

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

,

ALJAŽ VALIČ

LJUBLJANA, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

KINEZILOGIJA

**UPORABNOST IN UČINKOVITOST PREHRANSKIH DODATKOV PRI
VADBI ZA MOČ**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

prof. dr. Damir Karpljuk

SOMENTOR

asist. Vedran Hadžić, dr. med.

RECENZENT

izr. prof. dr. Edvin Dervišević

Avtor dela

ALJAŽ VALIČ

Ljubljana, 2013

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Damiru Karpljuku in somentorju asist. Vedranu Hadžiću, dr. med. za strokovno pomoč, predvsem pa za hitro in učinkovito komunikacijo. Prav tako se zahvaljujem svojim staršem, ki so me podpirali in vzpodbujali pri izdelavi naloge. Brez njihove podpore naloge verjetno ne bi končal pravočasno.

Hvala!

Ključne besede: prehranski dodatki, trening moči, beljakovine, ogljikovi hidrati, kreatin, arginin, glutamin, kofein.

UPORABNOST IN UČINKOVITOST PREHRANSKIH DODATKOV PRI VADBI ZA MOČ

IZVLEČEK: Naloga posveča pozornost smislu uporabe popularnih prehranskih dodatkov, ki jih v večini propagirajo podjetja v namene, kot so: povečanje moči, mišične mase, vzdržljivosti, regeneraciji ipd. V nalogi so podrobneje predstavljeni športni prehranski dodatki, ki se največkrat znajdejo na policah prodajaln s športnimi dodatki. Ocenili smo, da so to: beljakovinski praški, ogljikovohidratni praški, kreatin, arginin (NOx), glutamin in kofein.

Zaradi dejstva, da športno telo predstavlja ideal mnogih mladostnikov in tudi drugih ljudi je poseganje po športnih dodatkih vse večje, čeprav večina populacije ni dovolj strokovno podkovan o njihovi uporabi, saj se večkrat odločijo za nakup izdelkov nepreverjene kvalitete in brez znanstveno dokazanih učinkov.

V samem jedru naloge je možno razbrati, kako posamezni dodatki vplivajo na organizem, kako jih kombiniramo z vadbo, kakšni so njihovi učinki, slabosti in prednosti, kako in kdaj se jih zaužije, da je učinek optimalen ter kakšen je smisel njihove uporabe. Baza trditev so v večji meri raziskave znanstvenikov ter knjižni viri strokovnjakov na področju športne prehrane.

V samem sklepu naloge so predstavljene ugotovitve raziskav, ki so bile narejene v zadnjih letih.

Key words: food supplements, training for power, proteins, carbon hydrates, kreatin, arginine, glutamine, caffeine.

USEFULNESS AND EFFICIENCY OF DIETARY SUPPLEMENTS WITH TRAINING FOR POWER

ABSTRACT

The diploma thesis pays attention to the meaning of using popular dietary supplements, which are advertised by the companies for: enlarging power, muscle mass, persistence, regeneration etc. There are sport dietary supplements presented in the thesis in detail, which can be found on the shelves of the shops with sports supplements. We evaluated that these are: protein powders, carbon-hydrate powders, kreatin, arginine (NOx), glutamine, and caffeine.

Because of the fact that sports body presents an ideal for many teenagers and other people, there is more and more using of sports supplements, even though most of the population does not know enough about the proficient using of them. Therefore, they mostly decide to buy products of unconfirmed quality and without scientifically proven effects.

It is possible to understand in the thesis core how individual supplements affect the organism, how we combine them with practice, what their effects, weaknesses, and advantages are, how and when they can be consumed that the effect is optimal and literature sources of experts at the area of sports diet.

There are research findings presented at the end of the thesis that were done in the last years.

Kazalo

1	Uvod	9
1.1	Zakon o prehranskih dodatkih	10
1.2	Vadba moči	10
2	Jedro	12
2.1	Beljakovinski dodatki	12
2.1.1	Vnos beljakovin	14
2.1.2	Gradnja mišic.....	14
2.1.3	Kombinacija treninga moči z aerobnim treningom.....	15
2.1.4	Priprava diete za tekmovanje.....	15
2.1.5	Časovni plan doziranja beljakovin	15
2.2	Ogljikovohidratni dodatki	18
2.2.1	Ogljikovi hidrati in mišična rast	19
2.2.2	Ogljikovohidratna odpornost	20
2.2.3	Dodatki ali hrana?	20
2.2.4	Dekstroza in maltodekstrin	21
2.2.5	Časovni plan in količina doziranja ogljikovih hidratov	21
2.2.6	Faza povečane konzumacije ogljikovih hidratov (<i>carbon hydrate loading</i>).....	24
2.3	Kreatin.....	25
2.3.1	Vrste kreatina	26
2.3.2	Kreatinski serum.....	27
2.3.3	Varen ali nevaren	28
2.3.4	Pozitivni učinki.....	28
2.3.5	Način jemanja.....	29
2.4	Arginin in dušikovi oksidi (NO _x)	30
2.4.1	Stranski učinki.....	30
2.4.2	Vpliv arginina v povezavi z ogljikovimi hidrati	30
2.4.3	Vpliv NO ₂ na telesno kompozicijo	31
2.4.4	Vpliv arginina na hormonsko izločanje	31
2.4.5	Arginin v povezavi z glikogensko sintezo	31
2.5	Glutamin	33
2.5.1	Glutamin in mišična rast.....	33

2.5.2	Glutamin in glikogenska sinteza	34
2.5.3	Pozitivni učinki glutamina.....	34
2.6	Kofein.....	35
2.6.1	Kofein in stranski učinki.....	35
2.6.2	Učinki kofeina na organizem	35
2.6.3	Suplementacija kofeina v športu.....	36
3	Sklep	37
4	Viri	39

1 Uvod

Prehranska dopolnila so dandanes pogosto slišana beseda. Nekateri se z njimi zelo pogosto srečujemo in jih uporabljamo, čeprav veliko ljudi ne pozna njihovega namena in uporabe. V nekaj letih je uporaba in prodaja športnih prehranskih dodatkov doživela eksplozivno rast po svetu in v Sloveniji. V letu 1996 je približno 50 % ameriške populacije jemalo dodatke (USDA Food Surveys Research Group, 1999). Leta (2010) je tam prodaja športnih dodatkov presegla 17 milijonov dolarjev (Kleiner 2011). Druge ameriške študije poročajo, da 76 % mladih športnikov študentov uporablja prehranske dodatke (Nesheim, 1999).

Tudi v Sloveniji so prehranska dopolnila dobro prodajani proizvodi. Po podatkih Makaroviča (2010) je najbolj razširjena uporaba čebeljih pridelkov, sledijo jim vitamini in mineralni pripravki, omega 3 in 6 maščobne kisline, probiotiki in rastlinski izvlečki. Športni dodatki so značilni bolj za mlado moško populacijo in se uvrščajo v kategorijo dobro prodajanih produktov, za katere je značilna velika izbira na tržišču. Produkti obljublajo zavirljive rezultate, ki naj bi jih ljudje dosegli že samo s konzumiranjem. Predvsem pa je veliko takih, za katere podjetja trdijo, da so "izboljšani oziroma izpopolnjeni" in boljši od predhodnih, pa dejansko ne vemo, ali so. Neizkušeni ljudje temu velikokrat nasedejo, saj hočejo na enostaven način priti do atletske postave, s tem porabijo veliko denarja ter po vrhu tega tvegajo svoje zdravje. Še vedno je premalo ljudi, ki se ne zavedajo, da ni rezultata brez kakršnega koli odrekanja, potočene kaplje znoja ali mišične bolečine, ki bi ga lahko pridobili po "zdravju neškodljivi poti". Med tem razne farmacevtske družbe bogato služijo in kar naprej obljublajo teoretično dobro razložene učinke preparatov, ki pa večinoma niso znanstveno dokazane ali pa v praksi sploh ne funkcionirajo.

Po javnomnenjskih raziskavah dve tretjini ljudi trdi, da vedo, kaj so prehranski dodatki, 17 % ljudi pa misli, da vedo, kaj so (Makarovič, 2010).

Na tržišču lahko najdemo na tisoče takšnih dopolnil, ki naj bi nadomeščala nekatere snovi, ki jih posameznik ne zaužije v zadostni količini zaradi različnih razlogov, naj bo to zaradi preventive pred boleznijo, poškodb, povečanja odpornosti, povečanega napora, izboljšanja počutja, izgleda ali zaradi drugih razlogov. Za te dodatke velja Zakon o prehranskih dopolnilih, ki je podrobneje predstavljen v poglavju 1.1.

Namen te naloge je podrobneje raziskati najpogosteje uporabljene dodatke pri vadbi za moč. Predvsem nas bo zanimala dejanska uporabnost preparata in optimalen način konzumiranja ter morebitne pasti, ki prežijo na kupce športnih prehranskih dodatkov. Skratka, ta naloga bo služila kot vodič športnih dodatkov pri vadbi za moč. Predvsem se bomo osredotočili na dodatke, kot so: beljakovinski in ogljikovo-hidratni praški, glutamin, arginin, kreatin in kofein. To so dandanes najpopularnejši in najbolj iskani dodatki, ki jih uporabljajo ali bi jih radi uporabljali ljudje predvsem pri vadbi v fitnesu, saj naj bi na splošno povečali sintezo beljakovin, omogočili hitrejšo regeneracijo in vidnejši napredek pri vadbi za moč. Kljub veliki popularnosti in prodajnosti se še vedno porajajo vprašanja, kako, kdaj in zakaj jih zaužiti,

katera vrsta dodatka je najprimernejša itd. V nalogi bodo predstavljeni tudi nekateri miti ali dogme, katere veljajo za uživanje določenih prehranskih dodatkov, kar bo omogočilo bralcem, da se bodo podučili o (ne)varni rabi.

Čeprav je znanost v vseh pogledih napredovala in spremenila mnoge poglede na svoja odkritja, nekatere teze še vedno niso povsem razkrite in dognane, zato ni izključena možnost, da bodo čez čas predstavljene predvsem drugače, kot jih predstavljajo danes.

1.1 Zakon o prehranskih dodatkih

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 v 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. Prehranska dopolnila lahko poleg vitaminov in mineralov vsebujejo tudi aminokisljine, maščobne kisline, vlaknine, rastline in rastlinske izvlečke, mikroorganizme ter druge snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom pod pogojem, da je njihova varnost v prehrani ljudi znanstveno utemeljena (Prehranska dopolnila).

1.2 Vadba moči

Osrednja tema te naloge bo kombiniranje dodatkov prehrani pri vadbi moči. Vadba moči ima zelo širok pomen, saj z njo treniramo različne vrste moči, ki jih premore človek. Moč je sposobnost za učinkovito izkoriščanje sile mišic pri premagovanju zunanjih sil, ki nastaja na osnovi delovanja mišice kot biološkega motorja. V mišici se kemična energija spreminja v mehansko in toplotno energijo, pri čemer se izzove mišična kontrakcija, katere zunanji izraz je mišična sila. Moč človeka je produkt sile in hitrosti (Pistotnik, 2003).

Voluminiziranost telesa je eden izmed štirih dejavnikov, ki naj bi po podatkih Pistotnika (2003) predstavljali predvsem količino mišične mase na telesnih segmentih človeka. Večja količina mišične mase pa je sposobna generirati večjo količino mehanske energije, ki se kaže v večji sili. Proizvedena sila mišice je v veliki meri odvisna od njenega fiziološkega preseka, katerega velikost je pogojena s številom aktinskih in miozinskih vlaken v posameznem mišičnem vlaknu (kontraktilni elementi v mišici). Posledica povečanega števila aktinskih in miozinskih vlaken se kaže v hipertrofiji ali povečanem preseku mišice. Zaradi tega lahko mišica na breme deluje z večjo silo.

Voluminizaranost telesa je tudi dejavnik, na katerega se zraven podkožnega mastnega tkiva in deloma transverzalne dimenzionalnosti telesa da vplivati za pridobitev moči (Pistotnik 2003). Je tudi zelo zaželen dejavnik današnjega načina življenja predvsem mladostnikom, ki jim mišičasto telo predstavlja nek ideal, in ljudem, ki bi radi ublažili učinek staranja na svoj telo. Moč namreč začne upadati po 40. letu starosti, kar lahko privede do različnih akutnih in kroničnih stanj, povezanih z zdravjem.

Moč pa ni samo usmerjena na eno skupino ljudi. Je tudi pomemben dejavnik pri športnikih, ki z vadbo moči poskušajo vplivati na zmogljivost, saj s treningom lahko vplivajo na eksplozivnost, hitrost, maksimalno moč, vzdržljivost, ki so še kako pomembne enote skoraj vseh športov, še posebej tistih, ki temeljijo na moči (borilne veščine, dvigovanje uteži, atletika, nogomet, rugby, bodybuilding ...).

Da bi pospešili in izboljšali rezultate pridobivanja moči, se športniki mnogokrat zatečejo k uporabi dodatkov. Takrat se rodijo vprašanja o tem, kateri dodatki so primerni za njih, kakšen učinek naj pričakujejo od njih, kako naj jih jemljejo in ali bo jemanje imelo kakšne nezaželene posledice (kar je premalokrat najpomembnejše vprašanje).

Nekateri (še zdaleč pa ne vsi prehranski dodatki) bodo predstavljeni v nadaljevanju.

2 Jedro

2.1 Beljakovinski dodatki

Koliko beljakovin v prehrani je optimalno? Kako jih kombinirati z drugimi živili? Je bolje zaužiti beljakovine živalskega ali rastlinskega izvora? Ali je dobro uživati beljakovinske dodatke? Vsi odgovori na ta vprašanja so se čez leta spreminjali in so še neznanka mnogim. Znanstveniki v svojih raziskavah odgovarjajo na različna vprašanja. Predvsem na področju beljakovinskih dodatkov je bilo narejenih mnogo raziskav.

Beljakovine so organske molekule, ki zraven vodika in ogljika vsebujejo še bistveno sestavino – dušik. Tvorijo približno 60 % vse trdne snovi v celicah sesalcev in so pri delovanju celice nepogrešljive. Vse, kar celica počne, so beljakovine. Imajo nalogo pošiljanja sporočil po telesu (hormonski sistem), branijo telo pred tujki (imunski sistem), prenašajo kisik po telesu (hemoglobinski sistem), so bistvena sestavina mišic, niso pomembne le za gibanje, temveč tudi za subtilne funkcije, kot so vid, sluh in vse mentalne funkcije. Spomin je npr. zasidran v beljakovinskih povezavah med nevroni, v t. i. sinapsah. V opnah živčnih celic, ki so v glavnem sestavljene iz maščob, je 20 % beljakovin, približno 50 % v opnah večine celic, v notranjih opnah mitohondrijev pa je delež beljakovin kar 80 %. Če organizmu primanjkuje beljakovin, so moteni torej prav vsi fiziološki procesi (Ostan, 2012).

Organizem ustvarja beljakovine, ki jih potrebuje sam. Za to nalogo je zadolžena DNK, ki vsebuje zapis o tem, katero beljakovino naj ustvari. To je dolga nit, spojena s 4 nukleotidi (A-adenin, C-citozin, G-gvanin in T-timin). Ko se DNK razklene, se na njen gen (zaporedje treh nukleotidov) veže molekula metilne skupine, ki ustvari določeno beljakovino. Le-to ji uspe, če ima zadostno količino gradnikov – aminokislin. Tistih, ki tvorijo beljakovino, je 20. Vendar vseh beljakovin človeško telo ne more tvoriti iz lastnih beljakovin, zato jih mora dobiti s hrano. Teh 8 aminokislin imenujemo esencialne (nekateri viri starejšega izvora navajajo 9 aminokislin). Esencialne aminokislino so: levcin, izolevcin, valin, metionin, triptofan, lizin, fenilalanin, treonin, (histidin). Vse esencialne aminokislino vsebujejo beljakovinsko popolna živila. Sem sodijo beljakovinska živila živalskega izvora in le nekatere stročnice, zato večina nutricionistov trdi, da imajo beljakovine živalskega izvora višjo biološko vrednost, saj imajo primernejšo sestavo aminokislin (Ostan 2012).

Beljakovinska razgradnja je dokaj zahteven proces. Začne se v ustih z mehansko razgradnjo, kemična pa se nadaljuje v želodcu s pomočjo encima pepsina in solne kisline, nadaljuje se v dvanajstniku s pomočjo žolčne kisline, kjer se dokončno razgradi v aminokislino, ki se nato absorbirajo – preidejo v kri v tankem črevesu in so na razpolago organizmu za nadaljnje operacije (Ostan 2012).

Prebava beljakovin traja od 3–4 ure in je energijsko dokaj obremenjujoča (Ostan, 2012), zato tukaj pri športnikih vstopijo v veljavo beljakovinski dodatki. Na tržišču imamo na izbiro mnogo različnih produktov.

- *Casein* (ali mlečne) beljakovine se počasi absorbirajo in se uporabljajo praviloma pred spanjem.
- *Whey* beljakovine (hitre sirotkine) so hitro prebavljive beljakovine, ki imajo visoko vsebnost vseh aminokislin in se uporabljajo pred in po treningu za povečano sintezo beljakovin in hitrejšo mišično regeneracijo. Te beljakovine se ločijo glede na količino beljakovin v dozi. Tako ločimo *whey* koncentrat (ki vsebuje 30–90 % beljakovin na dozo) in *whey* izolat (90 % beljakovin na dozo). Zraven teh dveh vrst pa najdemo tudi *whey* hidrolizat, ki je najhitreje absorbirajoči se beljakovinski preparat, saj so beljakovine industrijsko hidrolizirane s pomočjo encimov, kot se to zgodi v človekovem organizmu. To povzroči hitrejšo in olajšano prebavo in s tem posledično tudi hitrejšo in večjo sintezo proteinov po treningu v primerjavi s sojinimi beljakovinami in beljakovinami *casein* (Tang, Moore, Kujbida, Tarnopolsky, in Phillips, 2009).
- Sojine beljakovine so primerne in enakovredne kvalitete kot *whey* in *casein*, vendar vsebujejo manjšo količino BCAA aminokislin, ampak večje vrednosti glutamina in arginina. Vsebujejo bioaktivne komponente z oksidativno vrednostjo. Po hitrosti prebave se uvrščajo med hitre, vendar počasnejše kot *whey* (Paul, 2009).
- Konopljne beljakovine.
- Jajčne beljakovine, ki ne vsebujejo mlečnih in laktoznih snovi.
- Mešanice, ki vsebujejo zraven beljakovin še ostale snovi (beljakovine z ogljikovi hidrati – gainer, dodatno vrednostjo kreatina, glutamina, arginina itd).

Športniki potrebujejo hitro regeneracijo po prestanih naporih, kar je pomembno za npr. izgradnjo mišične mase, da mišičnemu vlaknu zagotovimo takojšnjo možnost za gradnjo. Prebavljanje takih dodatkov je opravljeno praviloma v dobre pol ure (75 min, če gre za *whey* beljakovine) namesto v nekaj urah in je po anabolnem izkoristku popolnoma enako izvornemu živilu (NNU – *net nitrogen utilisation* ali beljakovinska vrednost je npr. enaka pri kokošnjih jajcih kot tudi pri prehranskih dodatkih aminokislin kokošnjega jajca) (Ostan 2012).

Beljakovine so torej ključne sestavine pri obnavljanju poškodovanega tkiva po treningu. Če govorimo o treningu moči, kjer se pri dvigovanju uteži mišice naprezajo, sila uteži jih pa razteza in povzroča mikropoškodbe vlaken, kar se odraža pri mišični bolečini v naslednjih dneh (najbolj 2. in 3. dan po treningu). V ta namen se telo adaptira in povzroča, da vlakna hipertrofirajo, da bi preprečilo ponovne mišične poškodbe. Za ta proces potrebuje zaužite beljakovine, katere se razgradijo na aminokislino, ki iz prebavnega trakta preidejo v krvni obtok in nato v celice, kjer se preko sporočil iz DNK sintetizirajo v beljakovine.

V mišicah sta pomembna dva tipa beljakovin, ki opravljata krčenje mišice. To sta aktin in miozin, ki se kot teleskopska palica prekrivata in povzročata krčenje. V procesu hipertrofije,

se število aktinskih in miozinskih vlaken povečuje, kar povzroča širjenje mišičnega vlakna. Posledično vlakno postaja močnejše in zato lahko proizvede večjo silo (Kleiner, 2011).

2.1.1 Vnos beljakovin

Čeprav je dolgo prevladovalo dejstvo, da več bomo pojedli beljakovin, večji bo prirast mišične mase, temu ni tako. K večjemu, bo to pripeljalo k nalaganju telesne maščobe.

V kolikor si nekdo želi "graditi" mišice, mora vedno stremeti k vzdrževanju pozitivnega dušikovega ravnovesja. Dušik pride v telo preko beljakovin, ki se razgradijo v aminokisliline in se izločijo primarno skozi seč. Pozitivna bilanca dušika pomeni, da telo zadržuje dušik in ga porablja za izgradnjo novega tkiva. Če je ravnovesje negativno, se pravi, da se več dušika izloči kot vnese, privede do mišičnega atrofiranja (Kleiner, 2011). To pa ne pomeni, da moramo konzumirati več beljakovin, ampak da mišicam zagotovimo uravnotežen vnos vseh nutrientov ter s kombinacijo treninga moči povzročimo boljši izkoristek beljakovin, ki so na voljo v telesu.

Narejenih je bilo mnogo študij, med drugim tudi študija, ki je raziskovala priporočeni dnevni vnos beljakovin. RDA ali priporočeni dnevni odmerek beljakovin, ki ga priporoča WHA, je 0,8g/kg(tt) (Kleiner, 2011). Ta podatek ne velja za športnike, ki se ukvarjajo s treniranjem moči.

Raziskovalci pod vodstvom Campbella idr. (1995) so naredili študijo, ki je zajemala moško in žensko populacijo od 56 do 80 let. Sodelovali so v 12 tedenskem treningu moči. Razdeljeni so bili v dve skupini. Ena je prejela 0,8g/kg(tt), druga pa 1,6g/kg(tt). Preučevali so, kako vpliva posamezna dieta na dušikovo ravnovesje v krvi. Ugotovili so, da trening moči poveča retencijo dušika, ki se nato porabi za izgradnjo novega tkiva. V skupini z manjšim vnosom beljakovin je bila zabeležena celo boljša poraba beljakovin, saj se je telo zaradi treninga adaptiralo na dane pogoje.

Ta raziskava še vedno ne odgovori na vprašanje, kakšen je optimalen vnos beljakovin za posameznika, ki je v procesu treninga moči. Čeprav je bilo narejenih veliko raziskav, niti ena ni natančno določila predpisane mere vnosa beljakovin za treninge moči.

Strokovnjaki domnevajo, da bi aktiven človek potreboval več beljakovin kot povprečen "sedeči" človek, za katerega je predpisana norma (RDA) 0,8g/kg telesne teže (Kleiner, 2008).

2.1.2 Gradnja mišic

Za športe moči Kleiner (2011) navaja več različnih načinov doziranja beljakovin čez dan:

- S povečano intenzivnostjo treninga športnik potrebuje povečano dozo proteinov za večjo mišično rast. Priporočena doza je 2g/kg (tt).
- Športniki, ki živijo na visokih nadmorskih višinah, potrebujejo še večji vnos. Priporočeno je 2,2g/kg(tt).
- Veganom je tudi priporočena 10 % višja vrednost beljakovin (2,2g/kg(tt)), da se organizmu zagotovijo vse potrebne aminokisliline.
- Novincem v treningu moči je priporočena tudi do 40 % višja doza beljakovin kot treniranim športnikom moči.

2.1.3 Kombinacija treninga moči z aerobnim treningom

Po podatkih Kleinerjeve (2011) večina športnikov (bodibuilderjev) zraven treninga za moč izvaja še aerobni trening (ponavadi petkrat ali večkrat na teden, ki traja od 60 do 90 min). Takrat se potrebe po beljakovinah povečajo, saj se uporabljajo kot gorivo, ko zmanjka ogljikovih hidratov. Eden od komponent BCAA (*branched-chain amino acids*) – levcin se porablja za izgradnjo alanina, ki se v jetrih pretvarja v glukozo. Ta glukozo se potem v mišicah porabi kot energija. Študije kažejo, da jemanje dodatnih aminokislilin vzpodbudi mišično obnovo in razvoj. Zaradi tega strokovnjaki svetujejo povečanje vnosa beljakovin na 2,2g/kg(tt).

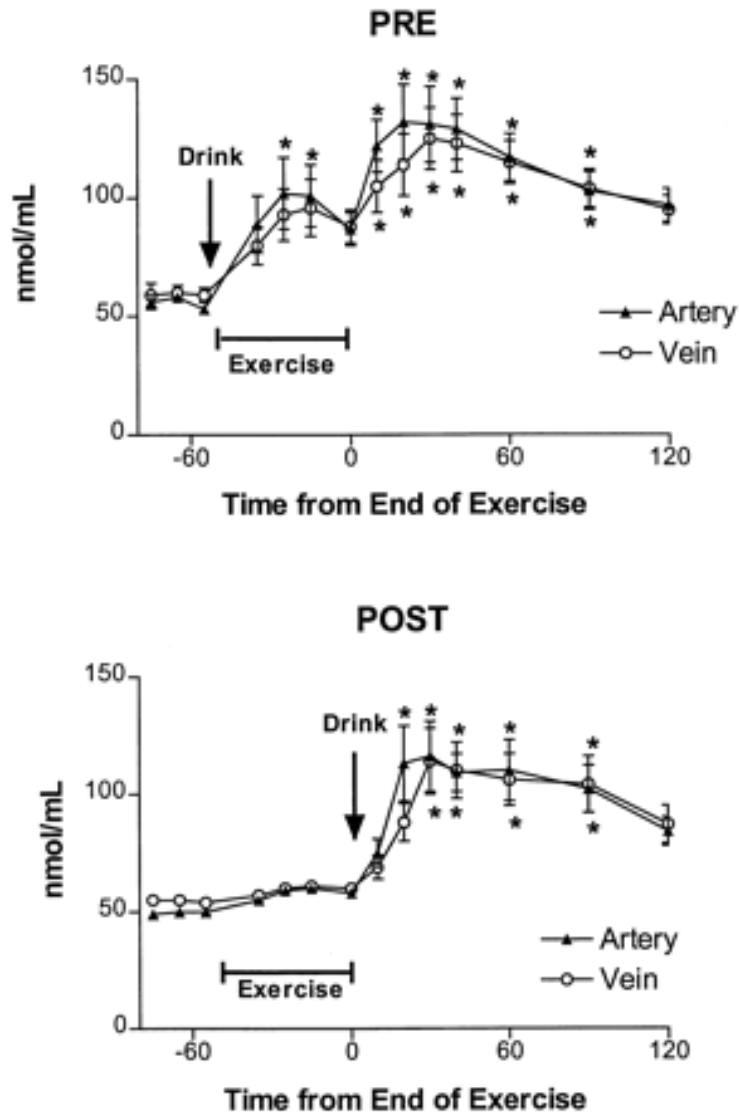
2.1.4 Priprava diete za tekmovanje

V pripravi na tekmovanja je namen bodybuilderja, da v precejšni meri izgubi maščobno maso z energijskim deficitom. Kleiner (2011) navaja, da v koliko športnik ne želi izgubiti mišične mase, ki med drugim zaradi velike metabolne porabe privede do zmanjšanja maščobne mase, mora povečati vnos beljakovin na 2,2, do 2,5g/kg(tt). Tako bo razpored makrohranil – beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob v razmerju 30:40:30 (kar je v nasprotju s priporočili WHA).

2.1.5 Časovni plan doziranja beljakovin

Zraven količinskega doziranja je pomemben tudi čas, kdaj je najbolj optimalno zaužiti beljakovine. Po podatkih raziskave Tiptona idr. (2001) naj bi bil obrok pred treningom moči 200 % učinkovitejši od tistega po treningu, saj vzpodbudi krvni obtok in sintezo beljakovin. V tej študiji so primerjali količino fenilalanina v krvnem obtoku v skupinah PRE (tisti, ki so zaužili aminokisliline pred treningom moči) in POST (tisti, ki so zaužili po treningu moči).

Ugotovili so, da vrednost fenilalanina po 10 min vadbe naraste na 67 % vrednosti nad bazalno, če ga zaužijemo pred vadbo in doseže plato 30 min po vadbi v vrednosti 135 % nad bazalno in se postopoma spuščajo na bazalno še 120 min (Slika 1, prvi graf). Medtem ko v skupini POST v času vadbe ostanejo enaki, do rahlo dvignjeni (max 5 %), narastejo po 20 min po zaužitju napitka do platoja ter se potem postopoma spuščajo do bazičnih vrednosti še 120 min (Slika 1, drugi graf).



Slika 1: Primerjava količin fenilalanina v krvi pri zaužitju aminokislin pred in po treningu (Tipton idr. 2001).

Še bolj pomemben kakor obrok pred treningom je zajtrk. Phillips idr. (2002) so odkrili, da trenirane športnike, še posebej dvigovalce uteži in bodybuilderje, prizadene večja razgradnja mišic kot običajne ljudi. Zato je po 8–10 urnem stradanju treba zagotoviti mišici anabolno stanje. Trdijo celo, da bi moral ta obrok vsebovati enako ali večjo količino beljakovin kot tisti po treningu. Katabolne procese, ki se dogajajo ponoči, pa lahko delno preprečimo z zaužitjem počasnih beljakovin, kot je npr. *casein* ali z nočnim hranjenjem. Zajtrk, hiter obrok

pred treningom in več obrokov po treningu bodo torej pomagali našemu telesu k večjemu prirastku mišične mase kot en sam obrok po treningu.

Zanimiv podatek je tudi, da ostane sinteza beljakovin po treningu povišana kar 24 ur po treningu. To pomeni, da bo jutranji shake imel enak učinek na rast mišic kot tisti, ki ga popijemo takoj po treningu (Tipton, Borsheim, Wolf, Sanford in Wolfe 2003). Nekateri raziskovalci poročajo celo o 48-urnem povečanju sinteze beljakovin za 33 % (Phillips, Tipton, Aarsland, Wolf in Wolfe, 1997).

Po primerjanju raziskave Tiptona idr. (2001) in raziskave Rasmussena, Tiptona, Millerja, Wolfa in Wolfeta (2000) izvemo, da beljakovine, ki jih zaužijemo takoj po treningu, privedejo do 30 % slabše sinteze beljakovin kot takrat, če jih popijemo eno uro po treningu.

Beljakovine so definitivno eden najpomembnejših makronutrientov za vzdrževanje in pridobivanje mišične mase. Strokovnjaki priporočajo, da športniki, ki se ukvarjajo z bodybuildingom in drugimi športi moči, potrebujejo večjo količino beljakovin kot ostala populacija.

Z upoštevanjem teh dejstev bodo pokrite optimalne potrebe po beljakovinah. Se pa absolutno ne sme zanemarjati raznolikosti prehrane, s katero zagotovimo telesu vnos vseh drugih nutrientov, ki jih z dodatki ne moremo nadomestiti. Beljakovinski dodatki naj služijo zgolj kot dodatki k zdravi raznoliki prehrani. Jemanje dodatkov mora biti pozorno, saj brez nadzora nad količino lahko dodatki privedejo (čeprav izjemoma) do redukcije tekočine, ledvičnih kamnov, osteoporoze in kronične okvare ledvic (Dervišević, 2011).

2.2 Ogljikovohidratni dodatki

Ogljikovi hidrati so v telesu glavni vir energije. Zaradi bolj ali manj sladkega okusa se imenujejo tudi sladkorji oziroma saharidi. Delimo jih v tri skupine – monosaharidi, oligosaharidi in polisaharidi (Kleiner 2011). Mono in oligosaharidi so t. i. enostavni ogljikovi hidrati, polisaharidi pa so t. i. kompleksni oziroma sestavljeni ogljikovi hidrati.

Med enostavne ogljikove hidrate uvrščamo na primer namizni sladkor, glukozo, fruktozo, mlečni sladkor, med sestavljene pa spadajo škrobni ogljikovi hidrati (jedi iz moke, riž, krompir) in vlaknasti ogljikovi hidrati (večina zelenjave) (Dervišević, 2011).

Vsi ogljikovi hidrati, ki jih je telo sposobno prebaviti, se v krvi pojavljajo v obliki glukoze. Če že dlje časa niste ničesar zaužili, njena raven pade pod normalno vrednost. Če pa ste ravnokar zaužili obrok, bogat z ogljikovimi hidrati, bo v krvi zelo veliko glukoze. Stanje, pri katerem imate v krvi preveč glukoze, je za telo neobičajno, zaradi česar se sprožijo določeni mehanizmi, ki to stanje uravnajo (Kleiner 2011). Z drugimi besedami: pri velikem in hitrem porastu glukoze se začne iz žleze slinavke močno sproščati transportni hormon inzulin. Inzulin skrbi za transport glukoze iz krvi v celice, kjer se porabi za energijo ali uskladišči za pozneje. Glukoza se v mišičnih celicah skladišči v obliki glikogena (dve tretjini), ki zagotavlja hitro zalogo energije. Nekaj glukoze (tretjina) se lahko podobno shrani tudi v jetrih (Kleiner 2011).

Ko organizmu primanjkuje glukoze, se sproži obratni proces. Takrat se v telesu namesto inzulina sproščata rastni hormon in glukagon. Oba hormona skrbita, da se iz vaših telesnih zalog v kri sproščajo glukoza in zaloge maščobe. Skrbita torej, da imate v krvi dovolj snovi za energijo. Manj bo inzulina in več ravnega hormona ter glukagona, več zalog telesne maščobe boste porabili. Žal se pri tem pojavlja težava, saj se poleg maščobe iz maščobnih celic porabljajo tudi beljakovine iz mišic. Telo namreč energije ne pridobiva le iz maščob, ampak tudi iz ogljikovih hidratov in aminokislin, ki so sestavni deli mišic. Predstavljajte si, kaj se zgodi, če že daljše obdobje niste zaužili obroka ali pa jeste zelo malo. Ko vam zmanjka majhnih zalog glukoze, telesu preostanejo le zaloge telesne maščobe in telesne beljakovine. Žal bo telo za energijo porabilo oboje, ne samo maščobnih oblog (Grom, 2010).

Poraba beljakovin se lahko zmanjša predvsem tako, da uživamo dovolj beljakovin in vadimo z utežmi. Vadba z obremenitvijo je za mišice razlog, da se ohranjajo v potrebnem obsegu. Tako jih telo ne porablja za energijo, kot bi se to dogajalo, če ne bi vadili (Grom, 2010).

Ogljikovi hidrati torej niso hrana samo za vzdržljivostne športnike, temveč tudi za športnike, ki se ukvarjajo s športi moči. Da bi človek lahko dvignil breme, potrebuje energijo. Adenozin trifosfat (ATP) je molekula, ki omogoči, da se naše mišice krčijo. Na žalost je količina ATP-ja omejena le na nekaj sekund in se mora nenehno obnavljati. Če nima teh pogojev, se krčenje ustavi, kar pomeni konec vadbe. ATP se obnovi z razgradnjo kreatin fosfata (CP) za 8–12 sekund maksimalnega mišičnega naprezanja. Ko tega porabi organizem, preklopi na drugi

sistem, ki mišici dovaja energijo, to je glikoliza. Takrat telo porablja shranjeni glikogen in krvni sladkor, da sintetizira in zagotovi energijo ATP. Ta proces telo ponavlja za vsako serijo, ki jo športnik naredi v fitnessu. Če glukoze in glikogena prične zmanjkovati, se bo moč občutno zmanjšala, mišice bodo postale težke in vadbe ne bomo mogli dokončati. Tako bomo v telo morali vnesti ogljikove hidrate, ki bodo v kri pripeljale glukozo kot vir trenutne energije in nam omogočile nadaljevanje treninga.

2.2.1 Ogljikovi hidrati in mišična rast

Vemo, da lahko ogljikovi hidrati izboljšajo učinkovitost v času treninga, kar čez čas privede do mišične rasti. Že sami po sebi imajo ogljikovi hidrati možnost, da povečajo mišično rast. To jim omogoča akcija inzulina in rastnega hormona. Zaužiti ogljikovi hidrati vzpodbudijo izločanje inzulina in rastnega hormona, ki zraven drugih nalog sintetizira beljakovine, kar se pojmuje kot mišična rast in je cilj vsakega dvigovalca uteži (Kleiner, 2011).

Način, kako insulin omogoča rast, je, da povečuje prenos aminokislin iz krvnega obtoka do mišic. Prav tako se veže na celično membrano mišice in sproži delovanje reakcij, ki vodijo k rasti mišice. Je anti-katabolik, kar pomeni, da preprečuje mišično razgradnjo, saj zavira delovanje hormona kortizola, ki se izloča ob treningu in po njem (Kleiner, 2011). Zato je nujno, da po treningu zaužijemo dozo hitrih ogljikovih hidratov (z visokim GI), ki bi preprečili kortizolu destruktivni učinek, zraven tega pa bodo napolnili glikogenske rezerve in pripravili organizem za naslednji trening. Rastni hormon poveča produkcijo beljakovin v telesu in oksidacijo maščob (Carbohydrate Supplements: Uses For Muscle Growth, Recovery & Performance, 2012).

V času treninga z utežmi naše telo porabi do 26 % mišičnega glikogena, za razliko od vzdržljivostnih športnikov, ki porabijo 40 %. Nekateri pravijo, da to sicer ni tako veliko in da polnjenje glikogenskih zalog pri športu moči (še posebej pri bodybuildingu) takoj po treningu ni prioriteta. Kleiner (2011) navaja, da se mišični glikogen porablja lokalno, torej v mišicah, ki so direktno obremenjene. Če torej neki športnik, ki izvaja trening moči, osredotočen na noge, in porabi 26 % telesnega glikogena, celostno gledano to res ni veliko. Pa vendar bodo njegove glikogenske zaloge v nožnih mišicah po treningu najverjetneje izpraznjene.

Barr (2005) je mnenja, da polnjenje glikogenskih zalog po treningu ni nujno potrebno primarna skrb. V kolikor je športniku pomembna pridobitev mišične mase in moči, je dovolj, da ogljikove hidrate zaužijemo v sklopu beljakovinskega napitka po treningu. S tem se bodo glikogenske zaloge napolnile ne glede na to, ali je to športnikova prioriteta ali ne. Prav tako bomo dosegli do 30 % večjo beljakovinsko sintezo, kot če bi ga popili takoj po treningu (Tipton idr. 2001; Rasmussen idr. 2001).

Drugače velja za športnike z veliko dnevno intenzivnostjo vadbe (dva treninga na dan, s poudarkom na vzdržljivosti). Takšni športnikom svetujemo, da se držijo Kleinerjevega (2011) protokola, ki je naveden v 3. odstavku tega poglavja.

2.2.2 Ogljikovohidratna odpornost

Kadar slišimo besedo "ogljikovi hidrati", pogosto pomislimo na nezaželenega gosta, maščobne obloge, nezdrav način življenja. Vendar pa brez njih ne gre. Če tudi nekdo poje veliko ogljikovih hidratov, še ne pomeni, da bo zaradi tega postal debel. Vse je odvisno od posameznikove ogljikovohidratne odpornosti. Ta se nanaša na hormon inzulin in kako je neko tkivo dovzetno za izločanje tega hormona. Tkivo z visoko inzulinsko občutljivostjo bo hormon izločilo hitro, medtem ko tkivo z nizko občutljivostjo ne bo tako odzivno (Barr, 2007). Ker je inzulin določen za nalaganje maščobe, je naša naloga, da vzdržujemo nizko raven inzulina v maščobnih celicah in visoko vrednost v mišičevju, da bi preprečili nastajanje odvečne maščobe, saj je inzulin znan kot hormon, ki spravlja glukozo bodisi v glikogen ali maščevje.

S povečanjem ogljikovohidratne odpornosti nadzorujemo izločanje insulina. Kar pomeni, da človek, ki ima veliko ogljikovohidratno odpornost, lahko vnese v svoje telo več ogljikovih hidratov in s tem prepreči nastajanje maščevja (Barr, 2007). To si lahko ponazorimo tako, da si naše mišičevje predstavljamo kot veliko suho spužvo, ki lahko vsrka v sebe relativno veliko količino vode (v našem primeru ogljikove hidrate). V tej fazi inzulinu še ni potrebno opravljati svoje vloge. Šele ko se mišica napolni z ogljikovimi hidrati, postane pomembna inzulinska občutljivost. Ogljikovohidratno odpornost lahko dosežemo z vadbo (takšno, ki izprazni zaloge glikogena) in s pravilno prehrano, še posebej z nizkim vnosom ogljikovih hidratov.

2.2.3 Dodatki ali hrana?

Večkrat se vprašamo, ali je bolje ogljikove hidrate kot izvor pridobiti iz hrane ali iz dodatkov. Odgovor je oboje. Hrana in dodatki imajo prednosti, ki so idealne v posameznih situacijah. Dodatki imajo prednost pri njihovi hitri prebavi in zato torej povzročijo velik inzulinski odziv, medtem ko je hrana počasneje prebavljiva, preprečuje lakoto in ima veliko prednosti glede zdravega načina življenja. Iz teh razlogov je najbolje kombinirati visoko glikemične dodatke, kot so dekstroza, maltodekstrin in glukozna pred, med in po treningu, čez dan pa ogljikove hidrate zaužiti s hrano (sadjem, zelenjavo, polnozrnatimi produkti).

Suplementacija s tekočimi ogljikovimi hidrati, vključno z različnimi smoothiji (sadnimi napitki), je po podatkih Kleinerjeve (2011) odličen način za povečanje kalorijskega vnosa, ko

nam hrana ne ustreza. To je ponavadi po težkem treningu. Tekočinski napitek se prebavi veliko hitreje kot hrana.

Kleinerjeva (2011) pravi, da so raziskave pokazale, da ogljikovohidratni napitki prav tako vzpodbujajo mišično rast. Raziskava Harbersona (1988) je raziskovala tri skupine, ki so jih sestavljali profesionalni dvigovalci uteži. Vse skupine so sodelovale v 15-tedenski vadbi moči. Prva skupina je jemala suplementirane ogljikove hidrate, druga skupina suplementirane ogljikove hidrate in anabolne steroide, tretja skupina pa je bila kontrolna in ni konzumirala nobenih dodatkov. Dodati je še treba, da je kontrolna skupina in steroidna skupina 45 % vnesenih kalorij pridobila iz maščob in 37 % ogljikovih hidratov (OH), medtem ko je skupina, ki je jemala samo ogljikove hidrate, svoj energijski suficit povzročila s 47 % OH in 34 % maščob, vendar 1300 kalorij več kot steroidna skupina in kontrolna skupina.

Rezultati so bili nepričakovani, saj je skupina, ki je suplementirala OH pridobila 3 kg mišične mase in izgubila 0,9 % maščob, medtem ko je steroidna skupina pridobila 4,5 kg mišične mase in pridobila 0,5 % maščob. Obe skupini sta pridobili enako moč. Kontrolna skupina je pridobila 1,5 kg.

Ta študija je nazorno prikazala, da je za uspešno pridobitev mišične mase potreben kalorični suficit, ki ga najlažje pridobimo s suplementiranjem ogljikovih hidratov. Še bolj pomembno pa je dejstvo, da lahko sama dieta privede do lepega rezultata brez uporabe nedovoljenih substanc.

2.2.4 Dekstroza in maltodekstrin

Dekstroza in maltodekstrin sta najboljša dodatka, ki ju ponavadi dodamo v shake. Sta najbolj primerna hidrata, ki se suplementirata pred, med in po treningom. Oba imata visok glikemični indeks, torej privedeta do velikega inzulinskega odziva in sta hitro prebavljiva.

Dekstroza je praktično čista glukoza, ki ne potrebuje prebave. Ima zelo sladek okus. Maltodekstrin je polisaharid, ki se prebavi tako hitro kot dekstroza. Ni tako sladek in je po navadi skoraj brez okusa (Kleiner, 2011).

Dekstroza je ponavadi najboljša opcija, medtem ko je maltodekstrin primernejši za tiste, ki ne prenesejo sladkorja in sladkega okusa.

2.2.5 Časovni plan in količina doziranja ogljikovih hidratov

Narejenih je bilo mnogo raziskav, v katerih so znanstveniki preučevali učinek napitkov pred treningom in po njem.

Zanimiv je podatek raziskave Arnarsona idr. (2013), ki je pokazala, da tritedenski trening moči s suplementacijo *whey* beljakovin pri starejših ljudeh ni privedel do večjih razlik v prirastku mišične mase od oseb, ki so po treningu zaužile nizkokalorični ogljikovohidratni napitek.

Prav tako je bila narejena raziskava, ki je prikazovala pomen ogljikovih hidratov pri treningu moči. Preučevali so dve skupini, ki sta opravljali trening moči. Prva skupina je dobila ogljikovohidratni napitek pred in med treningom, medtem ko je kontrolna skupina dobila placebo napitek. Obe skupini sta izvajali isto vajo (izteg kolena z 80 % svoje maksimalne moči). Skupina, ki je dobila ogljikovohidratni napitek, je bila sposobna narediti več ponovitev in serij (Haff, Lehmkuhl, McCoy, Stone, 2003), kar pomeni dlje časa trajajoči trening in s tem boljše rezultate.

Ta raziskava v povezavi s prejšnjo jasno ponazarja, da so beljakovine in ogljikovi hidrati enakovredni makronutrienti. V povezavi z beljakovinami in treningom moči njun učinek naraste in se lahko odrazita z velikim prirastkom mišične mase.

Ogljikovi hidrati imajo vlogo kaloričnega vnosa in zagotavljanja energije pri vadbi, beljakovine pa so gradnik, ki zagotavlja telesu gradivo za grajenje mišic.

Da bi pridobili 0,5 kg čiste mišične mase na teden, moramo svoji uravnoteženi prehrani dodati 2500 Kcal tedensko. Ženske naj bi po ugotavljanju Kleinerjeve (2011) dnevno zaužile 300 kcal več, medtem ko moški 400 kcal več od dosedanjega vnosa. Te kalorije naj bi izvirale iz ogljikovih hidratov, bodisi iz prehranskih dodatkov ali hrane. V primeru, ko želimo zmanjšati maščobno maso, moramo zmanjšati tudi vnos ogljikovih hidratov.

Obstaja pravilo, koliko ogljikovih hidratov lahko zaužije človek, vendar moramo pred tem vedeti, ali gre za trenirano osebo ali pa morebiti za sedečo. Več mišične mase ima oseba, večjo količino ogljikovih hidratov lahko zaužije in shrani. Uživanje ogljikovih hidratov je odvisno tudi od ciljev, ki jih želimo doseči. V kolikor gre samo za pridobivanje mišične mase, se običajno upošteva pravilo 7 g OH na kilogram telesne teže (torej 70 kg oseba lahko zaužije okrog 490 g OH na dan). Vendar pa je to pravilo določeno zelo na grobo, saj je veliko odvisno od treningov, ki jih posameznik naredi.

Podrobnejši plan Kleinerjeva (2011) predstavlja v Tabeli 1, ki upošteva frekvenco tedenskih treningov. Tabela je narejena na podlagi diete, katere namen je ohranjati telesno težo in zagotavljati energijo za organizem. V kolikor je cilj pridobivanje mišične mase, se je potrebno ravnati po protokolu v 6. odstavku tega poglavja.

Tabela 1

Dnevna porazdelitev nutrientov športnika

	Moški		Ženske	
Vadbe na teden	3–4	5 ali več	3-4	5 ali več
Kalorije / kg	33	42	29–33	38–40
Beljakovine				
g/kg	1,4	1,4	1,4	1,4
Ogljikovi hidrati				
g/kg	4,5	6,0	3,5	5,5
Maščobe*				
g/kg	~1,4	~1,4	~0,85–1,0	~1,0–1,3

*Skupna količina maščob je variabilna in je odvisna od skupne količine kalorij. Da najdemo svojo optimalno količino maščob, ki jih lahko zaužijemo, moramo določiti skupno količino kalorij, beljakovin in ogljikovih hidratov. Dodamo kalorije, ki jih zaužijemo z beljakovinami in OH (1 g beljakovin = 4 kcal, 1 g ogljikovih hidratov = 4 kcal, 1 g maščob = 9 kcal), in jih odštejemo od skupnih kalorij ter delimo z 9 (Kleiner 2009).

Po vadbi je, kot smo že omenili, pomembno, da mišice obnovijo zaloge glikogena. Mnenje strokovnjakov je, da boljša bo regeneracija glikogena, učinkovitejši bo naslednji trening. Da bi zagotovili optimalno regeneracijo, moramo zagotoviti 3 pomembne točke (Kleiner, 2011):

1. Zaužitje ogljikovih hidratov takoj po treningu: mišice so prvih nekaj ur po treningu precej dovzetne za produkcijo glikogena. To se dogaja zaradi praznih zalog glikogena in povečanega krvnega obtoka. Ti pogoji omogočajo mišičnim celicam, da vsrkajo glukozo kot spužva. Prav tako so v takem stanju občutljive na efekt inzulina, ki povzroča sintezo glikogena. V tem stanju je optimalno zaužiti suplementirane ogljikove hidrate z beljakovinami (*whey*), saj te še dodatno stimulirajo pričetek pridelave glikogena in bodo hitro prebavljene. Alternativa maltodekstrinu in dekstrozi so tudi športni napitki, ki vsebujejo glukozo ali saharozo, vendar nekateri napitki vsebujejo tudi fruktozo, ki pa se ni izkazala kot dober oziroma hiter gradnik glikogena. Prav tako so znanstveniki že pred nekaj časa nazaj dokazali, da fruktoza kljub njenemu nizkemu glikemičnemu indeksu povzroči večje tvorjenje maščobe kot glukozna, še posebej na abdominalnem predelu. Zraven tega zmanjša inzulinsko občutljivost in povečuje holesterol, posebej pri prekomerno težkih ljudeh. Predvsem nevaren je glukozni sirup ali koruzni sirup (sestavljeno iz 55 % fruktoze in 45 % glukoze), ki se pojavlja v pijačah, športnih napitkih, kosmičih, jogurtih ipd. v velikih

količinah (Stanhope idr. 2009). Ta študija je apelirala predvsem na produkte z velikimi vsebnostmi fruktoze (fruktozne sirupe), katerih 23–28 čajnih žličk zadostuje za 500 Kcal, kar je npr. 20 jabolk.

Kleinerjeva pa vendarle (2011) pravi, da je dobra alternativa maltodekstrinu med, ki je, kot so ugotovili v nekaterih raziskavah, dosegal vidnejše rezultate kot maltodekstrin.

2. Vsaki dve uri po treningu: nadaljevanje z zaužitjem ogljikovih hidratov do zaužitja skupno 100 g v štirih urah, oziroma 600 g v naslednji 24-urah. To v grobem pomeni 40 do 60 g ogljikovih hidratov na eno uro.
3. Ohranjanje diete

2.2.6 Faza povečane konzumacije ogljikovih hidratov (*carbon hydrate loading*)

Ta faza je popularna pri vzdržljivostnih športnikih, saj povzroči povišanje glikogenskih zalog pred tekmovanjem, da bi telesu omogočili boljšo učinkovitost. Ta metoda je zanimiva tudi nekaterim bodybuilderjem, da bi povečali obseg mišic, zato teden dni pred tekmovanjem omejijo vnos ogljikovih hidratov, nato pa nekaj dni pred tekmovanjem povečajo vnos. Prva faza omogoči telesu v drugi fazi večje nalaganje glikogena. S tem pa naj bi telo izgledalo bolj mišičasto. Kleiner (2011) pravi, da tudi po t. i. *loading* fazi obsegi mišic ostanejo nespremenjeni. Iz tega razloga lahko zaključimo, da je faza povečane konzumacije ogljikovih hidratov pri bodybuildingu nepotrebna in se kvečjemu odrazi v nabiranju maščobne mase.

2.3 Kreatin

Kreatin je eden izmed prehranskih dodatkov, ki buri duhove že leta in leta. Ljudje ga zelo radi primerjajo z dopingom, saj se pogosto odraža z zelo dobrimi rezultati, še posebej v športih moči. Je zelo priljubljeno in učinkovito sredstvo, katero bomo podrobneje opisali v nadaljevanju.

Gre za beljakovino, ki ima pomembno vlogo v mišičnem metabolizmu, kjer kot fosfokreatin ali kreatin fosfat (PCr oziroma CP) proizvaja molekule ATP, ki so potrebne za kontrakcijo, pred vsemi drugimi metabolnimi procesi. Ta izvor energije (ATP) traja le 10 sekund. To je npr. komaj dovolj za 100 m sprint (Barr, 2005).

Je substanca, ki se proizvaja v jetrih in ledvicah iz treh neesencialnih aminokislin: arginina, glicina in metionina. Na dan se ga proizvede približno 2 g. Približno 95 % kreatina se transportira preko krvi v mišice, srce in druge telesne celice. Tam se pretvori v kreatin fosfat (CP) (Barr, 2005).

Za kreatin je bilo do leta 2011 narejenih več kot 500 študij in kar 70 % od teh ji poroča o pozitivnih učinkih. Ponavadi gre, po poročanju Kleinerjeve (2011), za izboljšanje rezultatov v hitrostnih športih (tekaški sprint, kolesarski sprint, veslanje) in v povečanju mišične mase (od 0,5 do 1 kg).

Po vseh teh študijah se pri nekaterih laikih in prav tako profesionalnih športnikih ali športnih trenerjih odvija debata o tem, kdaj je pravi čas, da vzamemo kreatin. Nekateri ga jemljejo pred treningom, drugi po treningu, tretji pred in po, medtem ko drugi pravijo, da čas konzumacije sploh ni pomemben, kar je privedlo do velike zmede pri športnikih.

Jemanje kreatina pred treningom ima smisel, saj bi po neki logiki v naše telo prinesli zaloge za trening in ga pripravili na napor. Toda kreatin potrebuje čas, da se prebije v naše mišične celice. Preen idr. (2002) so ugotovili, da jemanje kreatina pred treningom ni privedlo do sprememb od jemanja placeba.

Barr (2005) jemanje kreatina po treningu pojasnjuje s preprosto logiko, da trening moči prazni zaloge kreatina, ki ji moramo napolniti po vadbi. Učinek polnjenja kreatina lahko izboljšamo tudi z beljakovinsko-hidratnim napitkom po treningom, saj ta stimulira izločanje inzulina, ki pospešuje transport kreatina v celice.

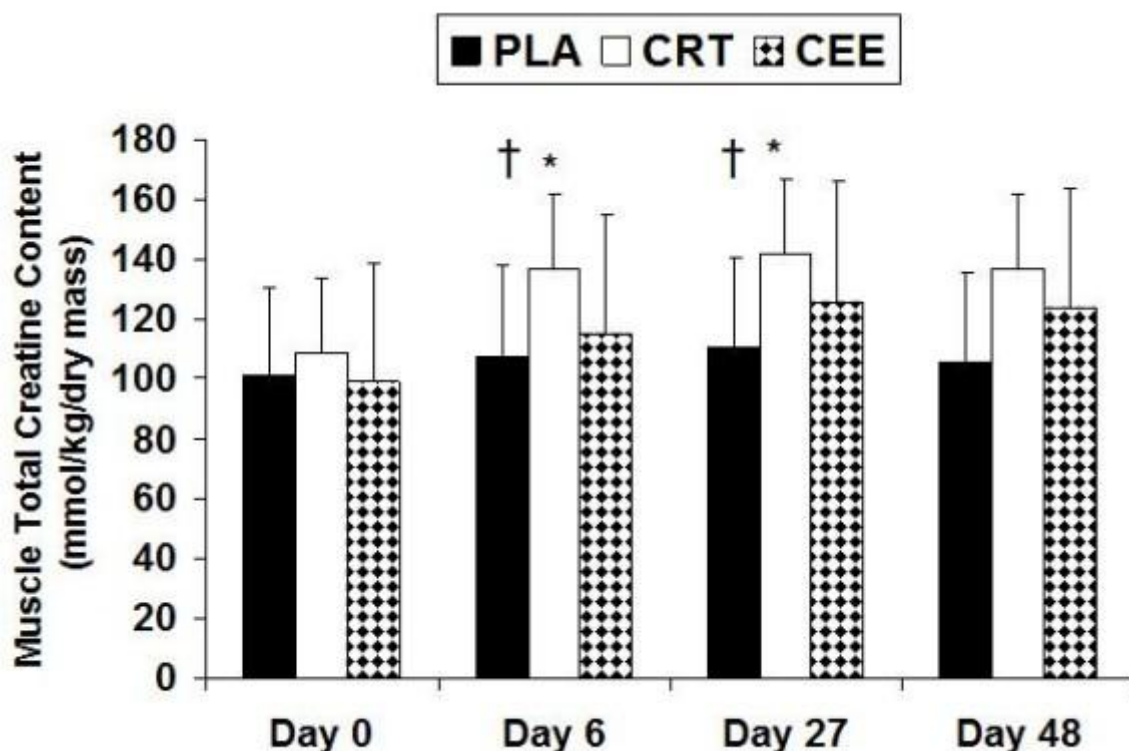
Pravzaprav nobena od raziskav ne poroča o povečanju učinkovitosti ob suplementaciji kreatina po treningu, na drugi strani pa jih je kar nekaj, ki so potrdile pozitivne učinke pri jemanju po treningu.

2.3.1 Vrste kreatina

Na tržišču se pojavlja velika izbira kreatinskih proizvodov, ki nas s svojimi teorijami o učinkovitem delovanju prepričujejo k nakupu. Nekaj od teh jih bo predstavljenih v spodnjih poglavjih.

2.3.1.1 Creatine Ethyl Ester ali CEE

Njegov pozitiven učinek naj bi bil v tem, da ima posebno kemično strukturo, ki mu omogoča prosto vstopanje v celice brez transportne beljakovine (Barr, 2005). Ti proizvodi se prodajajo pod imeni, kot so: Magnum serum, Axis lab creatine ethyl ester, SNI creatine ethyl ester ipd. Razlaga je, da bi v primeru, če bi ta teorija držala, človekova mišica lahko hipertrofirala v neskončnost, vendar ji to preprečuje prenos proti koncentracijskemu gradientu. Edina prednost, ki jo ima ta kreatin, je, da je močno topen v vodi, kar je prednost za tiste, ki jim navadni kreatin monohidrat povzroča napihnjenost in zadrževanje vode v telesu. Vendar jih bo od jemanja hitro odvrnil njegov okus, ki je zelo grenak in povzroča zakisanost. Učinkovitost CEE si lahko pogledamo na Sliki 2.



Slika 2: Prikazuje povprečno absorpcijo kreatina v mišicah posamezne skupine prvi, 6., 27. in 48. dan jemanja (PLA-placebo, CRT-creatine monohidrate, CEE-creatine ethyl ester) (Spillane idr., 2009).

Iz grafa lahko razberemo, da se je v mišice najbolje vsrkal CRT. Spillane idr. (2009) so prišli do zaključka, da CEE ni vidneje povzročil prirastka moči v primerjavi s CRT in placebo. Ugotovili

so tudi, da se je po konzumaciji velika večina CEE razgradila. Zdi se, da mišice niso vsrkale dovolj CEE, da bi vidno povzročile spremembo v prirastku moči.

2.3.2 Kreatinski serum

Uporabnost tega produkta je bila že pred leti zavrnjena, vendar ga je še sedaj možno zaslediti na policah nekaterih trgovin. Tudi znanstvene raziskave, ki so jih naredili Gill, Hall in Blazevich (2004), niso pokazale rezultatov v njegov prid. To je najbrž zaradi tega, ker se kreatin razgradi v tekočini, iz katere se potem producira rahlo toksičen presnovek kreatina. Medtem so tudi raziskovalci odkrili, da kreatinski serum vsebuje le 90 % kreatina, kar pa je še bolj zaskrbljujoče, je dejstvo, da se še vedno prodaja pod imeni Creatine Serum ATP Advantage, Dimax Muscle Creatine +, VPX Creatine Sport Plasma, EFX Cell Rush ipd.

2.3.2.1 Kreatin v obliki šumečih tablet

Čeprav so Ganguly, Jayappa in Dash (2003) odkrili, da so nekatere oblike šumečega kreatina boljše topne v vodi, so Falk, Heelan, Thyfault in Koch (2003) potrdili, da ta produkt ni tako (ali pa sploh ni) učinkovit kot kreatinski prašek. Tudi takrat ne, ko so ga suplementirali z ribozo in glutaminom. Prodaja se kot: Balance efferverscent creatine, Vertical Blastoff Efferverscent Creatine ipd.

2.3.2.2 Mg₂+ Creatine Chelate

Selsby, DiSilvestro in Devor (2004) so raziskovali to vrsto kreatina v treh skupinah (placebo, kreatinski in Mg₂+ Chreatine Chelate). Ugotovili so, da obe vrsti kreatina privedeta do večjih in dokaj enakih prirastkov v moči (pri obremenitvi 70 % 1RM). V nekaterih primerih so rezultati Mg₂+ Chreatine Chelata presegali vrednosti navadnega kreatin fosfata, vendar so bili raziskovalci primorani raziskovati vplive pri majhnih dozah (2,5g na dan), saj slednji pri večjih odmerkih povzroča želodčne težave, katere so bile njihova glavna skrb. Produkti: Creatine Magna Power, SNS Magnesium Chreatine Chelate ipd.

2.3.2.3 Kreatine citrat in trikreatin citrat

O teh dveh vrstah kreatina nimamo dovolj podatkov oziroma preverjenih dejstev o njihovem delovanju in učinkih na organizem, je pa zato podatek o njunem hibridu Dikreatine citratu, vendar raziskave niso bile narejene na ljudeh.

Veliko podjetij, ki ponuja različne vrste kreatina, obljublja hitro in učinkovito absorpcijo v naše telo. Pomembno je, da razumemo, da dejansko ni pomembno, koliko kreatina absorbira naša kri, temveč naše mišice. Ta proces lahko še dodatno popestrimo z vnosom ogljikovih hidratov zaradi inzulinskega odziva (Green, Simpson, Littlewood, Macdonald, in Greenhaff 1996), alfa-lipojske kisline, ki pri živalih pospeši absorpcijo glukoze v mišice (Burke, Chilibeck, Parise, Tarnopolsky in Candow, 2003), ter natrija in z vadbo. Produkti: Olymp Creapure Citrate, Penco Tri-creatine citrate ipd.

2.3.3 Varen ali nevaren

Velikokrat se pojavi vprašanje o varnosti kreatinskih proizvodov. Veliko študij, ki smo jih odkrili, je bilo narejenih o varnosti kreatinskih dodatkov (Farkuhar in Zambraski 2002; Havenetidis in Bourdas, 2003; Pline in Smith, 2005), katere trdijo, da je suplementacija kreatina varna. Pojavijo pa se tudi taki, ki imajo pomisleke o varnosti kreatinskih dodatkov z argumenti, da o varnosti ne morejo zagotovo trditi, saj nobena študija ni preizkusila dlje trajajočega efekta kreatina. Vendar če po petih letih neprestanega jemanja kreatina nismo zaznali negativnega učinka, potem ga čakamo zaman (Barr, 2005). Zaenkrat pa so narejene študije kar prepričljive. Kljub vsem študijam se pojavljajo podatki, da odmerki od 1 do 10 g dnevno povzročajo naraščanje vodne mase v telesu, nekateri poročajo tudi o pojavljanju mišičnih krčev ter v zelo redkih primerih o poškodbah jeter in ledvic. Zaradi takšnih primerov se je vredno posvetovati z zdravnikom o varnosti jemanja kreatina, čeprav je raziskava na podganah pokazala, da kreatin tudi pri motenem delovanju ledvic ni dodatno poslabšal rezultata (Taes, Delanghe, Wuyts, van de Voorde in Lameire, 2003).

2.3.4 Pozitivni učinki

Zraven tega, da povzroča prirast mišične mase, moči in po podatkih Kleinerjeve (2011) tudi vzdržljivost, ima tudi druge pozitivne lastnosti:

- pomagal naj bi pri zdravljenju mišične distrofije (Tarnopolsky idr., 2004),
- Lougherihove bolezni ali amiotrofične lateralne skleroze (ALS) (Ellis in Rosenfeld 2004),
- po podatkih Korzuna (2004) naj bi nižal nivoje homocisteina, ki je toksičen stranski produkt pri prebavi mesa in povzroča aterosklerozo,
- ugodno naj bi vplival na odpravljanje diabetesa tipa 2,
- ima nootropski efekt, kar pomeni, da izboljšuje kognitivne procese (Rae, Digney, McEwan in Bates, 2003), zmanjšuje mentalno utrujenost in porabo kisika (Watanabe, Kato N. in Kato, T., 2002),
- z njegovo uporabo lahko svoje nivoje kreatina povečajo vegetarijanci (Kleiner 2011),
- ugotovljeno je tudi, da suplementiranje kreatina povečuje mineralno in kostno gostoto pri starejših ljudeh,
- ima pozitivne učinke na spanec in razpoloženje,
- nekatere raziskave celo poročajo o hitrejšem mišičnem okrevanju (Kleiner 2011).

2.3.5 Način jemanja

Nekateri ljudje verjamejo, da je za optimalen učinek potrebna faza nalaganja, ko prvih pet dni povečamo dozo vnosa. Drugi spet prakticirajo jemanje konstantnih količin kreatina.

Barr (2005) svetuje konstantno jemanje brez faze nalaganja, in sicer po treningu skupaj s hitrimi ogljikovimi hidrati, in sicer 3 g na dan. Tako telesa ne predoziramo in vzdržujemo nasičenost mišičnih celic s kreatinom. Prav tako je za optimalen rezultat najboljša vrsta kreatina kreatin monohidrat, ki ima za seboj največ preverjenih pozitivnih učinkov. Ni nujno, da je povsem mikroniziran, je pa pomembno, da je 100 % čist.

2.4 Arginin in dušikovi oksidi (NO_x)

Arginin je neesencialna aminokislina, ki je v telesu pomemben za celjenje ran, celično delitev, sintezo kreatina, pri sproščanju hormonov in delovanje imunskega sistema. Načeloma ga lahko v zadostnih količinah vnesemo s pravilno prehrano, razen pri ljudeh, ki imajo določene zdravstvene težave. L-Arginin je prekursor dušikovega monoksida, ki se pri razgradnji pretvarja v L-citrulin skozi encimsko skupino, ki jo imenujemo sintaza dušikovega oksida (NOS) (Tapiero, 2002). Dodatki z dušikovim oksidom naj bi pomagali pri okrevanju po vadbi, zmanjševali odpornost mišic na utrujenost, povečevali mišično moč in dajali dodaten "pump" k mišični vadbi med samim treningom. NO dodatki k prehrani naj bi povzročali razširjanje žil v človeškem telesu (Kleiner, 2011), zato eventualno lahko po njih potuje več krvi in hrani mišična tkiva med vadbo.

Takšna so zagotovila prodajalcev športne prehrane. Če pogledamo stvar iz perspektive dosedanjih raziskav, dejstva ne kažejo v prid prodajalcev.

2.4.1 Stranski učinki

Dokazano je, da se velike doze arginina stekajo v krvni obtok in povzročajo vazodilatacijo (Hishikawa idr., 1992), vendar, kot so ugotovili Beaumier, Castillo, Ajami in Young (1995), velike doze povzročajo tudi upadanje količine vode in natrija v telesu. Prav tako oralno doziranje z več kot 10 g dnevno povezujejo s prebavnimi motnjami oziroma želodčnimi težavami. Yaspelkis in Ivy (1999) poročata tudi o črevesnih krčih in driski, pri doziranju 7 g/h, 3 ure. Pri tej raziskavi so preučevali učinek arginina na shranjevanje glikogena, ki pa ni pokazal pomembnih rezultatov. Ker se pri oralnem doziranju arginine razgradi na ornitin, je takšna metoda nepraktična za raziskave. Tako so Bode-Boger, Boger, Galland, Tsikas in Frolich (1998) primerjali oralno in intravenozno doziranje. 6 g arginina ni pokazalo vidnih rezultatov pri nobenem od doziranja, komaj pri intravenozni dozi 30 g so se pojavili znaki vazodilatacije. Če bi torej hoteli enake rezultate dobiti z oralno suplementacijo, bi morali konzumirati 43 g arginina, saj le 70 % tega pride v naš krvni obtok, kar pa seveda zaradi stranskih učinkov, ki jih povzroča arginin, ni priporočljivo. Tudi študije Adamsa idr. (1995) niso pokazale večjih sprememb, ko so suplementirali večje doze arginina (21 g–7 x 3 g dnevno) ter Chin-Dusting idr. (1996) 20 gramov dnevno v zaporedju 28 dni.

2.4.2 Vpliv arginina v povezavi z ogljikovimi hidrati

Tudi Robinson, Sewell in Greenhaff (2003) so ugotovili, da ni sprememb v krvnem obtoku, niti v porabi glukoze v primerjavi s placebo skupino. S tem so dokazali nasprotno, kar nam obljublja izdelovalci teh dodatkov.

2.4.3 Vpliv NO₂ na telesno kompozicijo

Campbell Crim in Young (2004) so preučevali učinek dušikovega dioksida na prirastek moči mišične mase in vzdržljivosti. Preučevanci so 8 tednov jemali 12 g NO₂ ali placebo dodatka. Prišli so do nepričakovanih rezultatov glede na prejšnje raziskave arginina, saj so preučevanci, ki so jemali arginin, izboljšali svoj 1RM potisk iz prsi za povprečno 8,5 kg, ne da bi povečali svojo mišično maso, medtem ko so preučevanci iz placebo skupine izboljšali rezultat le za 2,5 kg in zraven še izboljšali mišično maso. Povrh tega je šlo za trenirane merjence, zato so bili rezultati za znanstvenike še toliko bolj dvoumni. Glede na prejšnja odkritja o argininu so strokovnjaki tem rezultatom pripisali placebo efekt.

2.4.4 Vpliv arginina na hormonsko izločanje

Arginin naj bi po poročilih proizvajalcev vzpodbujal izločanje rastnega hormona. V raziskavi Besseta, Bonardeta, Rondouina, Descompsa in Passouanta (1982) so to teorijo na nek način potrdili. V študiji je sodelovalo 5 merjencev. Eden izmed njih je dosegel štirikrat višjo maksimalno vrednost količine izločenega hormona od drugih. Vrhovi so torej dosegli 60 % izboljšanje v izločanju rastnega hormona, vendar je k temu rezultatu mnogo prispeval osamelec s štirikratnim izboljšanjem.

Medtem je študija tudi pokazala, da je izločanje hormona prolaktina, ki po podatkih Besseta idr. (1982) zavira delovanje testosterona, 75 % višje.

Giugliano idr. (1997) so prav tako naredili poizkus, v katerem so primerjali, kako arginin vpliva na izločanje inzulina. 30 g arginina je dvignilo obtok krvi. V drugem poizkusu so znanstveniki blokirali izločanje inzulina, kar je privedlo do 77 % zmanjšanja krvnega obtoka. Kasneje so z inzulinsko infuzijo obnovili krvni obtok na prvotno raven in iz tega zaključili, da je približno 75 % povečanega krvnega obtoka bilo izzvanega iz strani inzulina. V zakup pa se mora vzeti tudi podatek, da količine, ki je bila določena v študiji, človeško telo ni zmožno tolerirati brez stranskih učinkov.

2.4.5 Arginin v povezavi z glikogensko sintezo

Ideja izdelovalcev argininskih produktov je med drugim bila, da preko povečanega krvnega obtoka pospeši prenos ogljikovih hidratov do mišičnih celic in posledično poveča sintezo glikogena.

Yaspelkis in Ivy (1999) sta odkrila, da kombinacija arginina (7g/h, 4 ure) in ogljikovih hidratov ne poveča polnjenja glikogenskih zalog vidneje od same suplementacije ogljikovih hidratov po končani kolesarski vadbi, ki je rezultirala k praznim zalogam ogljikovih hidratov.

Tudi ko so kombinirali argininsko – ogljikohidratni napitek, so ugotovili, da niti približno ni tako učinkovit, kot če bi primerjali beljakovinsko – ogljikohidratni napitek.

Skratka, v kolikor hočemo povečati glikogensko sintezo oziroma regeneracijo, je najbolje, da se držimo preverjenih metod, t.j. vnosa ogljikovih hidratov, ki vsebujejo visok glikemični indeks in če dodamo še kvalitetne "hitre" beljakovine (*whey*), bomo dosegli dvojni učinek na inzulinsko sekrecijo, ki bo privedla do antikatabolnega učinka inzulina glede razgradnje beljakovin in maksimalno glikogensko sintezo.

Ker s treningom postajamo bolj dovzetni na učinek inzulina in manj na arginine in ker arginine ni pokazal večjih pozitivnih učinkov na prirast moči, mišične mase ali drugih fizioloških dejavnikov pri dozah do 10 g/dan z izjemo NO₂, zaradi katerega strokovnjaki sumijo v realnost študije, vzporedno sporočajo dejstvo, da arginine ni tako potreben dodatek pri treningu moči.

2.5 Glutamin

Glutamin je prav tako neesencialna aminokislina, katero v večji meri proizvajajo naše mišice, nekaj pa je shranjujejo še drugi organi – jetra, pljuča, možgani, kri. Služi kot gradnik beljakovin, nukleotidov in drugih aminiokislin in je glavno gorivo celic, ki gradijo imunski sistem (Kleiner 2011).

Glutamin sicer spada pod kategorijo neesencialnih aminokislin, kar pomeni, da ga ni potrebno dodatno uživati s hrano. Ker pa fiziološki stres, ki se pojavlja pri športnih aktivnostih, prazni njegove zaloge, ga nekateri uvrščajo v skupino pogojno esencialnih aminokislin.

2.5.1 Glutamin in mišična rast

Znanstveniki so sicer na podlagi študij, ki so bile izvedene na podganah, ugotovili, da suplementacija glutamina pripomore k sintezi beljakovin (MacLennan, Brown, Rennie, 1987) in zmanjšanju beljakovinske razgradnje (MacLennan, Smith, Weryk, Watt in Rennie, 1988). Podobna situacija je nastala pri bolnih ljudeh, ki so bili v postoperativnem stanju. Novejše raziskave so pokazale, da tudi podganam z zmanjšano stopnjo glutamina v telesu ob suplementaciji glutamina rezultati niso privedli do povečanja beljakovinske izgradnje (Olde - Damink, de Blaauw, Deutz, in Soeters, 1999). Podobni rezultati so se pokazali tudi na podganah, okuženih s sepso, ki povzročajo razgradnjo beljakovin.

Tudi študije na ljudeh so pokazale, da glutamin nima vpliva na dodatno sintezo beljakovin. Zachwieja, Witt in Yarashesk (2000) so z infuzijo aminokislinske mešanice dosegli 50 % povečanje v sintezi beljakovin. Temu so dodali tudi glutamin, ampak večjih sprememb niso opazili. Wusteman, Tate in Elia (1995) so tudi potrdili, da glutamin ne povečuje mišične moči in mišične mase. Torej dodajanje glutamina beljakovinskemu napitku ne bo rezultiralo k še večjemu prirastku mišične mase kot pitje beljakovinskega napitka samega.

Castell in Newsholm (1997) sta ugotovila, da zaradi zgoraj naštetih funkcij glutamin pri vzdržljivostnih športnikih zmanjšuje možnost okužb. Loblely, Hoskin in McNeil (2001) so po raziskavi ugotovili, da kljub temu, da ima glutamin pomembno metabolično vlogo v telesu, njegova suplementacija ne zagotavlja večjih terapevtskih učinkov pri treningu, razen v nekaterih intenzivnih katabolnih situacijah. Zato njegova suplementacija s tega vidika ni pomembna.

2.5.2 Glutamin in glikogenska sinteza

Nekatere študije podpirajo uporabo glutamina za sintezo glikogena. Med tem pa so Bowtel idr. (1999) odkril, da je možno enak odziv sinteze glikogena dobiti s suplementacijo glukoze in da oralna suplementacija glutamina ne privede do regeneracije glikogena po visoko intenzivnem intervalnem treningu (Van Hall, Saris, van de Schoor in Wagenmakers, 2000).

Kot je že napisano zgoraj, je glutamin potreben pri mnogih celicah kot gorivo. Njegova absorpcija v mišice pa je veliko težja, kot se nam zdi. Še posebej za naša prebavila, ki porabijo 40 % glutamina v našem telesu (Barr 2002). Zato moramo pri zaužitju glutamina vzeti kar velik odmerek, da bi dodatek preusmerili še v druge organe.

V kolikor bi radi učinkovito napolnili glikogenske zaloge, je še vedno optimalna formula zauživanje hitrih ogljikovih hidratov v kombinaciji s hitrimi beljakovinami (*whey* ali hidrolizat).

20 g odmerek je za nekatere že dovolj, da povzroči prebavne motnje (Barr, 2002), čeprav to ne velja za vse ljudi. Npr. konzumacija 0,3 g/kg telesne teže v raziskavi ni privedla do nezaželenih učinkov pri profesionalnih dvigovalcih uteži. Niti doza 0,9 g/kg ni pokazala nobenih negativnih učinkov na prebavo športnikov. Obe raziskavi pa sta dokazali, kot smo že ugotovili, da glutamin nima učinka na povečanje mišične moči ali prirastek mišične mase tudi v odmerkih, ki so večji od priporočenih (Candow, Chilibeck, Burke, Daviso in Smith-Palmer 2001).

2.5.3 Pozitivni učinki glutamina

Razen pri nekaterih stanjih suplementacija glutamina nima pomembnejše vloge. Da pa ne bomo preveč osredotočeni samo na negativne učinke glutamina in preden povsem diskreditiramo njegove učinke, naj še povemo, da lahko pomaga v primerih težkih bolezenskih stanj, kot so sepsa, aids in druge, ki so povezana z velikim katabolnim učinkom mišice, ter boleznimi, ki za zdravje uporabljajo kortikosteroidne substance. Možne pozitivne učinke ima tudi ob prenehanju ciklusa jemanja anabolnih steroidov, v kolikor ni bil izveden pravilno in povzroča katabolni odziv zaradi povečanja delovanja hormona kortizola. Prav tako možen pozitiven učinek naj bi imel pri bodybuilderjih v času ogljikovohidratne diete kot nadomestek ogljikovim hidratom – npr. sinteza ATP (Barr, 2002).

2.6 Kofein

Kofein ali 1,3,7 trimetilksantin je močna kemična spojina, ki z inhibicijo encima fosfodiesteraze povečuje celične koncentracije cikličnega AMP. To je substrat, ki povzroča nevrnalno ekscitacijo (Berardi, 2002). Med drugim inhibira klorove kanale, ki inhibirajo nevronske prenos. Torej vzpodbudi nevronske prenos in s tem posledično občutljivost. Prav tako antagonistično deluje na receptorje adenzina, kar se odraža v povečani funkcionalnosti neurotransmiterjev, kar se lahko izkaže kot povečanost motivacije za trening (Meeusen, Roelands, Spriet, 2013).

2.6.1 Kofein in stranski učinki

Berardi (2002) ugotavlja, da so posledice kofeina zelo različne. Kljub temu da je lahko 10 g doza kofeina smrtno nevarna, njegova uporaba ne povzroča toksičnih učinkov. Ena izmed negativnih dejavnikov je, da povzroča izločanje kalcija iz kosti, kar lahko privede do osteoporoze, še posebej pri ženskah. Pri moških je glavni problem, da znižuje dejavnost spermalnih celic, kar ima možen vpliv na zmanjšanje plodnosti. Omejevanje vnosa priporočajo nosečnicam in srčnim bolnikom.

2.6.2 Učinki kofeina na organizem

Thong idr. (2002) so dokazali, da kofein zniža porabo glukoze za 51–55 %, merjeno v dvoglavi stegenski mišici (51 % predstavlja nogo, katera je opravljala vadbo, in 55 % nogo, ki je mirovala) in za 30 % povprečne telesne porabe. Keijzer (2002, v Berardi 2002) je ugotovil, da se za 15 % zmanjša tudi odziv inzulina, ki ga Deibert idr. (1980 v Berardi, 2002) povezujejo z narastkom adrenalina ob prisotnosti kofeina. Ker kofein izloča hormon adrenalin, ga mnogi povezujejo s povečano močjo, kar lahko privede do povečane mišične rasti. Nekatere študije navajajo do 22 % povečanja zmogljivosti. Spriet (1995) pravi, da kofein lahko izboljša športni rezultat s povečano vzdržljivostjo v kratkem in intenzivnem treningu (kar se pozna v prvih 5 minutah), v dozi 3–9 mg na kg(tt). Prav tako doza, kot sta dve skodelici kave, ne privede do dehidracijskega učinka na telo (Kleiner 2011).

Znanstveniki si o njegovi pozitivni uporabi v fazi gradnje mišične mase niso povsem enotni, saj zaradi zmanjšanja inzulinske občutljivosti upočasnijo odstranjevanje glukoze iz krvnega obtoka. Prav tako upočasnijo fazo regeneracije glikogena in zato višja krvni sladkor, kar lahko še bolj prizadene sedeče ljudi oziroma ljudi z manjšo telesno aktivnostjo. Dejstvo pa je, da ima adrenalin tudi oksidacijsko funkcijo, saj povečuje sproščanje maščobnih kislin v krvni obtok, katere telo porabi kot energijo.

2.6.3 Suplementacija kofeina v športu

Kofein je pokazal učinek predvsem na športnikih, ki so odlično telesno pripravljene. V kolikor se športnik odloči za suplementacijo kofeina, je predlagana doza približno 100–150 mg pred treningom, kar znaša približno 2–2,5 decilitra kave (Kleiner 2011). Najbolje je, da športnik sam opazuje učinek kofeina na svojem telesu, saj se študije, ki so bile izvedene, zelo razlikujejo. Nasploh pa lahko variirajo od praktične uporabe. Od leta 2013 je WADA uvrstila kofein zaradi ergogenega učinka na seznam snovi, ki jih spremlja, vendar še vedno niso prepovedane (The World Anti-Doping Code 2013).

3 Sklep

Namen naloge je bil pregledati namen in uporabnost specifičnih prehranskih dodatkov v športu moči. Osredotoča se predvsem uporabo pri fitnes treningu, pridobivanju mišične mase, bodybuildingu, pridobivanju moči. Kot smo ugotovili že v uvodu, je zanimanje za uporabo športnih dodatkov pri nas in po svetu zelo visoko ter ima tendenco naraščanja. Poglobili smo se v ogljikovohidratne praške, beljakovinske praške, kreatin, glutamin, arginin in kofein.

Ugotovili smo, da beljakovinski dodatki in ogljikovi hidrati običajno delujejo v sinergiji, zato jih tudi tako uživamo. Največji učinek na beljakovinsko sintezo bodo imeli, če jih bomo skupaj z ogljikovimi hidrati zaužili pred treningom. To bo povzročilo velik odziv inzulina, povečal se bo krvni obtok in transport hranil. Napitek, ki ga bomo popili takoj po treningu, bo imel slabši učinek pri sintezi beljakovin, kot če ga popijemo z rahlim zamikom. Čeprav nekateri avtorji navajajo, da je to najboljši čas za sintezo glikogena, ta pri treningu pridobivanja mišične mase ni prvotnega pomena, saj naše "okno priložnosti" traja še najmanj 24 ur. Ker je inzulinska občutljivost takrat velika, bo sinteza mišic v porastu, hkrati pa se bodo zapolnile še glikogenske zaloge. Zaradi tega pojava priporočajo več napitkov s hitrimi beljakovinami (*whey* hidrolizat, ki je najhitreje absorbirajoč beljakovinski dodatek, BCAA) po treningu, da bi še povečali sintezo beljakovin in s tem zagotovili maksimalno mišično rast. Količina beljakovin, ki jih lahko zaužije športnik moči, je okrog 1,8 do 2,5 g na kg telesne teže.

Ogljikovi hidrati povečajo vzdržljivost v moči, ki nam omogoča intenzivnejši trening in s tem večji prirastek moči. Ogljikovi hidrati so pomemben vir kalorij, s katerim v času pridobivanja mišične mase gradimo kalorični suficit. Priporočena doza je približno 7 g na kg telesne teže.

Kreatin je vse prej kot nezaželen dodatek pri športnikih moči. Čeprav nekateri poročajo o redkih negativnih stranskih učinkih (driska, prebavne motnje, napenjanje in negotovost vpliva na dolgi rok), je 70 % raziskav obrnjenih v prid njegovega ugodnega delovanja. Čeprav je na trgu mnogo vrst kreatina, so študije pokazale, da je najučinkovitejši kreatin monohidrat. Najprimernejši čas za suplementacijo kreatina je po treningu skupaj z ogljikovimi hidrati, kateri bodo pospešili njegovo absorpcijo. Priporočena doza je 3 g na dan. Takšen način jemanja ne potrebuje faze nalaganja (ang. *loading phase*) in bo čisto zadovoljil potrebe še tako zahtevnega bodybuilderja.

Raziskovali smo tudi učinek arginina in NOx suplementov. Ugotovili smo, da večina raziskav ne poroča o rezultatih, ki bi kakorkoli vplivali na *performance* pri treningu moči. V večini primerov niso niti dosegali učinkov, ki jih obljublajo proizvajalci (povečanje krvnega obtoka zaradi vazodilatacije, povečanje moči ipd). V nekaterih raziskavah so bile vidni učinki, vendar so bila doziranja večja, kot jih lahko tolerira človek, ali pa je bila substanca dodana intravenozno. Ko so testirali hormonski odziv človeka na NO₂, so opazili dvig nivojev rastnega hormona, vendar je bil učinek prolaktina (hormona, ki zavira izločanje testosterona) 75 % višja, kar je za gradnjo mišic nesprejemljivo.

Glutamin prav tako ni imel večjih učinkov na obljubljeni povečani sintezo glikogena ali na sintezo beljakovin. Prav tako raziskave niso potrdile učinka povečanja mišične mase ali moči zaradi glutamina. So pa ugotovili, da glutamin zmanjšuje možnost okužb pri vzdržljivostnih športnikih. Glutamin bi lahko imel učinek pri lažanju bolezenskih stanj, kjer prevladuje mišična atrofija, možen učinek so potrdili tudi v času ogljikovohidratne diete, ko bi imel vlogo energijskega nutrienta oziroma kot nadomestek ogljikovim hidratom ter pri nepravilnem prenehanju ciklusa jemanja anaboličnih steroidov, ko se poveča delovanje hormona kortizola.

4 Viri

- Adams, M. R., Forsyth, C. J., Jessup, W., Robinson, J., Celermajer, D. S. (1995). Oral arginine inhibits platelet aggregation but does not enhance endothelium-dependent dilation in healthy young men. *J. Am. Coll. Cardiol.* 26, pp. 1054–1061.
- Arnarson, A., Geirsdottir, O. G., Ramel, A., Briem, K., Jonsson, P. V. and Thorsdottir, I. (Avgust 2013). Effects of whey proteins and carbohydrates on the efficacy of resistance training in elderly people: double blind, randomised controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition* 67, 821–826.
- Barr, D. (28. 6. 2007) Carbohydrate Tolerance: Frontline Fat Loss. *T-nation*. Pridobljeno iz: http://www.t-nation.com/free_online_article/sports_body_training_performance_nutrition/carbohydrate_tolerance_frontline_fat_loss&cr=
- Barr, D. (11. 10. 2002). Glutamine – Destroying the Dogma, Part 1. *T-nation*. Pridobljeno iz: https://www.t-nation.com/article/supplements/glutamine_destroying_the_dogma_part_1&cr=
- Barr, D. (18. 10. 2002). Glutamine - Destroying the Dogma, Part 2. *T-nation*. Pridobljeno iz: <http://www.t-nation.com/readArticle.do?id=459884>
- Barr, D. 2005. The creatine controversy. *T-nation*. Povzeto po: <http://www.t-nation.com/readArticle.do?id=768093Barr>
- Beaumier, L., Castillo, L., Ajami, A. M., Young, V. R. (november 1995). Urea cycle intermediate kinetics and nitrate excretion at normal and "therapeutic" intakes of arginine in humans. *Am J Physiol.* 269(5 Pt 1):E884-96
- Berardi, J. M., (26. 7. 2002). The Caffeine Roundtable. *T-Nation*. Povzeto po: http://www.t-nation.com/free_online_article/sports_body_training_performance_interviews/caffeine_roundtable
- Besset, A., Bonardet, A., Rondouin, G., Descomps, B., Passouant, P. (januar 1982). Increase in sleep related GH and Prl secretion after chronic arginine aspartate administration in man. *Acta Endocrinol (Copenh)*. 99(1):18–23.
- Bode-Boger, S. M., Boger, R. H., Galland, A., Tsikas, D., Frolich, J. C. (november 1998). L-arginine-induced vasodilation in healthy humans: pharmacokinetic-pharmacodynamic relationship. *Br J Clin Pharmacol.*;46(5):489–497.
- Bowtell, J. L., Gelly, K., Jackman, M. L., Patel, A., Simeoni, M., Rennie, M. J. (junij 1999). Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *J Appl Physiol.* 86(6):1770–1777.

- Burke, D. G., Chilibeck, P. D., Parise, G., Tarnopolsky, M. A., Candow, D. G. (september 2003). Effect of alpha-lipoic acid combined with creatine monohydrate on human skeletal muscle creatine and phosphagen concentration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 13(3):294–302.
- Candow, D. G., Chilibeck, P. D., Burke, D. G., Davison, K. S., Smith-Palmer, T. (december 2001). Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults. *Eur J Appl Physiol.* 86(2):142–149.
- Campbell, B., Baer, J., Roberts, M., Vacanti, T., Marcello, B., Thomas, A., Kerksick, C., Wilborn, C., Rohle, D., Taylor, L., Rasmussen, C., Greenwood, M., Wilson, R., Kreider, R. (2004). Effects of arginine alpha-ketoglutarate supplementation on body composition and training adaptations. *Sports Nutrition Review Journal* 1 (1): S10.
- Cambell, W. W., Crim, M. C., Young, V. R., (1995.) Effects of resistance training and dietary protein intake on proteni metabolism in older adults. *American Journal of Physiology* 268: E1143–E1153.
- Carbohydrate Supplements: Uses For Muscle Growth, Recovery & Performance. Muscle and strength. Povzeto po: <http://www.muscleandstrength.com/expert-guides/carb-supplements>.
- Castell, L. M., Newsholme, E.A. (julij-avgust 1997) The effects of oral glutamine supplementation on athletes after prolonged, exhaustive exercise. *Nutrition.* 13(7-8):738–742.
- Chin-Dusting, J. P., Alexander, C. T., Arnold, P. J., Hodgson, W. C., Lux, A.S., Jennings, G.L. (1996). Effects of in vivo and in vitro -arginine supplementation on healthy human vessels. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 28 pp. 158–166.
- Dervišević, E., Vidmar, J. (2011). *Vodič športne prehrane*. Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Ellis, A. C., Rosenfeld, J. (2004). The role of creatine in the management of amyotrophic lateral sclerosis and other neurodegenerative disorders. *CNS Drugs.* 18(14):967–980.
- Farquhar, W. B., Zambraski, E. J. (april 2002). Effects of creatine use on the athlete's kidney. *Curr Sports Med Rep.* 1(2):103–106.
- Falk, D. J., Heelan, K. A., Thyfault, J. P., Koch, A. J. (november 2003). Effects of effervescent creatine, ribose, and glutamine supplementation on muscular strength, muscular endurance, and body composition. *J Strength Cond Res.* 17(4):810–816.
- Ganguly, S., Jayappa, S., Dash, A. K. (2003). Evaluation of the stability of creatine in solution prepared from effervescent creatine formulations. *AAPS PharmSciTech.* 4(2):E25.

- Gill, N. D, Hall, R. D., Blazevich, A. J. (maj 2004). Creatine serum is not as effective as creatine powder for improving cycle sprint performance in competitive male team-sport athletes. *J Strength Cond Res.* 18(2):272–275.
- Giugliano, D., Marfella, R., Verrazzo, G., Acampora, R., Coppola, L., Cozzolino, D., D'Onofrio, F. (februar 1997). The vascular effects of L-Arginine in humans. The role of endogenous insulin. *J Clin Invest.* 1;99(3):433-438.
- Green, A. L., Simpson, E. J., Littlewood, J. J., Macdonald, I. A., Greenhaff, P. L. (oktober 1996). Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans. *Acta Physiol Scand.* 158(2):195-202.
- Grom, S. (4. 10. 2010) Ogljikovi hidrati in uspešno hujšanje. *Maximum*. Pridobljeno iz: http://www.maximum-portal.com/Huj%C5%A1anje/Prehrana/2/25/672/2/Ogljikovi_hidrati_in_uspe%C5%A1no_huj%C5%A1anje/
- Harberson, D. A. (1988). Weight gain and body composition of weightlifters: effect of high—calorie supplementation vs anabolic steroids. In: Garrett WE Jr, Malone TE, eds. Report of the Ross Laboratories Symposium on Muscle Development: Nutritional Alternatives to Anabolic Steroids. Columbus, Ohio. *Ross Laboratories.* 72–78.
- Haff, G. G., Lehmkuhl, M. J., McCoy, L. B., Stone, M. H. (februar 2003). Carbohydrate supplementation and resistance training. *J Strength Cond Res.* 17(1):187–96.
- Havenetidis, K., Bourdas, D. (setember 2003). Creatine supplementation: effects on urinary excretion and anaerobic performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 43(3):347–355.
- Hishikawa, K., Nakaki, T., Tsuda, M., Esumi, H., Ohshima, H., Suzuki, H., Saruta, T., Kato, R. (januar 1992). Effect of systemic L-arginine administration on hemodynamics and nitric oxide release in man. *Jpn Heart J.* 33(1):41–48.
- Korzun, W. J. (2004). Oral creatine supplements lower plasma homocysteine concentrations in humans. *Clin Lab Sci.* 17(2):102–106.
- Kleiner, S., (2011). *Power eating – third edition*. Mercer Island, Washington. Human kinetics.
- Lobley, G. E., Hoskin, S. O., McNeil, C. J. (september 2001). Glutamine in animal science and production. *J Nutr.* 131(9 Suppl):2525S-31S; discussion 2532S-4S.
- MacLennan, P. A., Brown, R. A., Rennie, M. J. (maj 1987). A positive relationship between protein synthetic rate and intracellular glutamine concentration in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett.* 4;215(1):187-191.

- MacLennan, P. A., Smith, K., Weryk, B., Watt, P. W., Rennie, M. J. (setember 1988). Inhibition of protein breakdown by glutamine in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett.* 12;237(1-2):133–136.
- Makarovič, M., (2010). Raziskava javnega mnenja o uporabi prehranskih dopolnil. Reublika Slovenija. Ministrstvo za zdravje. Povzeto po: http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/zakonodaja/mednarodna_zakonodaja/VARNOST_%C5%BDIVIL/PARSIFAL-porocilo_raziskave.pdf
- Meeusen, R., Roelands, B., Spriet L.L. (julij 2013). Caffeine, exercise and the brain. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 76:1–12.
- Nesheim, M.C. (1999). What is the research base for use of dietary supplements? *Public Health Nutr.* 2:35–38.
- Olde-Damink, S. W., de Blaauw, I., Deutz, N. E., Soeters, P. B., (junij 1999). Effects in vivo of decreased plasma and intracellular muscle glutamine concentration on whole-body and hindquarter protein kinetics in rats. *Clin Sci (Lond).* 96(6):639–646.
- Ostan, I., (2012). *Beljakovine za življenje in smrt.* Ljubljana. Ara založba.
- Paul, G. L. (August 2009). The Rationale for Consuming Protein Blends in Sports Nutrition *J Am Coll Nutr.* vol. 28 no. 4 Supplement 1 464S-472S.
- Phillips, S. M., Parise, G., Roy, B. D., Tipton, K. D., Wolfe, R. R., Tamopolsky, M.A. (november 2002). Resistance-training-induced adaptations in skeletal muscle protein turnover in the fed state. *Can J Physiol Pharmacol.* 80(11):1045–1053.
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., Wolfe, R. R. (julij 1997) Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol.* 273(1 Pt 1):E99–107.
- Pistotnik, B., (2003). *Osnove gibanja.* Ljubljana. Fakulteta za šport.
- Pline, K. A., Smith, C. L. A. (junij 2005). The effect of creatine intake on renal function. *Pharmacother.* 39(6):1093–1096.
- Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J., Ching, S. (september 2002). Pre-exercise oral creatine ingestion does not improve prolonged intermittent sprint exercise in humans. *J Sports Med Phys Fitness.* 42(3):320–329.
- Prehranska dopolnila. *Republika Slovenija.* Ministrstvo za zdravje. Povzeto po: http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/javno_zdravje/varnost_zivil_in_hrane/pr_ehranska_dopolnila/

- Rasmussen, B. B., Tipton., K. D., Miller, S. L., Wolf, S. E., and Wolfe R. R. (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol* 88:386–392.
- Rae, C., Digney, A. L., McEwan, S. R., Bates, T. C. (oktober 2003). Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance: a double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Proc Biol Sci.* 22;270(1529):2147–2150.
- Robinson, T. M., Sewell, D. A., Greenhaff, P. L. (avgust 2003). L-arginine ingestion after rest and exercise: effects on glucose disposal. *Med Sci Sports Exerc.* 35(8):1309–1315.
- Selsby, J. T., DiSilvestro, R. A., Devor, S. T. (maj 2000). Mg²⁺-creatine chelate and a low-dose creatine supplementation regimen improve exercise performance. *J Strength Cond Res.*18(2):311–315.
- Spillane, M., Schoch, R., Cooke, M., Harvey, T., Greenwood, M., Kreider, R., Willoughby D.S. (2009). The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr.*
- Spriet, L.,L. (junij 1995). Caffeine and performance. *Int J Sport Nutr.* 84–99.
- Stanhope, K. L., Schwarz, J. M., Keim, N. L., Griffen, S. C., Bremer, A. A., Graham, J. L. in Havel, P. J. (maj 2009). Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *J Clin Invest.* 2009;119(5):1322–1334. doi:10.1172/JCI37385.
- Taes, Y., E., C., Delanghe, J., R., B., Wuyts, J., van de Voorde, in N., H., Lameire. (Februar 2003). Creatine supplementation does not affect kidney function in an animal model with pre-existing renal failure *Nephrol. Dial. Transplant.* 18(2): 258–264.
- Tang J. E., Moore D. R., Kujbida G. W., Tarnopolsky M. A., Tarnopolsky, Phillips S. M. (September 2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology.* vol. 107 no. 3 987–992.
- Tapiero, H. (november 2002). "L-Arginine". *Biomedicine and Pharmacotherapy.*56 (9): 439–445.
- Tarnopolsky, M. A., Mahoney, D. J., Vajsar, J., Rodriguez, C., Doherty, T. J., Roy, B. D., Biggar, D. (maj 2004). Creatine monohydrate enhances strength and body composition in Duchenne muscular dystrophy. *Neurology.* 25;62(10):1771–1777.

- The World Anti-Doping Code. (2013). The 2013 prohibited list international standard. Povzeto po: http://www.wada-ama.org/documents/world_anti-doping_program/wadp-prohibited-list/2013/wada-prohibited-list-2013-en.pdf
- Thong, F. S., Derave, W., Kiens, B., Graham, T. E., Ursø, B., Wojtaszewski, J. F., Hansen, B. F., Richter, E. A. (marec 2002). Caffeine-induced impairment of insulin action but not insulin signaling in human skeletal muscle is reduced by exercise. *Diabetes*. 51(3): 583-590.
- Tipton, K. D., Rasmussen, B. B., Miller, S. L., Wolf, S. E., Owens-Stovall, S. K., Petrini, B. E., Wolfe, R. R. (avgust 2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 281(2):E 197–206.
- Tipton, K. D., Borsheim, E., Wolf, S. E., Sanford, A. P., Wolfe, R. R. (Januar 2003). Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 284(1): E76–89.
- USDA Food Surveys Research Group. (1999). Supplementary data tables USDA's 1994–1996 continuing survey of food intakes by individuals. Pridobljeno iz: <http://www.barc.usda.gov:80/bhnrc/food-survey/pdf/Supp.pdf>.
- Van Hall, G., Saris, W. H., van de Schoor, P. A., Wagenmakers, A. J. (januar 2000). The effect of free glutamine and peptide ingestion on the rate of muscle glycogen resynthesis in man. *Int J Sports Med*. 21(1): 25–30.
- Watanabe, A., Kato, N., Kato, T. (2002 Apr). Effects of creatine on mental fatigue and cerebral hemoglobin oxygenation. *Neurosci Res*. 42(4): 279–285.
- Wusteman, M., Tate, H., Elia, M. (jan - feb 1995). The use of a constant infusion of [3H]phenylalanine to measure the effects of glutamine infusions on muscle protein synthesis in rats given turpentine. *Nutrition*. 11(1): 27–31.
- Zachwieja, J. J., Witt, T. L., Yarasheski, K. E., (december 2000). Intravenous glutamine does not stimulate mixed muscle protein synthesis in healthy young men and women. *Metabolism*. 49(12): 1555–1560.
- Yaspelkis, B. B, Ivy, J. L. (1999) The effect of a carbohydrate-arginine supplement on post-exercise carbohydrate metabolism. *Int J Sport Nutr* 9: 241–250.