

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

LUKA OTONIČAR

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Študijski program: Kineziologija

PREHRANSKA DOPOLNILA PRI TRENINGU ZA POVEČANJE MIŠIČNE MASE

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Primož Pori

SOMENTOR:

asist. Vedran Hadžić

RECENZENT:

izr. Prof. dr. Marko Šibila

AVTOR: LUKA OTONIČAR

Ljubljana, 2013

Zahvalil bi se staršema, ki sta me tekom študija podpirala in mi stala ob strani

Primož Pori, Vedran Hadžić in Marko Šibila, hvala za mentorstvo in vaše strokovne nasvete, ki so mi pomagali pri izdelavi diplomske naloge.

Mateja Rebec Hreščak, hvala za strokovni pravopisni pregled diplomske naloge.

Mišič Gregor, hvala za pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Ključne besede: prehranski dodatki, trening, mišična masa, prehrana

PREHRANSKA DOPOLNILA PRI TRENINGU ZA POVEČANJE MIŠIČNE MASE

Luka Otoničar

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2013

Kineziologija

IZVLEČEK

Področje prehranskih dopolnil je obsežno in se vseskozi razvija. Na to temo obstaja že veliko raziskav, ki se iz leta v leto dopolnjujejo; včasih nove raziskave ovržejo ali zamenjajo starejše ugotovitve. Namen dela je narediti pregled raziskav in predstaviti njihova dognanja ter postaviti splošne smernice za posamezno prehransko dopolnilo. Te smernice so uporabljene pri sestavi konkretnega načrta jemanja prehranskih dopolnil.

Za uživanje prehranskih dopolnil se navadno odločajo posamezniki, ki se ukvarjajo s treningom za povečanje mišične mase. Posledica takega treninga je povečanje moči, ki se pojavi zaradi živčnih, mišičnih in hormonskih prilagoditev. Za povečanje mišične mase je pomembno upoštevati priporočila o dnevnem vnosu posameznih hranil, dnevnem kaloričnem vnosu in timingu vnosa posameznih hranil. Zavedati se je treba, da prehranski dodatki ne morejo v celoti nadomestiti prehrane.

Najbolj poznani izdelki na področju prehranskih dopolnil za povečanje mišične mase so beljakovine v prahu, verižno razvejane aminokisliline (BCAA), posamezne esencialne aminokisliline, kreatin, β -hidroksi- β -metilbutirat (HMB) in multivitaminsko-mineralni kompleksi. Vsak izdelek učinkuje na svoj način, skupaj pa naj bi ob pravilnem uživanju dali najboljše rezultate v povezavi s treningom za povečanjem mišične mase.

Nobena izmed raziskav ne more potrditi škodljivih stranskih učinkov prehranskih dopolnil. Ob upoštevanju priporočil glede jemanja posameznega izdelka se torej sklepa, da je uživanje prehranskih dopolnil varno.

Keywords: nutrition supplements, training, muscle mass, food

NUTRITIONAL SUPPLEMENTS IN MUSCLE MASS TRAINING

Luka Otoničar

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2013

Kinesiology

ABSTRACT

The field of nutritional supplements is extensive and it is constantly evolving. There is already a lot of research related to this subject and new findings are formed all the time. Sometimes these findings disprove or replace the previous ones. The purpose of this work is to review all the research so far and show their findings. In addition I would like to lay down the general guidelines for each nutritional supplement respectively. These guidelines are used in the preparation of a specific plan of taking nutritional supplements.

Nutritional supplements are usually used by individuals, who are engaged in muscle mass training. The result of such training is shown as an improvement in strength. The main reason responsible for this improvement is nervous, muscle and hormonal adaptation. In order to get maximum results out of training, it is important that we follow the recommendations of daily intake for individual nutrients, daily caloric intake and timing of nutrition intake. Although nutritional supplements provide all the essential nutrition they shouldn't completely replace food.

The most known nutritional supplements to increase muscle mass are protein powders, branched chain amino acids (BCAA), individual amino acids, creatine, β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and multivitamin-mineral complexes. Each product has different effect on building muscle mass. Using them together should provide best results, assuming that all the recommendations are considered.

The studies can't confirm any side effects of nutritional supplements. When recommendations are taken into account we can therefore conclude that the consumption of nutritional supplements is safe.

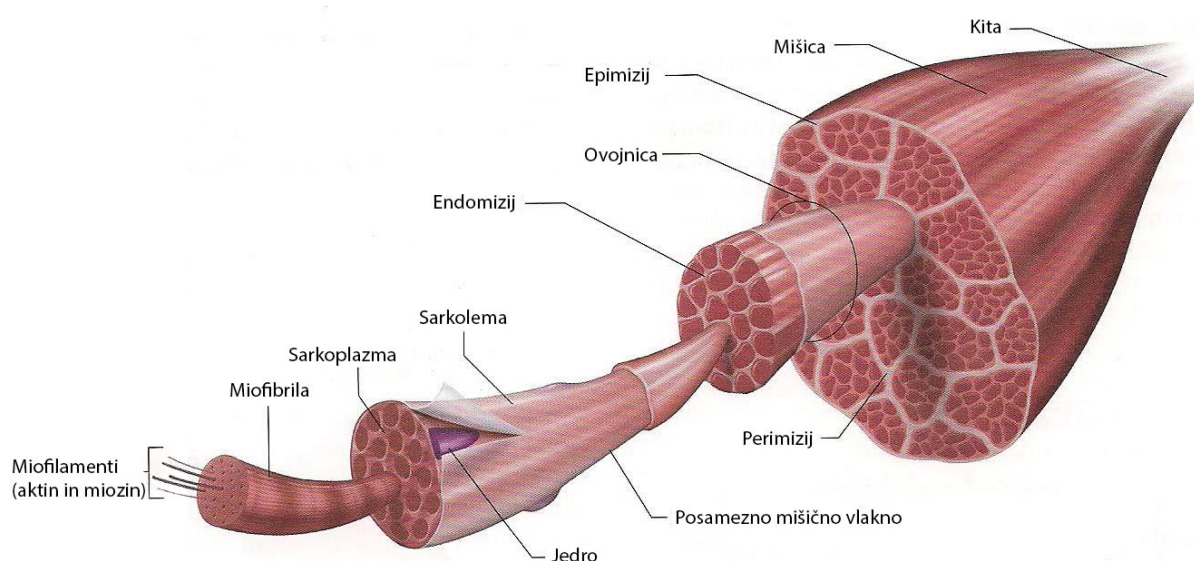
KAZALO

1	UVOD	8
1.1	TRENING ZA POVEČANJE MIŠIČNE MASE.....	8
1.1.1	<i>Osnovna načela treninga za povečanje mišične mase.....</i>	8
1.1.2	<i>Učinki treninga za povečanje mišične mase.....</i>	9
1.1.2.1	<i>Živčna prilagoditev</i>	9
1.1.2.2	<i>Mišična prilagoditev</i>	9
1.1.2.3	<i>Hormonska prilagoditev</i>	10
1.2	PREHRANA.....	11
1.2.1	<i>Pomen prehrane.....</i>	11
1.2.2	<i>Prehranska priporočila.....</i>	11
1.3	PREHRANSKA DOPOLNILA	13
1.3.1	<i>Definicija prehranskih dopolnil.....</i>	14
1.3.2	<i>Delitev prehranskih dopolnil.....</i>	15
1.4	CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA.....	15
2	JEDRO	16
2.1	BELJAKOVINSKA PREHRANSKA DOPOLNILA	16
2.1.1	<i>BELJAKOVINE.....</i>	16
2.1.1.1	<i>Sirotkine beljakovine.....</i>	18
2.1.1.2	<i>Kazeinske beljakovine.....</i>	19
2.1.1.3	<i>Sojine beljakovine</i>	19
2.1.2	<i>RAZISKAVE NA TEMO BELJAKOVIN.....</i>	19
2.2	BCAA.....	20
2.2.1	<i>RAZISKAVE NA TEMO BCAA</i>	21
2.3	KREATIN.....	21
2.3.1	<i>RAZISKAVE NA TEMO KREATINA</i>	23
2.4	B-HIDROKSI – B-METILBUTIRAT (HMB).....	24
2.4.1	<i>RAZISKAVE NA TEMO HMB-ja.....</i>	24
2.5	VITAMINI.....	25
2.6	MINERALI.....	26
2.7	OSTALA PREHRANSKA DOPOLNILA	27
2.8	NAČRT UŽIVANJA PREHRANSKIH DOPOLNIL.....	27
2.9	PRIMERJAVA PREHRANSKIH DOPOLNIL Z HRANO	30
3	SKLEP	31
4	VIRI	32

1 UVOD

V človeškem telesu so štiri različne vrste tkiv: vezivno, mišično in živčno tkivo ter epitelij¹. Ta tkiva imajo različne funkcije, vendar je njihov namen skupen, to je izgradnja in delovanje človeškega telesa.

Z vidika gibanja glavno vlogo igra mišično tkivo, ki v človeškem telesu sestavlja več kot 430 skeletnih mišic². Njihova zgradba je dokaj zapletena (slika 1). Sestavljene so iz snopov mišičnih vlaken, ki jih obdaja vezivna ovojnica. Ti snopi skupaj tvorijo mišico, ki je obdana z mišično ovojnico in se na kost prirašča s kito. Posamezno mišično vlakno je sestavljeno iz mišičnih vlaken, ta pa so sestavljena iz nitastih struktur, ti. miofilamentov – aktina in miozina. Znotraj mišičnega vlakna se nahaja še tekočina, imenovana sarkoplazma (Baechle in Earle, 2008).



Slika 1: zgradba skeletne mišice (prirejeno po: Baechle in Earle, 2007)

Skeletne mišice predstavljajo okoli 40–45 % celotne mase telesa pri moških in okoli 30–35 % pri ženskah. Vendar delež mišične mase v telesu ni stalen in se skozi življenje spreminja. Ob pravilni prehrani in telesni dejavnosti (npr. treningu) se ga lahko poveča. To si prizadevajo predvsem športniki, katerih športi zahtevajo veliko moči, saj povečanje mišične mase neposredno vpliva na njeno povečanje.

1.1 TRENING ZA POVEČANJE MIŠIČNE MASE.

1.1.1 Osnovna načela treninga za povečanje mišične mase

Trening za povečanje mišične mase je anaerobna aktivnost, pri kateri se izmenjujeta faza visoko intenzivnega napora in faza odmora. Uspešnost treninga je odvisna od poznavanja njegovih osnovnih načel. Poleg poznavanja vaj in njihove pravilne izvedbe je pomembno še: znati pravilno določiti obremenitev, število ponovitev, število serij, tempo izvedbe in čas odmora med serijami.

¹ Epitelij (vrhnjično tkivo) – tkivo, ki pokriva zunanje površine telesa (Bele in drugi, 2006).

² Skeletne mišice – mišice, katerih delovanje lahko zavedno nadzorujemo in so odgovorne za gibanje posameznih delov telesa.

Obstaja več različnih metod treninga za povečanje mišične mase, ki se med seboj razlikujejo v prej omenjenih parametrih. Tabela 1 prikazuje primer ene izmed teh metod.

Tabela 1: primer treninga za povečanje mišične mase – standardna metoda 1

STANDARDNA METODA 1	
Breme (odstotek od 1 RM ³)	75 %–85 %
Število ponovitev	8–12
Število serij	3–5
Tempo izvedbe	tekoče
Odmor med serijami (sekunde)	30–90

1.1.2 Učinki treninga za povečanje mišične mase

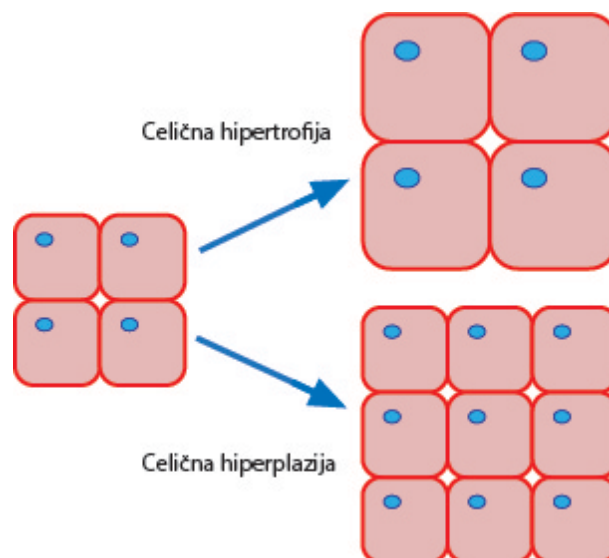
Trening za povečanje mišične mase povzroča živčno, mišično in hormonsko prilagoditev. Poleg tega pozitivno vpliva na kosti, kite, vezi, mišične ovojnice in hrustanec (Baechle in Earle, 2008).

1.1.2.1 Živčna prilagoditev

Trening za povečanje mišične mase najprej povzroči živčne prilagoditve, ki se kažejo v učinkovitejšem delovanju živčno-mišičnega sistema. To omogoča hitrejši prenos dražljajev po telesu, posledica je številčnejše in hitrejšje vklapljanje mišičnih vlaken med mišičnim krčenjem. Povzroča tudi zmanjšanje učinka mehanizmov (npr. golgijev kitni refleks), ki zavirajo mišično krčenje (Baechle in Earle, 2008).

1.1.2.2 Mišična prilagoditev

Mišična prilagoditev se kaže v povečanju velikosti mišice in izboljšanju biokemičnih ter strukturnih komponent mišice. Te spremembe vplivajo na povečanje njene moči in vzdržljivosti. Znotraj mišice se zgodita dva procesa – hipertrofija in hiperplazija (slika 2).



Slika 2: celična hipertrofija in hiperplazija
(prirejeno po: www.expert-nutrition.com, 2013)

³ 1 RM (repetition maximum) – največja teža, ki jo je posameznik sposoben prenesti v eni ponovitvi vaje.

Hipertrofija je povečanje prečnega preseka mišice. Nastane zaradi mikropoškodb mišičnega vlakna, ki so posledica visoko intenzivnega treninga. Telo te poškodbe obnavlja s sintezo⁴ novih beljakovin na mestu poškodbe. Za preprečevanje novih poškodb se vedno sintetizira več beljakovin kot je dejansko potrebnih za obnovo poškodbe. To vpliva na povečanje debeline mišičnih vlaken in posledično na povečanje prečnega preseka mišice.

Hiperplazija pomeni povečanje števila mišičnih vlaken v posamezni mišici. Povečanje se zgodi, če se zaradi mišičnih poškodb eno vlakno po dolžini razcepi na dva dela. Ta pojav sicer ni tako pogost kot hipertrofija. Tudi hiperplazija nastane kot posledica visoko intenzivnega treninga.

Učinkovitost teh dveh procesov po vadbi je odvisna od vnosa ogljikovih hidratov in beljakovin, prisotnosti aminokislin v telesu, časovne usklajenosti vnosa hranil (angleško »timing«), stopnje obremenitve mišice, preskrbljenosti mišičnih celic z vodo in hormonskega odziva (Baechle in Earle, 2008).

1.1.2.3 Hormonska prilagoditev

Pomembno vlogo pri vseh telesnih spremembah, ki so posledica treninga za povečanje mišične mase, igrajo hormoni. Gledano s stališča mišične mase se hormoni delijo na anabolne⁵ in katabolne⁶. Anabolni hormoni so testosteron, rastni hormon, inzulinu podoben rastni faktor (IGF) in inzulin. Katabolna hormona pa sta kortizol in progesteron. Tabela 2 prikazuje hormone in njihovo delovanje.

Tabela 2: hormoni in njihovo delovanje

	Hormon	Delovanje
ANABOLNI	Testosteron	Poveča sintezo beljakovin v mišici Poveča prevodnost živčnega sistema Pripomore k izločanju rastnega hormona
	Rastni hormon	Poveča sintezo beljakovin v mišici Zmanjšuje porabo glukoze ⁷ kot energijskega vira Povečuje razgradnjo maščob Stimulira izločanje IGF
	IGF	Poveča sintezo beljakovin v mišici
	Inzulin	Sinteza glikogena ⁸ iz glukoze
KATABOLNI	Kortizol	Povečuje razgradnjo beljakovin ob pomanjkanju ogljikovih hidratov (OH)

⁴ Sinteza – spajanje atomov različnih elementov v spojino ali nastajanje spojine iz različnih molekul, pri čemer se posamezne atomske skupine iz njih spajajo v novo spojino (Kališnik, 2007).

⁵ Anabolni hormoni – hormoni, katerih delovanje vpliva na povečanje mišične mase.

⁶ Katabolni hormoni – hormoni, katerih delovanje zavira rast mišične mase.

⁷ Glukoza – grozdni sladkor (Ahlin in drugi, 2005).

⁸ Glikogen – ogljikov hidrat, sestavljen iz molekul glukoze, ki se uporablja kot energetska rezerva. V človeškem telesu je v mišicah in jetrih (Kališnik, 2007).

Baechle in Earle (2008) sta prilagoditev hormonskega sistema na trening za povečanje mišične mase razdelila v štiri kategorije:

1. spremembe hormonskega odziva med treningom in po njem – *raziskave so pokazale, da med treningom s težkimi bremenami in po njem prihaja do povečanega izločanja anaboličnih hormonov;*
2. spremembe hormonskega odziva, ki so posledica dolgotrajnega procesa treninga – *dolgotrajni proces treninga pripomore h kakovostnejši izvedbi treninga, posledično je tudi hormonski odziv večji;*
3. spremembe v koncentraciji hormonov v telesu po prenehanju procesa treninga – *koncentracija hormonov v telesu se po prenehanju procesa treninga vrne na začetno raven;*
4. spremembe receptorjev⁹ za hormone v telesu: *poleg večje vsebnosti hormonov v telesu trening za povečanje mišične mase poveča tudi število receptorjev za te hormone.*

Iz navedenega lahko sklepamo, da vadba s težkimi bremenami, ki je značilna pri treningu za povečanje mišične mase, sproži večji hormonski odziv in posledično večjo rast mišične mase.

1.2 PREHRANA

1.2.1 Pomen prehrane

Hrana je ena izmed temeljnih človekovih potreb, brez katere človeško telo ne more pravilno delovati. Človeku zagotavlja toplotno energijo, ki je potrebna za vzdrževanje stalne telesne temperature in mehansko energijo, ki je potrebna za opravljanje telesnih aktivnosti. Poleg tega omogoča normalno rast in razvoj ter obnovo organizma, preprečuje občutek lakote in žeje, krepi zdravje in nam daje občutek zadovoljstva – užitek pri uživanju hrane (Dervišević in Vidmar, 2011).

Prehrana je poleg pravilnega treninga in zadostnega počitka na področju pridobivanja mišične mase zelo pomembna, saj ob neustreznem vnosu hranil ni pričakovanega napredka (Globočnik, 2008).

Športniki se zavedajo pomena prehrane, vendar njihovo znanje o pravilni prehrani ni zadostno (Dervišević in Vidmar, 2011).

1.2.2 Prehranska priporočila

Colgan (1993) je sestavil seznam 59 nujnih substanc, ki jih športnik potrebuje. Nekatere izmed teh substanc se dobi iz vdihanega zraka, druge pa je potrebno vnesti s pravilno prehrano. Poudarja pomen vnosa primernih količin navedenih substanc, saj nezadostna količina ene lahko poruši medsebojno učinkovitost preostalih. Poleg kisika, vodika, ogljika, dušika in sulfata je na seznamu še 13 vitaminov, 22 mineralov, 8 aminokislin, 2 maščobni kislini in 6 kofaktorjev¹⁰.

⁹ Receptor (sprejemnik) – organ, celica, ki sprejema in prenaša dražljaje (Ahlin in drugi, 2005).

¹⁰ Kofaktor – dejavnik, ki sodeluje pri določenem procesu v telesu (Kališnik, 2007).

Pomembno se je zavedati splošnih priporočil glede vnosa posameznih hranil. Tako naj bi pri treningu moči v enem dnevu zaužili 5–6 g ogljikovih hidratov, 1,4–1,8 g beljakovin in ne več kot 1 g zdravih maščob (vsebujejo nenasičene maščobne kisline) na kg telesne teže (/kg_{TT}) (Dervišević in Vidmar, 2011). To so seveda le splošna priporočila. Športniki, katerih šport zahteva veliko moči, po navadi dnevno zaužijejo celo precej več beljakovin (1,6–2,8 g/kg_{TT}) (Szedlak in Robins, 2012). Tabela 3 prikazuje vlogo posameznih hranil v telesu.

Tabela 3: osnovne funkcije energijskih virov (Benardot, 2006)

Energijski vir	Funkcija
Ogljikovi hidrati (4kCal/g)	<ul style="list-style-type: none">– energija za mišice (iz sladkorjev, škroba¹¹ in glikogena)– nadzor holesterola in maščob (iz vlaknin)– pomoč pri prebavi (iz vlaknin)– absorpcija¹² hranil in vode (iz sladkorjev)
Beljakovine (4kCal/g)	<ul style="list-style-type: none">– vir energije (pri pomanjkanju OH)– vir esencialnih aminokislin (telo jih potrebuje, a jih ne more samo proizvesti)– ključne za izgradnjo novega tkiva (pomembno za rast in obnovo poškodovanega tkiva)– ključne za vzdrževanje obstoječega tkiva (pomoč pri obnovi običajnih obrab in natrganin)– osnova za proizvodnjo hormonov, encimov¹³ in protitelesc– ravnovesje tekočin (pomaga pri kontroli vode znotraj in zunaj celic)– nosilke snovi v krvi (transport vitaminov, mineralov in maščob v celice in izven le-teh)
Maščobe (9kCal/g)	<ul style="list-style-type: none">– dostava v maščobi topnih vitaminov (A, E, D in K)– dostava esencialnih maščobnih kislin (maščobnih kislin, ki jih telo potrebuje, a jih ne more proizvesti)– energija in gorivo za mišice (pri aktivnostih nizke intenzivnosti)– kontrola sitosti (pripomore k občutku sitosti)– sestavina mnogih hormonov

Pri načrtovanju prehrane za povečanje mišične mase je poleg že omenjenega dnevnega vnosa posameznih hranil pomembno določiti še:

število obrokov in njihovo razporeditev tekom dneva

Clark (2008) poudarja, da je tekom dneva boljše zaužiti več manjših obrokov, saj se tako hrana hitreje prebavi. Obrok hrane naj bi zaužili na vsake 2 do 4 ure;

timing vnosa

Vedeti moramo, kdaj so ključna obdobja za vnos hranil. Rodriguez in drugi (2009) priporočajo ustrezen vnos hrane in pijače pred, med in po treningu, saj ta pripomore k vzdrževanju ravni krvnega sladkorja med vadbo, boljši izvedbi treninga in boljši regeneraciji po treningu. Zaužitje visoko kakovostnih beljakovin in ogljikovih hidratov

¹¹ Škrob – ogljikov hidrat iz glukoze, ki nastaja v zelenih listih rastlin (Ahlin in drugi, 2005).

¹² Absorpcija – sprejemanje, vpijanje delcev v tekočino, trdno snov (Kališnik, 2007).

¹³ Encim – beljakovina, ki pospeši hitrost kemične reakcije, pri čemer se sama ne spremeni (Kališnik, 2007).

takoj po vadbi za povečanje mišične mase poveča anabolne učinke, ki sledijo takemu treningu (Campbell, Wilborn, La Bounty in Wilson, 2012);

dnevni kalorični vnos

Za pridobivanje mišične mase je pomembno dnevno zaužiti 500–1000 kilo kalorij (kcal) več, kot je dnevna poraba. Teoretično nam to omogoča pridobitev 0,5–1 kg telesne teže na teden (Dervišević in Vidmar, 2011).

1.3 PREHRANSKA DOPOLNILA

Sredstva za povečanje učinkovitosti treninga in prehranska dopolnila obstajajo že vse od antičnih olimpijskih iger (Baechle in Earle, 2008). Vrhunski športniki z jemanjem prehranskih dodatkov poizkušajo dobiti prednost pred konkurenco.

S hitrim razvojem prehranske industrije so prehranska dopolnila postala dostopna širši populaciji. Prehranski trg je preplavljen s številnimi izdelki, ki so namenjeni športnikom za doseg želenih ciljev (slika 3), tj. izboljšanje gibalnih in funkcionalnih sposobnosti, nadomeščanje izgubljenih snovi, vpliv na strukturo telesa,... (Dervišević in Vidmar, 2011).



Slika 3: raznolikost prehranskih dopolnil (vir: www.bodybuilding.com, 2013)

Za nakup tovrstnih prehranskih dopolnil se odloča tudi vse večje število obiskovalcev vadbenih centrov (npr. fitness). Razlog za to je oglaševanje pozitivnih vplivov uživanja teh sredstev. Smotrnost uporabe pa je velikokrat vprašljiva, saj je znanje posameznikov glede njihove uporabe še vedno zelo nizko (Jaklin in Ivančič, 2009).

Baechle in Earle (2008) ločujeta sredstva za povečanje športnega učinka v dve različni kategoriji. V prvo kategorijo sodijo hormoni in droge, ki posnemajo njihovo delovanje, v drugo pa prehranska dopolnila. Razlik med obema kategorijama včasih ni tako lahko prepoznati, vendar je to zelo pomembno. Hormoni in droge, ki posnemajo njihovo delovanje, namreč sodijo na listo prepovedanih substanc. Zaradi tega bo v nadaljevanju večja pozornost namenjena prehranskim dopolnilom.



1.3.1 Definicija prehranskih dopolnil

V svetu bolj poznan izraz za prehranska dopolnila so prehranski dodatki, vendar slovenska zakonodaja slednjega izraza ne pozna. Uporablja se termin prehransko dopolnilo.

»Prehranska dopolnila so živila, katerih namen je dopolnjevati običajno prehrano. So koncentrirani viri posameznih ali kombiniranih hranil ali drugih snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom, ki se dajejo v promet v obliki kapsul, pastil, tablet in drugih podobnih oblikah, v vrečkah s praškom, v ampulah s tekočino, v kapalnih stekleničkah in v drugih podobnih oblikah s tekočino in praškom, ki so oblikovane tako, da se jih lahko uživa v odmerjenih majhnih količinskih enotah« (Uradni list RS, št. 104/2010, 23.12.2010).

Podatki, ki jih mora vsebovati deklaracija na prehranskem dopolnilu (slika 4):

1. ime izdelka – *običajno vsebuje ime glavne aktivne sestavine* (1),
2. podatek o vsebini – *število kapsul oziroma tablet, količina praška ali napitka* (2),
3. navodilo za uporabo – *priporočena dnevna količina zaužitja dopolnila* (3),
4. podatki o količini aktivne sestavine – *na enoto oziroma celotno količino dodatka* (4),
5. podatki o ostalih sestavinah – *razvrščeno po vsebnosti sestavine v dopolnilu* (5),
6. ime in naslov proizvajalca ali distributerja – *morebitna vprašanja, dodatne informacije o izdelku* (6).

AMINO ACID PROFILE		Nutrition Facts			
Per 33 g serving	mg/serving	Serving Size: 1 oz. = 1 scoop (33 g)			
ESSENTIAL AMINO ACIDS (EAA)		Servings per container: 69			
Branched-Chain Amino Acids (BCAA)		Amount Per Serving			
Isoleucine	1610		% Daily Value*		
Leucine	2684	Calories	123		
Valine	1508	Calories from Fat	13		
Histidine	4860	Total Fat	1 g 2%		
Lysine	2249	Saturated Fat	< 1 g 2%		
Methionine	6650	Trans Fat	0 g 0%		
Phenylalanine	8950	Cholesterol	13 mg 4%		
Threonine	1840	Total Carbohydrate	2 g < 1%		
Tryptophan	6130	Dietary Fiber	1 g 3%		
Alanine	1304	Calcium	170.8 mg 17%		
Arginine	6130	Phosphorus	92 mg 9%		
Aspartic acid	3527	Sodium	44 mg 2%		
Cysteine / Cystine	7670	Potassium	175 mg 5%		
Glutamic acid	4805	Protein	26 g 44%		
Glycine	4860	*Percent Daily Values are based on 2000 calories. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.			
Proline	1559				
Taurine	0				
Serine	1304				
Tyrosine	7920				
  Manufactured for and distributed by Freddie'sNutrition.com 888-889-9444		Calories			
		2000		2500	
		Total Fat	Less Than	65 g	65 g
		Saturated Fat	Less Than	20 g	20 g
		Cholesterol	Less Than	300 g	300 g
		Sodium	Less Than	2400 mg	2400 mg
		Potassium		3500 mg	3500 mg
		Total Carbohydrate		300 g	300 g
		Dietary Fiber		25 g	25 g
		Protein		50 g	50 g
		Calories per gram: Fat = 9; Protein = 4; Carbohydrate = 4			
		INGREDIENTS: Pure Whey Protein Concentrate, Pure Whey Protein Isolate, Cocoa Powder, Natural and Artificial Flavor, Xanthan Gum, Sucralose (Splenda™)			
		Allergen Information: Contains Milk and Soy (Lecthin) Ingredients.			

Slika 4: primer deklaracije na prehranskem dopolnilu (vir: www.freddiesnutrition.com, 2013)

1.3.2 Delitev prehranskih dopolnil

Dervišević in Vidmar (2011) prehranska dopolnila delita na:

- a) **preparate za nadomeščanje tekočine**: navadno gre za hipotonične¹⁴ ali izotonične¹⁵ mineralno-vitaminske napitke,
- b) **energetske preparate**: gre za OH – napitke z različno vsebnostjo sladkorjev, energetske ploščice ali želeje,
- c) **beljakovinske preparate**: beljakovinski koncentracije in izolati, kompleksi aminokislin, posamezne aminokisliline,
- d) **lipolitike**: preparati za pospešeno pridobivanje energije iz maščob,
- e) **ergogena sredstva**: sredstva, ki naj bi pripomogla k boljšemu rezultatu glede na pričakovane učinke.

Številni ljudje so glede uporabe prehranskih dopolnil še vedno skeptični in jim ne zaupajo. Eden izmed razlogov je pomanjkljivo poznavanje njihove sestave, učinkov in prednosti pred navadno prehrano. Menijo, da imajo škodljive učinke in so zdravju nevarni. V diplomski nalogi sem se odločil proučiti področje prehranskih dopolnil, saj menim, da s pravilno uporabo lahko veliko pripomorejo k uspešnejšemu treningu in njegovemu kasnejšemu vplivu na povečanje mišične mase. Ker je to področje zelo široko, bom svojo pozornost posvetil predvsem prehranskim dopolnilom, ki imajo vpliv na povečanje mišične mase.

1.4 CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA

Glavni cilji v mojem diplomskem delu so sledeči:

1. proučiti področje prehranskih dopolnil, ki imajo vpliv na povečanje mišične mase,
2. sestaviti načrt jemanja prehranskih dopolnil pri treningu povečanja mišične mase,
3. primerjati prehranska dopolnila z navadno prehrano.

¹⁴ Hipotoničen napitek – napitek, ki vsebuje nižjo koncentracijo soli in sladkorja kot človeško telo.

¹⁵ Izotoničen napitek – napitek, ki vsebuje podobno koncentracijo soli in sladkorja kot človeško telo.

2 JEDRO

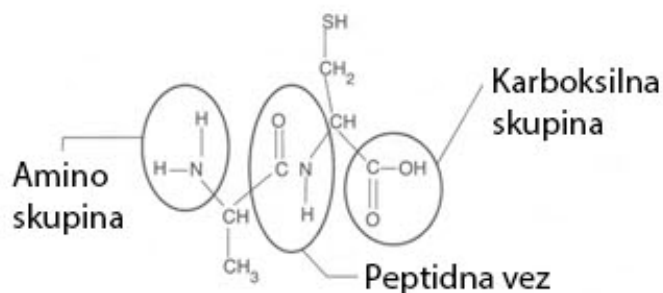
Na temo prehranskih dopolnil je bilo narejenih že veliko raziskav. Predstavljena bodo le tista prehranska dopolnila, ki dokazano pripomorejo k povečanju mišične mase. Potrebno je poudariti, da se samo z uživanjem prehranskih dopolnil ne doseže želenih učinkov. Ključna je njihova povezava z vadbo. Katera so torej prehranska dopolnila, ob uživanju katerih prihaja do hitrejšega prirasta mišične mase?

2.1 BELJAKOVINSKA PREHRANSKA DOPOLNILA

2.1.1 BELJAKOVINE

Beljakovine predstavljajo pomemben del človeške prehrane, saj je človeško telo skoraj v celoti sestavljeno iz njih. Predstavljajo gradbeni material za izgradnjo celic organizma, hormonov in encimov. Lahko so živalskega (npr. meso, jajca, mleko) ali rastlinskega (npr. stročnice) izvora.

Osnovna strukturna enota beljakovin so aminokislina, za katere je značilna amino (-NH₂) skupina in karboksilna (-COOH) skupina (Driksell, 2007). Aminokislina se med seboj povezujejo s peptidnimi vezmi (slika 5). Spojine iz dveh aminokislin imenujemo dipeptidi iz treh pa tripeptidi. Povezava večjega števila aminokislin tvori polipeptid.



Slika 5: povezava med dvema aminokislinama s peptidno vezjo (prirejeno po: Benardot, 2006)

Vse beljakovine v človeškem telesu so zgrajene iz 20 različnih aminokislin (tabela 4). Glede na njihov nastanek jih delimo na (Baechle in Earle, 2008):

1. **Esencialne aminokislinae** – organizem jih ne more samostojno sintetizirati, zato morajo biti vnesene s hrano.
2. **Neesencialne aminokislinae** – organizem jih lahko samostojno sintetizira.

Nekateri avtorji v svojih delih navajajo tudi tretjo skupino aminokislin – semi-esencialne aminokislinae. Benardot (2006) pojasnjuje, da naj bi bilo potrebno ob posebnih metaboličnih primerih tudi te aminokislinae zaužiti s hrano.

Tabela 4: neesencialne in esencialne aminokislino (Benardot, 2006)

AMINOKISLINE			
NEESENCIALNE		ESENCIALNE	
<i>aminokislina</i>	<i>okrajšava</i>	<i>aminokislina</i>	<i>okrajšava</i>
alanin	ala	histidin ¹⁶	his
arginin (se)	arg	izolevcin	ile
asparagin	asn	levcin	leu
asparaginska kislina	asp	lizin	lys
cistein (se)	cys	metionin	met
glutamat	glu	felinalin	phe
glutamin (se)	gln	treonin	thr
glicin (se)	gly	triptofan	trp
prolin (se)	pro	valin	val
serin	ser		
trozin (se)	tyr		

Legenda: SE – semi-esencialen

Beljakovine, ki jih zaužijemo, se v procesu prebave razgradijo na posamezne aminokislino, telo pa jih nato uporabi za tvorbo lastnih beljakovin. Pomembnejša od same količine vnesenih beljakovin je predvsem njihova kakovost (Dervišević in Vidmar, 2011). Visoko kakovostne beljakovine imajo visoko biološko vrednost¹⁷ in optimalno sestavo (vsebujejo vse esencialne aminokislino). Take so beljakovine živalskega izvora. Beljakovine, ki nimajo optimalne sestave – manjka jim ena ali več esencialnih aminokislin, so nizko kakovostne in tudi njihova biološka vrednost je nizka. Mednje sodijo beljakovine rastlinskega izvora (Baechle in Earle, 2008). Tabela 5 prikazuje biološke vrednosti nekaterih živil.

Tabela 5: biološka vrednost beljakovin (Dervišević in Vidmar, 2011)

Živilski vir beljakovin	Biološka vrednost beljakovin (%)
mleko	82–85
predelana sirotka	95–100
celo jajce	94
soja	62–72
ribe	76
meso	65–75
stročnice	50–60

Glavna naloga aminokislin je izgradnja in obnova tkiv v telesu. Nanašajoč se na naslov diplomske naloge, je to mišično tkivo. Aminokislino se lahko uporabljajo tudi kot vir energije – v primeru nezadostnega vnosa ogljikovih hidratov in maščob. Za povečanje mišične mase je potrebno izpolnjevati dva pogoja (Campbell, Wilborn in La Bounty, 2010):

1. **zadosten energijski vnos** – preprečuje razgradnjo beljakovin in zagotavlja energijo, potrebno za sintezo beljakovin;

¹⁶ Nekateri odrasli lahko samostojno sintetizirajo histidin. Za vse ostale pa histidin sodi v esencialne aminokislino (Baechle in Earle, 2008).

¹⁷ Biološka vrednost – številka, ki nam pove, koliko beljakovin se sintetizira iz 100 g prebavljenih beljakovin (Seliškar, 2011).

2. **pozitivno beljakovinsko ravnovesje** – sinteza beljakovin v telesu mora biti večja, kot je razgradnja beljakovin. To dosežemo z zadostnim vnosom beljakovin.

Dnevni vnos beljakovin je priporočljivo pridobiti z uživanjem običajne neobdelane hrane (npr. meso, riž, jajca, mleko). Kljub temu se veliko ljudi odloča, da del dnevnega vnosa beljakovin zaužije s prehranskimi dopolnili (Campbell, Wilborn in La Bounty, 2010).

Napredna prehranska industrija omogoča izdelavo visoko kakovostnih beljakovinskih izdelkov, ki zagotavljajo optimalno preskrbljenost z esencialnimi aminokislinami. Razlogi za njihovo uporabo namesto običajne prehrane so:

- a) **hitrejša in enostavnejša priprava** – omogoča hiter vnos, ko nimamo časa za pripravo običajnega obroka (na primer po treningu);
- b) **višja biološka vrednost** – večji izkoristek glede na vnos;
- c) **hitrejša razgradnja in absorpcija v telesu** – hitrejši učinki zaužitih hranil;
- d) **daljši rok trajanja** – prehranska dopolnila ob pravilnem shranjevanju zdržijo bistveno dlje kot običajna hrana;
- e) **ugodnejša cena**.

Poznamo različne tipe beljakovinskih prehranskih dopolnil. Najbolj poznana so beljakovinska dopolnila na osnovi sirotke, kazeina in soje.

2.1.1.1 Sirotkine beljakovine

Mleko je sestavljeno iz dveh vrst beljakovin – sirotkinih in kazeinskih. Sirotka je tekočina, ki nastane kot stranski produkt pri proizvodnji sira iz mleka. Sestavljena je iz laktoze¹⁸, mineralnih snovi in sirotkinih beljakovin. Iz nje s pomočjo različnih postopkov, skozi katere odstranijo vse nezaželene snovi (laktoza in mlečne maščobe), pridelujejo visoko kakovostne sirotkine beljakovine. Te imajo optimalno sestavo esencialnih aminokislin. Njihova glavna prednost pred ostalo beljakovinsko prehrano je v tem, da se zelo hitro prebavljajo in sproščajo v krvni obtok. Poleg tega so tudi bogat vir vitaminov in mineralov. Najbolj so poznane zaradi svoje uporabnosti v športni prehrani (Geiser, 2003).

Obstaja več vrst sirotkinih beljakovin, kar je posledica različnih postopkov obdelave. Najbolj poznana sta sirotkin koncentrat¹⁹ in izolat²⁰. Koncentrat nastane tako, da sirotkinim beljakovinom odstranijo vodo, del laktoze in nekaj mineralov. Izolat je še čistejša oblika sirotkinih beljakovin, ki skoraj ne vsebuje laktoze in maščob. To jo naredi primerno tudi za ljudi, ki ne morejo prebavljati laktoze. Kljub temu da je vsebnost beljakovin v sirotkinih izolatih zelo visoka, pa te beljakovine zaradi procesa obdelave ne vsebujejo toliko biološko aktivnih komponent kot sirotkini koncentraciji (Geiser, 2003). Tabela 6 prikazuje razliko v sestavi med sirotkinim koncentratom in izolatom.

Tabela 6: sestava različnih oblik sirotkinih beljakovin (Geiser, 2003)

	SIROTKIN KONCENTRAT (%)	SIROTKIN IZOLAT (%)
Beljakovine	25–89	90 ali več
Laktoza	10–55	0,5
Mlečna maščoba	2–10	0,5

¹⁸ Laktoza – mlečni sladkor (Ahlin in drugi, 2005).

¹⁹ Koncentrat – snov, navadno trdna, dobljena z odstranitvijo večjega dela tekočine in odvečnih sestavin (Ahlin in drugi, 2005).

²⁰ Izolat – Geiser (2003) omenja, da je to snov, ki ima izločen še večji delež nezaželenih snovi kot koncentrat.

2.1.1.2 Kazeinske beljakovine

Kazeinske beljakovine predstavljajo prevladujočo beljakovino v mleku (70–80 %). Imajo optimalno sestavo esencialnih aminokislin. Vsebujejo tudi veliko kalcija in fosforja. Od sirotkinih beljakovin se razlikujejo predvsem v načinu sproščanja v krvni obtok. Kazeinske beljakovine se prebavljajo počasi in s tem telesu zagotavljajo trajen dostop do aminokislin (Hoffman in Falvo, 2004).

2.1.1.3 Sojine beljakovine

Soja je najbolj razširjen vir beljakovin rastlinskega izvora. Primerna je predvsem za tiste, ki ne želijo uživati beljakovin živalskega izvora, ali tiste, katerih telo ni sposobno prebavljati laktoze. Tudi sojine beljakovine imajo optimalno sestavo esencialnih aminokislin. Soji pripisujejo veliko pozitivnih učinkov na zdravje, vendar na tem področju še ni narejenih dovolj raziskav (Hoffman in Falvo, 2004).

Glede na način obdelave se tipi sojinih beljakovin delijo na: sojino moko, ki vsebuje okoli 50 % beljakovin, sojin koncentrat (70 % beljakovin) in sojin izolat (90 % beljakovin).

Kljub temu da so si sirotkine, kazeinske in sojine beljakovine dokaj podobne, imajo nekaj ključnih razlik, ki se jih moramo ob njihovem uživanju zavedati. Tabela 7 prikazuje primerjavo med omenjenimi beljakovinami.

Tabela 7: primerjava značilnosti in uporabe različnih beljakovin (Lowery, Edel in McBride, 2012)

		BELJAKOVINA		
		Sirotkine	Kazeinske	Sojine
LASTNOST	Hitrost delovanja	hitro	počasi	srednje
	Čas zaužitja	– 30 minut pred vadbo – takoj po vadbi	– zjutraj – zvečer	– med večjimi obroki – vsaj 2 uri pred vadbo ali po njej
	Vir	mleko		sojina semena
	Optimalna sestava	da		

2.1.2 RAZISKAVE NA TEMO BELJAKOVIN

Številne raziskave potrjujejo trditev, da ima uživanje visoko kakovostnih beljakovin pozitiven učinek na prirast mišične mase. Tipton in drugi (1999) ter Rasmussen in drugi (2000) so dokazali, da ima uživanje sirotkinih beljakovin pred treningom moči in po njem v nekajtedenskem obdobju večji učinek na povečanje mišične mase kot samostojen trening.

Willoughby in drugi (2007) so preučevali učinke uživanja 6 g esencialnih aminokislin in 14 g mlečnih beljakovin 1 uro pred treningom moči in takoj po njem. Raziskava je trajala 10 tednov, merjenci pa so bili mladi moški. Raziskovalci so ugotovili velik napredek v povečanju telesne mišične mase (+ 8 %) in mišične mase stegna (+ 20 %). Povečala se je tudi moč potiska izpred prsi (+ 34 %) in nog (+ 27 %). Testna skupina, ki je teh 10 tednov uživala placebo²¹, ni dosegla tako velikega napredka.

²¹ Placebo – postopek ali snov, po videzu enaka zdravilu, vendar brez zdravilnega učinka. Uporabljata se zaradi sugestivnega učinka pri zdravljenju ali v kontroliranem kliničnem poskusu (Kališnik, 2007).

Kerksick in drugi (2006) so preučevali učinek uživanja sirotkinih beljakovin na sestavo telesa in mišično moč. Raziskava je trajala 10 tednov, v njej je sodelovalo 36 moških, ki so izvajali trening za povečanje mišične mase štirikrat tedensko. Naključno so bili razdeljeni v 3 skupine. Prva skupina je dnevno dobivala placebo v obliki 48 g ogljikovih hidratov, druga skupina 40 g sirotkinih beljakovin in 8 g kazeinskih beljakovin, tretja skupina pa 40 g sirotkinih beljakovin, 3 g BCAA in 5 g glutamina. Po 10 tednih so pri vseh skupinah izmerili izrazito povečanje moči pri 1 RM potisku izpred prsi in potisku z nogami. Do razlik je prišlo v prirastu mišične mase. Skupina, ki je ob vadbi uživala 40 g sirotkinih beljakovin in 8 g kazeinskih beljakovin, je imela bistveno večji prirast mišične mase (+ 1,9 kg) od ostalih dveh skupin.

Joy in drugi (2013) so preučevali učinke uživanja sirotkinih in riževih beljakovin na sestavo telesa in kakovost izvedbe treninga. V raziskavi je sodelovalo 24 mladih moških, ki so jih naključno razdelili v 2 skupini. Prva skupina je po treningu moči zaužila 48 g izolata riževih beljakovin, druga pa 48 g izolata sirotkinih beljakovin. Testne meritve so izvedli na začetku eksperimenta, po 4. in po 8. tednu vadbe. Zanimala jih je mišična gostota, sestava telesa ter moč spodnjega in zgornjega dela telesa, ki so jo merili z 1 RM potiska izpred prsi in potiska z nogami. Kljub temu da med obema skupinama ni bilo bistvenih razlik, so pri vseh merjenjih zabeležili izrazito povečanje mišične mase in moči ter izgubo maščobne mase. Avtorji so prišli do zaključka, da uživanje beljakovinskih izolatov takoj po treningu pozitivno vpliva na sestavo telesa in izvedbo treninga. Tudi nekatere druge raziskave v povezavi z uživanjem beljakovinskih prehranskih dopolnil po treningu so pokazale podobne rezultate.

Omeniti je potrebno, da poleg pozitivnih učinkov uživanja beljakovinskih prehranskih dopolnil lahko ob pretiravanju s slednjimi telesu tudi škodujemo. St. Jeor in drugi (2001) trdijo, da uživanje prevelike dnevne količine beljakovin lahko poveča možnosti za nastanek prebavnih, srčnih, ledvičnih, kostnih in jetrnih obolenj. Če se želimo izogniti nevšečnostim, se moramo držati osnovnih priporočil glede vnosa beljakovin.

2.2 BCAA

Kratica BCAA je izraz, ki se uporablja za poimenovanje treh esencialnih aminokislin: levcina, izolevcina in valina. Njihova posebnost je, da jih poleg amino (-NH₂) in karboksilne (-COOH) skupine sestavlja še razvejana organska skupina, sestavljena iz vodika in ogljika. Ta organska skupina je tudi razlog za kratico BCAA (angleško: »branched-chain amino acids«), kar v slovenščini imenujemo verižno razvejane aminokisliline. Njihov namen v telesu je sinteza beljakovin in nevrottransmitorjev²². Te tri esencialne aminokisliline so edine, ki med treningom izrazito oksidirajo²³. To je razlog, da jih moramo nenehno vnašati s primerno prehrano. V sedemdesetih letih so verižno razvejane aminokisliline obravnavali kot tretji vir energije po izčrpanju ogljikovih hidratov in maščob. Učinki verižno razvejanj aminokislin naj bi bili še: zmanjšanje katabolnih učinkov med vadbo, zmanjšanje utrujenosti, povečanje učinkovitosti vadbe in pomoč pri hitrejši obnovi poškodovanih mišic (Driskell, 2007).

²² Nevrottransmitor – kemični prenašalec vzbujenja med posameznimi živčnimi celicami ali med živčnimi celicami in mišico (Bele in drugi, 2006).

²³ Oksidacija – odvzemanje elektronov kakemu atomu, ionu ali molekuli, spajanje s kisikom ali oddajanje vodika. Biološka oksidacija je encimski proces, v katerem se hrana presnavlja, pri čemer se sprošča energija.

2.2.1 RAZISKAVE NA TEMO BCAA

Schena in drugi (1992) so raziskovali učinke uživanja verižno razvejanih aminokislin med trekingom²⁴ na visoki nadmorski višini, ki naj bi povzročal izgubo telesne in mišične mase. V raziskavo je bilo vključenih 16 oseb, katerih povprečna starost je bila 35 let. Razdelili so jih v dve enakovredni skupini, ki sta bili udeleženi 21-dnevnega trekinga na nadmorski višini 3,255 metrov. Prva skupina je dnevno zaužila 5,76 g levcina, 2,88 g izolevcina in 2,88 g valina. Druga skupina pa je namesto levcina, izolevcina in valina dobivala placebo. Obe skupini sta tekom raziskave izgubili precejšen del telesne mase. Skupina, ki je uživala verižno razvejane aminokisliline, je izgubila 1,7 % telesne mase, placebo skupina pa kar 2,8 % telesne mase. Razlika je bila tudi v izgubljeni maščobni masi. Skupina, ki je uživala BCAA, je izgubila 11,7 % maščobne mase, placebo skupina pa le 10,3 %. Jemanje verižno razvejanih aminokislin je učinkovalo na povečanje puste mišične mase (+ 1,5 %). V raziskavi so ugotovili, da uživanje verižno razvejanih aminokislin preprečuje izgubo mišične mase.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Bigard in drugi (1996), ki so preverjali učinke jemanja verižno razvejanih aminokislin med ponavljajočim daljšim smučanjem na višini. Skupini, ki je dobivala placebo v obliki ogljikovih hidratov, se je telesna masa zmanjšala za 2,1 %. Skupini, ki pa je uživala verižno razvejane aminokisliline, pa le za 1,2 %.

V novejši raziskavi so Stoppani in drugi (2009) raziskovali učinke uživanja verižno razvejanih aminokislin na povečanje puste telesne mase in mišične mase ter zmanjšanje maščobne mase. V raziskavo je bilo vključenih 36 moških, ki so bili naključno razdeljeni v tri skupine: prva skupina je dobivala 14 g verižno razvejanih aminokislin, druga skupina 28 g sirotkinih beljakovin, tretja skupina pa 28 g ogljikovih hidratov. Njihova naloga je bila 8 tednov izvajati program treninga moči za celotno telo. Pred pričetkom raziskave so sodelujočim izmerili telesno težo, sestavo telesa in 10 RM na potisku izpred prsi in počepu. Rezultati so pokazali, da je skupina, ki je uživala 14 g verižno razvejanih aminokislin, imela največji prirast mišične mase (2 kg) in največjo izgubo maščobne mase (2–3%). Skupina, ki je uživala sirotkine beljakovine, je imela nekoliko slabše rezultate, najslabše pa se je odrezala skupina ogljikovih hidratov. Tudi pri merjenju moči preko 10 RM potiska izpred prsi in počepa so najboljše rezultate zabeležili pri skupini, ki je uživala BCAA. Raziskava je torej potrdila pozitivne učinke uživanja verižno razvejanih aminokislin na povečanje telesne in mišične mase, izgubo maščobne mase ter povečanje moči.

2.3 KREATIN

Kreatin je organska spojina na osnovi dušika, ki se naravno sintetizira v jetrih, v manjših količinah pa lahko nastaja tudi v ledvicah in trebušni slinavki. Za njegovo sintezo so potrebne aminokisliline arginin, glicin in metionin. Ker ga telo lahko samo sintetizira, ga ne prištevamo v esencialna hranila. Kljub temu ga lahko zaužijemo tudi s hrano. Bogat vir kreatina sta meso in ribe. Veliko večino kreatina v telesu je shranjenega v mišicah, nekaj pa se ga nahaja v možganih in testisih. Kreatin, shranjen v mišicah, se lahko pojavlja v dveh oblikah – prosta oblika (Cr) ali vezan na fosfor (PCr). Kreatin, vezan na fosfor, drugače imenujemo še kreatinfosfat. Skupaj naj bi posameznik, težak 70 kg, v mišicah imel okoli 120 g kreatina. Telo pa je sposobno shraniti tudi precej večje količine kreatina – do 160 g. Dnevno se v telesu razgradi 1–2 g kreatina, iz katerega nastane kreatinin, ki se izloča preko urina (Driskell, 2007).

²⁴ Treking – popotovanje na večje razdalje, navadno peš po težje dostopnem, hribovitem svetu (Ahlin in drugi, 2005).

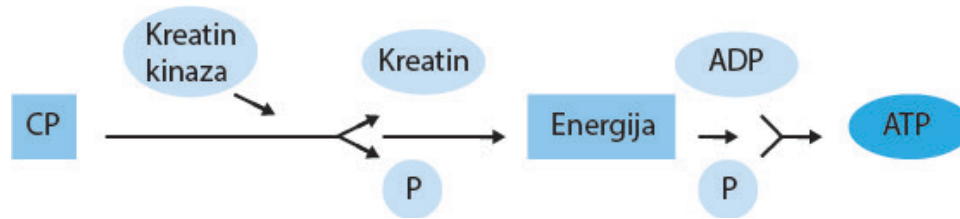
Z dodatnim vnašanjem kreatina lahko povečamo njegovo vsebnost v mišicah za približno 20 % (Hultman in drugi, 1996). Nekatere raziskave pa dokazujejo, da lahko vsebnost kreatina povečamo tudi do 40 % (Driskell, 2007). Kljub temu obstaja zgornja meja kreatina, ki jo je mišica sposobna sprejeti. Ko koncentracija kreatina v mišici doseže 150–160 mmol/kg puste teže mišice, nadaljnji vnosi nimajo več učinka (Baechle in Earle, 2008). Obstaja več različnih tehnik uživanja kreatina (tabela 8). Najbolj poznana je tehnika nalaganja, s katero se doseže najhitrejše učinke. Postopek poteka tako, da posameznik 5 do 7 dni uživa 20 g kreatina na dan. Teh 20 g razdeli na štiri enake obroke – štirikrat po 5 g kreatina. Novejše raziskave namesto 20 g svetujejo dnevni odmerek 0,3 g kreatina na kg telesne teže. Za osebo, težko 70 kg, se torej priporoča vnos 21 g kreatina dnevno. V tem obdobju naj bi dosegli zgornjo mejo kreatina v mišici. Fazi nalaganja sledi faza vzdrževanja, v kateri se dnevno zaužije 3–5 g kreatina in se s tem ohranja visoko raven kreatina v mišici. Ob prenehanju uživanja kreatina se raven koncentracije kreatina v mišici vrne na prvotno raven v približno 4 do 6 tednih. Drug način jemanja kreatina je počasnejši, saj se dnevno zaužije le 3–6 g kreatina. S tem načinom naj bi se zgornja meja kreatina v mišici dosegla po 28 dneh (Hultman in drugi, 1996). Veliko športnikov se odloča za ciklično uživanje kreatina. To pomeni, da 3 do 5 dni uporabljajo tehniko nalaganja, nato pa prenehajo z jemanjem kreatina za 3 do 4 tedne (Driskell, 2007).

Tabela 8: tehnike uživanja kreatina (Driskell, 2007)

TEHNIKA NALAGANJA IN VZDRŽEVANJA	TEHNIKA MAJHNIH ODMERKOV	TEHNIKA CIKLOV
5 do 7 dni po 20 g kreatina dnevno (štirikrat na dan po 5 g) ali 0,3 g kreatina na kg telesne teže. Po obdobju nalaganja dnevno 3–5 g kreatina ali 0,03 g kreatina na kg telesne teže za vzdrževanje visoke ravni kreatina v telesu.	Dnevno 3–6 g kreatina.	3 do 5 dni se uporablja tehnika nalaganja, nato se preneha z uživanjem kreatina za 3 do 4 tedne

Energija, potrebna za opravljanje mišičnega dela, nastaja ob hidrolizi²⁵ molekul adenoza trifosfata (ATP). Ker so zaloge ATP v mišici omejene (4–5 mmol/kg mišične mase), zadostujejo le za nekaj sekund visoko intenzivne aktivnosti in jih mora telo vseskozi obnavljati. Kreatin v obliki kreatinfosfata (PCr) igra ključno vlogo pri hitri obnovi mišičnega ATP-ja, v primeru, da telo nima na voljo kisika (slika 6). Med hidrolizo kreatinfosfat razpade na kreatin in neorganski fosfat s pomočjo encima kreatin kinaze. Pri tem se sprosti od 3 do 4-krat več energije kot pri hidrolizi molekule ATP. Pri zelo intenzivni aktivnosti se lahko rezerve kreatinfosfata skoraj popolnoma izpraznijo. Hidroliza kreatinfosfata je reverzibilni proces, kar pomeni, da se lahko kreatin in fosfat ponovno povežeta v kreatin fosfat, ko je energija za ta proces na voljo iz drugih virov (Lasan, 2004).

²⁵ Hidroliza - razcepitev spojine z vodo, pri čemer se v en del vgradi hidroksilna skupina (OH), v drugi pa vodik (H) (Kališnik, 2007).



Sika 6: Razgradnja kreatin fosfata (CP) na kreatin in anorganski fosfor (P) s sproščeno energijo, ki se uporabi pri obnovi ATP-ja (prirejeno po: Wilmore in Costill, 1999).

Povečana vsebnost kreatina in kreatinfosfata v mišici lahko vpliva na izvedbo in učinke treninga. Omogoča daljši dostop do energije pri izvajanju kratkotrajnih, visoko intenzivnih obremenitev, kot so trening z utežmi in šprinti. Poleg tega pripomore k hitrejši regeneraciji med serijami določene vaje ali med posamičnimi šprinti. To pripomore k boljši izvedbi in učinkovitosti treninga. Avtorji navajajo tudi druge pozitivne učinke uživanja kreatina. Driskell (2007) pripisuje kreatinu naslednje učinke:

- a) **povečanje mišične mase in moči,**
- b) **izboljšanje izvedbe posamičnega šprinta in več zaporednih šprintov,**
- c) **povečanje sinteze glikogena,**
- d) **možno povečanje aerobne kapacitete,**
- e) **povečana sposobnost za izvedbo treninga,**
- f) **povečana regeneracija,**
- g) **boljša odpornost na trening.**

2.3.1 RAZISKAVE NA TEMO KREATINA

Po mnenju mnogih raziskovalcev naj bi bil kreatin najučinkovitejše sredstvo za povečanje fizične sposobnosti za izvajanje treninga in posledično povečanje mišične mase. Volek in drugi (1999) so preučevali učinke uživanja kreatina v povezavi s treningom moči. V raziskavo je bilo vključenih 19 zdravih, predhodno treniranih moških, ki so jih naključno razdelili v dve skupini. Njihova naloga je bila opraviti 12-tedenski program treninga moči. Prva skupina je v prvem tednu dnevno uživala 25 g kreatina, v nadaljnjih tednih pa 5 g kreatina dnevno. Druga skupina pa je medtem uživala enake količine placeba. Rezultati ob koncu raziskave so pokazali, da se je skupini, ki je uživala kreatin, pusta telesna masa povečala za 6,3 %, placebo skupini pa le za 3,1 %. Skupina, ki je uživala kreatin, je imela tudi večji napredek pri potisku izpred prsi (+ 24 %) in počepu (+ 32 %) od placebo skupine (+ 16 %) in (+ 24 %). Raziskava je pokazala, da uživanje kreatina vpliva na povečanje puste telesne mase in povečuje fizične zmogljivosti.

Učinke uživanja kreatina na trening so preučevali tudi Vandenberghe in drugi (1997). V raziskavo je bilo vključenih 19 žensk, ki je 10 tednov izvajalo trening za povečanje mišične mase. Rezultati so pokazali, da je skupina, ki je uživala kreatin, v primerjavi s placebo skupino imela, 20–25 % večji napredek v moči, 10–25 % večjo delovno kapaciteto pri izvajanju iztega v komolcu in 60 % večji prirast puste telesne mase.

Podobne ugotovitve so pokazale številne druge raziskave na temo uživanja kreatina. Kelly in Jenkins (1998) ugotavljata, da uživanje kreatina izrazito poveča pusto telesno maso, poveča število ponovitev v seriji pri potisku izpred prsi in posledično izboljša 3 RM pri omenjeni vaji. Kreider in drugi (1998) poročajo o pozitivnih učinkih uživanja kreatina pri igralcih ameriškega nogometa. Opazili so večji porast puste telesne mase ter izboljšanje šprinta v primerjavi s skupino, ki je jemala placebo. Tudi Stone in drugi (1999) so preučevali učinke uživanja kreatina pri igralcih ameriškega nogometa. Po 5 tednih so ugotovili izrazito

povečanje puste telesne mase, izboljšanje 1 RM pri potisku izpred prsi in počepu ter povečanje moči pri vertikalnem skoku.

Pogosto se omenjajo stranski učinki uživanja kreatina. Povzročal naj bi težave s prebavo (vetrovi, diareja), mišicami (mišični krči) in celo srčno-žilne težave. Vendar pa številne raziskave tega niso uspele potrditi. Ob predpostavki, da se upošteva priporočila glede jemanja kreatina, je uživanje slednjega varno (Baechle in Earle, 2008).

2.4 β -HIDROKSI – β -METILBUTIRAT (HMB)

HMB je derivat²⁶ α -ketoizokaproata, ki je metabolit²⁷ esencialne aminokislina levcin. V majhnih količinah nastaja v mišicah in jetrih. Dnevno naj bi v telesu 70 kg težkega človeka nastalo 0,2–0,4 g HMB-ja. Vplival naj bi na sintezo beljakovin in zmanjševal katabolizem med treningom moči. Povečeval naj bi tudi razgradnjo maščob (Baechle in Earle, 2008).

HMB se v telo lahko vnese s hrano. V majhni količini ga vsebujejo skoraj vsa živila. Kot prehransko dopolnilo se pojavlja v obliki belega prahu, ki je dobro topljiv v vodi. Priporočljiv dnevni vnos naj ne bi presegal 3 g, zato se kot prehransko dopolnilo navadno nahaja v obliki kapsul in tablet. Absorpcija HMB v krvni obtok po zaužitju je zelo hitra – spremembe v krvni plazmi po zaužitju 1 g HMB je opaziti že po 30 minutah. Raziskave so pokazale, da se HMB v telesu popolnoma razgradi, saj po vnosu 3 g niso zaznali povečane koncentracije v telesnih izločkih (Driskell, 2007).

2.4.1 RAZISKAVE NA TEMO HMB-ja

Učinki uživanja HMB se preučujejo predvsem v povezavi s treningom moči. Raziskovalci poizkušajo dokazati pozitivne učinke HMB-ja na povečanje puste telesne mase in moči. Nissen in drugi (1996) so preučevali vpliv HMB-ja na mišični katabolizem med izvajanjem treninga moči. Merjence so razdelili v tri skupine, ki so se razlikovale po dnevni količini zaužitega HMB-ja. Prva skupina je zaužila 0 g, druga 1,5 g in tretja 3 g HMB-ja na dan. Po treh tednih treninga moči so rezultati pokazali, da se je vsem trem skupinam povečala pusta telesna masa. In sicer: prva skupina + 0,4 kg; druga skupina + 0,8 kg in tretja skupina + 1,2 kg. Skupina, ki je uživala največjo količino HMB-ja, je imela največje povečanje puste telesne mase. Enako velja za povečanje moči. Gallagher in drugi (2000) so potrdili učinke HMB-ja na povečanje puste telesne mase in moči. Ugotovili so, da večje količine (nad 3 g na dan) nimajo dodatnega vpliva.

Nissen in Sharp (2003) sta povzela raziskave na področju prehranskih dopolnil z učinkom na povečanje mišične mase. V svojo analizo sta vključila vse raziskave na tem področju od leta 1967 do 2001, ki so izpolnjevale določene kriterije: raziskava je morala trajati vsaj 3 tedne, nadzorovana je morala biti s placebo skupino in tedensko vključevati vsaj 2 treninga moči za glavne mišične skupine. Rezultati so pokazali, da je HMB po učinkovitosti takoj za kreatinom. V povezavi s treningom moči je uživanje 3 g HMB-ja dnevno pripomoglo k povečanju puste telesne mase za 0,28 % na teden in povečanju moči za 1,4 % na teden. Raziskave so potrdile, da HMB učinkuje ne glede na spol, starost in stopnjo treniranosti.

²⁶ Derivat – spojina, pridobljena iz druge spojine (Ahlin in drugi, 2005).

²⁷ Metabolit – snov, ki nastaja pri presnovi (Kališnik, 2007).

Poleg povečanja puste telesne mase in moči HMB vpliva tudi na zmanjšanje razgradnje mišic, ki je možna pri visoko intenzivnih treningih moči, na povečanje vzdržljivosti in zmanjšanje izgube mišične mase zaradi bolezní ali staranja (Driksell, 2007).

Raziskave niso pokazale nobenih škodljivih stranskih učinkov uživanja do 3 g HMB-ja dnevno. Iz tega se lahko sklepa, da je uživanje HMB-ja varno.

2.5 VITAMINI

Vitamini so organske spojine²⁸, ki v telesu opravljajo različne funkcije: regulirajo presnovne procese, sintezo energije in delovanje živcev ter preprečujejo uničenje telesnih celic. Telo jih ne more samo proizvajati, zato jih moramo vnesti s hrano. Delimo jih v dve skupini – vitamine topne v maščobi in topne v vodi. Med tiste, ki so topni v maščobi, spadajo vitamini A, D, E in K. Telo te vitamine shranjuje, zato prekomeren vnos lahko povzroča toksičnost²⁹ v telesu. Vitamini B in vitamin C pa so topni v vodi. Prekomeren vnos teh vitaminov se lahko izloča z urinom in ni škodljiv. Izjema je vitamin B₆, ki lahko v prevelikih količinah povzroča okvaro perifernih živcev³⁰ (Kreider in drugi, 2010). Tabela 9 prikazuje priporočen dnevni vnos in učinke posameznih vitaminov.

Tabela 9: priporočen dnevni vnos in učinki posameznih vitaminov (Baechle in Earle, 2008)

Vitamin	Priporočen dnevni vnos	Učinki
Vitamin A	Moški – 900 µg Ženske – 700 µg	Pomaga pri rasti in popravilu telesnih tkiv, izgradnji kosti in zdravju kože in las. Nujen za sposobnost nočnega vida.
Vitamin D	5 µg	Izboljšuje absorpcijo kalcija in s tem pomaga pri rasti ter mineralizaciji kosti. Pomaga vzdrževati koncentracijo kalcija in fosforja v krvi.
Vitamin E	15 mg	Deluje kot antioksidant ³¹ . Potreben je za normalno rast in razvoj.
Vitamin K	Moški – 120 µg Ženske – 90 µg	Potreben za normalno strjevanje krvi in zdravje kosti.
Tiamin (B ₁)	Moški – 1,3 mg Ženske – 1,1 mg	Potreben za normalno funkcijo živčnega sistema in mišic.
Riboflavin (B ₂)	Moški – 1,3 mg Ženske – 1,7 mg	Koencim ³² pri nastajanju rdečih krvnih celic in pri presnovi ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob. Vpliva na delovanje živčnega sistema.
Niacin (B ₃)	Moški – 16 mg Ženske – 14 mg	Koencim pri presnovi ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob. Vpliva na pravilno delovanje živčnega sistema. Visok vnos lahko zmanjša povišan holesterol.

²⁸ Organske spojine – spojine z ogljikom kot značilnim elementom, razen ogljikov dioksid, ogljikov monoksid in ogljikova kislina ter njene soli (Kališnik, 2007).

²⁹ Toksičnost – lastnost snovi ali organizmov, da vsebujejo ali izločajo strupe, ki škodujejo telesu (Kališnik, 2007).

³⁰ Periferni živci – živci, ki segajo v skrajne obrobne dele organizma ali tkiva (Kališnik, 2007).

³¹ Antioksidant – snov, ki preprečuje oksidacijo (Kališnik, 2007).

³² Koencim – nebeljakovinska spojina, ki sodeluje v reakciji, ki jo encim pospešuje, vendar ni trajno vezana na encim (Kališnik, 2007).

Piridoksin (B ₆)	1,3 mg	Koencim pri presnovi beljakovin. Vpliva na delovanje živčnega in imunskega sistema. Sodeluje pri sintezi hormonov in rdečih krvnih celic.
Cianokobalamin (B ₁₂)	2,4 µg	Pomemben za nastanek krvi in zdrav živčni sistem.
Folna kislina	400 µg	Potrebna za normalno rast in razvoj ter nastanek rdečih krvnih celic.
Pantotenska kislina	5 mg	Pomaga pri rasti in razvoju.
Beta karoten	/	Deluje kot antioksidant.
Vitamin C	Moški – 90 mg Ženske – 75 mg	Pripomore k zdravemu celičnemu razvoju, celjenju ran in odpornosti na infekcije. Je antioksidant. Omogoča vezavo železa pri nastajanju hemoglobina.

Vitaminska prehranska dopolnila lahko dobimo v obliki multivitaminskih kapsul, ki pokrijejo vse dnevne potrebe po vitaminih. Priporoča se njihovo jemanje v povezavi z visoko intenzivnim treningom, saj so analize pokazale, da imajo športniki zaradi številnih treningov vitamini primanjkljaj (Kreider in drugi, 2010).

2.6 MINERALI

Minerali so pomembni elementi, ki jih telo potrebuje za številne presnovne procese. Služijo kot struktura tkivu, so sestavni element encimov in hormonov ter igrajo pomembno vlogo pri regulaciji presnove in delovanja živčevja. Telesu zaradi dalj časa trajajočega procesa treninga lahko nekaterih mineralov začne primanjkovati. Posledice nezadostnosti mineralov v telesu se lahko kažejo v zmanjšani sposobnosti za izvedbo treninga. Uživanje mineralnih prehranskih dopolnil pri športnikih, ki jim je primanjkovalo določenih mineralov, je pokazalo izboljšanje sposobnosti za izvedbo treninga. Podobni učinki so se pokazali tudi pri tistih, ki so kljub zadostni vsebnosti mineralov uživali mineralna prehranska dopolnila (Kreider in drugi, 2010). Minerali, ki naj bi imeli pozitivne učinke na izvedbo treninga, so predstavljeni v tabeli 10.

Tabela 10: priporočen dnevni vnos in učinki posameznih mineralov (Kreider in drugi, 2010)

Mineral	Priporočen dnevni vnos	Učinki
Bor	/	Povečeval naj bi mišično rast v povezavi s treningom moči.
Kalcij	1000 mg	Ključen za razvoj in vzdrževanje zdravih kosti. Sodeluje pri strjevanju krvi, mišičnih kontrakcijah in živčnih prenosih. Zmanjšuje tveganje za nastanek osteoporoze.
Krom	Moški – 35 µm Ženske – 25 µm	Sodeluje pri presnovi glukoze in pomaga pri uravnavanju krvnega sladkorja in ravni inzulina pri ljudeh z diabetesom.
Železo	Moški – 8 mg Ženske – 18 mg	Potreben za nastajanje in delovanje rdečih krvnih celic. Povečeval naj bi aerobno zmogljivost. Je sestavni del mioglobina in encimov.
Magnezij	Moški – 420 mg Ženske – 320 mg	Aktivira skoraj 100 encimov in pomaga pri funkcioniranju živcev in mišic. Sestavni del kosti in zob.
Fosfor	700 mg	V povezavi s kalcijem pripomore k razvoju in vzdrževanju močnih kosti in zob. Izboljša učinke ostalih hranil. Pomemben pri vseh treh energijskih sistemih v telesu.
Kalij	2000 mg	Pomaga regulirati telesno ravnovesje tekočin, živčne prenose in ravnovesje pH.

Selen	55 µm	Ključna sestavina glavnega antioksidantskega encima. Pomemben za normalno rast in razvoj. Zboljševal naj bi aerobno zmogljivost.
Natrij	500 mg	Pomaga regulirati telesno ravnovesje tekočin, živčne prenose in ravnovesje pH.
Vanadij	/	Vključen naj bi bil v telesne reakcije, ki proizvajajo inzulinu podobne učinke na beljakovine, in presnovo glukoze. Zaradi tega ga povezujejo s povečanjem mišične mase in moči.
Cink	Moški – 11 mg Ženske – 8 mg	Pomemben del več kot 100 encimov, ki so vključeni v prebavo, presnovo, reprodukcijo in celjenje ran.

2.7 OSTALA PREHRANSKA DOPOLNILA

Poleg omenjenih prehranskih dopolnil, ki dokazano pripomorejo k povečanju mišične mase in moči v povezavi s treningom, obstaja tudi nekaj drugih manj raziskanih prehranskih dopolnil. Zaradi pomanjkanja raziskav njihovih učinkov ne moremo potrditi. Mednje sodijo α -ketoglutarat, α -ketoizokaproata, ornitin- α -ketoglutarat in cink/magnezijev aspartat (ZMA) (Kreider in drugi, 2010).

Zanimivo je, da glutamin, ki je najpogosteje zastopana aminokislina v telesu in tudi eden najbolj oglaševanih produktov za povečanje mišične mase, sodeč po raziskavah, nima nikakršnega vpliva na povečanje mišične mase in moči (Kreider in drugi, 2010).

2.8 NAČRT UŽIVANJA PREHRANSKIH DOPOLNIL

Načrtovanje uživanja prehranskih dopolnil pri treningu za povečanje mišične mase je zahtevna naloga. Želene učinke se namreč doseže le ob pravilni uporabi teh izdelkov. Dobro je treba poznati tudi osnovna načela treninga in prehrane. Na kaj moramo biti pozorni, ko se odločamo za uživanje prehranskih dopolnil?

1. Izbira prehranskega dopolnila

Pomembna je izbira izdelkov, katerih učinki so znanstveno potrjeni. Prehranska dopolnila je smiselno kupovati pri priznanih proizvajalcih in ne na tako imenovanem črnem trgu. S tem si zagotovimo, da je kupljeni izdelek poleg zaželenih hranil in snovi ne vsebuje prepovedanih substanc. Pred nakupom prehranskega dopolnila se vedno preveri, ali je odobren s strani organizacij, odgovornih za kontrolo trga prehranskih dopolnil. Pomembna je tudi kakovost izbranega izdelka – kakovostni izdelki so dražji, vendar zagotavljajo boljše rezultate.

2. Upoštevanje priporočil glede vnosa posameznih prehranskih dopolnil

Za vsak izdelek, ki se ga namerava uživati, je potrebno poznati njegov priporočljiv dnevni vnos. Vedeti je treba tudi, kako prehransko dopolnilo učinkuje, saj se le tako lahko smiselno določi vsakodnevni urnik uživanja. Timing vnosa v povezavi s treningom igra ključno vlogo pri zagotavljanju želenih učinkov.

Za lažjo predstavo sem na podlagi teoretičnih ugotovitev in lastnih prepričanj o prehranskih dopolnilih sestavil primer načrta uživanja prehranskih dopolnil v povezavi s treningom moči. Osnovni podatki o osebi, za katero sestavljamo načrt uživanja prehranskih dopolnil, so predstavljeni v tabeli 11.

Tabela 11: osnovni podatki osebe, za katero sestavljamo načrt uživanja prehranskih dopolnil

Spol	moški
Starost (leta)	25
Teža (kg)	80
Zdravstveno stanje	brez zdravstvenih težav
Stopnja treniranosti	dobra – predhodno 6 mesečno izvajanje treninga moči

Oseba izvaja trening za povečanje mišične mase 6-krat tedensko – od ponedeljka do sobote, nedelje so proste. Treningi, ki so razdeljeni na tri različne sklope, zajemajo vse glavne mišične skupine v telesu in vedno potekajo zjutraj. Prvi sklop ima poudarek na vajah, ki vključujejo mišice prsi, ramen in iztegovalk komolca. Drugi sklop vsebuje vaje za mišice nog in trebuha. Tretji pa vaje za mišice hrbta in upogibalke komolca. Ti sklopi se med seboj izmenjujejo v tridnevnem ciklu, kot prikazuje tabela 12. Tak sistem omogoča telesu dovolj časa za obnovo in mišično rast po treningu.

Tabela 12: prikaz tedenskega načrta treninga moči

		MIŠIČNA SKUPINA	DAN						
			Ponedeljek	Torek	Sreda	Četrtek	Petek	Sobota	Nedelja
OBDOBJE DNEVA	Zjutraj	rame	X			X			PROSTO
		prsi	X			X			
		trebuh		X			X		
		hrbet			X			X	
		roke - iztegovalke	X			X			
		roke - upogibalke			X			X	
	noge		X			X			
Zvečer		PROSTO							

Po pregledu različnih raziskav na temo prehranskih dopolnil se je oseba odločila za uživanje petih izdelkov: beljakovine – sirotkine in kazeinske, kreatin, HMB in multivitamini. Priporočen dnevni vnos za posamezno prehransko dopolnilo je predstavljen v tabeli 13.

Tabela 13: priporočen dnevni vnos za posamezno prehransko dopolnilo

PREHRANSKO DOPOLNILO	PRIPOROČEN DNEVNI VNOS	VNOS ZA DOLOČENO OSEBO
Beljakovine	1,4-1,8 g/kgTT	112-144 g
Kreatin	prvi teden: 0,3 g/kgTT nadaljnji tedni: 3-5 g/kgTT	prvi teden: 24 g nadaljnji tedni: 3-5 g
HMB	3 g	3 g
Multivitamini	glej priporočila za moške v tabeli 9	

Ko je poznan načrt treninga in priporočen dnevni vnos posameznega prehranskega dopolnila za našo osebo, se lahko izdelata načrt uživanja prehranskih dopolnil. Tabela 14 prikazuje dnevno razdelitev uživanja omenjenih prehranskih dopolnil.

Tabela 14: dnevni načrt uživanja določenih prehranskih dopolnil

		ČASOVNO OBDOBJE DNEVA					
		Zjutraj	Pred treningom	Po treningu	Tekom dneva	Zvečer – pred spanjem	
PREHRANSKO DOPOLNILO	Sirotkine beljakovine		X	X			
	Kazeinske beljakovine					X	
	Kreatin	Prvi teden	X	X	X	X	X
		Nadaljnji tedni		X			
	HMB				X	X	X
	Multivitamini					X	

1. Zjutraj

V tednu nalaganja kreatina se zjutraj vsak dan zaužije 6 g kreatina. V nadaljnjih tednih, ko koncentracijo kreatina v telesu le vzdržujemo, se uživanje kreatina zjutraj preneha.

2. Pred treningom

Najprimernejša je priprava napitka, sestavljenega iz vode ali mleka, merice (30 g) sirotkinih beljakovin in 6 g kreatina. Ko prenehamo s fazo nalaganja kreatina – po prvem tednu, namesto 6 g pred treningom uživamo le še 3–5 g.

3. Po treningu

Po treningu zopet najbolj ustreza napitek, sestavljen iz vode ali mleka, merice sirotkinih beljakovin, 1 g HMB in 6 g kreatina. Kreatin po treningu se uživa le v fazi nalaganja.

4. Tekom dneva

V nadaljevanju dneva je priporočljivo zaužiti multivitamine, 1 g HMB in 6 g kreatina v fazi nalaganja.

5. Zvečer – pred spanjem

Pred spanjem se priporoča napitek, sestavljen iz vode ali mleka, ene merice (30 g) kazeinskih beljakovin, 1 g HMB in 6 g kreatina. Tudi uživanje kreatina pred spanjem se po enem tednu preneha.












Primer sirotkinih beljakovin (GOLD STANDARD 100% WHEY): *merica sirotkinih beljakovin (30 g) je sestavljena iz 24 g beljakovin, 2,4 g ogljikovih hidratov, 0,7 g maščob. Poleg tega vsebuje vse esencialne in neesencialne aminokisljine.*

Primer kazeinskih beljakovin (MICELLAR CASEIN): *merica kazeinskih beljakovin (30 g) je sestavljena iz 23,7 g beljakovin, 0,7 g ogljikovih hidratov in 0,5 g maščob. Poleg tega vsebuje vse esencialne in neesencialne aminokisljine.*

V našem primeru se z dodatki v telo dnevno vnese 71,7 g beljakovin, 5,5 g ogljikovih hidratov, 1,9 g maščob, 24 g kreatina v prvem tednu in 3–5 g kreatina v nadaljnjih tednih, 3 g HMB in vse potrebne vitamine. Vse ostale dnevne potrebe je v telo potrebno vnesti z običajno prehrano (npr. meso, riž, jajca, zelenjava).

2.9 PRIMERJAVA PREHRANSKIH DOPOLNIL Z HRANO

Primerjava prehranskih dopolnil z običajno hrano je bolj ali manj nesmiselna. Količina hrane, ki jo je potrebno zaužiti namesto posameznega prehranskega dopolnila je velika. Tabela 15 prikazuje hrano, ki vsebuje največji delež posameznega hranila.

BELJAKOVINE			
 jajca	 goveje meso	 piščančje meso	 tuna
KREATIN			
 slaniki	 losos	 goveje meso	
HMB			
 beluši		 goveje meso	
VITAMINI			
 sadje		 zelenjava	

Visoko kakovostne beljakovine se nahajajo v različnih vrstah mesa (npr. goveje in piščančje meso), ribah (npr. tuna, losos) in v jajčnih beljakih. Največjo vsebnost kreatina imajo slaniki, losos in goveje meso. Vsebnost HMB-ja v hrani je nizka. V majhnih količinah se nahaja v beluših in govejem mesu. Bogat vir vitaminov pa so vse vrste sadja in zelenjave (Driskell, 2007).

3 SKLEP

Trening za povečanje mišične mase pozitivno vpliva na povečanje moči. To povečanje je posledica živčnih, mišičnih in hormonskih prilagoditev. V povezavi s tem se v današnjih časih čedalje več pozornosti posveča prehrani. Priporočila glede dnevnega vnosa posameznega hranila, dnevnega kaloričnega vnosa, števila obrokov tekom dneva in timinga njihovega vnosa igrajo pomembno vlogo v načrtovanju prehrane športnikov.

Poleg prehrane čedalje večjo vlogo pri doseganju športnih dosežkov igrajo prehranska dopolnila. To so koncentrirani viri posameznih ali kombiniranih hranil ali drugih snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom, ki se uporabljajo za izboljšanje gibalnih in funkcionalnih sposobnosti, nadomeščanje izgubljenih snovi in spreminjanje strukture telesa. S hitrim razvojem prehranske industrije postajajo prehranska dopolnila dostopna tudi splošni populaciji. Znanje o njihovih učinkih in uporabi pa je pri posameznikih, ki se odločajo za njihov nakup, še vedno pomanjkljivo.

Obstaja veliko različnih vrst prehranskih dopolnil, ki naj bi učinkovala na povečanje mišične mase. Med njimi so najbolj poznana: beljakovine v prahu (npr. sirotkine, kazeinske in sojine), kreatin, HMB, verižno razvejane aminokisliline (BCAA), posamezne esencialne aminokisliline (npr. glutamin) in vitaminsko-mineralni dodatki.

Pomembno se je zavedati, da uživanje prehranskih dopolnil brez ustreznega treninga ni učinkovito.

Raziskave na temo beljakovinskih prehranskih dopolnil so potrdile pozitivne učinke njihovega uživanja na povečanje mišične mase. Njihova prednost pred običajno prehrano je hitrejša in enostavnejša priprava, višja biološka vrednost, hitrejša razgradnja in absorpcija v telesu, daljši rok trajanja in ugodnejša cena. Obstaja več različnih vrst beljakovinskih prehranskih dopolnil. Najbolj poznane so sirotkine, kazeinske in sojine. Glavna razlika med njimi je v hitrosti njihove absorpcije v telo.

Pozitivne učinke v povezavi s treningom za povečanje mišične mase so pokazale tudi raziskave na temo verižno razvejanih aminokislilin (BCAA). Dokazani so njihovi vplivi na zmanjšanje maščobne mase, povečanje mišične mase ter povečanje moči.

Z uživanjem kreatina se lahko njegovo vsebnost v mišicah poveča za od 20 do 40 %. To pripomore k povečanju mišične mase in moči, izboljšanju izvedbe posamičnega šprinta in več zaporednih šprintov, povečanju sinteze glikogena v mišici, povečanju sposobnosti za izvedbo treninga, povečani mišični regeneraciji in boljši odpornosti na trening. Obstaja več različnih tehnik uživanja kreatina. Najboljši in najhitrejši učinek pripisujejo tehniki nalaganja.

Učinkovitost HMB-ja na povečanje mišične mase je po raziskavah takoj za kreatinom. Poleg tega vpliva na zmanjšanje mišične razgradnje med visoko intenzivnimi treningi, povečanje vzdržljivosti in zmanjšanje izgube mišične mase zaradi bolezni ali staranja.

Obstaja še mnogo drugih prehranskih dopolnil, katerih učinki naj bi pozitivno vplivali na povečanje mišične mase. Zaradi pomanjkanja raziskav se njihovih učinkov ne more potrditi.

Pogosto se omenja stranske učinke prehranskih dopolnil, vendar raziskave tega niso uspele potrditi. Ob upoštevanju predpisov o uživanju posameznega prehranskega dopolnila je njegovo uživanje varno.

Primerjava med prehranskimi dopolnili in običajno prehrano je nesmiselna.

4 VIRI

- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o prehranskih dopolnilih. Uradni list Republike Slovenije. (23. 12 2010). 104(2010), str. 16210.
- Ahlin, M., Bokal, L., Gložančev, A., Hanjšek-Holz, M., Humar, M., Keber, J. in drugi. (2005). *Slovar slovenskega knjižnega jezika z Odzadnjim slovarjem slovenskega jezika in Besediščem slovenskega jezika z oblikoslovnimi podatki*. Ljubljana: DZS.
- Baechle, T. R. in Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3. izd.). Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Bele, I., Galič, A., Grilc, P., Jakulin, V., Juhart, M., Kristan, I. in drugi. (2006). *Veliki splošni leksikon: priročna izdaja v dvajsetih knjigah*. Ljubljana: DZS.
- Benardot, D. (2006). *Advanced sport nutrition*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Bigard, A., Lavier, P., Ullmann, L., Legrand, H., Douce, P. in Guezennec, C. (1996). Branched-chain amino acid supplementation during repeated prolonged skiing exercises at altitude. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6(3), str. 295-306.
- Campbell, B. I., Wilborn, C. D. in La Bounty, P. M. (2010). Supplements for Strength-Power Athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 32(1), str. 93-100.
- Campbell, B. I., Wilborn, C. D., La Bounty, P. M. in Wilson, J. M. (2012). Nutrient Timing for Resistance Exercise. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), str. 2-10.
- Clark, N. (1997). *Nancy Clark's sports nutrition guidebook*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Colgan, M. (1993). *Optimum sports nutrition: Your Competitive Edge*. NY, Ronkonkoma.
- Dervišević, E. in Vidmar, J. (2011). *Vodič športne prehrane* (dopolnjena izd.). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Driskell, J. A. (2007). *Sports Nutrition: Fats and Proteins*. Boca Raton: CRC Press.
- Gallagher, P. M., Carrithers, J. A., Godard, M. P., Schulze, K. E. in Trappe, S. W. (2000). Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ingestion, Part I: effects on strength and fat free mass. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(12), str. 2109-2115.
- Geiser, M. (2003). The wonders of whey protein. *NSCA's Performance Training Journal*, 2(5), str. 13-15.
- Globočnik, G. (2008). *Model prehrane rekreativnega športnika pri vadbi moči*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Hoffman, J. R. in Falvo, M. J. (2004). PROTEIN - WHICH IS BEST? *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(3), str. 118-130.
- Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J. A., Cederblad, G. in Greenhaff, P. L. (1996). Muscle creatin loading in men. *J Appl Physiol*, 81, str. 232-237.

- Jeklin, B. in Ivančič, G. (2009). *Analiza uporabe prehranskih dopolnil in prepovedanih substanc (lista prepovedanih substanc OKS-ja) pri obiskovalcih izbranih fitnes centrov po Sloveniji*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Joy, J. M., Lowery, R. P., Wilson, J. M., Purpura, M., De Souza, E. O., Wilson, S. M. in drugi. (2013). The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutrition Journal*.
- Kališnik, M. (2007). *Slovenski medicinski slovar*. (M. Kališnik, Ured.) Ljubljana: Medicinska fakulteta.
- Kelly, V. G. in Jenkins, D. G. (1998). Effect of Oral Creatine Supplementation on Near-Maximal Strength and Repeated Sets of High-Intensity Bench Press Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(2).
- Kerksick, C. M., Rasmussen, C. J., Lancaster, S. L., Magu, B., Smith, P., Melton, C. in drugi. (2006). The Effects of Protein and Amino Acid Supplementation on Performance and Training Adaptations During Ten Weeks of Resistance Training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), str. 634-642.
- Kreider, R. B., Ferreira, M., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S., Reinardy, J. in drugi. (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(1), str. 73-82.
- Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Cambell, B., Almada, A. L., Collins, R. in drugi. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sport Nutrition*.
- Lasan, M. (2004). *Fiziologija športa, harmonija med delovanjem in mirovanjem*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Lowery, L., Edell, J. F. in McBride, I. M. (2012). Dietary protein and Strength Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 34(4), str. 26-32.
- Nissen, S. L. in Sharp, R. L. (2003). Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 94(2), str. 651-659.
- Rasmussen, B. B., Tipton, K. D., Miller, S. L., Wolf, S. E. in Wolfe, R. R. (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 88(2), str. 386-392.
- Rodriguez, N. R., DiMarco, N. M., Langley, S., American Dietetic Association, Dietitians of Canada in American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), str. 709-731.
- Schena, F., Guerrini, F., Tregnaghi, P. in Kayser, B. (1992). Branched-chain amino acid supplementation during trekking at high altitude. The effects on loss of body mass, body composition, and muscle power. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(5), str. 394-398.
- Seliškar, A. (2011). *Pomen makrohranil pri kontroli telesne mase v procesu športne vadbe*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.

- St. Jeor, S. T., Howard, B. V., Prewitt, E. T., Bovee, V., Bazzarre, T. in Eckel, R. H. (2001). Dietary Protein and Weight Reduction. *Circulation*, 104, str. 1869-1874.
- Stone, M. H., Sanborn, K., Smith, L. L., O'Bryant, H. S., Hoke, T., Utter, A. C. in drugi. (1999). Effects of in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in American football players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(2), str. 146-165.
- Stoppani, J., Scheett, T., Pena, J., Rudolph, C. in Charlebois, D. (2009). Consuming a supplement containing branched-chain amino acids during a resistance-training program increases lean mass, muscle strength and fat loss. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6(1).
- Szedlak, C. in Robins, A. (2012). Protein Requirements for Strength Training. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), str. 85-91.
- Tipton, K. D., Ferrando, A. A., Phillips, S. M., Doyle, D. in Wolfe, R. R. (1999). Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 276(4), str. 628-634.
- Vandenbergh, K., Goris, M., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vangerven, L. in Hespel, P. (1997). Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 83(6), str. 2055-2063.
- Volek, J. S., Duncan, N. D., Mazzetti, S. A., Staron, R. S., Putukian, M., Gómez, A. L. in drugi. (1999). Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(8), str. 1147-1156.
- Willoughby, D. S., Stout, J. R. in Wilborn, C. D. (2007). Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids*, 32, str. 467-477.
- Wilmore, J. in Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.