronično bolnih. Podobne negativne ugotovitve so bile opažene pri regresijskih modelih za ocenitev ECW-otrok in odraslih (Lukaski, 2013).

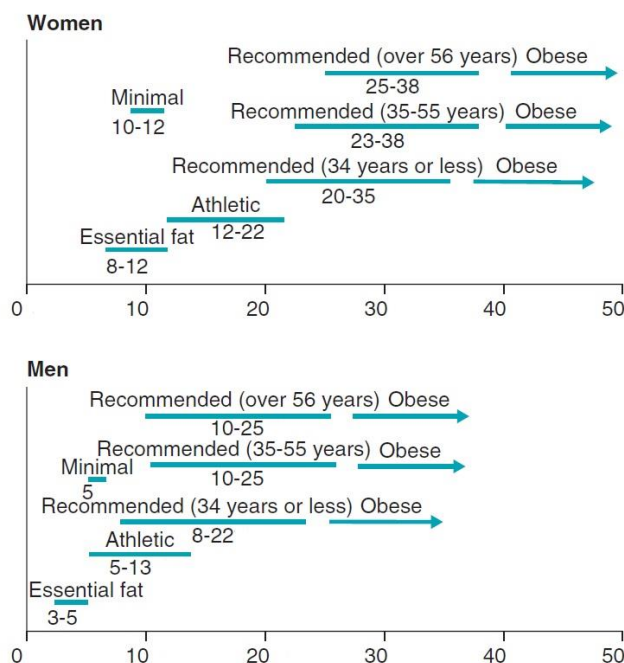
Bioimpedančna spektroskopija (BIS) občutno preceni LTM v primerjavi z dvojno rentgensko absorpciometrijo (DXA – ang. Dual-energy X-ray absorptiometry), pri prekomerno težkih in debelih moških. Za še točnejše podatke uporabimo DXA, ki je dražja metoda (McArdle in sod., 2010; Lukaski, 2013).

2.1.1 Delež telesne maščobe

Običajen delež telesne maščobe za moške 20–39 let znaša (Gallagher in sod., 2010):

- 8 % za posameznika z ITM < 18,5;
- 20 % za posameznika z ITM ≥ 25;
- 25 % za posameznika z ITM ≥ 30.

Na sliki 2 so prikazane smernice za delež telesne maščobe pri ženskah in moških. Ženske imajo esencialni delež telesne maščobe 8–12 %, minimalni delež telesne maščobe 10–12 % in priporočeni delež telesne maščobe 20–35 % (starost ≤ 34 let). Atletinje imajo priporočene vrednosti 12–22 %. Moški imajo esencialni delež telesne maščobe 3–5 %, minimalni delež telesne maščobe 5 % in priporočeni delež telesne maščobe 8–22 % (starost ≤ 34 let). Za atlete veljajo priporočene vrednosti 5–13 %.



Slika 2: Smernice telesne maščobe (%) za odrasle (Plowman in Smith, 2011)

2.1.2 Fazni kot – prognostični indikator prehranskega statusa

Fazni kot je tanges razmerja med reaktanco in rezistenco. Fazni kot je odvisen od telesnih tekočin (rezistenca) in integritete celičnih membran (kapacitivnost). Kapacitivnost povzroča, da električni tok zaostaja za napetostjo in ustvarja fazni premik. Obstaja korelacija med vrednostjo faznega kota in maso telesnih celic (BCM). Nižji fazni kot je skladen z nižjo vrednostjo reaktance ter se enači lahko s celično smrtjo ali zmanjšanju selektivne permeabilnosti celičnih membran. Vrednosti faznega kota lahko pomembneje razlikujejo zdravstvena stanja. Večji fazni kot pomeni boljši klinični status osebe (Satish in sod., 2012).

Podhranjenost zmanjša maso in integriteto celičnih membran ter povzroča neravnotežje telesnih tekočin. Zaradi teh sprememb se fazni kot zmanjša. Nasprotno večji fazni kot odraža večjo BCM in integriteto celičnih membran. Fazni premik je časovna razlika v periodi med viškom napetosti in viškom električnega toka. Elektromagnetni gradient (dielektričnost) delno absorbira električni tok, kar povzroči, da so celice električno nabite, dobijo električni naboj. Te celice delujejo kot kondenzator (shranjujejo energijo v obliki

električnega polja = kapacitivnost, Farad). Z BIA dobimo impedanco (upornost), sestavljeno iz kapacitivnosti, in rezistenčnost tipa elementov. BIA meri rezistenco (R) in kapacitivnost, izračun za reaktanco (X_c), ki je reprezentativna za izostanek električnega toka in napetosti. Fazni premik je vedno v sorazmerju z rezistenco, kot je rezistenca v sorazmerju z napetostjo. Fazni kot se izračuna iz izmerjenega faznega premika (Bodystat, 2014).

2.1.3 Frekvenca merjenja telesne sestave in zmogljivosti atleta

Edini objektivni način za preveritev izgube maščobne mase ali pridobitev puste mišične mase atleta je periodično merjenje teh parametrov. Priporočljivo je merjenje telesne sestave in zmogljivosti vsak drugi teden, a ne manj kot enkrat na mesec. Čeprav izgleda sprva to prepogosto, na drugi strani ni nobene škode. Npr. ko za atleta določimo skupni dnevni energijski vnos, in če precenimo oz. podcenimo vrednosti, bo pogosta analiza telesne sestave in zmogljivosti to poudarila, da se lahko uvedejo primerne prehranske/vadbene spremembe. Z redkejšimi meritvami so cilji v telesni sestavi/zmogljivosti težje dostopni (Campbell, 2014).

2.2 ODPRTA PLATFORMA ZA KLINIČNO PREHRANO (OPKP)

Prva slovenska podatkovna baza o sestavi živil (meso in mesni izdelki) je bila objavljena leta 2006, v elektronski in tiskani obliki. Leta 2008 se je Slovenija pridružila Evropski informacijski platformi o sestavi hrane (EuroFIR). V okviru projektov je bila razvita aplikacija Optijed, ki je bila leta 2010 izboljšana in nadgrajena v OPKP. OPKP je spletno orodje za spremljanje prehranskih navad, omogoča pisanje lastnega prehranskega dnevnika kot tudi načrtovanje jedilnikov (Korošec in sod., 2013; OPKP, 2010).

OPKP je edino večje spletno orodje s podrobnimi podatki o hranilni sestavi živil, ki ga je naredila stroka v Sloveniji. Uporablja ga lahko tudi širša javnost, saj je brezplačno na voljo vsem, ki imajo internetni dostop. Posebnost OPKP-ja je, da ima v svojih podatkovnih bazah tudi informacije o hranilni sestavi Slovenskih tradicionalnih jedi. Tradicionalna živila so tista, ki razlikujejo prehranjevalne vzorce vsake posamezne države, saj ima vsaka država svoje tradicionalne jedi. Hranilno sestavo tradicionalnih slovenskih jedi (prekmurska gibanica, bujta repa, belokranjska pogača ...) je mogoče dobiti samo na portalu OPKP. OPKP se vseskozi posodablja tako, da je podatkovna zbirka sestave živil vse večja (Koroušić Seljak, 2015; Jakus, 2015; Costa in sod., 2010).

2.3 ŠPORTNA PREHRANA

Za športnike je večji poudarek na trenažnem procesu (vadbi) in šele nato na izbiri ustrezne prehrane kot optimalne podpore sami vadbi (Lipovšek, 2013; Dervišević in Vidmar, 2011).

Poleg progresivne vadbene in optimalne prehranske strategije je še nujen zadosten počitek. Količina spanja mora biti takšna, da zagotavlja telesu čim bolj optimalno regeneracijo. Kratkotrajni učinek pa je seveda dobra pripravljenost za naslednjo vadbo. Spanje naj traja minimalno 8 ur in pol (Lipovšek, 2013).

Prehrana lahko vpliva na končni uspeh športnika. Športna prehrana pomeni tudi, da pred športnim udeleževanjem čim manj obremenjujemo organizem s prebavo hrane, npr. z izbiro količinsko manjših, hitro absorpcijskih živil.

Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ) je leta 2014 objavil aktualno prehransko piramido, kjer so kot glavno spremembo poudarili redno telesno dejavnost posameznika, saj oba dejavnika, gibanje in prehrana, vplivata na telesno maso (slika 3).



Slika 3: Prehranska piramida (NIJZ, 2014)

Poleg prehrane je potrebna še zadostna hidracija športnikov, saj telo sestavlja približno 60 % vode; dehidracija večja od 2 % telesne mase, pa lahko že oslabi atletsko zmogljivost (Muth, 2015). Večje kot imamo zaloge glikogena v mišicah, bolj smo hidrirani, saj je na 1 g glikogena vezane 3–4 g vode (Campbell in Spano, 2011).

Ameriška zbornica za športno medicino (ACSM) je glede dehidracije izjavila, da lahko izguba vode, ki se odraža z več kot 2-odstotnim zmanjšanjem telesne mase, negativno vpliva na rezultate v športu. Športnik se ne sme zanašati na žejo kot signal za pitje, ampak mora piti načrtovano. Pomaga si lahko z IAAF smernicami za hidracijo, ki pravijo, da za vsak izgubljeni kg telesne mase zaužijemo 1,2–1,5-krat več tekočine (Rotovnik-Kozjek in sod., 2015; Hamilton, 2015a).

Preden začnemo uporabljati PD, moramo dati poudarek optimalnem vnosu makrohranil (beljakovine – B, maščobe – M in ogljikovi hidrati – OH) in mikrohranil (vitamini in minerali). Napačna je miselnost, da bodo PD kar sama od sebe znatno popravila športne dosežke, oziroma da z njimi lahko nadomestimo nekakovostno osnovno prehrano (Rotovnik-Kozjek in sod., 2015).

Športnikova zmogljivost se lahko poveča s povečanjem moči, s povečanjem puste mišične mase ter s povečanjem anaerobne vadbe. Dokazano je bilo, da zgoraj naštetе lastnosti povečujejo PD, kot so CrM (kreatin monohidrat), β -alanin, HMB (β -hidroksi- β -metilbutirat) ter beljakovine (Campbell in sod., 2010).

2.3.1 Beljakovine (B)

B so pri vadbi moči pomembne, saj zagotovijo ustrezno sintezo B in s tem povečanje puste mišične mase. B so potrebne ne samo za hipertrofijo mišic, ampak tudi za obnovo poškodovanih celic, tkiv, ki so posledica vadbe. Poleg vadbe je pri hipertrofiji še pomemben presežek energijskega vnosa in pozitivno dnevno beljakovinsko ravnotežje (NPB), tj. razlika med sintezo mišičnih B in njegovo razgradnjo. Zaužiti je treba zadosten vnos B dnevno, še bolj pa je vnos B razporediti enakomerno pri vseh obrokih. Primeren vnos B variira od številnih dejavnikov (Campbell in sod., 2010):

- kvaliteta B;
- energijski vnos posameznika;
- vnos OH;
- vrsta in intenzivnost vadbe;
- tempiranje (enakomerna časovna razporeditev) vnosa B.

Priporočila temeljijo na raziskavah o dušikovem ravnotežju (NBAL) in na raziskavah sledenja AK. Pri tehniki NBAL določijo skupno količino vnosa B in odštejejo količino dušika, ki je izločena. Te raziskave lahko podcenijo količino B, potrebnih za optimalno adaptacijo po vadbi (ker so izvedena na nevadeči populaciji). Mednarodno združenje za športno prehrano (ISSN) priporoča za vadeče v trenažnem procesu 1,4–2,0 g B/kg/dan. Za vzdržljivostne atlete se priporoča nekoliko nižji vnos (cca. 1,4 g B/kg/dan), za razliko od športov moči, kjer je priporočen višji vnos cca. 2,0 g B/kg/dan. Priporočeno je, da atleti B dobijo iz običajne prehrane. Vedno večje pa je poseganje po B v prahu, nadomestkih obroka in visoko-beljakovinskih ploščicah. Razlogi za to početje so: priročnost, preprostost, počasnejša razgradnja v prebavilih (večji občutek sitosti), kar naredi izdelke dražje. Razvoj v živilski industriji je omogočil izolacijo kakovostnih B iz živil živalskega in rastlinskega izvora. Najpopularnejši obliki B sta sirotkine beljakovine (whey) in kazein. Sirotkine beljakovine omogočajo hiter prenos AK v kri, kar je zaželeno takoj po vadbi. Kazein omogoča počasnejši prenos AK v kri, kar se priporoča pred spanjem, saj bo telo

dolgo brez hranil. Pritok AK je trajal tudi do 7 ur. Po vadbi je bilo po zaužitju obeh oblik zaznati povečanje anabolnega odziva (Campbell in sod., 2010).

Kerksick in sod. (2006) so preučevali učinek sirotkinih beljakovin na telesno sestavo in moč pri vadbi z utežmi. 36 moških je vadilo 4x/teden v obdobju 10 tednov. Pri dvojno slepi študiji so vse skupine dnevno uživale: 1. skupina OH placebo (48 g/dan), 2. skupina 40 g sirotkinih beljakovin + 8 g kazeina/dan ter 3. skupina 40 g sirotkinih beljakovin + 3 g BCAA + 5 g glutamina/dan. Na koncu raziskave se je pri vseh skupinah povečala mišična moč – merjenje preko 1 RM (potisk s prsi, potisk z nogam). Razlika v telesni sestavi je bila občutna pri 2. skupini, saj je za 1,9 kg povečala pusto telesno maso. Glede količine in kakovosti vnosa B je pomembno še upoštevati količino levcina zaradi njegove vloge v povečani sintezi mišičnih beljakovin (MPS) in časovno razporeditev vnosa B med dnevom ter načrtovan vnos B pred, med in po vadbi lahko pripomore k povečani mišični hipertrofiji. ISSN priporoča, da športniki v prehrano vključijo tako sirotkine beljakovine kot kazein.

2.3.1.1 Visoko-beljakovinska dieta

Športniki in rekreativci uživajo visoko-beljakovinsko dieto zaradi številnih razlogov. Primarno zaradi pridobitve na moč in mišični masi kot tudi za hitrejšo izgubo telesne mase, boljše regeneracije po intenzivni vadbi in hitrejšega okrevanja po poškodbah. Priporočen dnevni vnos B je 0,8–0,9 g/kg/dan. Ni zadostnih dokazov, ki bi upravičevali dieto nad 2 g B/kg/dan za optimalno mišično hipertrofijo, pri restrikciji energije pa povečan vnos B lahko pozitivno pripomore k zmanjšanju telesne mase pri debelih ter ohranjanju mišične mase pri športnikih in prav tako pri debeli populaciji. Pogosto je razmišljanje, da višji vnos B pripomore k boljši toleranci zelo intenzivne vadbe. Ta domneva še ni bila podprta. Visoko-beljakovinska dieta je lahko ustrezna za nekatere športnike, vendar je treba zagotoviti zadostni vnos drugih makro- in mikrohranil za optimalno prehransko podporo intenzivne vadbe (Phillips, 2014).

Bodybuilderji (primarni cilj je prirast mišične mase) in powerlifterji (primarni cilj je napredek v maksimalni moči) že dolgo priporočajo visoko-beljakovinsko dieto, saj je učinkovita in nujno potrebna za uspeh v njihovi športni panogi. Športniki in rekreativci imajo povprečen vnos okoli 1,2–1,6 g B/kg/dan. Če bi upošteval priporočen dnevni vnos (PDV) B (0,8 g/kg/dan) za 80 kg težkega powerlifterja, bi to pomenilo 64 g B/dan. Če uživa vsak dan 3000 kcal, bi to pomenilo 8,5 % celotnega energijskega vnosa. Povprečen vnos B v zahodnem svetu (razvitem) znaša 15–16 % celotnega energijskega vnosa. Tako da so ta priporočila za powerlifterja občutno prenizka. Prenizka so tudi za športnike, kjer so potrebe po B manjše (Tipton, 2011).

Nekateri so mnenja, da je visoko beljakovinska dieta nad 0,8 g B/kg/dan. Drugi so mnenja, da je vse, kar je višje od povprečnega vnosa B (15–16 % celotnega energijskega vnosa). Inštitut za medicino v ZDA je sprejel dopustno mejo vnosa B na 10–35 % skupnega energijskega vnosa, tako da bi lahko šteli visoko-beljakovinsko dieto šele, če vnos B preseže 35 % skupnega energijskega vnosa (Tipton, 2011).

Vpliv intenzivne vadbe na povečano MPS traja 48 ur in lahko še dlje, če je seveda na voljo dosti hranil. Športniki, ki vadijo na moči, potrebujejo približno dvakrat večjo količino B od predpisane – PDV (0,8 g B/kg/dan), samo da ostanejo v NBAL. Ker to še ne privede do mišične hipertrofije, mora biti vnos za njih še višji (Burd in sod., 2010).

Leta 1907 je Chittenden dokazal, da je povečanje mišične mase možno že s samo 1 g B/kg/dan. Vadba poveča izkoriščenje AK. Zadrževanje zaužitega dušika s hrano v telesu je večja v obdobju po vadbi kot pred vadbo, tako da večji izkoristek dušika lahko posledično zniža potrebo po zauživanju še večjih količin B. Količina zaužitih B za maksimalen anabolični odziv po intenzivni vadbi je 20–25 g. Optimalni takojšnji odziv je kritičen. Potrebna je tudi časovna razporeditev vnosa B (enak časovni interval obrokov), saj moram dati telesu konstanten priliv B ves čas. Dejanski anabolni odziv je odvisen od tempiranja vnosa B, kakovosti vira B, zaužitja skupaj z drugimi hranili (vpliv na še večji anabolni odziv mišic na B), od vrste in intenzivnosti vadbe ... Zelo visoki vnosi B so nepotrebni, saj se višek B oksidira za energijo (Moore in sod., 2009).

Visoko-beljakovinska dieta se priporoča med hujšanjem. Običajno predstavlja vnos B 30 % skupnega energijskega vnosa. Levčin igra pomembno vlogo pri izgubi M in ohranjanju mišične mase. Da ne govorimo o občutku večje sitosti pri tej dieti v primerjavi z običajnimi dietami (Tipton, 2011).

Dokazali so, da je visoko-beljakovinska dieta bolje ohranjala mišično maso pri 2-tedenski strogi restrikciji energije pri dvigovalcih uteži. Skupen energijski vnos so zmanjšali za 40 %. Tip in intenzivnost vadbe se ni spremenil. Kontrolna skupina je imela običajno sestavo makrohranil, druga skupina je dvignila vnos B (2,3 g/kg/dan ali 35 % skupnega energijskega vnosa) ter izgubila veliko manj puste telesne mase kot kontrolna skupina (Mettler in sod., 2010).

Dve najpogostejši opisani negativni posledici dolgotrajnega visokega vnosa B sta disfunkcija ledvic in izguba kostne mase. Če uporabimo maksimalno hitrost sinteze sečnine in potrebe po B (PDV) za ocenitev varne doze za B, bi to pomenilo 300 g B/dan za 80 kg težkega moškega; več če upoštevamo še vpliv vadbe – povečanje MPS in NBAL. Poudariti velja, da če bomo prakticirali visoko-beljakovinsko dieto, se večina B poje preko običajne hrane ter uživa zadostno količino sadja in zelenjave (Bilsborough in Mann, 2006).

Priporočila za športnike so 0,25 g B/kg/obrok z večjim deležem B pred spanjem. Navkljub široko razširjenim prepričanjem, da visoko-beljakovinska dieta škodi delovanju ledvic, ni nobenih dokazov, ki bi podpirali to trditev. Tako menita Inštitut za medicino ZDA in tudi Svetovna zdravstvena organizacija (SZO). Phillips (2014) priporoča, da 100 kg težek športnik zaužije 4 obroke – vsak vsebuje 25 g B, pred spanjem pa še en obrok, ki vsebuje 50 g B, da nadomesti katabolne izgube med spanjem. Skupaj 150 g B oz. 1,5 g B/kg/dan. Med restrikcijo energije za ohranitev puste telesne mase naj bi bil vnos B še višji ($>2,5$ g/kg/dan). Pri restrikciji energije naj športniki zmanjšajo vnos M, saj se OH potrebuje za »boljšo« vadbo.

Ni znano, če se bo prekomeren vnos B odražal v pribitku telesnega maščevja pri aktivnih posameznikih. Antonio in sod. (2014) so raziskovali vpliv visoko-beljakovinske diete na telesno sestavo pri dvigovalcih uteži (vadba za moč) brez sprememb pri načinu vadbe. Raziskava je trajala 8 tednov. Izmerjeni so bili standardni antropometrični podatki. Udeleženci so bili moški in ženske, ki so redno vadili $8,9 \pm 6,7$ let, $8,5 \pm 3,3$ ur na teden, stari $24,1 \pm 5,6$ let, njihova višina je znašala $171,4 \pm 8,8$ cm, telesna masa pa $73,3 \pm 11,5$ kg. Sodelovalo je 11 žensk in 29 moških. Udeležencem v kontrolni skupini je bilo naročeno, naj ohranijo enake navade glede prehrane in vadbe. Udeležencem druge skupine je bilo naročeno, naj uživajo 4,4 g B/kg/dan. Preiskovanci so vsak dan vnašali svoj vnos zaužite hrane preko aplikacije MyFitnessPal® ali so vodili prehranski dnevnik na papir (vrednosti teh so naknadno izmerili preko Nutribase® programa). Da so dosegli tako visok vnos B, so uživali prehranski dopolnili – sirotkine beljakovine in kazein. Da ne bi spremenili režima vadbe, so udeleženci vodili dnevnik vadbe, kjer je bilo opisano število izvedenih vaj, serij, ponovitev in količina obremenitve. Dokazali so, da uživanje 4,4 g B/kg/dan ter pri hiperkalorični dieti ne povzroča kopičenja maščobnega tkiva pri telesno dejavnih posameznikih. Udeleženci so celo petkrat presegli PDV za B. Nenavadno je, da kljub nespremenjenemu načinu vadbe in 800 kcal viška kalorij/dan ni imelo vpliva na telesno sestavo. Vnos OH ni bil reguliran, zato so rezultati še bolj raznoliki. Ni bilo bistvenih sprememb v telesni masi ali pusti telesni masi. Nekaj udeležencev se je pritoževalo nad gastrointestinalnimi težavami in višje telesne temperature (kronično povišana zaradi termogenega učinka B). 4,4 g/kg/dan je eden izmed najvišjih zabeleženih vnosov B pri dvigovalcih uteži v znanstveni literaturi.

Športniki bi morali upoštevati vnos B v kontekstu s celotnimi energijskimi potrebami. S prevelikim vnosom B lahko izpodrinemo vnos OH, kar se lahko kaže v slabši adaptaciji telesa po vadbi in/ali zmanjšani možnosti učinkovite vadbe. Določiti se mora meja med visokim vnosom B in pretiranim vnosom B. Ta je odvisna od številnih faktorjev: količina mišične mase, intenzivnost in pogostost vadb, bazalni metabolizem, zaužitje drugih hranil, časovna razporeditev obrokov (B), starost, status treniranja (leta) itn. Največkrat je vnos nad 1,5–2,0 g B/kg/dan nepotreben. V preteklosti visoko-beljakovinska dieta ni bila nič nenavadnega. Pred pojavom poljedelstva je predstavljal delež B nad 30 % skupne E. Danes

v razvitem svetu vnos B predstavlja 15–16 % skupne E. Športniki danes delno posnemajo naše daljne prednike, kar se tiče telesne dejavnosti. Če upoštevamo, da se naš genom ni bistveno spremenil, bi lahko celo priporočili visoko-beljakovinsko dieto (Tipton, 2011).

Izraz visoko-beljakovinska dieta je lahko zavajajoča, saj teoretično nekdo, ki pojé samo 1000 kcal/dan in njegov skupni energijski vnos B predstavlja 36 %, kar pomeni le 90 g B/dan. ISSN priporoča 1,4–2,0 g B/kg/dan za telesno dejavne posameznike. Za njih je visoko-beljakovinska dieta vse, kar presega 2,0 g B/kg/dan (Antonio in sod., 2014).

2.3.1.2 Maksimalna sinteza mišičnih beljakovin (MPS)

Večja MPS je odvisna od količine B, ki jo v obroku zaužijemo. Maksimalna stimulacija naj bi bila dosežena s 30 g/obrok. Presežki beljakovinskega vnosa so podvrženi oksidacijskim procesom (Margolis in Rivas, 2015).

Pri moških srednjih let je potrebna večja količina B za povečanje miofibrilarne MPS. Preiskovanci so zaužili različne porcije: 0, 57, 113 ali 170 g kuhane mleto govedine oziroma 0, 12, 24 ali 36 g B. Največji vnos (170 g govedine = 36 g B) je rezultiral v največji MPS, oziroma še večja je bila, če je vnos sledil po težki vadbi. Če bi bili preiskovanci mlajša populacija, bi bila amplituda MPS še večja. Kontradiktorno je to, da so starejši manj občutljivi na manjše doze B kot njihovi mlajši kolegi (Robinson in sod., 2013).

Mamerow in sod. (2014) so merili 24-urno MPS v obdobju 7 dni. Skupina z enakomerno razporeditvijo B preko dneva (zajtrk $\approx$ 30 g, kosilo $\approx$ 30 g, večerja $\approx$ 30 g) je imela za 25 % večjo MPS v primerjavi s skupino z neenakomerno razporeditvijo B čez dan (zajtrk $\approx$ 11 g, kosilo $\approx$ 16 g, večerja $\approx$ 63 g), kar odraža večjo pomembnost med količino in časovnim tempiranjem vnosa B za maksimalno stimulacijo MPS. Tudi NASA razmišlja o aplikaciji le tega pri astronautih (Hackney in sod., 2015), saj v brezgravitacijskem prostoru hitreje propada muskulatura.

Pri obroku ni pomembna samo količina B, ampak tudi količina levcina za optimalno MPS, opazovano pri laboratorijskih podganah. Skupina z enakomerno porazdeljenimi količinami levcina preko dneva (3 obroki) je imela večkratno stimulacijo MPS čez dan, kar se je odražalo tudi v večji muskulaturi dvoglave mečne mišice (*musculus gastrocnemius*). Skupina z enako, vendar neenakomerno porazdeljenimi količinami levcina preko dneva (3 obroki) je imela samo eno stimulacijo MPS v dnevu in posledično manjšo muskulaturo omenjene mišice. Slednji so imeli tudi večjo maso jeter, kar kaže na njeno večjo obremenjenost. Raziskovalci so zaključili, da je količina levcina pri obroku in njegova razporeditev čez dan pomemben regulator MPS, ki lahko na dolgi rok vpliva na razmerje v telesni sestavi (Norton, 2010; Norton in sod., 2012).

2.3.2 Aminokisline z razvejano stransko verigo (BCAA)

Aminokisline z razvejano stransko verigo (BCAA: L-levcin, L-izolevcin in L-valin) se uporabljajo za (Lockwood, 2008):

- izboljšanje regeneracije;
- povečanje MPS;
- antikatabolično delovanje;
- povečanje mišične hipertrofije;
- povečanje mišične vzdržljivosti;
- mimetik inzulina (na celico ima podoben učinek kot inzulin);
- povečanje glukoneogeneze.

BCAA so primarni vir dušika za sintezo glutamina in alanina v mišici. BCAA so v visokih koncentracijah v mleku in mlečnih izdelkih. Vnos BCAA neposredno dvigne njegovo koncentracijo v plazmi in tkivih, saj BCAA zaobidejo jetra. Med vadbo in kataboličnem stanju so prve AK, ki se oksidirajo. Zato so toliko pomembnejše pri povečanju mišične mase in/ali zmogljivosti. Uživanje BCAA pred, med in po vadbi podpira MPS in zmanjša katabolizem B. BCAA so pomembne pri proizvodnji glukoze preko glukozno-alaninskega cikla. Prispevajo tudi do 40 % proizvedene glukoze med vzdržljivostno vadbo. Povečajo občutljivost celic na inzulin. Podpirajo regeneracijo po vadbi, pa vendar nimajo neposrednega učinka (povečanje zmogljivosti) na samo vadbo. Najpomembnejša AK, ki sestavlja BCAA, je levcin. Levcin naj bi bil najbolj anabolna in esencialna izmed vseh AK. Ko dodajamo BCAA, moramo poskrbeti za povečano razpoložljivost vitamina B₆ (piridoksin), saj iz njega dobimo esencialni kofaktor piridoksal-5-fosfat, ki pospeši razgradnjo (transaminacijo) BCAA. Dnevno dozo 6–20 g BCAA moramo užiti pred, med in/ali takoj po vadbi in/ali po enakomernih dozah čez dan. Na trgu obstajajo izdelki z različnim razmerjem AK. Priporoča se, uporabljeno v različnih raziskavah, razmerje levcin : izolevcin : valin = 45 % : 25 % : 30 % (Lockwood, 2008).

2.3.3 Levcin

Levcin se uporablja za (Lockwood, 2008):

- povečanje MPS;
- mimetik inzulina;
- povečanje mišične hipertrofije;
- antikatabolično delovanje;
- izboljšanje regeneracije;
- povečanje mišične vzdržljivosti.

Kopičenje dokazov daje vedno bolj vedeti, da je levcin verjetno najbolj anabolna in esencialna izmed vseh AK. Raziskave v zvezi s človeškimi infuzijami so bile prve, kjer so

identificirali potencial levcina za povečanje MPS in inhibicije katabolizma mišic. Oralno zaužitje levcina nudi podobne učinke. Levcin, izolevcin in valin niso oksidirani s strani jeter. Obidejo jetra in tako neposredno učinkujejo na plazmino in tkivne koncentracije. Določili so najnižji odmerek levcina (0,135 g/kg) 30 min pred vadbo, ki še pomembneje stimulira MPS pri stradanih podganah (Lockwood, 2008).

Koopman in sod. (2005) so pri ljudeh opazili, da OH, B in levcin bolj povečajo MPS in izboljšajo dnevno NPB kot OH ali OH+B z zaužitjem takoj po 45 min trajajoči vadbi z utežmi. Koncentracija inzulina v plazmi pri OH, B in levcinu je bila za 240 % večja v primerjavi z OH in 77 % večja kot pri OH+B.

2.3.4 β -hidroksi- β -metilbutirat (HMB)

Že 20 let nazaj so Nissen in sod. (1996) dokazali vplive HMB-ja na prirast LTM in povečanje moči pri vadbi z utežmi. V primerjavi s kontrolno skupino se jim je zmanjšala tudi koncentracija 3-metilhistidina (3MH) v urinu, ki ponazarja razgradnjo mišic (antikatabolične lastnosti).

Antikatabolični učinek HMB je njegova inhibicija sicer med vadbo povečane ekspresije ubikvitin-proteosomske poti. Preprečevanje degradacije prečno progastih mišic, ki je pogost pojav pri intenzivni vadbi, ohrani LTM ter s tem teoretično vzdržuje moč. Nissen in sod. (1996) so že dolgo nazaj dokazali antikatabolične lastnosti HMB. V raziskavo so vključili nevadečo populacijo (začetniki). Uživali so 0, 1,5 ali 3 g HMB/dan oz. približno 0, 0,02 ali 0,04 g/kg/dan. Uživali so 117 ali 175 g B/dan. V obdobju 3 tednov so izvajali vadbo z utežmi 3-krat/teden. Razgradnjo B so merili z analizo urina (merjenje 3MH). Po 1. tednu vadbe se je 3MH v kontrolni skupini povečal za 94 %, v skupini 1,5 g za 85 %, v skupini 3,0 g za 50 %. Po 2. tednu raziskave je bil nivo 3MH povečan za 27 % v kontrolni skupini, vendar pa je bil za 4 % in 15 % nižje bazalnim nivojem za 1,5 g in 3,0 g skupini. Na koncu raziskave je bil nivo 3MH pri vseh skupinah podoben. Od tod tudi teorija, da je uporaba HMB tako bolj poglobljena/učinkovita pri predhodno nevadeči populaciji (Campbell in sod., 2010).

HMB priporočajo predhodno nevadeči skupini, saj so ugotovili, da je pri vadeči in nevadeči skupini po vadbi MPS povečana pri obeh skupinah, ampak je bila razgradnja mišičnih B zaradi učinkov vadbe občutneje povečana pri predhodno nevadeči skupini. Najpogostejša dnevna doza uporabljena pri raziskavah je bila 3–6 g, razdeljena na več manjših odmerkov. Uporaba HMB pri redno vadečih ostaja vprašljiva, saj niso zaznali nobenih vidnejših sprememb glede moči in telesne sestave. Vendar obstaja že nova različica t. i. HMB-FA, ki obeta več (Phillips in sod., 1999; Wilson in sod., 2013a).

Durkalec-Michalski in Jeszka (2015) sta raziskala, da je HMB moč uporabiti pri vzdržljivostnih športih, kot je npr. veslanje. Pozitiven učinek je v povečani maksimalni aerobni moči ($VO_2\max$), kar se kaže v povečanem maksimalnem sprejemu kisika s strani telesa. Opazna sprememba je bila tudi zmanjšanje mase adipoznega tkiva (ATM). Dolgotrajna uporaba HMB ima učinek na spremembo aktivnosti testosterona in kortizola ter tudi na samo razmerje testosteron/kortizol v krvi.

HMB ima vpliv na povečanje mišične eksplozivne moči pri odbojkarjih (Molinari in sod., 2007). Dolgotrajna uporaba HMB lahko zmanjša učinek zaradi adaptacije organizma, potrjeno s strani analiz nivoja standardnih biokemijskih markerjev v krvi. PD HMB lahko promovira potrebne hormonske spremembe, odvisne v določenem časovnem okviru za razvoj pri vadbi (Durkalec-Michalski in Jeszka, 2015).

HMB lahko kaže pozitivne učinke pri začetnikih bolje kot pri redno vadeči populaciji (Phillips in Tarnopolsky, 2010).

HMB je metabolit levcina in se endogeno proizvaja v majhnih količinah. Levcin ima močan antikatabolični učinek v prečno progastih mišicah, delno zaradi njegovih dveh metabolitov: α -ketoizokaproata (KIC) in HMB. Klinična raziskava s prehranskim vnosom HMB 1,5–3,0 g/dan je pokazala zmanjšano mišično proteolizo (merjeno v urinu izločenega 3MH) in izboljšano mišično močjo pri vadbi z utežmi. Pozitivni vpliv HMB se kaže tudi pri kaheksiji, AIDS, sepsah, endotoksemiji ter pri staranju. HMB zmanjša atrofijo mišic s pospeševanjem beljakovinske sinteze in predvsem zaradi njegovega antikataboličnega učinka (inhibicije proteolize). Pripravki s HMB so lahko tudi v kombinaciji z glutaminom in argininom. HMB naj bi igral pomembno vlogo tudi pri ohranjanju mišične mase pri različnih kataboličnih stanjih – restrikcija energije (Hasselgren, 2014).

HMB naravno proizvajajo živali in ljudje iz AK levcin. Prvi korak v proizvodnji HMB je reverzibilna transaminacija levcina v KIC s pomočjo encima z razvejano stransko verigo AK transferaze. KIC se nadalje metabolizira v izovaleril-CoA preko encima verižno-razvejane α -ketokisline dehidrogenaze v mitohondriju ali pa se metabolizira v HMB v citosolu preko encima α -ketoizokaproat deoksigenaze. KIC se večinoma pretvori v izovaleril-CoA. Samo okoli 5 % levcina se pretvori v HMB. Za boljšo predstavbo bi posameznik moral zaužiti preko 600 g visokokakovostnih B dnevno, da bi dosegel zadostno količino levcina (60 g), potrebnega za 3 g HMB, kar je običajna količina uporabljena v kliničnih raziskavah. Zaužitje takšne enormne količine B je nepraktično in po nepotrebnem obremenjujoče za telo, zato se navadno dodaja HMB preko PD (Wilson in sod., 2013a).

HMB je na voljo v dveh oblikah (Wilson in sod., 2013a):

- HMB-Ca (mono-hidrirana kalcijaska sol);

- HMB-FA (free acid) = β -hidroksi- β -metilbutirična kislina.

Bolj učinkovita oblika je HMB-FA, saj so zadostne manjše količine (0,8 g HMB-FA = 1,0 g HMB-Ca). Primerjava enakih količin (1 g) obeh oblik je odražala 4x krajši čas (30 min (HMB-FA)/120 min (HMB-Ca)) in 2x višji dvig koncentracije HMB v plazmi. HMB-FA ima tudi daljši razpolovni čas v primerjavi s HMB-Ca. Pri izgubi z urinom pa ni bilo moč zaznati razlik med obema oblikama. Sprejem molekule s strani tkiva je bila za 25 % višja pri zaužitju HMB-FA, kot pri zaužitju HMB-Ca. Ker je HMB-FA novejša oblika je v večini študij, tudi v naši raziskavi, uporabljena starejša bolj poznana HMB-Ca (Wilson in sod., 2013a).

Leta 2000 so raziskali vpliv zaužitja 6 g HMB dnevno v obdobju 1 meseca. Najti ni bilo mogoče nobenih negativnih učinkov pri delovanju ledvic in jeter, vpliva na holesterol, hemoglobin, levkocite ali glukozo v krvi. Opravljeni sta bili tudi 2 metaanalizi, ki prav tako nista pokazali ničesar spornega. Dolgotrajno uživanje HMB je popolnoma varno v predpisani količini (38 mg/kg/dan) pri mladi ali starejši populaciji (Wilson in sod., 2013a).

Običajno se HMB-FA zaužije 30–60 min pred vadbo. HMB-Ca je treba zaužiti 60 min pred vadbo. Pri kombinaciji z glukozo pa je ta čas celo 2 uri pred vadbo (Wilson in sod., 2013a).

HMB se uporablja za (Lockwood, 2008):

- antikatabolično delovanje;
- povečanje mišične hipertrofije;
- izboljšana regeneracija;
- povečanje mišične moči;
- MPS.

HMB je lahko najbolj učinkovit, če se ga uživa skupaj z OH ter na restrikciji energije. Največ raziskav je narejenih na nevadeči in starejši populaciji. Na predhodno vadeči populaciji ni tako opaznejših sprememb, a je še prezgodaj govoriti, da HMB ne prispeva pozitivnih učinkov. Ker je ta populacija premalo raziskovana. Dnevno dozo 3–6 g zaužijemo takoj po vadbi oz. še boljše, odmerek razpolovimo na del pred in po vadbi (Lockwood, 2008).

Pri 2-tedenski vadbi velikega volumna je pri vadeči populaciji dopolnjevanje z HMB-FA preprečilo pretreniranost kot tudi značilna dviga kortizola in kreatin kinaze (CK), ki sta običajno povišana po težki vadbi. 20 moških povprečne starosti 21,3 let je uživalo 3 g HMB-FA/dan ali placebo. Uživali so prilagojeno prehrano v razmerju B : OH : M = 1 : 2 : 1. Testirali so moč na Wingate ergometru in maksimalno moč pri vajah počep, potisk s prsi in mrtvi dvig. Pri slednjih je upadla skupna moč (seštevek treh dvigov) po 1

tednu za 5,6 % ter po 2 tednu za 7,1 % v kontrolni skupini. HMB-FA skupina je ohranila moč tudi po 2 tednih težke vadbe (Davis in sod., 2012).

HMB-FA poveča hipertrofijo, maksimalno in eksplozivno moč pri 12-tedenski vadbi z utežmi (HIIT) in preprečuje upadanje zmogljivosti pri »overreaching« ciklu (obdobje maksimalnega »output-a«/blizu pretreniranosti) pri vadeči populaciji. Pri dvojno slepi študiji so prvih 8 tednov izvajali periodizirano vadbo moči, sledila sta 2 tedna blizu pretreniranosti in še 2 tedna zmanjšane intenzivnosti. Slednja sta skoraj negativno vplivala na kontrolno skupino glede maksimalne moči. Tega ni zaznati pri skupini, ki je uživala HMB-FA, kar je lahko pripisati učinkom HMB (Wilson in sod., 2014).

Dokazana je bila tudi uspešnost kratkotrajnega uživanja HMB-FA. 20 vadečih moških je poleg enkratne vadbe z utežmi prejelo na dan 3 g HMB-FA ali 3 g placeba. Zagotovljena je bila homogenost obeh skupin. 3 g so razdelili na tretjine in uživali doze 30 min pred vadbo, ob kosilu in ob večerji. Vsaj 3 mesece pred preiskavo niso uživali nobenih PD. Že 2 tedna pred preiskavo jim je dietetik določil dieto v razmerju B : OH : M = 1 : 2 : 1. Serološke preiskave so bile opravljene pred vadbo in 48 ur po njej. Uživali so HMB-FA še 48 ur po vadbi, skupaj 2 dneva. Opravljali so vaje, kot so počep, potisk s prsi in mrtvi dvig ... Pri vsaki vaji so opravili 3 serije z 12 maksimalnimi ponovitvami. Odmori med serijami so bili nadzorovani in so trajali 1 min. Volumen vadbe je bil izračunan kot zmnožek med številom serij, številom ponovitev in izbrano obremenitvijo (kg) pri vsaki vaji. Volumen vadbe je bil pri obeh skupinah okoli 18 000 kg, kar kaže na velik volumen vadbe. Po 48 urah je bila koncentracija CK dvakrat višja pri placebo skupini. Višja koncentracija CK po vadbi lahko odraža večji obseg mikropoškodb znotraj mišičnega tkiva, kar reflektira intenzivnost, napornost vadbe. Pogosto se vrednosti CK uporabljajo kot indikator miofibrilarne disrupcije (razdvojitve), ki ima višek 48 ur po vadbi. Kar rezultira, da je HMB-FA znižala dvig CK. HMB-FA je izboljšala tudi subjektivni občutek regeneracije, kar pomeni potencial za izboljšano zmogljivost na prihajajočih vadbah. Razgradnja miofibrilarnih B, merjeno kot razmerje 3MH : kreatinina, je po 48 urah stagnirala v placebo skupini, vendar bila nekoliko nižja v HMB-FA skupini. Med skupinama ni bilo zaznati sprememb v koncentraciji skupnega in prostega testosterona ali pri vrednostih kortizola. Za pospešitev regeneracije po visoko-intenzivni vadbi velikega volumna Wilson in sod. (2013b) priporočajo zaužitje HMB-FA 30 min pred vadbo.

2.3.5 Kreatin

V našem telesu se 95 % kreatina nahaja v skeletnih mišicah in srčni mišici. Največ ga dobimo z zaužitjem mesa, rib in drugih animalnih živil. Endogeno se sintetizira v trebušni slinavki, ledvicah in jetrih iz AK glicina, arginina in metionina 1–2 g/dan. Znanstveni komite za hrano je zaključil, da je zauživanje do 3 g/dan dodanega kreatin monohidrata

(CrM) visoke čistost (99,95 %), kar je podobno dnevni pretvorbi kreatina v telesu, malo verjetno za kakršnokoli zdravstveno tveganje (EFSA, 2004).

Če bi hoteli dobiti optimalni vnos kreatina, bi morali dnevno zaužiti večje količine mesa (cca. 1 kg). Zato posežemo raje po PD. Seveda vpliva tudi na to, kakšno izhodiščno vrednost kreatina imamo, preden posežemo po dopolnjevanju s kreatinom. Vegani so tako v prednosti pred omnivori glede uživanja CrM kot PD, saj ne uživajo animalnih živil, kjer najdemo večje koncentracije kreatina kot v ostalih živilih. Različni so odzivi uporabe kreatina pri ljudeh, največkrat zaradi različnih bazalnih nivojev kreatina.

Pri šprinterjih prevladujejo anaerobni (alaktatni in laktatni) energijski procesi. Ko koncentracija ATP pade pod 70 %, kreatin fosfat (CrP) z encimom CK prenese fosfatno skupino na ADP, s tem se regenerira ATP. Večja je koncentracija CrP v celici, dlje časa nam je zagotovljena energija. Šprinterji lahko posledično hitreje napredujejo pri maksimalnih obremenitvah, saj lahko izvajajo bolj naporne vadbe, kar vodi do izboljšanja športnikovih zmogljivostih (Kreider in Jung, 2011).

Z vnosom kreatina povečamo koncentracijo intramuskularnega skupnega kreatina in CrP. Posledično se nam poveča ICW, kar je ena izmed anabolnih lastnosti. Večja je razpoložljivost teh dveh molekul, večji je lahko doprinos energije med vadbo z utežmi. Teoretično naj bi povečanje razpoložljivosti intramuskularnega CrP povečalo celični bioenergetski cikel fosfatnega sistema, ki predstavlja primarno gorivo HIIT-vadbe. Kreatin je eden izmed bolj preučevanih PD v športu. Večina, skoraj 70 % vseh raziskav o učinkovitosti kreatina, njegovo uporabo podpira. Pri preostanku raziskav pa je večinoma razlog nezadostno povečanje koncentracije kreatina v mišici, saj so pri vseh raziskavah, kjer so ugotovili izboljšane telesne sposobnosti, pogosto korelirajo (soodvisne) s prejšnjim dejstvom (s povišano koncentracijo mišičnega kreatina). Na trgu obstajajo različne oblike kreatina (CrP, kreatin etil ester ...). Vendar po raziskavah ne nudijo nobenih dodatnih učinkov, kot jih nudi tradicionalni in cenovno ugodnejši CrM. Je pa res, da je pri kreatinu problem topnost (v vodi). Mogoče tudi zaradi tega industrija preizkuša vedno nove oblike kreatina (Campbell in sod., 2010).

Ena izmed različic je tudi mikroniziran CrM, ki naj bi imel boljšo topnost in s strani telesa boljši sprejem. Prezgodaj je še govoriti o tem, saj še ni bil dovolj raziskan in tudi proizvajalec nas ne bo prepričal s samo dražjo ceno izdelka.

V literaturi najdemo več različnih načinov doziranja kreatina. Najpogosteje najdemo, da ločimo fazo nalaganja, kjer 20 g kreatina oz. 0,3 g/kg/dan razdelimo v 4 enake odmerke (4 x 5 g) in jih čez dan enakomerno porazdelimo v obdobju približno 5 zaporednih dni. Sledi ji faza vzdrževanja 2–5 g kreatina oz. 0,03 g/kg/dan v obdobju več tednov oz. mesecev (Campbell in sod., 2010).

Tak način naj bi hitreje nasičil mišice s kreatinom. Hultman in sod. (1996) so priporočali enostavnejši način, kjer dnevno dozo 3 g kreatina zaužijemo vsaj 4 tedne. Pri obeh načinih je po 4 tednih nasičenost s kreatinom s strani telesa podobna.

Nekateri so preobčutljivi na kreatin in ob večji količini kreatina občutijo nelagodje v gastrointestinalnem traktu (GIT); tistim se priporoča, da preskočijo fazo nalaganja ter preidejo direktno v fazo vzdrževanja (Kim in sod., 2011).

Zakaj bi sploh prenehali z doziranjem kreatina? Morda, ker po določenem času ni več opaznega učinka pri vadbi. Veliko je člankov o dolgotrajni uporabi kreatina. Kreatin najdemo v mesu, zato se pojavi vprašanje, zakaj bi bila njegova uporaba sporna (Galvan in sod., 2016; Jäger in sod., 2011; Kim in sod., 2011).

Pridobitev na mišični masi je rezultat večjega impulza/stimulusa pri vadbi zaradi povečane razpoložljivosti CrP in povečane sinteze ATP. Dosežemo lahko večji impulz/stimulus pri vadbi, ki se odraža v več mikropoškodbah mišice, kar lahko v ustreznih pogojih (optimalna prehrana, počitek ...) privede do hipertrofije in hiperplazije mišic. Znanost je potrdila uporabo kreatina pri več športih, kot so ameriški nogomet, hokej, squash ipd. Kvantiteta kliničnih raziskav s pozitivnimi učinki uporabe kreatina odraža dejstvo, da je kreatin eden izmed najbolj učinkovitih ergogenih (poveča storilnost) PD pri športih moči (Campbell in sod., 2010).

Arazi in sod. (2015) so pri ljudeh, ki izvajajo HIIT vadbo ugotovili, da je že 5 dnevno dopolnjevanje s CrM dovolj za povišano koncentracijo testosterona in zmanjšano koncentracijo kortizola, merjeno v mirovanju 1 dan po vadbi. Opaženo je bilo tudi minimalno zmanjšanje v krvnem tlaku v primerjavi s placebo skupino.

ISSN opredeljuje kreatin kot učinkovito ergogeno PD na voljo športnikom z željo povečanja (Campbell in sod., 2010; Rahimi in sod., 2015; Arazi in sod., 2015):

- maksimalne moči;
- eksplozivne moči;
- hitrost pri sprintu;
- števila delovnih serij pri vadbi za maksimalno moč oz. kapacitete vadbe;
- mišičnega premera;
- anabolnega hormonskega odziva.

Z uporabo kreatina utegnemo zmanjšati z vadbo povzročene mikropoškodbe mišic. Na tem področju so še vedno potrebne raziskave o vlogi kreatina na (Deminice in sod., 2013; Kim in sod., 2015):

- zmanjšan vnetni odziv;
- zmanjšan oksidativni stres;

- povečanje delovanja kalcijske črpalke;
- proliferacijo in diferenciacijo satelitskih celic.

2.3.6 Nitrati

Zadnje čase se priljubljenost nitrata povečuje. Nitrati (NO_3) so vedno bolj izpostavljeno kot hranilo pri vzdržljivostnih športih. Učinek kažejo pri znižanju aerobne kapacitete (VO_2max) med vadbo. Največkrat se kot vir nitrata omenja sok rdeče pese, sok granatnega jabolka, korenčkov sok, ohrovt ... Za še večji učinek se priporoča hkratna izpostavljenost kože UVB-sevanju (vitamin D), saj to še poveča razpoložljivost nitrata za metabolne procese (Penca, 2015).

Nitrati (NO_3), ki se v ustni votlini preko encimov reducirajo v nitrite (NO_2), se na koncu metabolizirajo v funkcionalno obliko dušikovih oksidov (NO). NO je odgovoren za vazodilatacijo, povečan krvni pretok – povečan dotok hranil (Ormsbee in sod., 2013).

Kratkotrajajoče dopolnjevanje z nitrati (sok rdeče pese) lahko izboljšajo zmogljivost HIIT vadbe, kjer so časovni odmori med serijami kratki, saj dvigne nivo NO_2 v krvi. Wylie in sod. (2016) so ugotovili, da je pri 24 6-sekundnih šprintov z vmesnimi 24-sekundnimi odmori pri prvih 6 šprintih vidnejši napredek v primerjavi s placebo skupino. Napredek ni bil zaznan pri dlje trajajočih šprintih (30–60 s).

Uporaba soka rdeče pese lahko pri vadbi podaljša čas do izčrpanosti ter zmanjša porabo kisika (VO_2). Zmanjša padanje koncentracije CrP in poveča učinkovitost oksidativne fosforilacije med vadbo (Ormsbee in sod., 2013).

Metaanaliza randomiziranih kliničnih študij je pri odraslih pokazala, da lahko sok rdeče pese pomembneje zniža sistolični (zgornji) krvni tlak (Siervo in sod., 2013).

2.3.7 Citrulin

Citrulin je prekurzor arginina. Obe molekuli igrata pomembni vlogi pri imunskem odzivu med vnetnimi stanji. Vzdrževanje razpoložljivost arginina med vnetjem je odločilne narave. Verjetno najboljše s povečanjem koncentracija citrulina in vzdrževanjem zadostne encimske funkcije med vnetnimi pogoji. Ledvična odpoved lahko omejuje proizvodnjo arginina *de novo* iz citrulina. Med sepsa in endotoksemijo je razpoložljivost citrulina zmanjšana, kar se odraža na nizki koncentraciji plazemskega arginina. S PD citrulin lahko zopet ustvarimo ravnotežje med proizvodnjo, metabolizmom arginina in s pospeševanjem proizvodnje NO itd. Med vnetnimi pogoji PD citrulin poveča plazemske koncentracije citrulina in arginina. Oralni vnos citrulina pri endotoksemičnih podganah se je odražal v

višjih plazemskih koncentracijah arginina, v primerjavi z vnosom arginina, kar naredi citrulin kot učinkovitejši PD kot arginin med vnetjem (Wijnands in sod., 2012, 2015).

Citrulin se uporablja za (Lockwood, 2008):

- povečanje sinteze ATP;
- povečanje aerobne energije;
- povečanje NO;
- povečanje sinteze B;
- povečanje hitre moči.

Za odložitev mišične utrujenosti in povečanje resinteze ATP se priporoča citrulin malat v dnevni dozi po 6 g (Lockwood, 2008).

Citrulin je novodobno PD. Ime citrulin izhaja iz besede »citrullus«, kar v latinščini pomeni lubenica. Prednost citrulina pred argininom je v tem, da arginin jetra hitro razgradijo s pomočjo encima arginaze, s tem zavrejo proizvodnjo dušikovega oksida (NO), citrulin jetra ne razgradijo, kar mu omogoča prost transport do tkiv, kjer s pretvorbo v arginin bolj poveča koncentracijo arginina, kot arginin sam. Arginin je odporen za povečanje koncentracije NO. NO je odgovoren za okrepljen pretok krvi v mišicah. Citrulin v ciklusu urea (sečnine) odstranjuje amonijak. Pri vadbi se v mišicah kot stranski produkt pojavi amonijak, kar znižuje storilnost mišic. Zato se poslužujemo uporabe citrulina. Citrulin posledično znižuje krvni tlak (vazodilatacija) ter koristi postoperativnim bolnikom (povečan pretok krvi). Pri jemanju citrulina med vadbo kasneje občutimo utrujenost zaradi odstranjevanja laktata. Zaradi citrulina je v obdobju 48 ur po vadbi zaznati manjšo mišično razbolelost (»muskelfiber«). Pri športnikih z bolj občutljivimi prebavili citrulin preprečuje mikropoškodbe tankega črevesja med telesno dejavnostjo zaradi okrepljenega krvnega pretoka (Hamilton, 2015b).

PD na citrulinski osnovi je bolj učinkovito v primerjavi s PD na argininski osnovi, kar se tiče vazodilatacije in krvnega pretoka (Moon in sod., 2015).

Suzuki in sod. (2016) so raziskovali vpliv L-citrulina na povečanje športnikove zmogljivosti. Pri dvojni slepi študiji je 22 vadečih moških 8 dni zaporedoma uživalo bodisi 2,4 g L-citrulina bodisi placebo. Na osmi dan so opravili časovno testiranje na 4 km razdalji na cikličnem ergometru. Preiskovani skupini se je izdatno povečala koncentracija L-arginina. V povprečju so potrebovali za 1,5 % krajši čas za dokončanje testa v primerjavi s kontrolno skupino. Opravili so več dela ter tudi subjektivni občutek mišične utrujenosti je bil manjši.

2.3.8 β -alanin

β -alanin (beta-alanin ali beta-Ala) se uporablja za (Lockwood, 2008):

- povečanje mišične hipertrofije;
- povečanje hitre in maksimalne moči;
- kot vlogo pufra (akumulirani H^+/H_3O^+ ionov);
- antikatabolični učinek.

β -alanin je naravno prisotna beta-AK. Vlogo igra tudi kot komponenta pantotenske kisline (vitamin B₅). β -alanin in β -AK taurin tekmujeta za enake receptorje. Večji vnos β -alanina lahko povzroči zmanjšan sprejem taurina s strani možganov, miokardiuma in mišic. Zaželeno je tudi dodajanje taurina, če že dodajamo β -alanin. Z dodajanjem β -alanina lahko pride do alergično podobne reakcije, saj se β -alanin pretvori v karnozin, ki je potreben, da se sprost histidin, s tem se posledično poveča koncentracija histamina. Kot vlogo pufra se priporoča užiti 60 min pred vadbo, na prazen želodec 3,2–6,4 g β -alanin/dan (Lockwood, 2008).

Glavni pomen dodajanja β -alanina je povečati intramuskularno koncentracijo karnozina preko encima karnozin sintaze.



Dipeptid karnozin je sestavljen iz β -alanina in histidina. Karnozin deluje kot pufer, antioksidant in regulira mišično kontraktilnost. Največji potencial pri anaerobni vadbi predstavlja njegova vloga pH pufra. Pri intenzivni vadbi se kot stranski produkt proizvaja mlečna kislina, ki zniža vrednost pH. Karnozin deluje kot pufer, ki nevtralizira oz. zmanjša učinek mlečne kisline na intramuskularni pH. Če bi oralno zaužili karnozin, bi ga v krvni plazmi encim karnozinaza hitro hidroliziral. Zato zauživamo β -alanin in histidin ločeno, saj ko sta transportirana v skeletne mišice, se resintetizirata v karnozin. β -alanin dodajamo zaradi njegovega večjega vpliva na tvorbo dipeptida. V obdobju 1 meseca pri dnevni dozi 4–6 g β -alanina je bilo ugotovljeno povečanje intramuskularne koncentracije karnozina za cca. 60 %. Pri kliničnih raziskavah je dnevna doza β -alanina segala 2,4–6,4 g/dan. Dnevno dozo so razdelili tudi do 8 manjših odmerkov. Običajno so bile uporabljene četrtinke dnevne doze, tj. po 1,6 g na odmerek. Za določitev optimalnega vnosa β -alanina so potrebne še nadaljnje raziskave (Campbell in sod., 2010).

Obstajajo študije, ki podpirajo uporabo β -alanina, in tudi tiste, ki ne. Hoffman in sod. (2008) so raziskali uporabo β -alanina pri igralcih ameriškega nogometa na univerzi. Pri dvojno slepi študiji so v obdobju 30-ih dni dnevno zaužili 4,5 g β -alanina. Anaerobno zmogljivost so merili s 60-sekundnim Wingate testom in s tremi 200-jardnimi (cca. 182 m; jard = 0,9143 m) šprinti z vmesnimi odmori po 2 min. Opaznih razlik v anaerobni

zmogljivost med skupinama ni bilo moč zaznati. Pri vaji potisk s prsi je bilo zaznati večje število serij (večji volumen vadbe) v primerjavi s placebo skupino. Na splošno so pri β -alanin skupini zaznali večje število opravljenih serij pri vseh vajah vadbe z utežmi. Imeli so tudi manjši občutek utrujenosti.

Kendrick in sod. (2008) tudi niso zabeležili pomembnih razlik med β -alanin in kontrolno skupino. Njihova raziskava je trajala 10 tednov. Vključevala je 26 zdravih vietnamskih študentov, ki predhodno niso izvajali vadbe z utežmi. Med raziskavo so 4-krat/teden vadili pod obremenitvijo. Izmenjavala sta se vadba za spodnji del telesa z vadbo za zgornji del telesa. Merili so (celokupno telesno) moč in spremembe v telesni sestavi. Dnevni vnos β -alanina je bil 6,4 g. Kot že rečeno, pomembnih razlik v moči udeležencev in sprememb v telesni sestavi ni bilo zaznati.

Naslednja raziskava zagovarja uporabo β -alanina. Dvojno slepa študija je vključevala 8 telesno dejavnih moških. Izvajali so HIIT-vadbo na kolesu. Začetna doza β -alanina je bila 4 g/dan, ki se je dvignila do 6,4 g/dan v 10. tednu. Po 10 tednih se jim je koncentracija povečala za 80 %, z nobeno spremembo v koncentraciji karnozina v kontrolni skupini. Na koncu raziskave so v β -alanin skupini opravili za 16 % več skupnega dela kot na začetku (Campbell in sod., 2010).

2.3.9 Glutamin

Glutamin se uporablja za (Lockwood, 2008):

- antikatabolično delovanje;
- povečanje mišične hipertrofije;
- podporo imunskega sistema (»hrana levkocitom«);
- izboljšanje integritete črevesja (»hrana enterocitom«);
- povečanje resinteze glikogena;
- izboljšanje regeneracije.

Glutamin je tudi prekursor glutationa, ki je eden izmed pomembnejših antioksidantov v telesu (Lamprecht, 2015).

Glutamin je najbolj prevladujoča prosta AK v plazmi in ena izmed prevladujočih AK v mišicah. Je pogojno esencialna AK. To pomeni, da jo telo lahko samo proizvede. Vendar ne v zadostnih količinah med vadbo, kar pomeni, da je primanjkuje med vadbo. Glutamin je treba dolgotrajno dopolnjevati v večjih dozah, tj. ≥ 20 g/dan, da bo učinkovit v ohranjanju dnevnega NPB in podpori imunskemu sistemu. Glutamin zaužijemo takoj po vadbi oz. v enakomernih odmerkih čez dan (Lockwood, 2008; Smith in sod., 2009).

2.3.10 Kofein

Kofein je najbolj množično vsakodnevno uporabljeno poživilo. Je diuretik, zato se ob uporabi priporoča povečano zauživanje vode. Kofein vpliva na povečano delovanje centralnega živčnega sistema. Vpliv kofeina se kaže v (Lipovšek, 2013; Davis in Green, 2009):

- povečani mentalni pozornosti;
- zmanjšani percepciji za napor in bolečino;
- povečanju frekvence srčnega utripa in tlaka;
- diuretičnih lastnosti;
- povečanju razgradnje MK (ohranjanje glikogenskih zalog).

Kofein se uporablja v vzdržljivostnih športih, kjer se soočamo z dolgotrajnim naporom in kjer so učinki kofeina še kako zaželeni. Vedno bolj se ga uporablja tudi pri športih moči (Davis in Green, 2009).

Enkratni vnos kofeina do 200 mg (3 mg/kg) oz. vnos do 400 mg kofeina preko celega dne ne predstavlja nobenega zdravstvenega tveganja za zdrave odrasle (EFSA, 2015).

Visoke doze kofeina lahko privedejo do negativnih stranskih učinkov, kot so anksioznost, živčnost, povečanje diureze, diareja, povišan krvni tlak in nespečnost (Dubnov-Raz in sod., 2011; Mohr, 2008).

Svetovna antidopinška organizacija (WADA) dovoljuje uporabo kofeina v športu, vendar vrši monitoring program za odkrivanje vzorcev zlorab. Kofein je učinkovitejši, če se ga namesto kave zaužije v obliki kapsul, tablet ali praška. Večina raziskav priporoča zaužitje 60 min pred vadbo zaradi optimalne absorpcije, vendar ta čas lahko skrajšamo na 15–30 min pred vadbo, saj so učinki že zaznavni. Zabeleženih ni nobenih večjih koristih pri doziranju ≥ 9 mg/kg. Mednarodni olimpijski komite (IOC) ima 12 μ g kofeina/mL urina za še dopustno mejo. V praksi bi za to morali zaužiti kofein v količinah 9–13 mg/kg ali 6–8 skodelic kave (Goldstein in sod., 2010).

2.3.11 Vitamin D

Priporoča se uživanje vitamina D₃ ali holekalciferola (animalna živila) kot vitamina D₂ ali ergokalciferola (rastlinska živila), saj je biološko učinkovitejša oblika. Dejavniki, ki vplivajo na zmanjšano endogeno sintezo vitamina D (Dahlquist in sod., 2015):

- živeti na področju z večjo geografsko širino ($\geq 32^\circ$; ki so bolj oddaljeni od ekvatorja);
- nižja nadmorska višina;
- oblačno podnebje;

- gostejši ozonski plašč zaradi onesnaženja;
- temnejša pigmentacija kože;
- večja masa adipoznega tkiva;
- višja starost (starostniki);
- uporaba sončne kreme.

Vedno več je raziskav, da je koncentracija vitamina D pri mnogo atletih nezadostna (slab status vitamina D pri atletih). Koncentracija vitamina D je najnižja pozimi zaradi nezadostnega izpostavljanja soncu. Majhne vrednosti vitamina D so povezane s slabšim delovanjem mišic, zmanjšano regeneracijsko sposobnostjo, slabšim delovanjem imunskega sistema, slabšo strukturo kosti in celo s poslabšanjem kardiovaskularnih funkcij (Owens in sod., 2015).

Višje vrednost vitamina D imajo ergogene učinke na športnikovo zmogljivost in regeneracijo. Vitamin D potencialno lahko vpliva na povečanje velikosti in števila mišičnih vlaken tipa 2. Pri posameznikih z nezadostnim vnosom vitamina D so odkrili, da je imel dodan vitamin D pozitiven učinek na mišično moč (Dahlquist in sod., 2015).

Z vitaminom D se dopolnjujejo tudi astronauti, saj niso izpostavljeni UV-sevanju, ker so vedno v vesoljskih skafandrih ali kako drugače zaščiteni (Hackney in sod., 2015).

Smith in sod. (2005) so ugotovili, da kljub dopolnjevanju z vitaminom D (10 µg) med daljšim obdobjem v vesolju 128–195 dni, se je astronautom serumska koncentracija 25-hidroksiholekalciferola na koncu odprave vseeno zmanjšala za 25 %.

Problem v vesolju predstavlja tudi izguba kostne in mišične mase, ki bi ga lahko zmanjšali z dopolnjevanjem vitamina D in uvedbo telesne vadbe na visoko specializirani aparaturni opremi (Smith in Zwart, 2008; Hackney in sod., 2015).

Hormonsko aktivna oblika 1,25–dihidroksivitamina D₃ (kalcitriol) ima ključno vlogo v telesu, saj regulira preko 900 genskih kombinacij. Verjetno je, da koncentracija vitamina D, višja od normalnih vrednosti (do 100 nmol/L), zmanjša regeneracijski čas po vadbi, poveča moč in proizvodnjo testosterona. Vsak od napisanih dejavnikov lahko potencialno vpliva na športnikovo zmogljivost. Vitamin D se priporoča uživati skupaj z vitaminom K, ki vpliva na arterijsko kalcifikacijo in ima preventivni učinek na predoziranje z vitaminom D. Možno je, da uživanje nad 100–125 µg vitamina D/dan, v kombinaciji 50–1000 µg vitamina K/dan lahko pomaga pri športnikovi zmogljivosti (Dahlquist in sod., 2015).

Pretreniranost je lahko tudi posledica obdobja prevelikega vnetja (posledica visoko intenzivne vadbe). Pri športnikih lahko optimalni nivo vitamina D (50 ng/mL) zmanjša

vnetje in bolečino, poveča MPS, moč, kapaciteto vadbe ter telesno zmogljivost. Nacionalna akademija znanosti (NAS) je objavila zgornji in še varni vnos vitamina D₃, ki za odrasle predstavlja 4000 IU (100 µg)/dan. Alternativni in enostavnejši način za vzdrževanje zadostnega nivoja vitamina D dlje časa je zaužitje 50.000 IU (1,25 mg) 1–2-krat na mesec (Shuler in sod., 2012).

Stanje vitamina D v telesu opišemo z različnimi vrednostmi serumske koncentracije 25-hidroksivitamina D₃ (kalcidiol) kot (Owens in sod., 2015):

- pomanjkanje (<30 nmol/L);
- nezadostno koncentracijo (<50 nmol/L);
- zadostno koncentracijo (>50 nmol/L).

Pomanjkanje in nezadostna koncentracija vitamin D je široko razširjena med atletsko populacijo po svetu. Pri mladih atletih s pomanjkanjem vitamina D so doze 125 µg vitamin D/dan izboljšale čase pri 10 m šprintih in pri skoku v višino. Pri atletih s hudim pomanjkanjem vitamina D (<15 nmol/L) so z dodajanjem 500 µg vitamina D₃ vsak drugi dan v obdobju 10–12 tednov popravili serumsko koncentracijo kalcidiola (> 100 nmol/L). Atletom so se izboljšali razpolovni (regeneracijski) časi CrP mišice meč (*musculus soleus*), saj so raziskovalci z magnetnoresonančno spektroskopijo zaznali povečano oksidativno delovanje mitohondrija (Owens in sod., 2015).

2.4 NAČIN IN REŽIM VADBE

Glavni impulz, ki spodbudi hormonski sistem, je vadba. Daleč najpomembnejši dejavnik za povečanje mišične mase in moči je vadba (z utežmi). Celo v stanju posta (na tešče) vadba poveča zadrževanje beljakovin v telesu (Phillips in Tarnopolsky, 2010).

Ciklizacija in načrtovanje vadbe sta potrebi za njeno progresijo. Pristop k vadbi bo optimalen, ko bo izkoriščen spekter vseh metod (hipertrofija, moč, hitra moč) (Lipovšek, 2013).

Koncept periodizacije za vadbo moči je prvi vpeljal ruski znanstvenik Leonid Matveyev leta 1972. Od takrat jo je vedno več športnikov vpeljalo v svoj trenažni proces (McArdle in sod., 2010).

Vadbo moči lahko izvajamo kot periodizacijo med hipertrofijo, maksimalno in hitro/eksplozivno močjo. Vse to z namenom končnega prenosa na specifično moč, ki je različna pri vsaki atletski disciplini (Bompa in Buzzichelli, 2015).

Pri začetnikih, ukvarjajočih z vadbo moči, je pridobitev na moči delno posledica hipertrofije delno tudi zaradi adaptacije živčnega sistema, ki aktivira več motoričnih enot

mišice. Začetnikom pogosto manjka motoričnih spretnosti in mišične koordinacije. Za začetnike so primerne kompleksne, ne pa izolacijske vaje (Bompa in Buzzichelli, 2015; Hulmi in sod., 2015).

Za učinkovito treniranje moramo upoštevati tri temeljne principe: specifičnost, preobremenitev in napredek. Pri vadbi z utežmi so možni štiri fiziološki odzivi glede na način/cilj vadbe: eksplozivna moč (hitrost), maksimalna moč, hipertrofija (povečuje se tudi moč) in vzdržljivost (v moči). Pri izbiri vaj lahko nastane dilema, saj je treba izbrati tiste, ki najbolj posnemajo aktivnosti specifične panoge športa, posnemajo vzorce gibanja telesa in udov (Baechle in Earle, 2008).

Upoštevati moramo mišično ravnotežje agonistov in antagonistov. To so nasprotujoče se mišice oz. mišične skupine in ob pojavu neenakosti v mišični moči med mišicama oz. mišičnima skupinama je treba ustrezno prilagoditi vadbo, da se neenakosti popravijo (primer mišic v podlahti: mišice iztegovalke prstov/mišice upogibalke prstov). Mišično ravnotežje ne pomeni nujno premagovanja enake sile nasprotujočih mišic, ampak enako razmerje v moči, hitrosti, vzdržljivosti ene mišice oz. mišične skupine sorazmerno z drugo mišico oz. mišično skupino. Poglejmo si primer mišic stegna, saj je nožnim bicepsom v primerjavi z nasprotujočim kvadricepsom (štiriglava nožna mišica) že v osnovi manjša mišica in se potencialno ne bo nikoli mogel razviti do take mere kot kvadriceps (Baechle in Earle, 2008).

Na pogostost vadbe najbolj vpliva športnikov status treniranja (psihofizična predpripravljenost). Običajno so to tri vadb na teden, kar omogoča zadovoljivo regeneracijo v obdobju med končano vadbo in začetkom naslednje vadbe. Ko se športnik adaptira na določeno število vadb, je primerno tudi povečati na 4, 5, 6, 7 vadb na teden. Splošno pravilo pa velja, da je vsaj 1 dan premora oz. ne več kot 3 dni. Bolje pripravljeni atleti lahko povečajo število vadb z uporabo »split routine« (split vadba), kjer so različne mišične skupine trenirane na različne dni. Primer: upper/lower body oz. določeno mišično področje (prsa, rame, triceps ali hrbet, biceps ali »sprednje« noge ali »zadnje« noge). Pri takem načinu vadbe lahko vadimo vsak dan, saj se lahko druga mišična skupina spočije (Fleck, 2008).

Atleti pri vadbi maksimalne moči potrebujejo daljši čas regeneracije med vadbami. Zmožnost pogostejših vadb je mogoča z vključevanjem lažjih in težjih vadbenih dni (Baechle in Earle, 2008).

Vaje za moč, kot so počep, mrtvi dvig in potisk s prsi, kjer sodeluje več mišičnih skupin hkrati, naj bi se izvajale med prvimi vajami vadbe, oz. najprej treniramo večje mišične skupine nato manjše, npr. hrbet, roke, saj večje mišične skupine rabijo dalj časa, da se

utrudijo kot manjše. Če bi npr. začeli z rokami, bi vaje za hrbet težka opravljali, saj roke sodelujejo zraven (Baechle in Earle, 2008).

Krožna vadba (ang. circuit training) je primerna za tiste s pomanjkanjem časa. Navadno se izmenjujeta vaja za zgornji del telesa in vaja za spodnji del telesa, s kratkimi vmesni odmori (20–30 s). Služi predvsem za izboljšanje kardiorespiratorne vzdržljivosti (Baechle in Earle, 2008).

Iz preglednice 1 so razvidne splošno uveljavljene smernice za dolžino počitka med delovnimi serijami glede na ciljni tip vadbe.

Preglednica 1: Počitek med serijami (splošno) (Baechle in Earle, 2008)

Cilj vadbe	Dolžina počitka med serijami
Moč	2–5 min
Hipertrofija	30–90 s
Vzdržljivost	≤ 30 s

3 MATERIAL IN METODE

V empiričnem delu smo primerjali skupini rekreativcev (14) in atletov (10) med 4-tedensko vadbo. Po vsaki končani vadbi je 10 od 14 rekreativcev uživalo PD Ensure Plus. Vsi atleti (šprinterji) so uživali PD Ensure Plus Advance. Poleg priporočene prehrane rekreativci drugih PD niso uživali. Atleti so obdržali svoj običajen način prehranjevanja, vključno z ostalimi PD. Največkrat so uporabljali PD Ultragen proizvajalca First Endurance.

Vsak preiskovanec je na začetku dobil komplet navodil (priloga A), da se je seznanil z namenom in potekom raziskave.

Kandidati so se na informativnem srečanju seznanili in strinjali z navodili za vadbo, ki mdr. določajo, da so udeleženci prihajali na vadbo spočiti, prehranjeni (2–3 ure je minilo med zadnjim večjim obrokom in začetkom vadbe), hidrirani ter mentalno fokusirani na samo vadbo. Podrobnosti o navodilih so predstavljene v prilogi A.

Preiskovanci so podpisali informirani pristanek, da prostovoljno pristopijo k raziskavi in se držijo protokola raziskave. Uporabili smo neinvazivno metodo, ki temelji na bioelektrični impedanci (Body Composition Monitor, Fresenius Medical Care). Preiskovanci so uživali klinično preverjena PD (bodisi Ensure Plus bodisi Ensure Plus Advance, Abbott Laboratories, d. o. o.). Zaradi varstva osebnih podatkov bo identiteta preiskovancev ostala anonimna.

Rekreativce smo pridobili s pomočjo oglasa za subvencionirano mesečno karto na Facebookovi spletni strani Fitnes centra gimnazije Šiška v Ljubljani. Atlete šprinterje smo večinoma dobili med člani Atletskega društva Mass v Ljubljani.

Analizirali smo spremembo telesne sestave pri rekreativcih in atletih po 4-tedenski vadbi. Prav tako smo primerjali napredek v maksimalni moči med obema skupinama. Rekreativci so opravili 10 vadbenih enot. Atleti so opravili najmanj 12 vadbenih enot. Na koncu smo ovrednotili še optimalno podporo vadbi – prehrano, kjer smo preko 3-dnevnega prehranskega dnevnika izračunali povprečen dnevni vnos energije in pomembnejši hranil.

Pri kontrolni skupini so dobro polovico (57 %) sestavljali začetniki (št. 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12 in 13), slabo polovico (43 %) so sestavljali kandidati, ki so že imeli nekaj izkušenj s fitnesom, tj. so vadili že vsaj eno leto (št. 1, 2, 3, 6, 9 in 14). Pet od desetih preiskovancev kontrolne skupine, ki je uživalo PD Ensure Plus, je bilo začetnikov.

Preiskovano skupino je sestavljalo osem atletov (št. 15–22) in dva powerlifterja (št. 23 in 24), ki so imeli samostojen načrt vadbe pod vodstvom lastnih trenerjev. Vsi atleti so na

profesionalnem oz. polprofesionalnem nivoju. Atleti so izvajali še področno specifične vaje glede na njihovo atletsko disciplino. Pri atletih je poudarek predvsem na hitri (eksplozivni) moči, saj skupino sestavljajo atleti šprinterji. Podrobnosti o načrtu vadbe so razložene v poglavju Vadbeni protokol.

3.1 MATERIAL

3.1.1 Predstavitev vzorca

Udeleženci kontrolne skupine (rekreativcev) so bili moški, stari 17–40 let. Udeleženci preučevane skupine (atleti) so bili moški in ena ženska, stari 19–28 let. Preglednica 2 nam prikazuje antropometrične podatke preiskovancev. Pri atletih smo vzeli za povprečje 9 atletov, saj je atlet 18 sredi raziskave prenehal vaditi. Povprečna starost rekreativcev je $26,30 \pm 6,80$ let. Povprečna starost atletov je $21,33 \pm 2,92$ let. Starost preiskovancev je malenkost na strani atletov, saj so atleti v povprečju 5 let mlajši od rekreativcev. Povprečna višina pri obeh skupinah se ne razlikuje ($1,82 \pm 0,05$ m $\approx 1,82 \pm 0,08$ m). Povprečna telesna masa rekreativcev je $83,20 \pm 11,72$ kg. Povprečna telesna masa atletov je $79,89 \pm 10,75$ kg.

Preglednica 2: Antropometrične (Fizikalne) karakteristike preiskovancev

	$\bar{x} \pm SD$	
	Rekreativci (n = 10)	Atleti (n = 9)
Starost (leta)	$26,30 \pm 6,80$	$21,33 \pm 2,92$
Višina (m)	$1,82 \pm 0,05$	$1,82 \pm 0,08$
Telesna masa (kg)	$83,20 \pm 11,72$	$79,89 \pm 10,75$
ITM	$25,17 \pm 2,84$	$23,97 \pm 2,81$
Telesna maščoba (%)	$19,22 \pm 6,83$	$12,20 \pm 6,93$
Pusta telesna masa (%)	$74,94 \pm 9,55$	$85,50 \pm 9,43$
Fazni kot pri 50 kHz [°]	$7,41 \pm 0,53$	$7,75 \pm 0,60$

Raziskava je bila za rekreativce izvedena v novembru in decembru 2015. Po nasvetu trenerja fitnesa je vsak rekreativec po štirih tednih vadbe oz. opravljenih desetih vadbenih enot imel še 1 teden mirovanja (opravljal je lahko samo lažje aktivnosti) pred zaključenim testiranjem moči. Rekreativci so s tem prišli na testiranje v boljši psihofizični pripravljenosti (boljša regeneracija). Raziskava je bila za atlete izvedena v decembru 2015 in januarju 2016. Zaradi kasnejše dobave PD Ensure Plus Advance se je raziskava, v katero so bili vključeni atleti, začela z enomesečnim zamikom.

3.1.2 Prehransko dopolnilo (PD)

3.1.2.1 Ensure Plus

Na označbi izdelka je zapisano, da je izdelek namenjen za dietetsko uravnavanje pri osebah, ki so bolezensko podhranjene ali so temu podvržene. Izdelek predstavlja visokokalorično, popolno uravnoteženo dietetično živilo za posebne zdravstvene namene

za peroralno hranjenje z nizko vsebnostjo rezidualov. Za osebe z galaktozemijo izdelek ni primeren. Na sliki 4 so predstavljeni različni okusi PD Ensure Plus. Iz preglednice 3 lahko razberemo njegovo hranilno vrednost (povzeto po vrednostih iz označbe PD). Med različnimi okusi so lahko minimalna odstopanja določenih hranil.



Slika 4: Ensure Plus (različni okusi)

Preglednica 3: Ensure Plus – hranilna vrednost (povzeto po vrednostih iz označbe PD)

Vsebnost		Enota	100 mL
Energija		kcal/kJ	150/632
B		g	6,25
M		g	4,92
nasičene MK		g	0,46
holesterol		mg	2,9
OH		g	20,20
sladkorji		g	6,50
sol		g	0,23
Vitamini	A (palmitat)	μg RE	88
	A (β-karoten)	μg RE	29
	D ₃	μg	2,0
	E	mg αTE	2,1
	K ₁	μg	12
	C	mg	12
	folna kislina	μg	40
	B ₁	mg	0,20
	B ₂	mg	0,27
	B ₆	mg	0,27
	B ₁₂	μg	0,55
	niacin	mg NE	2,6
	pantotenska kislina	mg	1,1
	biotin	μg	6,0
	holin	mg	55
Minerali	Na	mg	92
	K	mg	160
	Klorid	mg	110
	Ca	mg	120
	P	mg	100
	Mg	mg	30
	Fe	mg	2,1
	Zn	mg	1,8
	Mn	mg	0,50
	Cu	μg	180
	I	μg	22
	Se	μg	8,3
	Cr	μg	7,5
	Mo	μg	16

3.1.2.2 Ensure Plus Advance

Na sliki 5 je prikazano PD Ensure Plus Advance. Iz preglednice 4 lahko razberemo hranilno vrednost slednjega PD (povzeto po vrednostih iz označbe PD).



Slika 5: Ensure Plus Advance

Preglednica 4: Ensure Plus Advance – hranilna vrednost (povzeto po vrednostih iz označbe PD)

Vsebnost		Enota	100 mL
Energija		kcal/kJ	150/631
B		g	9,10
M		g	4,80
nasičene MK		g	0,45
OH		g	16,80
sladkorji		g	6,80
PV (FOS)		g	0,75
sol		g	0,38
HMB		g	0,55
karnitin		mg	18
Vitamini	A (palmitat)	µg RE	60
	A (β-karoten)	µg RE	60
	D ₃	µg	5,7
	E	mg αTE	2,5
	K ₁	µg	15
	C	mg	16
	folna kislina	µg	35
	B ₁	mg	0,26
	B ₂	mg	0,32
	B ₆	mg	0,30
	B ₁₂	µg	0,65
	niacin	mg NE	3,0
	pantotenska kislina	mg	1,1
	biotin	µg	6,0
	holin	mg	70
Minerali	Na	mg	150
	K	mg	270
	Kloridi (Cl)	mg	63
	Ca	mg	227
	P	mg	118
	Mg	mg	25
	Fe	mg	2,1
	Zn	mg	1,75
	Mn	mg	0,45
	Cu	µg	245
	I	µg	22
	Se	µg	9,0
	Cr	µg	8,5
	Mo	µg	15

Preglednica 5 predstavlja primerjavo obeh PD s poudarkom na izboljšani hranilni vrednosti izdelka Ensure Plus Advance. Za razliko od izdelka Enusre Plus ima izdelek Ensure Plus Advance za 45,6 % višjo vrednost B, za 185 % višjo vrednost vitamina D in vsebuje povečane vsebnosti nekaterih mikrohranil. Ensure Plus Advance vsebuje tudi fruktooligosaharide (FOS), HMB in karnitin.

Preglednica 5: Primerjava hranilne vrednosti obeh PD na porcijo (220 mL)

Vsebnost		Enota	Ensure Plus	Ensure Plus Advance	
			220 mL	220 mL	Δ (%)
Energija		kcal/kJ	330/1390	330/1388	0
B		g	13,75	20,02	+6,27
M		g	10,82	10,56	-0,26
nasičene MK		g	0,99	0,99	0
holesterol		g	6,38	NP	/
OH		g	44,44	36,96	-7,48
sladkorji		g	14,30	14,96	+0,66
PV (FOS)		g	0	1,65	+1,65
sol		g	0,51	0,84	+0,33
HMB*		g	0	1,21	+1,21
karnitin		mg	0	39,6	+39,6
Vitamini	A (palmitat)	$\mu\text{g RE}$	194	132	-62
	A (β -karoten)	$\mu\text{g RE}$	64	132	+68
	D ₃	μg	4,4	12,54	+8,14
	E	mg αTE	4,7	5,5	+0,8
	K ₁	μg	26	33	+7
	C	mg	26	35,2	+9,2
	folna kislina	μg	88	77	-11
	B ₁	mg	0,44	0,57	+0,13
	B ₂	mg	0,59	0,70	+0,11
	B ₆	mg	0,59	0,66	+0,07
	B ₁₂	μg	1,21	1,43	+0,22
	niacin	mg NE	5,72	6,6	+0,88
	pantotenska kislina	mg	2,42	2,42	0
	biotin	μg	13,2	13,2	0
Minerali	holin	mg	121	154	+33
	Na	mg	202	330	+128
	K	mg	352	594	+242
	Kloridi (Cl)	mg	242	139	-103
	Ca	mg	264	499	+235
	P	mg	220	260	+40
	Mg	mg	66	55	-11
	Fe	mg	4,62	4,62	0
	Zn	mg	3,96	3,85	-0,11
	Mn	mg	1,1	0,99	-0,11
	Cu	μg	396	539	+143
	I	μg	48,4	48,4	0
	Se	μg	18,3	19,8	+1,5
	Cr	μg	16,5	18,7	+2,2
	Mo	μg	35,2	33	-2,2

Legenda: NP – ni podatka, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka, * – 1,2 g HMB ustreza 1,5 g kalcijevega β -hidroksi- β -metilbutirat monohidrata v pakiranju 220 mL

3.2 METODE

3.2.1 Merjenje telesne sestave

Napravo za merjenje telesne sestave (slika 6) oz. ang. Body Composition Monitor (BCM) smo dobili na izposajo iz Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana. Proizvajalec je Fresenius Medical Care. Poleg naprave smo potrebovali še napajalni kabel (220 V), kabel s priključki, samolepilne elektrode, alkoholne robčke oz. steklenička etanola za razkuževanje kože, podatkovne kartice, odčitalec kartic, programsko opremo (software) Fluid Management Tool.



Slika 6: BCM s priključki, podatkovno kartico in s štirimi samolepilnimi elektrodami

Pred vsako meritvijo posameznega preiskovanca smo v napravo vnesli antropometrične vrednosti, kot so spol, starost, telesno višino in telesno maso. Meritev telesne sestave smo izvedli z metodo bioimpedance, ki poda naslednje podatke:

- OH – hidriranost izražena v L;
- ITM – indeks telesne mase izražen v kg/m^2 ;
- LTI – indeks puste telesne mase izražen v kg/m^2 ;
- FTI – indeks telesne maščobe iz adipoznega tkiva izražen v kg/m^2 ;
- TBW – celokupna voda v telesu izražena v L;
- ECW – zunajcelična voda v telesu izražena v L;
- ICW – znotrajcelična voda v telesu izražena v L;
- E/I – količnik med zunaj- in znotraj-celično vodo;
- LTM – pusta telesna masa izražena v kg;
- Fat – telesna maščoba izražena v kg;
- ATM – masa adipoznega tkiva izražena v kg;
- BCM – masa telesnih celic izražena v kg;
- Re – zunajcelična rezistenca izražena v ohm;
- Ri – znotrajcelična rezistenca izražena v ohm;
- Cm – kapacitivnost membran izražena v nF;
- čas trajanja merjenja izražen v s;
- Cole-optimizacija – kvaliteta merjenja;
- Z – bioimpedanca pri različnih frekvencah 5–1000 kHz izražena v ohm;
- Phi – fazni kot pri različnih frekvencah 5–1000 kHz izražen v ° (v stopinjah).

Pred izvedbo te metode je moral preiskovanec v ležeč položaj, da so se enakomerno porazdelile telesne tekočine. En par priključkov smo pripeli na 2 elektrodi, ki sta bili predhodno prilepljeni na hrbtno stran dlani in zapestje desne roke, drugi par priključkov smo pripeli na 2 elektrodi, ki sta bili prehodno prilepljeni na hrbtno stran stopala in gležnja desne noge. Dotično površino elektrod smo predhodno očistili z alkoholom (etanolom) in posušili, preden smo prilepili elektrode. Obe nogi se nista smeli stikati, saj bi to pokvarilo rezultate merjenja, saj bi tok stekel po najkrajši možni poti in s tem ne bi zajel vsega telesa. Enako je veljalo za roke, da se niso dotikale trupa. Pozorni smo bili tudi na pazdušni predel.

Preiskovanec mora pred analizo izpolnjevati določene pogoje, ki so naštet v prilogi A. BIA smo izvedli pred in po končanem ciklusu 4-tedenske vadbe.

3.2.2 Testiranje moči

Testiranje smo izvedli po powerlifterskih načelih, kar pomeni dvig največjega možnega bremena s pravilno tehniko. Tehnika se lahko rahlo razlikuje pri obeh vajah, vendar seveda uporabimo tisto tehniko, ki nam omogoča dvigniti največje breme.

Test maksimalne moči ali ena maksimalna ponovitev (1RM) se izvede po naslednjih korakih (Baechle in Earle, 2008):

- Testirani naj se ogreje z lažjo obremenitvijo, kjer testirani z lahkoto naredi 5–10 ponovitev.
- Sledi 1 min počitka.
- Nadzornik naj oceni dodatno obremenitev, ki bo testiranemu dovoljevala 3–5 ponovitev. Doda naj se:
 - 4–9 kg ali 5–10 % za vaje zgornjega dela telesa ali
 - 14–18 kg ali 10–20 % za vaje spodnjega dela telesa.
- Sledi 2 min počitka.
- Doda naj se breme blizu maksimalnega dviga, ki bo testiranemu dovoljevala 2–3 ponovitve. Doda naj se:
 - 4–9 kg ali 5–10 % za vaje zgornjega dela telesa ali
 - 14–18 kg ali 10–20 % za vaje spodnjega dela telesa.
- Sledi 2–4 min počitka.
- Doda naj se:
 - 4–9 kg ali 5–10 % za vaje zgornjega dela telesa ali
 - 14–18 kg ali 10–20 % za vaje spodnjega dela telesa.
- Testirani naj poskusi maksimalen dvig (1RM).
- Če je testiranemu poskus uspel, naj 2–4 min počije in nadaljaj pri 7. točki.

Če testiranemu poskus ni uspel, naj 2–4 min počije in naj se zmanjša obremenitev z odvzetjem:

- 2–4 kg ali 2,5–5 % za vaje zgornjega dela telesa ali
- 7–9 kg ali 5–10 % za vaje spodnjega dela telesa in nadaljuj pri 8. točki.

Nadaljuj z dodajanjem ali odzemanjem uteži, dokler testirani ne opravi 1 ponovitev s pravilno tehniko. Običajno testirani opravi maksimalen dvig znotraj 3. in 5. serije testa.

1RM je maksimalna teža pri določeni vaji, ki jo lahko enkrat dvignemo s pravilno tehniko. Dodatne uteži se stopnjujoče dodajajo 1–5 kg, dokler kandidat ne doseže svoje maksimalne dvizne zmožnosti/sposobnosti. Časovni odmori 1–5 min ponavadi zagotovijo primeren odpočitek pred naslednjim poskusom maksimalnega dviga (McArdle in sod., 2010).

Včasih je nepraktično in potencialno nevarno poskušati 1RM, še posebej s preadolescenti (pubertetniki), starejšimi, ljudmi s hipertenzijo ipd. Zato raje uporabljamo submaksimalni dvig oz. dvig blizu maksimalnega dviga. Spodaj sta predstavljeni enačbi za izračun 1RM. Običajno teža, ki jo nekdo dvigne 7–10-krat, predstavlja (McArdle in sod., 2010):

- 68 % 1RM pri nevadeči populaciji oz. $1RM (kg) = 1,554 \times 7-10 RM (kg) - 5,181$;
- 79 % 1RM pri vadeči populaciji oz. $1RM (kg) = 1,172 \times 7-10 RM (kg) + 7,704$.

Pri raziskavi smo preverjali 3 maksimalne ponovitve (3RM), ker so bili bolj primerni kot 1RM, saj so rekreativce večinoma sestavljali začetniki, atletom pa tudi zaradi njihovega načina vadbe bolj odgovarjajo 3RM. Izvedli smo 3RM pred in po končanem ciklusu 4-tedenske vadbe.

3.2.2.1 Počep

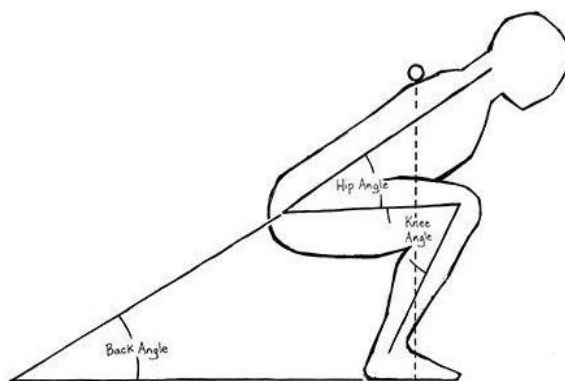
Pri vaji počep igra pomembno vlogo, kam namestimo palico z utežmi. Največkrat si ljudje (predvsem začetniki) postavijo palico na zgornji del ramen (bolj primerno za olimpijski počep), ker jim tako najbolj ustreza. Vendar če si palico namestimo za 1 dm ali več nižje, v t. i. powerlifterški počep, se pravi na »zgornji hrbet«, bomo lahko premikali večje breme zaradi večjega sodelovanja mišic hrbta pri počepu. Bolj so aktivirane tudi mišice rok, ki preprečujejo, da nam palica ne pade dol, saj je palica nižje na hrbtu.

Vajo začnemo s premikanjem bokov nazaj in ne že takoj s premikom v kolenih. S tem nagibamo hrbet naprej. Vendar hrbet ves čas držimo raven in napet (ga ne krivimo navzven). Kolena se bodo rahlo začela upogibati naprej, vendar v izogib temu premikamo boke čim bolj nazaj. Gib na spodnji točki zaključimo, ko je stegenica vzporedno s podlago, oz. ko so kolki na nižji višini kot kolena. Pri vračanju v prvoten položaj ne vzravnamo najprej hrbta, saj bi mišice hrbta s tem preveč razbremenili. Najprej začnemo z dvigom bokov, sočasno sledi vzravnanje hrbta. Nekateri so mnenja, da je to »shitty form«,

tj. nepravilna tehnika počepa, vendar tisti največkrat ne razlikujejo olimpijskega in powerlifterskega počepa. Upoštevati moramo, da je vaja počep (kot tudi »benč« in »dead«) kompleksna vaja, kjer sodeluje več mišičnih skupin hkrati, in se truditi, da čim bolj obremenimo čim več mišičnih skupin naenkrat. S tem se bomo bolj približali našemu cilju, ki je premikanje čim večjega bremena s pravilno tehniko.

Veliko začetnikov ima probleme s tako tehniko giba, saj niso navajeni, da jim palica »neudobno« leži na hrbtu. Sprva ne bodo premikali večjih bremen, saj se morajo najprej navaditi na drugačno tehniko.

Slika 7 prikazuje »powerlifting« počep, pri katerem bo v najnižji točki počepa palica na hrbtu v ravnotežnem, stabilnem položaju, če bo vertikalno direktno nad sredino stopal (Rippetoe, 2011).



Slika 7: Naklon hrbta pri vaji počep (Rippetoe, 2011)

3.2.2.2 Potisk s prsi

Potisk palice s prsmi na ravni klopici ali »bench press« ali samo »benč« v fitnes žargonu je vaja, ki je zelo priljubljena med obiskovalci fitnesa. Vendar mora biti pristop k tej vaji vse prej kot lahek. Pomembno vlogo igra stisk lopatic skupaj in ukrivljenost hrbta, saj bo pri večji ukrivljenosti palica potovala krajšo pot in bo vaja s tem lažja. Večja bo ukrivljenost hrbta, bolj bomo stopala nog lahko postavili nazaj. Palica med gibom potuje na spodnji del prsnice oz. na zgornji del abdomna. Preden dvignemo palico s telesa, si lahko pomagamo, »goljufamo« s hitrim premikom bokov navzgor in s tem posledično zgornjega dela telesa, kar nam omogoči, da se palica za malenkost dvigne s telesa in nam s tem omogoči lažji dvig, saj je palica že na višji točki.

Vlogo ima seveda še širina postavitve rok in upogib komolcev, položaj zapestja ...

Slika 8 prikazuje ukrivljenost spodnjega hrbta, vendar pazimo, da ne naredimo »mosta«, to pomeni, da se zadnjica ne sme dvigniti s klopc (Rippetoe, 2011).



Slika 8: Lok spodnjega hrbta pri vaji potisk s prsi (Rippetoe, 2011)

3.2.3 Vadbeni protokol

Izvajala se je 4-tedenska vadba pod strokovnim vodstvom. Rekreativci so vadili 3-krat tedensko (izbrali so si poljubne tri dni v tednu). Vadba je z ogrevanjem in ohlajanjem trajala približno 1 uro. Skupaj se je izvajalo 10 vadb, če ne štejemo testiranja na začetku in na koncu raziskave, kjer smo določili posameznikov maksimalni dvig pri dveh vajah (preglednica 6). Potisk s prsi (»bench press«) in počep (»squat«) sta bili izmenjujoči se vaji pri vsaki vadbi. Izbrali smo si čim enostavnejši protokol, ki je vključeval mišice celega telesa, in sicer počep za spodnji del in potisk s prsi za zgornji del telesa, saj celostno bolj napredujemo, če vključujemo celo telo, kot če privilegiramo samo posamezne mišice telesa. Počitek med serijami je bil 2–4 min, saj če vadimo za moč, so počitki daljši od vadbe za hipertrofijo.

Preglednica 6: Vadbeni protokol kontrolne skupine (rekreativcev)

Št. vadbe	Počep (serije x ponovitve (% RM))	Potisk s prsi (serije x ponovitve (% RM))
Meritve telesne sestave, sledi testiranje moči 3RM (počep in potisk s prsi)		
1	4 x 9 (70 % RM)	4 x 9 (70 % RM)
2	5 x 7 (75 % RM)	5 x 7 (75 % RM)
3	7 x 5 (80 % RM)	7 x 5 (80 % RM)
4	4 x 9 (75 % RM)	4 x 9 (75 % RM)
5	5 x 7 (80 % RM)	5 x 7 (80 % RM)
6	7 x 5 (85 % RM)	7 x 5 (85 % RM)
7	4 x 9 (80 % RM)	4 x 9 (80 % RM)
8	5 x 7 (85 % RM)	5 x 7 (85 % RM)
9	7 x 5 (90 % RM)	7 x 5 (90 % RM)
10	10 x 3 (95 % RM)	10 x 3 (95 % RM)
Meritve telesne sestave, sledi testiranje moči 3RM (počep in potisk s prsi)		

Načrt vadbe smo priredili po Sergey-Smolovem programu (Rusi), ki predstavlja enega izmed najbolj »brutalnih« načinov vadbe. Prispeval naj bi k velikemu izboljšanju

maksimalnega dviga. Načrt vadbe je zahteval, da smo »vsako« mišično skupino vadili 3-krat tedensko (M & S, 2013).

Da so preiskovanci res vadili točno predpisane vaje, je skrbelo osebje fitnes centra (inštruktor fitnesa ...). Dva rekreativca (št. 2 in 6) sta vadila v drugem fitnes centru in sta že na začetku dobila vse izdelke. Večina je za vsako opravljeno vadbo prejela 1 napitek. S tem smo zagotovili, da je preiskovanec res samo po vadbi spil napitek. Skupno je vsak rekreativec (št. 1–10) izvedel 10 vadb in zaužil 10 PD Ensure Plus.

Pri atletih nismo posegali v njihov vadbeni protokol. Vaje za moč so izvajali 3–4-krat/teden. Opis celotnega vadbenega protokola (atlet št. 24) je podan v prilogi F. Izračunali bomo volumen vadbe pri rekreativcih in pri atletih (povprečen), ker ju bomo kasneje uporabili za primerjavo skupnega povprečnega volumna vadbe pri obeh skupinah.

3.2.4 Prehranski dnevnik in priporočila za hipertrofijo

Z aplikacijo OPKP smo naknadno obdelali prehranske dnevnike preiskovancev. Predvsem nas je zanimala energijska vrednost in vrednosti makrohranil (B, OH in M) zaužite hrane. Podlaga je tridnevni prehranski dnevnik.

Vsakemu preiskovancu smo ustno pojasnili pomen primerne prehrane za podporo vadbe, kar so izkoristili samo nekateri (razvidno iz prehranskih dnevnikov). Zanimala nas je zadostitev potreb po B in časovni vnos B čez dan. Med potekom raziskave so imeli preiskovanci možnost nadaljnjega komuniciranja z raziskovalcem (telefon, elektronska pošta), v zvezi z dodatnimi vprašanji in pojasnili. To možnost je izkoristila slaba tretjina preiskovancev.

Večina preiskovancev je študentov, zato smo za priporočen energijski vnos vzeli smernice zdravega prehranjevanja za študente (Hlastan Ribič in sod., 2008), ki so 3100 kcal/dan oz 41 kcal/kg/dan. Vsak dan je treba vnos energije povečati za 15–25 % (Campbell, 2014). Z zmernim presežkom energije lahko pridobivamo na pusti telesni masi 1–2 kg/mesec z minimalno spremembo v telesni maščobi. Pridobivanje na telesni masi naj ne bo več kot 1 kg/teden. Podobno kot velja za restrikcijo energije, saj se ne priporoča izgubljanje na telesni masi za več kot 0,5 do 1,0 kg/teden (O'Connor in Slater, 2011).

Za zadostitev regeneracijskih pogojev smo jih prosili, da uživajo več živil z visokim deležem B, od teh živila z visoko biološko razpoložljivostjo B (mleko in mlečni izdelki, jajca, meso in mesni izdelki). Pomembno je, da B razdelimo enakomerno čez dan (npr. 5 obrokov, kjer vsak obrok vsebuje 30 g B = 150 g B, če si težač 75 kg, si dosegel dnevno normo 2 g B/kg/dan). Vsak obrok naj vsebuje vsaj 0,3 g B/kg/obrok. Po vadbi je treba čim

prej (30 min) zaužiti obrok (1 g OH/kg + 0,5 g B/kg) zaradi obnovitve mišičnega glikogena, inzulinskega odziva in sinteze mišičnih B (Muth, 2015).

Skrbite za primerno hidracijo, predvsem med in po vadbi. IAAF (2013) priporoča, da z vsakim kg izgube telesne mase popijete 1,2–1,5 L tekočine.

Preglednica 7: Priporočila za makrohranila (Antonio in sod., 2014)

B	M	OH
1,5–2,0 g/kg/dan ≥ 2,0 g/kg/dan – VEGANI	0,8–1,25 g/kg/dan	4–7 g/kg/dan

Skupini rekreativcev so bila dana navodila, da poleg priporočil za hipertrofijo uživajo še po vsaki končani vadbi 220 mL PD Ensure Plus, ki ga je prejemale 10 od 14 rekreativcev. Preučevana skupina atletov je poleg priporočil za hipertrofijo uživala še po vsaki končani vadbi 220 mL PD Ensure Plus Advance. Prejemalo ga je 10 od 10 atletov. Atleti so med raziskavo uživali še druga PD. Predvsem Ultragen dobavitelja TGSportlife. Ultragen že leta in leta vključujejo v svoj jedilnik, predvsem po vadbi. Zaradi kontinuiranega uživanja izdelka smo se odločili, da atleti še naprej med raziskavo uživajo ostala PD, saj nismo hoteli posegati bodisi v vadbeni program bodisi način prehranjevanja atletov.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 TELESNA SESTAVA

Telesna sestava je bila zmerjena z napravo BCM, ki preko bioimpedančne analize (BIA) na podlagi različnih prevodnosti tkiv po telesu določi telesno sestavo in ostale vrednosti prehranskega statusa.

Iz preglednice 8 lahko razberemo vrednosti merjenja na začetku (Pre) in na koncu (Post) ciklusa 4-tedenske vadbe ter spremembo (Δ) v pravi telesni masi, telesni maščobi in faznem kotu pri 50 kHz pri posameznih preiskovancih.

Preglednica 8: Delež prave telesne mase (LTM), delež telesne maščobe in fazni kot (50 kHz)

Rekreativci									
Preiskovanec	LTM (%)			Telesna maščoba (%)			Phi 50 kHz [°]		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
1	75,0	74,7	-0,3	19,1	19,2	+0,1	7,38	7,32	-0,06
2	93,6	97,6	+4,0	5,9	3,9	-2,0	7,94	8,43	+0,49
3	68,4	74,9	+6,5	24,9	19,9	-5,0	7,88	8,24	+0,36
4	68,0	76,5	+8,5	22,4	16,4	-6,0	6,29	6,66	+0,37
5	60,9	68,2	+7,3	29,9	24,2	-5,7	7,31	7,67	+0,36
6	76,0	76,7	+0,7	19,5	18,8	-0,7	8,21	8,16	-0,05
7	74,0	81,4	+7,4	19,9	14,8	-5,1	7,23	7,69	+0,46
8	67,8	71,0	+3,2	23,5	20,9	-2,6	7,28	7,27	-0,01
9	84,6	91,3	+6,7	12,3	7,5	-4,8	7,41	8,09	+0,68
10	81,1	81,0	-0,1	14,8	15,1	+0,3	7,14	7,22	+0,08
11*	70,1	73,5	+3,4	20,8	19,0	-1,8	6,81	7,27	+0,46
12*	76,2	77,2	+1,0	19,0	18,2	-0,8	7,46	7,59	+0,13
13*	69,0	78,9	+9,9	23,7	17,0	-6,7	6,72	7,62	+0,90
14*	72,1	76,5	+4,4	19,9	17,3	-2,6	6,94	7,47	+0,53
Atleti									
Preiskovanec	LTM (%)			Telesna maščoba (%)			Phi 50 kHz [°]		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
15	91,0	99,7	+8,7	8,1	3,2	-4,9	7,91	8,39	+0,48
16**	79,6	83,2	+3,6	16,5	13,8	-2,7	6,94	7,14	+0,20
17	95,5	NP	/	5,4	NP	/	9,05	NP	/
18	74,8	74,6	-0,2	20,6	20,1	-0,5	7,49	7,42	-0,07
19	98,4	82,5	-15,9	3,1	13,2	+10,1	8,27	7,22	-1,05
20	92,4	NP	/	6,6	NP	/	7,70	NP	/
21	79,5	80,5	+1,0	16,2	15,2	-1,0	7,26	7,31	+0,05
22	77,4	84,7	+7,3	17,8	13,1	-4,7	7,21	7,70	+0,49
23	85,4	NP	/	12,0	NP	/	7,76	NP	/
24	70,3	61,2	-9,1	24,1	30,7	+6,6	7,92	7,77	-0,15

Legenda: * – brez PD Ensure Plus, ** – ženski spol, Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah, NP – ni podatka oz. ta ni uporaben, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka

Z rdečo barvo smo označili preiskovanca (št. 19 in 24), pri katerih je sprememba v telesni sestavi zelo nerealna in smiselnost rezultata vprašljiva. Z zeleno barvo smo označili atleta (št. 18), ki je prenehal vaditi sredi raziskave zaradi težav s poškodbami.

Iz preglednice 9 je razvidno, da so v pusti telesni masi bolje napredovali rekreativci (+4,39 %) kot atleti (−0,66 %). Odstotek telesne maščobe se je bolj znižal rekreativcem (−3,15 %), atletom pa se je celo nekoliko povečal (+0,41 %). Fazni kot pri 50 kHz se je prav tako bolj povečal rekreativcem (+0,27°) kot atletom (−0,01°).

Zanimivo je, če za povprečje rezultatov vzamemo samo 4 atlete (atlete št. 18, 19 in 24 izpustimo zaradi zgoraj opisanih razlogov); takrat dobimo vrednosti zelo podobne kot pri rekreativcih. V pusti telesni masi atleti napredujejo +5,15 %. Odstotek telesne maščobe se atletom zniža za 3,33 %. Fazni kot pri 50 kHz se atletom poveča za 0,31°. Za nadaljnjo analizo bomo upoštevali slednje rezultate, saj so vrednosti bolj realne.

Preglednica 9: Opisne statistike deleža puste telesne mase (LTM), deleža telesne maščobe in faznega kota (50 kHz)

Rekreativci (n = 10)									
	LTM (%)			Telesna maščoba (%)			Phi 50 kHz [°]		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
$\bar{x}$	74,94	79,33	+4,39	19,22	16,07	−3,15	7,41	7,68	+0,27
min	60,9	68,2	−0,3	5,9	3,9	−6,0	6,29	6,66	−0,06
max	93,6	97,6	+8,5	29,9	24,2	+0,3	8,21	8,43	+0,68
SD	9,55	9,03	3,36	6,83	6,20	2,46	0,53	0,56	0,26
Atleti (n = 7)									
	LTM (%)			Telesna maščoba (%)			Phi 50 kHz [°]		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
$\bar{x}$	81,57	80,91	−0,66	15,20	15,61	+0,41	7,57	7,56	−0,01
min	70,3	61,2	−15,9	3,1	3,2	−4,9	6,94	7,14	−1,05
max	98,4	99,7	+8,7	24,1	30,7	+10,1	8,27	8,39	+0,49
SD	9,75	11,57	8,90	7,24	8,34	5,76	0,48	0,43	0,52

Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah

Iz preglednice 10 lahko razberemo vrednosti merjenja na začetku (Pre) in na koncu (Post) ciklusa 4-tedenske vadbe ter spremembo (Δ) v indeksu puste telesne mase, indeks telesne maščobe in mase telesnih celic pri posameznih preiskovancih.

Preglednica 10: Indeks puste telesne mase (LTI), indeks telesne maščobe (FTI) in masa telesnih celic (BCM)

Rekreativci									
Preiskovanec	LTI (kg/m ²)			FTI (kg/m ²)			BCM (kg)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
1	18,5	18,6	+0,1	6,4	6,5	+0,1	39,2	39,5	+0,3
2	21,1	22,7	+1,6	1,8	1,2	-0,6	37,7	41,0	+3,3
3	18,6	20,5	+1,9	9,2	7,4	-1,8	36,4	40,8	+4,4
4	17,0	19,1	+2,1	7,6	5,5	-2,1	31,2	36,0	+4,8
5	18,0	20,4	+2,4	12,0	9,8	-2,2	35,0	40,7	+5,7
6	18,2	18,4	+0,2	6,4	6,1	-0,3	33,6	34,0	+0,4
7	18,1	19,7	+1,6	6,6	4,9	-1,7	36,0	39,8	+3,8
8	20,2	20,3	+0,1	9,5	8,1	-1,4	41,8	42,2	+0,4
9	19,5	21,9	+2,4	3,9	2,5	-1,4	38,7	44,3	+5,6
10	17,2	17,5	+0,3	4,3	4,4	+0,1	33,9	34,4	+0,5
11*	18,8	20,1	+1,3	7,6	7,1	-0,5	41,5	45,1	+3,6
12*	16,6	16,8	+0,2	5,6	5,4	-0,2	32,0	32,5	+0,5
13*	16,0	18,5	+2,5	7,5	5,4	-2,1	31,3	37,6	+6,3
14*	19,3	21,0	+1,7	7,3	6,4	-0,9	35,4	39,1	+3,7
Atleti									
Preiskovanec	LTI (kg/m ²)			FTI (kg/m ²)			BCM (kg)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
15	21,0	23,0	+2,0	2,5	1,0	-1,5	46,6	51,9	+5,3
16**	15,0	15,7	+0,7	4,2	3,5	-0,7	25,6	27,1	+1,5
17	26,2	NP	/	2,0	NP	/	51,8	NP	/
18	16,7	16,7	0,0	6,3	6,1	-0,2	31,9	31,8	-0,1
19	22,5	19,1	-3,4	1,0	4,2	+3,2	51,0	41,7	-9,3
20	20,7	NP	/	2,0	NP	/	38,4	NP	/
21	20,0	20,3	+0,3	5,6	5,2	-0,4	43,2	44,0	+0,8
22	17,5	19,1	+1,6	5,5	4,0	-1,5	34,0	38,0	+4,0
23	21,2	NP	/	4,0	NP	/	43,5	NP	/
24	19,9	17,1	-2,8	9,2	11,7	+2,5	36,2	30,6	-5,6

Legenda: * – brez PD Ensure Plus, ** – ženski spol, Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah, NP – ni podatka oz. ta ni uporaben, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka

Iz preglednice 11 vidimo, da se je indeks puste telesne mase bolj povečal pri rekreativcih (+1,27 kg/m²) kot pri atletih (−0,23 kg/m²). Indeks telesne maščobe se je več znižal rekreativcem (−1,13 kg/m²). Pri atletih se je celo povečal (+0,20 kg/m²). Masa telesnih celic se je prav tako bolj povečala rekreativcem (+2,92 kg) kot atletom (−0,49 kg).

Zanimivo je, če zopet za povprečje vzamemo bolj realne rezultate 4 atletov (atlete št. 18, 19 in 24 izpustimo) – dobimo zelo podobne vrednosti kot pri rekreativcih. V indeksu puste telesne mase atleti napredujejo za 1,15 kg/m². Indeks telesne maščobe se atletom zniža za 1,03 kg/m². Masa telesnih celic se atletom poveča +2,90 kg.

Preglednica 11: Opisne statistike indeksa puste telesne mase (LTI), indeksa telesne maščobe (FTI) in mase telesnih celic (BCM)

Rekreativci (n = 10)								
	LTI (kg/m ²)			FTI (kg/m ²)			BCM (kg)	
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post
$\bar{x}$	18,64	19,91	+1,27	6,77	5,64	−1,13	36,35	39,27
min	17,0	17,5	+0,1	1,8	1,2	−2,2	31,2	34,0
max	21,1	22,7	+2,4	12,0	9,8	+0,1	41,8	44,3
SD	1,29	1,60	0,98	3,00	2,56	0,88	3,11	3,40
Atleti (n = 7)								
	LTI (kg/m ²)			FTI (kg/m ²)			BCM (kg)	
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post
$\bar{x}$	18,94	18,71	−0,23	4,9	5,1	+0,20	38,36	37,87
min	15,0	15,7	−3,4	1,0	1,0	−1,5	25,6	27,1
max	22,5	23,0	+2,0	9,2	11,7	+3,2	51,0	51,9
SD	2,63	2,48	2,09	2,67	3,32	1,89	8,94	8,71

Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah

Iz preglednice 12 lahko razberemo vrednosti merjenja na začetku (Pre) in na koncu (Post) ciklusa 4-tedenske vadbe ter spremembo (Δ) v celotni količini vode v telesu, zunajcelični vodi v telesu in znotrajcelični vodi v telesu pri posameznih preiskovancih.

Preglednica 12: Delež vode v telesu (TBW), zunajcelična voda v telesu (ECW) in znotrajcelična voda v telesu (ICW)

Rekreativci								
Preiskovanec	TBW (L)			ECW (L)			ICW (L)	
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post
1	51,1	51,7	+0,6	21,1	21,4	+0,3	30,0	30,3
2	43,6	45,6	+2,0	17,1	17,2	+0,1	26,5	28,3
3	48,0	51,3	+3,3	19,5	20,7	+1,2	28,5	30,6
4	44,2	47,3	+3,1	19,5	20,4	+0,9	24,7	26,9
5	49,2	53,6	+4,4	20,8	22,4	+1,6	28,4	31,2
6	42,6	43,0	+0,4	16,9	17,1	+0,2	25,7	25,9
7	47,3	49,3	+2,0	19,5	19,8	+0,3	27,8	29,5
8	56,6	56,2	-0,4	24,4	24,2	-0,2	32,2	32,0
9	47,4	51,7	+4,3	19,0	20,4	+1,4	28,4	31,3
10	43,4	43,8	+0,4	17,6	17,6	0	25,8	26,2
11*	57,6	59,7	+2,1	25,4	25,5	+0,1	32,2	34,2
12*	41,9	42,2	+0,3	16,8	16,9	+0,1	25,0	25,3
13*	43,5	47,5	+4,0	18,1	19,0	+0,9	25,4	28,5
14*	47,1	49,5	+2,4	20,3	20,8	+0,5	26,8	28,7
Atleti								
Preiskovanec	TBW (L)			ECW (L)			ICW (L)	
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post
15	54,9	57,1	+2,2	21,4	21,0	-0,4	33,4	36,1
16**	33,6	34,6	+1,0	13,4	13,7	+0,3	20,2	20,9
17	56,8	NP	/	21,6	NP	/	35,2	NP
18	41,4	41,9	+0,5	16,3	16,9	+0,6	25,1	25,0
19	57,5	52,6	-4,9	21,9	21,5	-0,4	35,6	31,1
20	45,0	NP	/	17,7	NP	/	27,3	NP
21	53,9	54,8	+0,9	21,7	22,2	+0,5	32,2	32,5
22	43,9	46,1	+2,2	17,7	18,0	+0,3	26,2	28,1
23	52,1	NP	/	20,7	NP	/	31,4	NP
24	45,9	42,2	-3,7	18,2	17,2	-1,0	27,7	25,0

Legenda: * – brez PD Ensure Plus, ** – ženski spol, Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah, NP – ni podatka oz. ta ni uporaben, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka

Preglednica 13 nam prikazuje količino vode v telesu, kjer je razvidno, da se je količina vode v telesu bolj povečala rekreativcem (+2,01 L) kot atletom (−0,26 L). Količina zunajcelične vode v telesu se je bolj povečala rekreativcem (+0,58 L) kot atletom (−0,01 L). Količina znotrajcelične vode v telesu se je prav tako bolj povečala rekreativcem (+1,42 L) kot atletom (−0,24 L).

Povprečja vrednosti samo 4 atletov (atleti št. 15, 16, 21 in 22) glede vode v telesu so naslednji: Količina vode v telesu se jim poveča za 1,58 L. Zunajcelična in znotrajcelična voda v telesu se jim poveča za 0,18 L in za 1,40 L.

Preglednica 13: Opisne statistike za delež vode v telesu (TBW), zunajcelične voda v telesu (ECW) in znotrajcelične voda v telesu (ICW)

Rekreativci (n = 10)									
	TBW (L)			ECW (L)			ICW (L)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
$\bar{x}$	47,34	49,35	+2,01	19,54	20,12	+0,58	27,80	29,22	+1,42
min	42,6	43,0	−0,4	16,9	17,1	−0,2	24,7	25,9	−0,2
max	56,6	56,2	+4,4	24,4	24,2	+1,6	32,2	32,0	+2,9
SD	4,29	4,34	1,73	2,23	2,31	0,64	2,24	2,25	1,14
Atleti (n = 7)									
	TBW (L)			ECW (L)			ICW (L)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
$\bar{x}$	47,30	47,04	−0,26	18,66	18,64	−0,01	28,63	28,39	−0,24
min	33,6	34,6	−4,9	13,4	13,7	−1,0	20,2	20,9	−4,5
max	57,5	57,1	+2,2	21,9	22,2	+0,6	35,6	36,1	+2,7
SD	8,58	8,14	2,86	3,20	3,06	0,59	5,39	5,21	2,54

Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah

Poudarim naj, da je preiskovanec št. 18 zaradi poškodbe v izbranem obdobju vadbe praktično miroval, zato se njegova telesna sestava ni bistveno spremenila (opazno tudi pri obeh meritvah), kar potrjuje verodostojnost meritev telesne sestave.

Za še boljše rezultate bi bilo treba uporabiti še bolj homogen vzorec preiskovancev zaradi boljših znanstvenih izsledkov in manjših odstopanj pri meritvah z BIA:

- enak spol (23 moških in 1 ženska);
- podobna starost (17–28, 2 starejša: 35-letnik in 40-letnik);
- podoben ITM (21,3–29,8);
- treniranost (polovica začetnikov pri rekreativcih);
- enako zdravstveno stanje (zdrav, ni bolan).

4.2 MAKSIMALNA MOČ

Preglednici 14 in 15 nam podajata vrednosti testiranja maksimalne moči v obliki treh maksimalnih ponovitev (3RM) pri dveh vajah. Razberemo lahko vrednosti merjenja posameznega preiskovanca pri vaji počep in vaji potisk s prsi na začetku (Pre) in na koncu (Post) ciklusa 4-tedenske vadbe ter spremembo (Δ), podano v količini (kg) in odstotku (%).

Preglednica 14: Tri maksimalne ponovitve (3RM) pri vaji počep

Rekreativci				
Preiskovanec	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
1	83	88	+5	+6,02
2	83	103	+20	+24,10
3	110	130	+20	+18,18
4	70	85	+15	+21,43
5	90	115	+25	+27,78
6	100	120	+20	+20,00
7	80	90	+10	+12,50
8	105	125	+20	+19,05
9	106	126	+20	+18,87
10	70	80	+10	+14,29
11*	120	125	+5	+4,17
12*	78	90	+12	+15,38
13*	70	80	+10	+14,29
14*	130	140	+10	+7,69
Atleti				
Preiskovanec	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
15	170	185	+15	+8,82
16**	120	130	+10	+8,33
17	180	195	+15	+8,33
18	165	NP	/	/
19	127,5	130	+2,5	+1,96
20	149	150	+1	+0,67
21	150	195	+45	+30,00
22	150	150	0	0,00
23	132,5	162,5	+30	+22,64
24	230	237,5	+7,5	+3,26

Legenda: * – brez PD Ensure Plus, ** – ženski spol, Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah, NP – ni podatka oz. ta ni uporaben, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka

Z zeleno barvo je označen atlet (št. 18), ki je prenehal vaditi sredi raziskave zaradi težav s poškodbami, zato ga pri povprečju rezultatov maksimalne moči nismo upoštevali.

Preglednica 15: Tri maksimalne ponovitve (3RM) pri vaji potisk s prsi

Rekreativci				
Preiskovanec	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
1	70	79	+9	+12,86
2	93	103	+10	+10,75
3	93	98	+5	+5,38
4	49	60	+11	+22,45
5	60	73	+13	+21,67
6	83	93	+10	+12,05
7	75	85	+10	+13,33
8	68	78	+10	+14,71
9	80	86	+6	+7,50
10	53	60	+7	+13,21
11*	80	98	+18	+22,50
12*	65	73	+8	+12,31
13*	55	60	+5	+9,09
14*	93	100	+7	+7,53
Atleti				
Preiskovanec	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
15	100	115	+15	+15,00
16**	50	55	+5	+10,00
17	140	147,5	+7,5	+5,36
18	76	NP	/	/
19	100	100	0	0,00
20	78	90	+12	+15,38
21	100	105	+5	+5,00
22	80	80	0	0,00
23	110	117,5	+7,5	+6,82
24	145	150	+5	+3,45

Legenda: * – brez PD Ensure Plus, ** – ženski spol, Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah, NP – ni podatka oz. ta ni uporaben, / – sprememba ni mogoča, ker podatek manjka

V preglednicah 16 in 17 imamo zbrane rezultate o maksimalni moči preiskovancev. V počepu (3RM) so bolje napredovali rekreativci (+18,22 %) z razliko od atletov (+9,33 %). Pri vaji potisk s prsi (3RM) so bolje napredovali rekreativci (+13,39) z razliko od atletov (+6,78 %).

Preglednica 16: Opisne statistike za 3RM pri vaji počep

Rekreativci (n = 10)				
	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
$\bar{x}$	89,70	106,20	+16,50	+18,22
min	70	80	+5	+6,02
max	110	130	+25	+27,78
SD	14,83	19,21	6,26	6,12
Atleti (n = 9)				
	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
$\bar{x}$	156,56	170,56	+14,00	+9,33
min	120	130	0	0
max	230	237,5	+45	+30,00
SD	33,59	35,50	14,89	10,37

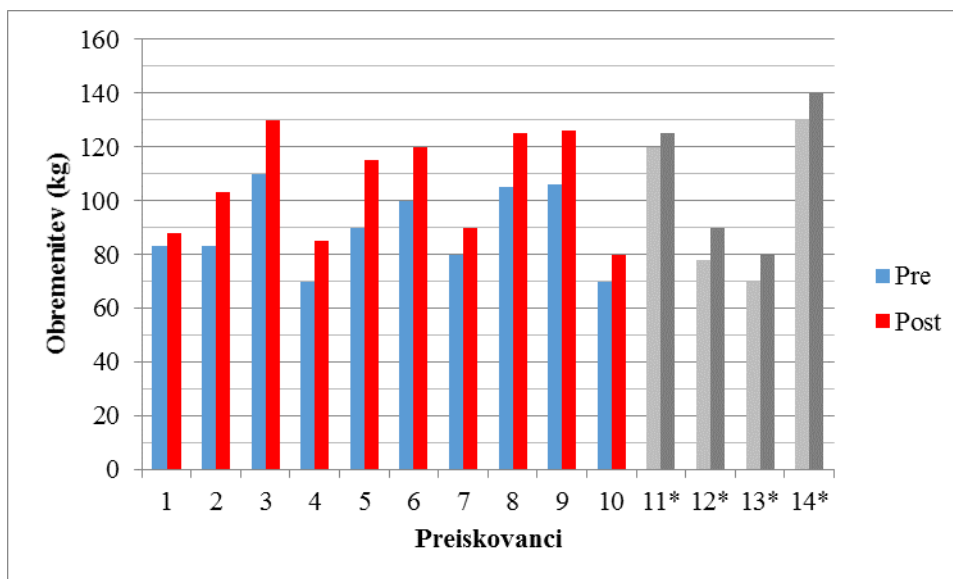
Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah

Preglednica 17: Opisne statistike za 3RM pri vaji potisk s prsi

Rekreativci (n = 10)				
	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
$\bar{x}$	72,40	81,50	+9,10	+13,39
min	49	60	+5	+5,38
max	93	103	+13	+22,45
SD	15,38	14,59	2,42	5,38
Atleti (n = 9)				
	Pre (kg)	Post (kg)	Δ (kg)	Δ (%)
$\bar{x}$	100,33	106,67	+6,33	+6,78
min	50	55	0	0
max	145	150	+15	+15,38
SD	29,81	30,49	4,94	5,70

Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave, Δ – sprememba v Pre-Post meritvah

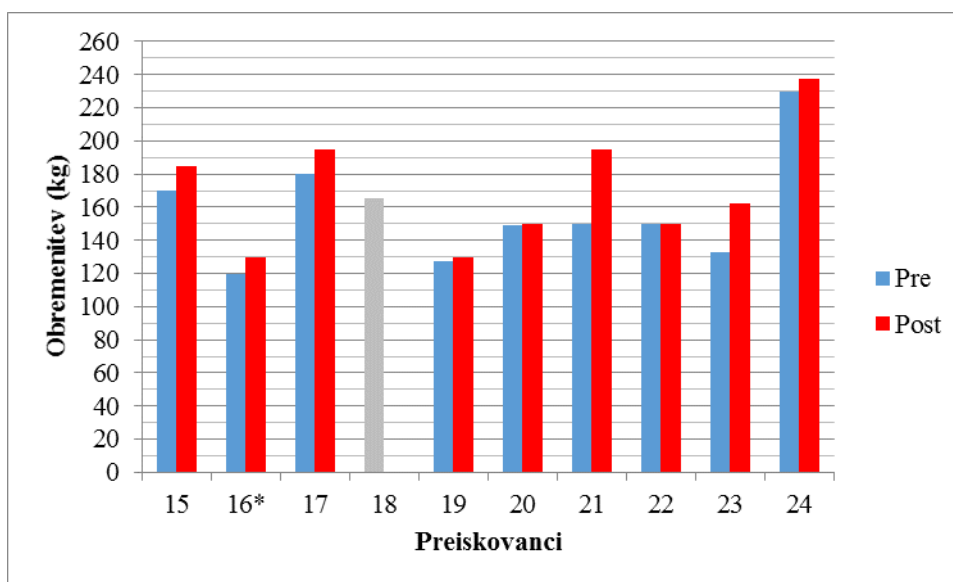
Slika 9 nam prikazuje posamezne napredke rekreativcev za 3RM pri vaji počep. Z modro barvo so označeni rezultati testiranja maksimalne moči na začetku raziskave. Z rdečo barvo so označeni rezultati maksimalnih dvigov pridobljeni na koncu raziskave. Rezultati, označeni s sivo barvo, predstavljajo osebne napredke rekreativcev, ki niso prejeli PD Ensure Plus in bi lahko bili neke vrste kontrola kontrolne skupine, če jih številsko ne bi bilo premalo.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 9: Osebni napredki pri vaji 3RM počep pri rekreativcih (* – brez PD Ensure Plus)

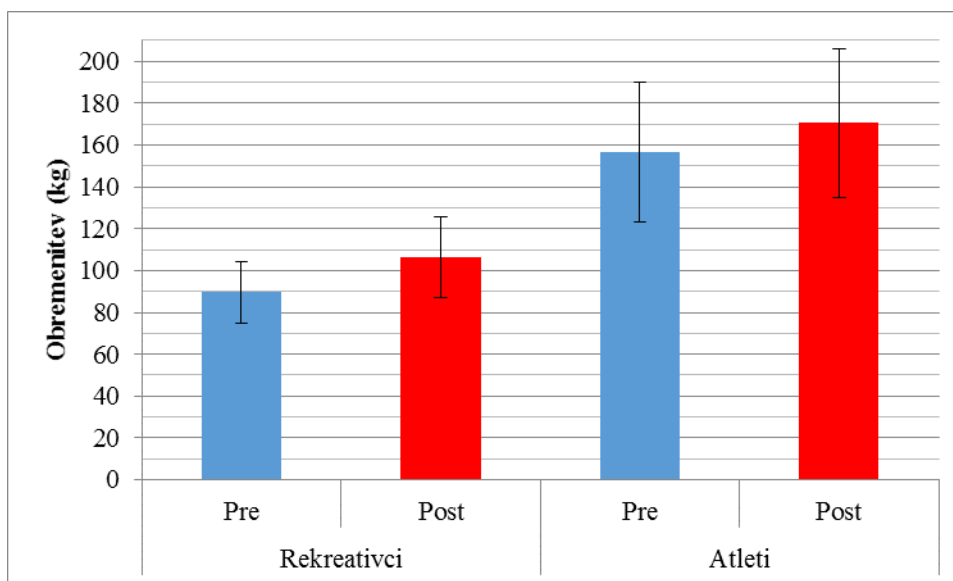
Slika 10 nam prikazuje posamezne napredke atletov za 3RM pri vaji počep. En atlet (št. 18) je označen s sivo barvo, saj zaradi poškodbe ni uspel opraviti drugega testiranja maksimalne moči.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 10: Osebni napredki pri vaji 3RM počep pri atletih (* – ženski spol)

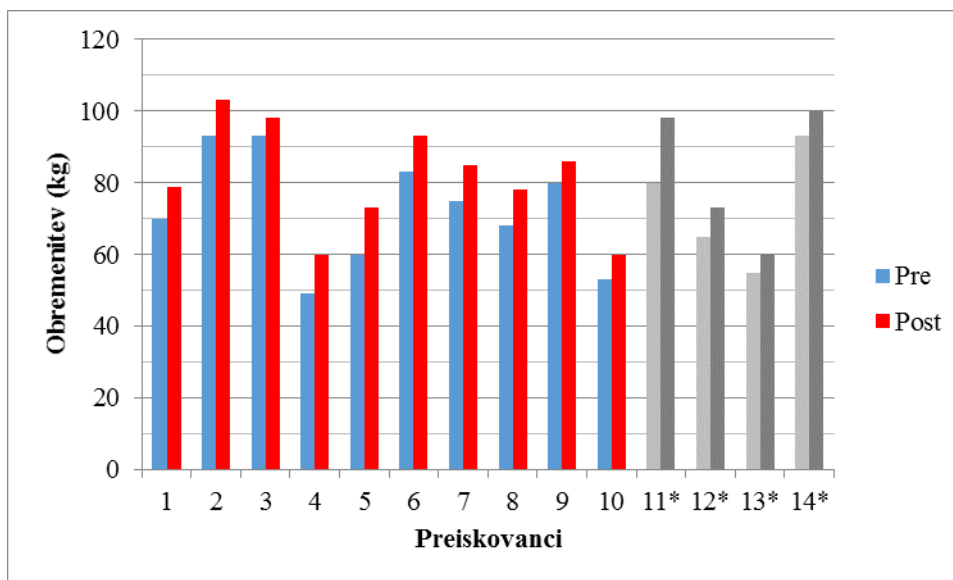
Slika 11 nam prikazuje primerjavo povprečja 3RM pri vaji počep med obema skupinama.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 11: Primerjava napredka pri vaji 3RM počep med skupinama

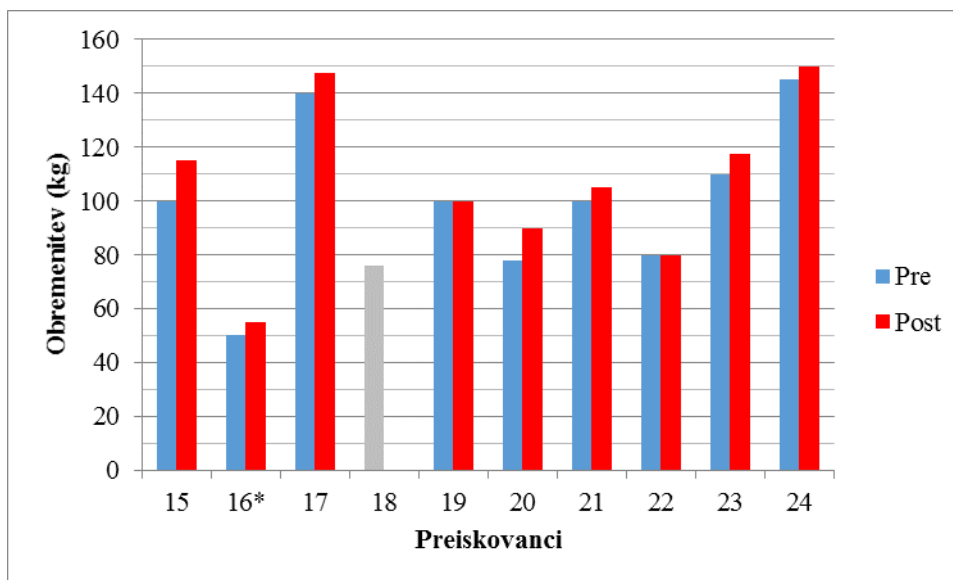
Slika 12 nam prikazuje posamezne napredke rekreativcev za 3RM pri vaji potisk s prsi. Rezultati, označeni s sivo barvo, predstavljajo osebne napredke rekreativcev, ki niso prejeli PD Ensure Plus.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 12: Osebni napredki pri vaji 3RM potisk s prsi pri rekreativcih (* – brez PD Ensure Plus)

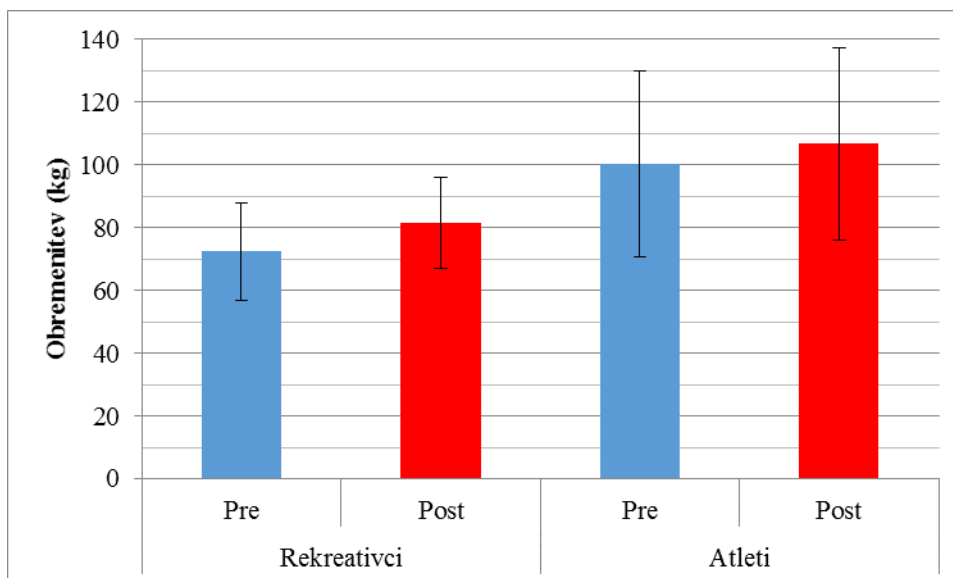
Iz slike 13 so razvidni posamezni napredki atletov za 3RM pri vaji potisk s prsi. S sivo barvo smo označili atleta (št. 18), ki zaradi poškodbe ni uspel opraviti drugega testiranja.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 13: Osební napredki pri vaji 3RM potisk s prsi pri atletih (* – ženski spol)

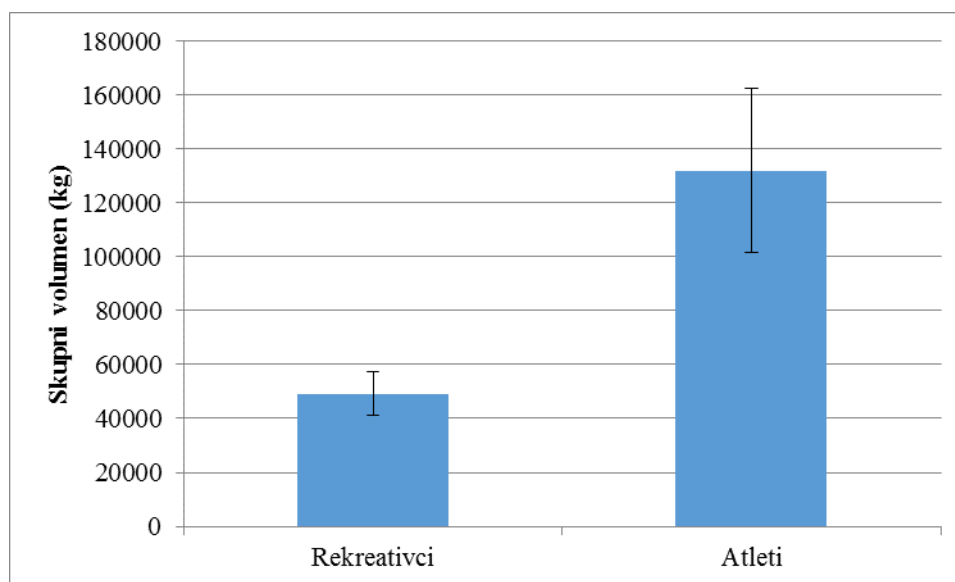
Slika 14 nam prikazuje primerjavo povprečja 3RM pri vaji potisk s prsi med obema skupinama.



Legenda: Pre – izmerjena vrednost na začetku raziskave, Post – izmerjena vrednost na koncu raziskave

Slika 14: Primerjava napredka pri vaji 3RM potisk s prsi med skupinama

Skupni volumen 4-tedenske vadbe rekreativcev je znašal 49170 ± 8207 kg (slika 15), kar znaša 2,7-krat nižjo vrednost kot pri atletih (132080 ± 30493 kg). To še ne pomeni, da je volumen vadbe rekreativcev majhen, saj ga lahko primerljivo enačimo s podobno študijo (Zourdos in sod., 2012).



Slika 15: Povprečje skupnega volumna 4 tedenske vadbe preiskovancev

Napredek pri atletih je z razliko od rekreativcev v maksimalni moči pri obeh vajah manjši. Razlogi se kažejo v skrbno načrtovani vadbi rekreativcev, ki so vadili samo počep in potisk s prsi; ti dve vaji sta tudi predstavljali vaji testiranja moči. Vadba je bila periodizirana, za katero je značilno stopnjevanje intenzivnosti. Teoretično bi lahko pripisali boljše napredke rekreativcev zaradi bolj prilagojene vadbe, specializirane za izboljšanje maksimalnega dviga pri vajah počep in potisk s prsi.

Atleti sprinterji so imeli svoj načrt vadbe. Osredotočeni so bili na izboljšanje dosežka v svoji primarni panogi. Izboljšanje v maksimalnih dvigih ni imelo primarnega pomena, kot je slednje pri rekreativcih.

Pri rekreativcih imamo večinoma opraviti z začetniki v fitnessu, zato se moramo pri napredku pri maksimalnih dvigih vprašati še, kolikšen delež napredka gre pripisati usvojeni pravilni tehniki ter koordinaciji posameznika, saj že s samo pravilno tehniko lahko brez vadbe vplivamo na breme maksimalnega dviga. Na to vprašanje ni moč odgovoriti.

Eden izmed razlogov, zakaj so rekreativci bolj napredovali v moči od atletov, se lahko skriva v tem, da pred začetkom raziskave ni bilo predhodnega obdobja vadbe z utežmi, saj bi s tem zmanjšali učinke nevajenosti vadbe (živčno-mišična adaptacija, koordinacija pri sami izvedbi vaje).

Pri dveh kandidatih (6 in 7) smo naknadno preko neformalnega intervjuja ugotovili, da sta bila maksimalna dviga pri obeh vajah večja kot na začetku testiranja, ker sta resneje vadila že leta nazaj, nato pa sta s to vadbo prenehala. Tukaj bi bilo moč upoštevati še dejavnik, kot je »mišični spomin« ter njegovo vlogo pri tem, saj se pri rekreativcu št. 6 telesna sestava ni bistveno spremenila. Lahko pa bi bili vprašljivi tudi preiskovančevi obiski vadbe. Še vedno pa moramo biti skeptični do meritev telesne sestave.

Napredki nekaterih atletov pri maksimalni moči so tesno blizu napredkom rekreativcev oziroma celo večji. Tak napredek ni tako neverjeten, če upoštevamo, da atleti vadijo praktično vsak dan ter če upoštevamo močno sorazmerno odvisnost (korelacijo) med šprinti in močjo (maksimalna ali eksplozivna).

Naši rezultati so dokaj realni, saj so do podobnih rezultatov v počepu (+9,23 %) in potisku s prsi (+5,97 %) prišli tudi Zourdos in sod. (2012). Skoraj identično rezultatom atletov. Sicer so preiskovali trenirane powerlifterje. Raziskava je bila časovno daljša (6 tednov). Vadili so trikrat na teden. Izvajali so tudi samo vaji počep in potisk s prsi pri vsaki vadbi. Izjema je bila še vaja mrtvi dvig, ki so ga vadili enkrat na teden. Sicer so preučevali razliko v načinu vadbe. Kontrolna skupina je vadila po principu tradicionalne dnevno spreminjajoče periodizacije (v ponedeljek hipertrofija, v sredo maksimalna moč in v petek eksplozivna moč). Razlika pri preiskovani skupini je zamenjava sredine s petkovo vadbo in tako hipotetično manjše mišične utrujenosti pri vadbi za maksimalno moč. Tako so prišli do boljših napredkov v maksimalni moči.

4.3 PREHRANSKI DNEVNIK

Za oceno vnosa hranil smo vzeli za podlago tridnevni prehranski dnevnik. Za izračun smo uporabili spletno orodje OPKP. Preglednici 18 in 19 nam prikazujeta prehrano preiskovancev. Rekreativci so v povprečju zaužili 33,76 kcal/kg glede na večjo vrednost pri atletih (46,19 kcal/kg), kar se kaže tudi v skupnem celodnevem energijskem vnosu med rekreativci (2725 kcal) in atleti (3664 kcal). Pri B so bili v prednosti atleti z vnosom 2,48 g/kg. Manj so zaužili rekreativci z vnosom 1,86 g/kg. Pri M so atleti zaužili 1,36 g/kg. Pri rekreativcih smo zabeležili nekoliko nižji vnos M (1,22 g/kg). Občutno več OH so zaužili atleti, z vrednostjo 5,93 g/kg. Pri rekreativcih vnos OH predstavlja samo 3,71 g/kg. Vnos prehranske vlaknine (PV) je 9,44 g/1000 kcal pri rekreativcih in 7,03 g/1000 kcal pri atletih.

Preglednica 18: Prehranski vnos rekreativcev (n = 10)

Preiskovanec	Povprečni celodnevni energijski vnos (kcal)	Povprečni celodnevni energijski vnos na kg telesne mase (kcal/kg)	Makrohranila						PV (g)	PV (g/1000 kcal)
			B (g)	B (g/kg)	M (g)	M (g/kg)	OH (g)	OH (g/kg)		
1	3138	35,26	176	1,98	104	1,17	371	4,17	28	8,92
2	3307	50,11	198	3,00	148	2,24	293	4,44	18	5,44
3	2292	25,47	140	1,56	72	0,8	270	3	46	20,07
4	2139	27,08	103	1,30	62	0,78	290	3,67	23	10,75
5	2055	20,97	128	1,31	74	0,76	155	1,58	16	7,79
6	2660	35,47	172	2,29	74	0,99	320	4,27	30	11,28
7	3007	36,23	136	1,64	115	1,39	359	4,33	31	10,31
8	2513	24,40	131	1,27	108	1,05	234	2,27	14	5,57
9	2967	38,53	151	1,96	134	1,74	280	3,64	20	6,74
10	3171	44,04	164	2,28	94	1,31	409	5,68	24	7,57
11*	3807	37,69	162	1,60	145	1,44	458	4,53	22	5,78
12*	2426	33,23	143	1,96	106	1,45	221	3,03	8	3,30
13*	2163	27,04	92	1,15	93	1,16	241	3,01	22	10,17
14*	2669	32,55	139	1,70	78	0,95	349	4,26	20	7,49
$\bar{x}$	2725	33,76	150	1,86	99	1,22	298	3,71	25	9,44
min	2055	20,97	103	1,27	62	0,76	155	1,58	14	5,44
max	3307	50,11	198	3,00	148	2,24	409	5,68	46	20,07
SD	456,47	9,26	27,91	0,56	28,59	0,47	72,72	1,18	9,38	4,26

Legenda: * brez PD Ensure Plus

Preglednica 19: Prehranski vnos atletov (n = 9)

Preiskovanec	Povprečni celodnevni energijski vnos (kcal)	Povprečni celodnevni energijski vnos na kg telesne mase (kcal/kg)	Makrohranila						PV (g)	PV (g/1000 kcal)
			B (g)	B (g/kg/dan)	M (g)	M (g/kg/dan)	OH (g)	OH (g/kg/dan)		
15	3117	36,67	138	1,62	81	0,95	455	5,35	32	10,27
16*	2783	48,82	143	2,51	77	1,35	374	6,56	9	3,23
17	4676	54,37	213	2,48	106	1,23	706	8,21	25	5,35
18	1682	22,73	78	1,05	50	0,68	228	3,08	20	11,89
19	4522	53,20	242	2,85	185	2,18	477	5,61	66	14,60
20	4001	57,99	311	4,51	139	2,01	370	5,36	31	7,75
21	4130	45,38	237	2,60	126	1,38	504	5,54	22	5,33
22	3191	41,99	122	1,61	56	0,74	542	7,13	15	4,70
23	3740	44,52	195	2,32	122	1,45	459	5,46	33	8,82
24	2818	32,77	160	1,86	83	0,97	357	4,15	9	3,19
$\bar{x}$	3664	46,19	196	2,48	108	1,36	472	5,93	27	7,03
min	2783	32,77	122	1,61	56	0,74	357	4,15	9	3,19
max	4676	57,99	311	4,51	185	2,18	706	8,21	66	14,60
SD	716,91	8,32	61,50	0,88	39,42	0,48	108,62	1,19	17,39	3,74

Legenda: * – ženski spol

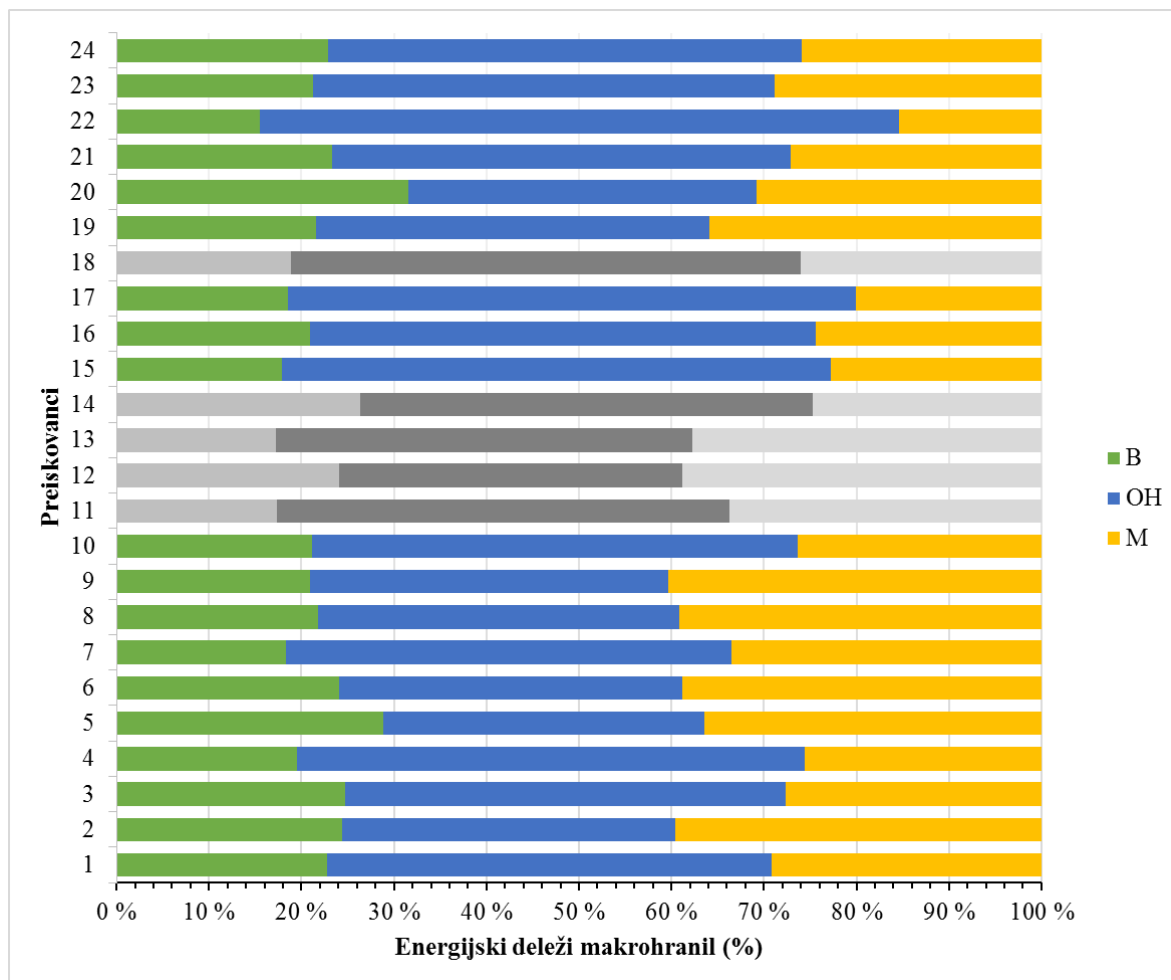
Z zeleno barvo je označen atlet (št. 18), ki je prenehal vaditi sredi raziskave zaradi težav s poškodbami ter ga pri povprečju rezultatov prehranskega vnosa nismo upoštevali.

Prav tako opazimo večje spremembe v razmerju med energijskimi deleži zaužitih makrohranil med rekreativci in atleti (preglednica 20).

Preglednica 20: Razmerje energijskih deležev zaužitih makrohranil pri preiskovancih

Delež zaužitih makrohranil	Rekreativci (n = 10)	Atleti (n = 9)
B (%)	22,64 ± 3,02	21,49 ± 4,55
OH (%)	43,71 ± 7,36	52,80 ± 9,63
M (%)	33,64 ± 5,95	25,70 ± 6,02

Slika 16 nam še bolj nazorno predstavi energijske deleže dneвно zaužitih makrohranil pri posameznih preiskovancih. Preiskovanci št. 11, 12, 13 in 14 so rekreativci, ki med raziskavo niso uživali PD Ensure Plus. Preiskovanec št. 18 je atlet, ki je prenehal trenirati. Označili smo jih s sivo barvo, saj smo jih izključili pri računanju povprečja prehranskega vnosa.

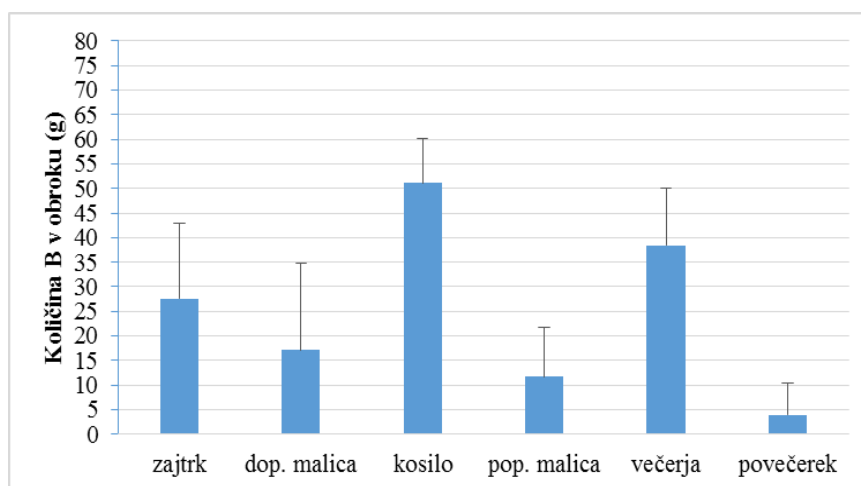


Slika 16: Energijski deleži makrohranil v dnevni prehrani rekreativcev (št. 1–14) in atletov (št. 15–24)

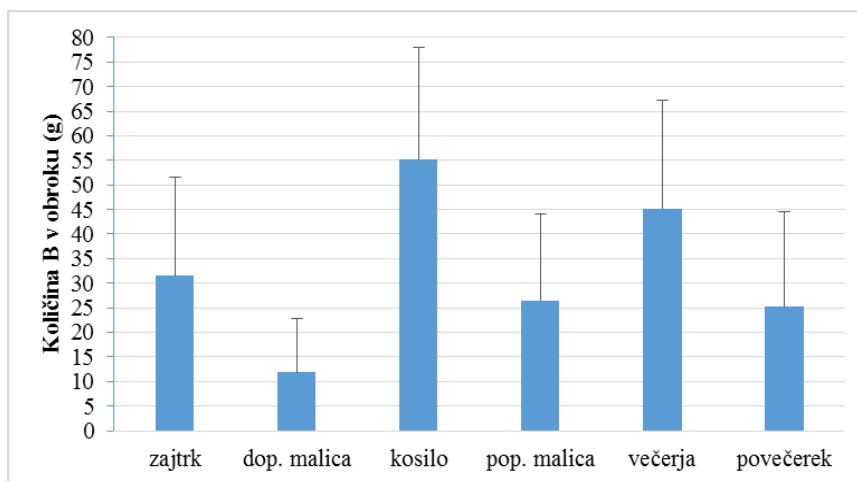
V nadaljevanju sledi predstavitev razporeditve deleža B preko dneva pri preiskovancih, saj so Mamerow in sod. (2014) dokazali, da ima enakomerno razporejena količina B čez dan večji vpliv na 24-urno MPS kot zaužitje enake količine B v enem obroku. Tako bomo ugotovili, katera skupina je bolj optimizirala vnos B. Sliki 17 in 18 pokažeta malenkost boljšo optimizacijo vnosa B pri atletih, saj je pri rekreativcih razvidna bolj neenakomerna razporeditev. Pri vsakem posameznem obroku se vrednost B bolj približa vrednosti 30 g, kar naj bi posledično predstavljalo maksimalno MPS.

Rekreativci ne zaužijejo z vsakim obrokom najmanj 30 g beljakovin. V povprečju samo pri obroku kosilo (51 g) in večerja (38 g) rekreativci zaužijejo 30 g ali več beljakovin. Pri obroku zajtrk se tej vrednosti bližje približajo (28 g). Pri obrokih dopoldanska malica (17 g), popoldanska malica (12 g) in povečerek (4 g) so zaužili še manj beljakovin.

Atleti prav tako z vsakim obrokom ne zaužijejo najmanj 30 g beljakovin. V povprečju samo pri glavnih obrokih, kot so zajtrk (31 g), kosilo (55 g) in večerja (45 g), atleti zaužijejo 30 g ali več beljakovin. Pri obrokih popoldanska malica (27 g) in povečerek (25 g) se tej vrednosti bolj približajo. Pri obroku dopoldanska malica (12 g) so zaužili še manj beljakovin.

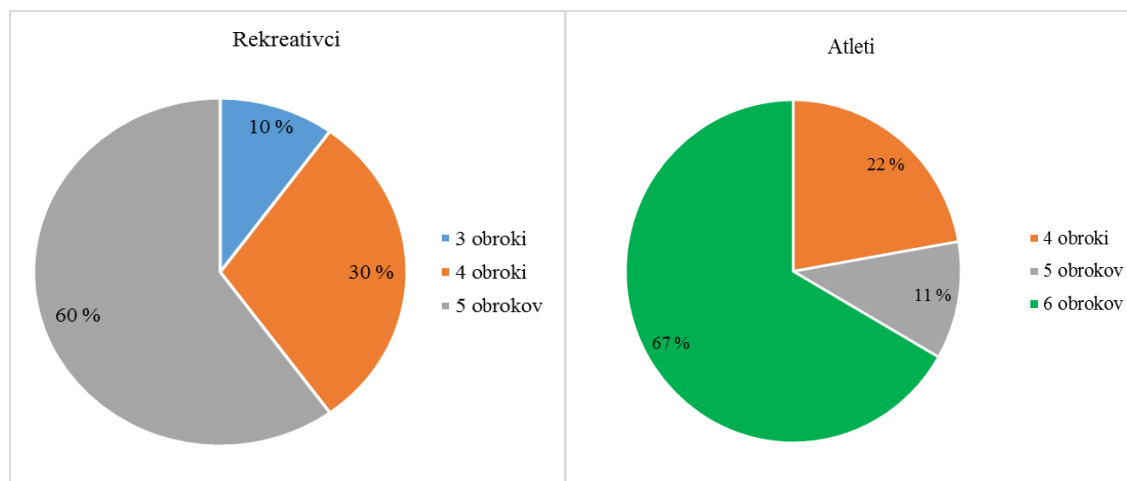


Slika 17: Distribucija B v obrokih rekreativcev



Slika 18: Distribucija B v obrokih atletov

Slika 19 nam pokaže, da so atleti v primerjavi z rekreativci v povprečju zaužili večje število obrokov preko dneva.



Slika 19: Povprečno število obrokov/dan pri preiskovancih

Ali so se preiskovanci dosledno držali priporočil za hipertrofijo? Trije rekreativci (št. 4, 5 in 8) so imeli nižji vnos B od priporočenega (1,5 g/kg/dan). Atleti so se glede B držali priporočil ali so jih celo presegli, vendar to ne igra pomembne vloge, saj je bilo za nas pomembno doseči spodnjo vrednost priporočil za B. Opazili smo, da so imeli atleti poleg energijskega vnosa veliko večji vnos OH, B ter malenkost večji vnos M od rekreativcev. Vnos OH je bil občutno večji pri atletih, saj so imeli večjo frekvenco in volumen vadb.

Kot je razvidno iz prehranskih dnevnikov, se nekateri rekreativci niso držali predpisanih prehranskih priporočil, saj so se, kot so zatrili, prehranjevali v menzah in posledično niso imeli izbire pri hrani. Sledili so svojim običajnim prehranskim navadam.

Pri nekaterih je izračunana premajhna povprečna energijska vrednost, saj bi, če upoštevamo vrednosti, pridobljene z aplikacijo OPKP, v povprečju nazadovali s telesno maso. Razlogi so verjetno v pomanjkljivem opisu – premalo natančnem opisu v lasten prehranski dnevnik, npr. dodajanja olja k jedem. Zavedati se moramo vpliv samega pisanja prehranskega dnevnika, saj se oseba pogoste prehranjuje bolj zdravo ali zmanjša količine hrane, saj ve, da je opazovana.

Nekaj je tudi primerov, ko izbranega živila nismo uspeli najti v podatkovni bazi OPKP-ja. Takrat smo poiskali živilu najustreznejšo zamenjavo (podobna energijska vrednost in sestava makrohranil).

Pogosto se je na jedilnikih pojavila pečen piščančji file z rižem, saj velja za jed, ki jo mediji pogosto razglašajo za zdravo in nemastno ter je tudi zelo popularna med fitnes populacijo – obiskovalci fitnesa.

Najnižji vnos rekreativca je bil 1,27 g B/kg/dan, kar je še vedno nad priporočilom za zdravo odraslo osebo.

Rekreativci so z zaužitjem PD Ensure Plus zaužili 13,75 g B, kar v povprečju predstavlja 9,17 % skupnega dnevnega vnosa B pri rekreativcih. Z enim napitkom Ensure Plus Advance so atleti zaužili 20,02 g B, kar v povprečju predstavlja 10,21 % skupnega dnevnega vnosa B pri atletih. Delež B napitka glede na celodnevni vnos B (ostala prehrana) je sorazmerno majhen. S tem je posredno majhen vpliv PD na telesno sestavo in maksimalno moč.

Rezultati so takšni zaradi majhnega vzorca preiskovancev, kratkega časovnega obdobja vadbe (samo 4 tedne) in s tem tudi kratko obdobje dopolnjevanja k vadbi, kar pomeni, da je imelo PD še manjšo vlogo, saj smo hoteli z rezultati meritev dokazati spremembe v primerjavi s predhodno meritvijo ter s primerjavo obeh skupin, hoteli ovreči ali dokazati smotrnost uporabe PD.

Z rezultati analize zaključujemo, da so PD zaželeni, niso pa neizogibno potrebni. Vsekakor je razmislek o uporabi PD smotrni šele po natančni analizi prehranskega dnevnika in šele po nadaljnji obravnavi.

5 SKLEPI

Med preiskovanci ni bilo zaznati večjih razlik med starostjo, višino, telesno maso in ITM, kar kolikor toliko kaže na homogenost obeh skupin. Večje razlike med obema skupinama se kažejo v predhodni treniranosti posameznikov (vloga akutne spremembe pri hormonih in nevromišični adaptaciji predhodno nevadeče populacije), načinu in volumnu vadbe ter zaužiti prehrani.

Rekreativci so bolj napredovali kot atleti. Odziv začetnikov na vadbo je večji od vadeče populacije, vendar predvsem zaradi specializiranega vadbenega protokola so rekreativci bolje napredovali od atletov v telesni sestavi (več puste telesne mase in manj adipoznega tiva) in testih moči, kljub:

- »slabšemu« (nižja hranilna vrednost) PD in
- manj optimizirani prehrani.

Hipotezi 1 in 2, da bo uporaba PD Ensure Plus Advance pri atletih imela večji vpliv na telesno sestavo in maksimalno moč, kot uporaba PD Ensure Plus pri rekreativcih, smo ovrgli oz. je nismo uspeli potrditi kljub znanstveno dokazanem anabolnem in antikataboličnem učinku HMB-ja. Razlogi so v nepoenotenem načrtu vadbe, nehomogenosti skupine (nevadeča in vadeča populacija) in v premajhnem številu udeležencev študije.

Delno smo potrdili hipotezo 3, ki govori o povišanem vnosu B (nad 1,6 g B/kg/dan) za atlete, saj so vsi atleti zaužili nad 1,6 g B/kg/dan. Vendar celotno hipotezo 3 ovržemo zaradi drugega dela, ki govori o manjšem vnosu B za rekreativce, saj so samo štirje rekreativci zaužili pod 1,6 g B/kg/dan. Drugih šest rekreativcev je preseglo omenjeno mejo za povišan vnos.

V naši študiji skupina atletov, ki je prejemale HMB, ni napredovala v primerjavi s kontrolno skupino glede telesne sestave in maksimalne moči. Morali bi prejemati celo dva napitka (440 mL) PD Ensure Plus Advance dnevno, saj bi šele s tem zagotovili dnevni vnos 3 g HMB-ja, ki je največkrat uporabljena količina s strani raziskovalcev pri sorodnih raziskavah.

PD so prispevala k boljši regeneraciji po vadbi. Delež B v PD je majhen v primerjavi s skupnim dnevnim vnosom B in vnosom ostalih makrohranil iz običajne prehrane. Opazili smo, da je bolj kot prehrana pomemben način in režim vadbe. Pri tako majhni skupini HMB ni imel nobene dodane vrednosti.

6 POVZETEK

V magistrskem delu smo raziskovali vpliv prehranskih dopolnil na izboljšanje zmogljivosti športnika v procesu vadbe. V empiričnem delu smo skušali pri 4-tedenski vadbi moči raziskati boljši/slabši vpliv prehranskega dopolnila Ensure Plus Advance (Abbott) na maksimalno moč in telesno sestavo, ki so ga prejeli atleti (9) nad prehranskim dopolnilom Ensure Plus (Abbott), ki so ga prejeli rekreativci (10).

Med skupinama ni bilo zaznati večjih antropometričnih razlik, kar odraža njuno homogenost. Večje razlike so se sicer kazale med predhodno nevadečo skupino rekreativcev s treniranimi atleti pri načinu (maksimalna moč : eksplozivna moč), frekvenci in volumnu vadbe. Primerjali smo skupini v pre/post testih moči, kjer smo merili 3 maksimalne ponovitve (3RM) s pravilno tehniko pri dveh vajah: počep in potisk s prsi. Med skupinama smo opazovali še razlike v spremembi telesne sestave, ki smo jo merili z bioimpedanco (Body Composition Monitor – BCM, Fresenius) in tudi razlike pri zaužitih makrohranilih, kjer smo za podlago vzeli tridnevni prehranski dnevnik.

Pri 3RM počepu so bolje napredovali rekreativci (+18,22 %) z razliko od atletov (+9,33 %). Tudi pri 3RM potisku s prsi so bolje napredovali rekreativci (+13,39 %) z razliko od atletov (+6,78 %). Skupni volumen vadbe je bil večji pri atletih (132080 kg) kot pri rekreativcih (49170 kg).

Sprememba v pravi telesni masi je bila malenkost večja pri atletih (+5,15 %) kot pri rekreativcih (+4,39 %). Atleti so za odtenek bolj zmanjšali odstotek telesne maščobe (–3,33 %) od rekreativcev (–3,15 %). Fazni kot pri 50 kHz, ki teoretično opredeljuje »bolj FIT osebo«, se je malenkost bolj povečal atletom (+0,31°) kot rekreativcem (+0,27°). Spremembe v telesni sestavi so zelo izenačene med skupinama, saj se je sprememba v indeksu prave telesne mase nasprotno od odstotka prave telesne mase bolj povečala pri rekreativcih (+1,27 kg/m²) kot pri atletih (+1,15 kg/m²). Indeks telesne maščobe se je nasprotno od odstotka telesne maščobe nekoliko bolj znižal rekreativcem (–1,13 kg/m²) kot atletom (–1,03 kg/m²). Masa telesnih celic se je prav tako za malenkost bolj povečala rekreativcem (+2,92 kg) kot atletom (+2,90 kg). Vendar so meritve telesne sestave še najbolj sporni del raziskave in se na njih ni dobro preveč zanašati.

Pri prehrani so bile opažene večje razlike med rekreativci in atleti v energijskem vnosu (33,76 : 46,19 kcal/kg), vnosu beljakovin (1,86 : 2,48 g/kg), maščob (1,22 : 1,36 g/kg), ogljikovih hidratov (3,71 : 5,93 g/kg) in prehranske vlaknine (9,44 : 7,03 g/1000 kcal). Seveda se je razlikovalo tudi razmerje med deleži makrohranil pri rekreativcih (B : OH : M = 22,64 % : 43,71 % : 33,64 %) v primerjavi z atleti (B : OH : M = 21,49 % : 52,80 % : 25,70 %). Rekreativci so imeli manjše število obrokov na dan od atletov. Kot posledico so

imeli atleti tudi bolj enakomerno razporeditev beljakovin preko dneva, kar naj bi imelo večji vpliv na 24-urno sintezo mišičnih beljakovin (MPS).

Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo, da so rekreativci bolje napredovali od atletov v maksimalni moči in spremembi telesne sestave, navkljub slabše optimizirani prehrani. Nekateri rekreativci so bili v prednosti zaradi predhodne netreniranosti, vendar je njen vpliv na povprečje rezultatov majhen.

7 VIRI

- Antonio J., Peacock C. A., Ellerbroek A., Fromhoff B., Silver T. 2014. The effects of consuming a high protein diet (4,4 g/kg/d) on body composition in resistance-trained individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 19, doi: 10.1186/1550-2783-11-19: 6 str.
- Arazi H., Rahmaninia F., Hosseini K., Asadi A. 2015. Effects of short term creatine supplementation and resistance exercises on resting hormonal and cardiovascular responses. *Science & Sports*, 30, 2: 105–109
- Baechle T. R., Earle R. W. 2008. *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign, Human Kinetics: 641 str.
- Bilsborough S., Mann N. 2006. A review of issues of dietary protein intake in humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16, 2: 129–152
- Bodystat. 2014. Bioimpedance: phase angle, nutritional status prognostic indicator. Douglas, Bodystat Limited: 8 str.
<https://www.bodystat.com/pdf/spreads/phaseAngle.pdf> (november 2016)
- Bompa T. O., Buzzichelli C. A. 2015. *Periodization training for sports*. 3rd ed. Champaign, Human Kinetics: 368 str.
- Burd N. A., West D. W., Staples A. W., Atherton P. J., Baker J. M., Moore D. R., Holwerda A. M., Parise G., Rennie M. J., Baker S. K., Phillips S. M. 2010. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS ONE*, 5, 8, e12033, doi: 10.1371/journal.pone.0012033: 10 str.
- Campbell B. I. 2014. *Sports nutrition: enhancing athletic performance*. Boca Raton, CRC Press: 307 str.
- Campbell B. I., Spano M. A. 2011. *NSCA's guide to sport and exercise nutrition*. Champaign, Human Kinetics: 311 str.
- Campbell B. I., Wilborn C. D., La Bounty P. M. 2010. Supplements for strength-power athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 32, 1: 93–100
- Costa H. S., Vasilopoulou E., Trichopoulou A., Finglas P. 2010. New nutritional data on traditional foods for European food composition databases. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, 3: 73–81
- Dahlquist D. T., Dieter B. P., Koehle M. S. 2015. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*: 12, 33, doi: 10.1186/s12970-015-0093-8: 12 str.
- Davis G. S., Lowery R. P., Duncan N. M., Sikorski E. M., Rathmacher J. A., Baier S. M., Morrison T. J., Dunsmore K. A., Naimo M. A., Walters J., Joy J., Wilson S. M. C., Wilson J. M. 2012. The effects of beta-hydroxy-betamethylbutyrate free acid supplementation on muscle damage, hormonal status, and performance following a high volume 2-week overreaching cycle. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, S1, doi: 10.1186/1550-2783-9-S1-P4: 2 str.

- Davis J. K., Green J. M. 2009. Caffeine and anaerobic performance. *Sports Medicine*, 39, 10: 813–832
- Deminice R., Rosa F. T., Franco G. S., Jordao A. A., de Freitas E. C. 2013. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. *Nutrition*, 29, 9: 1127–1132
- Dervišević E., Vidmar J. 2011. Vodič športne prehrane. Ljubljana, Fakulteta za šport: 178 str.
- Dubnov-Raz G., Lahav Y., Constantini N. W. 2011. Non-nutrients in sports nutrition: fluids, electrolytes, and ergogenic aids. *European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 6, 4: 217–222
- Durkalec-Michalski K., Jeszka J. 2015. The efficacy of a β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation on physical capacity, body composition and biochemical markers in elite rowers: a randomised, double-blind, placebo-controlled crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 31, doi: 10.1186/s12970-015-0092-9: 11 str.
- EFSA. 2004. Creatine monohydrate for use in foods for particular nutritional uses. *EFSA Journal*, 36, doi: 10.2903/j.efsa.2004.36: 6 str.
- EFSA. 2015. Scientific opinion on the safety of caffeine. *EFSA Journal*, 13, doi: 10.2903/j.efsa.2015.4102: 120 str.
- Fleck S. J. 2008. Principles of exercise training. V: Essentials of sports nutrition and supplements. Antonio J., Kalman D., Stout J. R., Greenwood M., Willoughby D. S., Haff G. G. (eds.). Totowa, Humana Press: 145–158
- Gallagher D., Heymsfield S. B., Heo M., Jebb S. A., Murgatroyd P. R., Sakamoto Y. 2010. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 3: 694–701
- Galvan E., Walker D. K., Simbo S. Y., Dalton R., Levers K., O'Connor A., Goodenough C., Barringer N. D., Greenwood M., Rasmussen C., Smith S. B., Riechman S. E., Fluckey J. D., Murano P. S., Earnest C. P., Kreider R. B. 2016. Acute and chronic safety and efficacy of dose dependent creatine nitrate supplementation and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 12, doi: 10.1186/s12970-016-0124-0: 24 str.
- Goldstein E. R., Ziegenfuss T., Kalman D., Kreider R., Campbell B., Wilborn C., Taylor L., Willoughby D., Stout J., Graves B. S., Wildman R., Ivy J. L., Spano M., Smith A. E., Antonio J., 2010. International Society of Sports Nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 5, doi: 10.1186/1550-2783-7-5: 15 str.
- Hackney K. J., Scott J. M., Hanson A. M., English K. L., Downs M. E., Ploutz-Snyder L. L. 2015. The astronaut-athlete: optimizing human performance in space. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 12: 3531–3545

- Hamilton A. 2015a. Hidracija: ali se utapljate v nasvetih? Vrhunski dosežek: raziskovalno glasilo o vzdržljivosti, moči in kondiciji, posrednik novosti iz mednarodne teorije in prakse športnega treniranja, 20, julij/avgust: 16–20
- Hamilton A. 2015b. L-citrulin: kaj lahko za vas stori hrano, ki se nahaja v lubenici? Vrhunski dosežek: raziskovalno glasilo o vzdržljivosti, moči in kondiciji, posrednik novosti iz mednarodne teorije in prakse športnega treniranja, 20, marec/april: 4–7
- Hasselgren O. 2014. β -Hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and prevention of muscle wasting. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 63, 1: 5–8
- Hlastan Ribič C., Maučec Zakotnik J., Koroušić Seljak B., Pokorn D., Poličnik R. 2008. Smernice zdravega prehranjevanja za študente z jedilniki. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 6–7
- Hoffman J. R., Ratamess N. A., Faigenbaum A. D., Ross R., Kang J., Stout J. R., Wise J. A. 2008. Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nutrition Research*, 28, 1: 31–35
- Hulmi J. J., Laakso M., Mero A. A., Häkkinen K., Ahtiainen J. P., Peltonen H. 2015. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 48, doi: 10.1186/s12970-015-0109-4: 13 str.
- Hultman E., Soderlund K., Timmons J. A., Cederblad G., Greenhaff P. L. 1996. Muscle creatine loading in men. *Journal of Applied Physiology*, 81, 1: 232–237
- IAAF. 2013. Nutrition for athletics: a practical guide to eating and drinking for health and performance in track and field. Monaco, International Association of Athletics Federations: 36 str.
<https://www.iaaf.org/download/download?filename=81e9220a-5905-4040-b486-734de9c4ee67.pdf&urlslug=Practical%20Guide%20to%20Nutrition> (november 2016)
- Jäger R., Purpura M., Shao A., Inoue T., Kreider R. B. 2011. Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids*, 40, 5: 1369–1383
- Jakus T. 2015. Načrtovanje prehrane športnika in sestava jedilnikov. V: Splošni strokovni priročnik Gimnastične zveze Slovenije. Samardžija-Pavletič M., Salecl J. (ur.). Ljubljana, Gimnastična zveza Slovenije: 27–29
- Kendrick I. P., Harris R. C., Kim H. J., Kim C. K., Dang V. H., Lam T. Q., Bui T. T., Smith M., Wise J. A. 2008. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids*, 34, 4: 547–554
- Kerksick C. M., Rasmussen C. J., Lancaster S. L., Magu B., Smith P., Melton C., Greenwood M., Almada A. L., Earnest C. P., Kreider R. B. 2006. The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 3: 643–653

- Kim H. J., Kim C. K., Carpentier A., Poortmans J. R. 2011. Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino Acids*, 40, 5: 1409–1418
- Kim J., Lee J., Kim S., Yoon D., Kim J., Sung D. J. 2015. Role of creatine supplementation in exercise-induced muscle damage: a mini review. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11, 5: 244–250
- Koopman R., Wagenmakers A. J. M., Manders R. J. F., Zorenc A. H. G., Senden J. M. G., Gorselink M., Keizer H. A., van Loon L. J. C. 2005. Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 288, 4: 645–653
- Korošec M., Golob T., Bertonecelj J., Stibilj V., Koroušić-Seljak B. 2013. The Slovenian food composition database. *Food Chemistry*, 140, 3: 495–499
- Koroušić Seljak B. 2015. Odprta platforma za klinično prehrano. V: *Klinična prehrana v nosečnosti*. Novak-Antolič Ž., Kogovšek K., Rotovnik-Kozjek N., Mlakar-Mastnak D. (ur.). Ljubljana, Medicinska fakulteta, Center za razvoj poučevanja: 377–378
- Kreider R. B., Jung P. Y. 2011. Creatine supplementation in exercise, sport and medicine. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 15, 2: 53–69
- Kyle U. G., Bosaeus I., De Lorenzo A. D., Deurenberg P., Elia M., Gómez J. M., Heitmann B. L., Kent-Smith L., Melchior J. C., Pirlich M., Scharfetter H., Schols A. M. W. J., Pichard C. 2004a. Bioelectrical impedance analysis – part 1: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 5: 1226–1243
- Kyle U. G., Bosaeus I., De Lorenzo A. D., Deurenberg P., Elia M., Gómez J. M., Heitmann B. L., Kent-Smith L., Melchior J. C., Pirlich M., Scharfetter H., Schols A. M. W. J., Pichard C. 2004b. Bioelectrical impedance analysis – part 2: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23, 6: 1430–1453
- Lamprecht M. 2015. *Antioxidants in sport nutrition*. Boca Raton, Taylor & Francis Group: 278 str.
- Lipovšek S. 2013. *Moč prehrane v športu: kako s prehrano in prehranskimi dopolnili doseči svoj največji potencial in zmogljivost*. Ljubljana, Samala: 330 str.
- Lockwood C. 2008. An overview of sports supplements. V: *Essentials of sports nutrition and supplements*. Antonio J., Kalman D., Stout J. R., Greenwood M., Willoughby D. S., Haff G. G. (eds.). Totowa, Humana Press: 459–540
- Lukaski H. C. 2013. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological to assessment of body composition and a return to clinical research. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67, 1: S2–S9
- M & S. 2013. *Complete guide to Smolov squat and Smolov jr. bench press routines*. Columbia, Muscle & Strength: 1 str.
- <https://www.muscleandstrength.com/expert-guides/smolov> (november 2016)

- Mamerow M. M., Mettler J. A., English K. L., Casperson S. L., Arentson-Lantz E., Sheffield-Moore M., Layman D. K., Paddon-Jones D. 2014. Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. *Journal of Nutrition*, 144, 6: 876–880
- Margolis L. M., Rivas D. A. 2015. Implications of exercise training and distribution of protein intake on molecular processes regulating skeletal muscle plasticity. *Calcified Tissue International*, 96, 3: 211–221
- McArdle W. D., Katch F. I., Katch V. L. 2010. *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance*. 7th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins: 1038 str.
- Mettler S., Mitchell N., Tipton K. D. 2010. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 2: 326–337
- Mohr C. R. 2008. Weight loss ingredients. V: *Essentials of sports nutrition and supplements*. Antonio J., Kalman D., Stout J. R., Greenwood M., Willoughby D. S., Haff G. G. (eds.). Totowa, Humana Press: 444–444
- Moon J. R., Vogel R. M., Falcone P. H., Mosman M. M., Tribby A. C., Hughes C. M., Griffin J. D., Tabor S. B., LeFever D. J., McChaughey S. B., Kim M. P., Joy J. M. 2015. A comparison of citrulline and arginine for increasing exercise-induced vasodilation and blood flow. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*: 12, S1, doi: 10.1186/1550-2783-12-S1-P6: 2 str.
- Moore D. R., Robinson M. J., Fry J. L., Tang J. E., Glover E. I., Wilkinson S. B., Prior T., Tarnopolsky M. A., Phillips S. M. 2009. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1: 161–168
- Muth N. D. 2015. *Sports nutrition for health professionals*. Philadelphia, F. A. Davis Company: 395 str.
- NIJZ. 2014. *Z zdravo prehrano in gibanjem do zdravja*. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje: 1 str.
http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/nijz_prehrana_gibanje-plakat-a3.pdf (november 2016)
- Nissen S., Sharp R., Ray M., Rathmacher J. A., Rice D., Fuller Jr. J. C., Connelly A. S., Abumrad N. 1996. Effect of leucine metabolite b-hydroxy-b-methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *American Physiological Society*, 81, 5: 2095–2104
- Norton L. E. 2010. Leucine is a critical factor determining protein quantity and quality of a complete meal to initiate muscle protein synthesis. Dissertation. Urbana, University of Illinois: 112 str.
- Norton L. E., Wilson G. J., Layman D. K., Moulton C. J., Garlick P. J. 2012. Leucine content of dietary proteins is a determinant of postprandial skeletal muscle protein synthesis in adult rats. *Nutrition & Metabolism*, 9, 1, 67, doi: 10.1186/1743-7075-9-67: 9 str.

- O'Connor H., Slater G. 2011. Losing, gaining and making weight for athletes. V: Sport and exercise nutrition. Lanham-New S. A., Stear S. J., Shirreffs S. M., Collins A. L. (eds.). West Sussex, Wiley-Blackwell: 210–232
- OPKP. 2010. Odprta platforma za klinično prehrano. Ljubljana, Inštitut Jožef Stefan, Odsek za računalniške sisteme: 1 str.
http://www.opkp.si/sl_SI/cms/predstavitev (november 2016)
- Ormsbee M. J., Lox J., Arciero P. J. 2013. Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and Dietary Supplements*, 5: 27–35
- Owens D. J., Fraser W. D., Close G. L. 2015. Vitamin D and the athlete: emerging insights. *European Journal of Sport Science*, 15, 1: 73–84
- Penca J. 2015. Nitrati: prihanite jih za sonce! Vrhunski dosežek: raziskovalno glasilo o vzdržljivosti, moči in kondiciji, posrednik novosti iz mednarodne teorije in prakse športnega treniranja, 20, maj/junij: 29–30
- Phillips S. M. 2014. A brief review of higher dietary protein diets in weight loss: a focus on athletes. *Sports Medicine*, 44, 2: S149–S153
- Phillips S. M., Tarnopolsky M. 2010. Building muscle. V: Sports nutrition - from lab to kitchen. Jeukendrup A. (ed.). Aachen, Meyer & Meyer Sport: 62–65
- Phillips S. M., Tipton K. D., Ferrando A. A., Wolfe R. R. 1999. Resistance training reduces the acute exercise-induced increase in muscle protein turnover. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 276, 1: 118–124
- Plowman S. A., Smith D. L. 2011. Exercise physiology for health, fitness and performance. 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins: 726 str.
- Pravilnik o prehranskih dopolnilih. 2013. Uradni list Republike Slovenije, 23, 66: 7937–7968
- Rahimi R., Mirzaei B., Rahmani-Nia F., Salehi Z. 2015. Effects of creatine monohydrate supplementation on exercise-induced apoptosis in athletes: a randomized, double-blind, and placebo-controlled study. *Journal of Research in Medical Sciences*, 20, 8: 733–738
- Rippetoe M. 2011. Starting strength: basic barbell training. 3rd ed. Wichita Falls, The Aasgaard Company: 347 str.
- Robinson M. J., Burd N. A., Breen L., Rerечich T., Yang Y., Hector A. J., Baker S. K., Phillips S. M. 2013. Dose-dependent responses of myofibrillar protein synthesis with beef ingestion are enhanced with resistance exercise in middle-aged men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38, 2: 120–125
- Rotovnik-Kozjek N., Knap B., Mlakar-Mastnak D. 2015. Priročnik klinične športne prehrane. Ljubljana, Olimpijski komite Slovenije: 76 str.
- Satish K., Dutt A., Hemraj S., Bhat S., Manipadybhima B. 2012. Phase angle measurement in healthy human subjects through bio-impedance analysis. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 15, 6: 1180–1184
- Shuler F. D., Wingate M. K., Moore G. H., Giangarra C. 2012. Sports health benefits of vitamin D. *Sports Health*, 4, 6: 496–501

- Siervo M., Lara J., Ogbonmwan I., Mathers J. C. 2013. Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Nutrition*, 143, 6: 818–826
- Smith A. E., Tobkin S. E., Stout J. R., Lockwood C. M. 2009. Purported ergogenic aids. V: *Nutritional concerns in recreation, exercise, and sport*. Driskell J. A., Wolinsky I. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 235–280
- Smith S. M., Zwart S. R. 2008. Nutrition issues for space exploration. *Acta Astronautica*, 63, 5–6: 609–613
- Smith S. M., Zwart S. R., Block G., Rice B. L., Davis-Street J. E. 2005. The nutritional status of astronauts is altered after long-term space flight aboard the International Space Station. *Journal of Nutrition*, 135, 3: 437–443
- Suzuki T., Morita M., Kobayashi Y., Kamimura A. 2016. Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 6, doi: 10.1186/s12970-016-0117-z: 8 str.
- Tipton K. D. 2011. Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70, 2: 205–214
- Wijnands K. A. P., Castermans T. M. R., Hommen M. P. J., Meesters D. M., Poeze M. 2015. Arginine and citrulline and the immune response in sepsis. *Nutrients*, 7, 3: 1426–1463
- Wijnands K. A., Vink H., Briede J. J., van Faassen E. E., Lamers W. H., Buurman W. A., Poeze M. 2012. Citrulline a more suitable substrate than arginine to restore NO production and the microcirculation during endotoxemia. *PLoS ONE*, 7, 5, e37439, doi: 10.1371/journal.pone.0037439: 11 str.
- Wilson J. M., Fitschen P. J., Campbell B., Wilson G. J., Zanchi N., Taylor L., Wilborn C., Kalman D. S., Stout J. R., Hoffman J. R., Ziegenfuss T. N., Lopez H. L., Kreider R. B., Smith-Ryan A. E., Antonio J. 2013a. International Society of Sports Nutrition position stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10, 6, doi: 10.1186/1550-2783-10-6: 14 str.
- Wilson J. M., Lowery R. P., Joy J. M., Walters J. A., Baier S. M., Fuller Jr J. C., Stout J. R., Norton L. E., Sikorski E. M., Wilson S. M. C., Duncan N. M., Zanchi N. E., Rathmacher J. 2013b. β -Hydroxy- β -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*, 110, 3: 538–544
- Wilson J. M., Lowery R. P., Joy J. M., Andersen J. C., Wilson S. M. C., Stout J. R., Duncan N., Fuller J. C., Baier S. M., Naimo M. A., Rathmacher J. 2014. The effects of 12 weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid supplementation on muscle mass, strength, and power in resistance-trained individuals: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 6: 1217–1227

- Wylie L. J., Bailey S. J., Kelly J., Blackwell J. R., Vanhatalo A., Jones A. M. 2016. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 2: 415–425
- Zourdos M. C., Khamoui A. V., Jo E., Park B. S., Lee S. R., Panton L. B., Contreras R. J., Ormsbee M. J., Wilson J. M., Kim J. S. 2012. Changes in maximal strength with two different models of daily undulating periodization in trained powerlifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44, S2: 86–86

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem rekreativcem in atletom, sodelujočih pri raziskavi katerih imen zaradi etike ne smem razkrivati.

Zahvaljujem se doc. dr. Bojanu Knapu za mentorstvo, strokovne nasvete, popravke in pomoč pri izdelavi dela ter za pridobitev deleža preiskovancev, pridobitev sponzorja prehranskih dopolnil in za izposojlo naprave BCM iz UKC-ja.

Raziskavo je sofinanciralo podjetje Abbott Laboratories d.o.o., ki je sponzoriralo prehranska dopolnila, brez katerih raziskava ne bi bila mogoča.

Tadeju Jurmanu, trenerju fitnesa pri FZS za strokovno korektnost pri izvedbi vaj.

Krištofu Knapu za pomoč pri meritvah atletov, zbiranju vprašalnikov in informiranju o načrtu vadbe atletov.

Ne nazadnje bi izkoristil priložnost in se zahvalil še bratu Žigu za nasvete pri nastajanju dela in pomoč pri oblikovanju ter vsem drugim, ki ste na takšen ali drugačen način pripomogli k nastajanju dela.

PRILOGE

Priloga A: Navodila za preiskovance

ZA VEČ INFO: vernerkotnik@gmail.com, 040592151

IME in PRIIMEK: _____

E-POŠTA: _____

TELEFON: _____

SODELOVANJE PRI RAZISKAVI (4 TEDENSKA VADBA)

Pozdravljen izbrani kandidat,

sem študent Prehrane na Biotehniški fakulteti UL in izvajam raziskavo v okviru mag. dela z naslovom *Smotrnost uporabe prehranskih dopolnil pri vadbi moči* pod mentorstvom doc. dr. Bojana Knapa. Prvotni namen raziskave je analiza dodane vrednosti prehranskih dopolnil v procesu vadbe.

Od kandidata se pričakuje da:

- trenira 3x/teden po cca. 1 uro v obdobju 4 tednov. Izvajali boste vnaprej predpisane vaje, ki jih predpiše strokovni inštruktor fitnesa;
- na začetku in na koncu raziskave opravi analizo telesne sestave z bioimpedanco - BIA in 3RM (tj. tri maksimalne ponovitve – počep, potisk s prsi), da vidimo spremembe v telesni sestavi/napredek v moči;
- poleg vadbe uživa optimalno prehrano BREZ prehranskih dopolnil oz. 10 jih uživa po vadbi izdelek Ensure, proizvajalca Abbott;
- vodi prehranski dnevnik (3 dni).

IZJAVA IN PODPIS KANDIDATA

Izjavljam, da sem seznanjen z namenom in potekom raziskave. K raziskavi pristopam prostovoljno ter vadam na lastno odgovornost. Strinjam se, da se za potrebe raziskave uporabijo moji osebni podatki (spol, starost, višina, teža). Raziskovalec se zavezuje, da bo identiteta kandidata ostala anonimna (varstvo osebnih podatkov) ter zagotavlja uporabo preverjenih, klinično dokazanih izdelkov Ensure in uporabo ne-invazivne metode BIA zaradi etične neoporečnosti.

Datum: _____

Podpis kandidata: _____

MAKSIMALEN DVIG (3RM)		
VAJA	NA ZAČETKU RAZISKAVE (kg)	NA KONCU RAZISKAVE (kg)
»SQUAT«		
»BENCH PRESS«		

- 1) Spol (m, ž): _____
- 2) Starost (leta): _____
- 3) Telesna višina (m): _____
- 4) Telesna teža (kg): _____

BIA – NAVODILA PRED MERITVIJO

Pogoji, katere moramo upoštevati za pravilno merjenje telesne upornosti pri merjenjih:

- Primerna hidracija (da ni dehidriran)
- Niso smeli izvajati intenzivne fizične aktivnosti 12 ur pred meritvijo
- 48 ur pred meritvijo niso zaužili alkohola ali diuretikov (kofein ...)
- So pred meritvijo izpraznili mehur
- Vsaj 2 uri pred meritvijo niso uživali hrane
- Niso nosili kovinskega nakita
- Noben ni imel povišane temperature ali srčni vzpodbujevalnik

VADBA

3x na teden (npr.: pon, sre, pet). Trajanje: 4 tedne. Skupaj: 10 vadb. Trajanje same vadbe: cca. 1 ura. Počitek med serijami: 2–4 min. Pri vadbi kontrolirano dvigamo in spuščamo breme, da ne pride do poškodb. NE POZABITE NA OGREVANJE! Pri vsaki vaji pred začetkom naredimo 1–2 ogrevalni seriji z nizko obremenitvijo.

ŠT. VADBE	POČEP (serije x ponovitve (% RM))	POTISK S PRSI (serije x ponovitve (% RM))
meritve telesne sestave, sledi testiranje moči 3RM (počep in potisk s prsi)		
1	4 x 9 (70 % RM)	4 x 9 (70 % RM)
2	5 x 7 (75 % RM)	5 x 7 (75 % RM)
3	7 x 5 (80 % RM)	7 x 5 (80 % RM)
4	4 x 9 (75 % RM)	4 x 9 (75 % RM)
5	5 x 7 (80 % RM)	5 x 7 (80 % RM)
6	7 x 5 (85 % RM)	7 x 5 (85 % RM)
7	4 x 9 (80 % RM)	4 x 9 (80 % RM)
8	5 x 7 (85 % RM)	5 x 7 (85 % RM)
9	7 x 5 (90 % RM)	7 x 5 (90 % RM)
10	10 x 3 (95 % RM)	10 x 3 (95 % RM)
meritve telesne sestave, sledi testiranje moči 3RM (počep in potisk s prsi)		

PRIPOROČILA ZA HIPERTROFIJO

Večina preiskovancev je študentov zato smo za priporočen energijski vnos vzeli smernice zdravega prehranjevanja za študente (Hlastan Ribič et al., 2008), ki so 3100 kcal/dan oz 41 kcal/kg TT/dan. Vsak dan je potrebno vnos energije zvišati za 500-1000 kcal od celodnevne skupne porabe energije. Oziroma povečati vnos kalorij za 15-25 % (Campbell, 2014). Z zmernim presežkom energije lahko pridobivamo na pusti telesni masi 1-2 kg/mesec z minimalno spremembo v telesni maščobi. Pridobivanje na tel. teži naj ne bo več kot 1 kg/teden.

Da boste zadostili regeneracijskim pogojem vas prosim, da uživate več živil z visokim deležem beljakovin. Od teh živila z visoko biološko razpoložljivostjo beljakovin (mleko in mlečni izdelki, jajca, meso in mesni izdelki). Vegani pridobite beljakovine z zaužitjem soje in ostalih stročnic (čičerika, kvinoja, leča ...), oreškov, žit ...

Pomembno je, da beljakovine razdelimo enakomerno čez dan (npr. 5 obrokov, kjer vsak obrok vsebuje 30 g beljakovin = 150 g beljakovin, če si težač 75 kg, si dosegel dnevno normo 2 g B/kg TT/dan). Vsak obrok naj vsebuje vsaj 0,3 g B/kg TT/obrok. Po vadbi je potrebno čim prej (30 min) zaužiti obrok (1 g OH/kg TT + 0,5 g B/kg TT) zaradi obnovitve mišičnega glikogena, inzulinskega odziva in sinteze mišičnih beljakovin. Skrbite za primerno hidracijo predvsem med in po vadbi, to pomeni da z vsakim kg izgube telesne teže popijte 1,2-1,5 L tekočine.

MAKROHRANILA		
Beljakovine (B)	Maščobe (M)	Ogljikovi hidrati (OH)
1,5-2,0 g/kg TT/dan	≥ 1 g/kg TT/dan ALI	4-7 g/kg TT/dan
$\geq 2,0$ g/kg TT/dan (VEGANI)	0,8-1,25 g/kg TT/dan	
12-15 % dnevnega vnosa kalorij	20-35 % dnevnega vnosa kalorij	55-65 % dnevnega vnosa kalorij

NAVODILA ZA VODENJE PREH. DNEVNIKA

Prosim, da prehranski dnevnik vodite 3 zaporedne dni. PISITE CIM BOLJ CITLJIVO OZ. S TISKANIMI CRKAMI. Najbolj natančno lahko vodite dnevnik, če se prehranujete doma. Natančneje ko boste vodili preh. dnevnik, bolj natančno bom lahko ocenil vaš vnos energije in hranil.

Pri količini živil potrebujete gospodinjsko tehtnico. Vpisujte tehtane oz. merjene količine

- V primeru, da živila niste uspeli tehtati, lahko izjemoma napišete velikost porcije oz. uporabite domače mere – žlica, žlička, zajemalka, skodelica ...
- Označite ali ste živila tehtali surova ali kuhana (npr. 100 g kuhanih špagetov) ter način priprave (npr. losos na žaru, pečen krompir).
- Sestavo sendviča ali recept jedi (npr. pravilno: 60 g bela žemlja, 10 g gauda sir, 3 g maslo, 10 g kuhan pršut, 7 g kisle kumarice; nepravilno: 90 g sendvič).
- Ime živila oz. napitka ter proizvajalca.
- Napišite vsebnost maščobe v izdelkih (npr. navadni jogurt s 3,2 % mlečne maščobe)

Primer pravilno izpolnjenega dnevnika:

URA	KOLICINA (g, mL)	ZIVILO (jedi, pijače)	OPOMBE
13:00	135 g	Pečen piščanec, prsa brez kože in kosti, Pivka	
	154 g	Kuhan krompir, olupljen in odcejen	
	92 g	Rdeča pesa, Natureta	

1. Dan, datum: _____

[illegible]

2. Dan, datum: _____

[illegible]

3. Dan, datum: _____

[illegible]

Priloga B: Starost, višina in telesna masa 14 rekreativcev

Preiskovanec	Starost (leta)	Višina (m)	Telesna masa (kg)
1	17	1,90	89
2	23	1,71	66
3	28	1,82	90
4	21	1,78	79
5	35	1,82	98
6	24	1,77	75
7	27	1,84	83
8	40	1,86	103
9	26	1,82	77
10	22	1,84	72
11*	29	1,94	101
12*	20	1,83	73
13*	22	1,86	80
14*	24	1,75	82
Me (10)	25	1,82	81
$\bar{x}$ (10)	26,30	1,82	83,20
min (10)	17	1,71	66
max (10)	40	1,90	103
SD (10)	6,80	0,05	11,72

Legenda: * brez PD Ensure Plus

Priloga C: Starost, višina in telesna masa 10 atletov

Preiskovanec	Starost (leta)	Višina (m)	Telesna masa (kg)
15	20	1,92	85
16*	19	1,74	57
17	24	1,77	86
18	20	1,82	74
19	28	1,92	85
20	21	1,75	69
21	19	1,90	91
22	21	1,83	76
23	20	1,84	84
24	20	1,75	86
Me (9)	20	1,83	85
$\bar{x}$ (9)	21,33	1,82	79,89
min (9)	19	1,74	57
max (9)	28	1,92	91
SD (9)	2,92	0,08	10,75

Legenda: * spol = ženski

PREHRANSKI DNEVNIK (vodim 3 zaporedne dni)

2. Dan, datum: 8.12.2015

[illegible]

[illegible]

Priloga E: Primer izpolnjenega prehranskega dnevnika (atlet št. 17)

17.12.2015		ŽIVILLO (jedi, pijače)	
ČAS	KOLIČINA (g, mL)		
7:30	250g	JOGURT SADNI, 1,5% mm	
	300g	KRUH bel	
	75g	MARMELEDA JAGODNA	
	250mL	MLEKO, mnogo maščob	
	80g	KOSMIČI OVSENI sladki	
	100g	BANANA	
	600mL	KAKAV (iz avtomata)	
13:30	220mL	ENSURE ADVANCE PLUS	
14:00	150g	PEČENA PIŠČANJA PRSA	
	100g	RIŽ bel	
	60g	PARADIŽNIK	
	150g	ZELENA SOLATA	
	5g	OLIVNO OLJE	
	60g	PALAČINKE s čokolado	
16:30	575mL	frappe JAGODA STARBUCKS	
	150g	TORTA ČOKOLADNA	
20:30	100g	OMAKA S KSL. KUMARAMI	
	50g	GOVEJE MESO	
	150g	RIŽ bel	
	50g	PARADIŽNIK	
	50g	zelena solata	
	20g	testo palačinke	
24:00	100g	MILKA	
	25g	TUC KREKERJI	

Priloga F: Primer celotnega vadbenega protokola (atlet št. 24)

Trening plan, 07. 12. 2015 – 03. 01. 2016

W1 D1:

- bench press: 5 x 115 kg, 5 x 117,5 kg, 5 x 120 kg, 5 x 122,5 kg, 5 x 125 kg;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 7,5 kg);
- floor press: 4 x 6 x 80 kg;
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 35 kg;
- core: 100 reps.

W1 D2:

- squat (hard): 5 x 160 kg, 5 x 170 kg, 5 x 180 kg, 5 x 190 kg, 5 x 192,5 kg;
- sumo deadlift: 5 x 210 kg, 5 x 215 kg, 4 x 220 kg, 4 x 220 kg;
- lunge: 3 x 6 x 60 kg;
- core: 100 reps.

W1 D3:

- bench press: 5 x 117,5 kg, 5 x 120 kg, 5 x 122,5 kg, 5 x 125 kg, 5 x 125 kg;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 7,5 kg);
- military press: 4 x 6 x 80 kg;
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 35 kg;
- core: 100 reps.

W1 D4:

- deadlift (hard): 5 x 210 kg, 5 x 220 kg, 4 x 225 kg, 4 x 230 kg;
- front squat: 4 x 5 x 140 kg;
- lunge: 3 x 6 x 70 kg.

W2 D1 (bench 5 reps max competition):

- bench press: 5 x 120 kg, 5 x 125 kg, 5 x 127,5 kg, 5 x 130 kg, 5 x 132,5 kg (fail)-4x;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 7,5 kg);
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 35 kg;
- core: 100 reps.

W2 D2:

- squat (hard): 5 x 170 kg, 5 x 180 kg, 5 x 185 kg, 5 x 190 kg, 5 x 195 kg;
- sumo deadlift: 5 x 210 kg, 5 x 215 kg, 4 x 220 kg, 4 x 225 kg (fail)-2x;
- lunge: 3 x 6 x 70 kg;
- core: 100 reps.

W2 D3:

- bench press: 5 x 4 x 120 kg;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 7,5 kg);
- military press: 2 x 6 x 80 kg, 2 x 6 x 85 kg;
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 35 kg;
- core: 100 reps.

W2 D4:

- deadlift (hard): 5 x 210 kg, 5 x 220 kg, 4 x 230 kg, 4 x 230 kg;
- front squat: 4 x 5 x 145 kg;
- paused squat: 2 x 6 x 140 kg;
- lunge: 3 x 6 x 70 kg.

W3 D1:

- bench press: 5 x 122,5 kg, 5 x 125 kg, 4 x 130 kg, 4 x 132,5 kg;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 10 kg);
- row (veslanje v predklonu): 2 x 6 x 70 kg, 2 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 40 kg;
- core: 100 reps.

W3 D2:

- squat (hard): 5 x 180 kg, 5 x 190 kg, 5 x 195 kg, 4 x 200 kg, 3 x 202,5 kg;
- sumo deadlift: 5 x 215 kg, 5 x 220 kg, 4 x 225 kg, 3 x 225 kg;
- lunge: 2 x 6 x 80 kg;
- core: 100 reps.

W3 D3:

- bench press: 5 x 125 kg, 5 x 127,5 kg, 4 x 130 kg, 4 x 132,5 kg;
- pull-up: 4 x 10 x (bw + 10 kg);
- military press: 3 x 6 x 70 kg;
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 80 kg;
- arm curl: 12 x 30 kg, 10 x 35 kg, 8 x 40 kg;

- core: 100 reps.

W3 D4:

- deadlift (hard): 5 x 220 kg, 4 x 230 kg, 4 x 230 kg, 4 x 230 kg, 4 x 200 kg;
- front squat: 4 x 5 x 150 kg;
- paused squat: 2 x 6 x 130 kg;
- lunge: 3 x 6 x 70 kg.

W4 D1 (recovery week):

- bench press: 3 x 4 x 125 kg;
- pull-up: 4 x 10 x bw;
- row (veslanje v predklonu): 3 x 6 x 70 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 40 kg;
- core: 100 reps.

W4 D2:

- squat: 4 x 4 x 180 kg;
- sumo deadlift: 3 x 3 x 220 kg;
- core: 100 reps.

W4 D3:

- bench press: 4 x 120 kg, 4 x 125 kg, 3 x 130 kg;
- pull-up: 4 x 10 x bw;
- military press: 3 x 6 x 70 kg;
- arm curl: 3 x 8 x 40 kg;
- triceps extension: 3 x 8 x 40 kg;
- core: 100 reps.

W4 D4:

- deadlift: 3 x 210 kg, 3 x 220 kg, 3 x 230 kg;
- front squat: 3 x 4 x 140 kg;
- lunge: 3 x 6 x 60 kg.