

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Smer študija: Športna rekreacija

MODEL PREHRANE REKREATIVNEGA ŠPORTNIKA PRI VADBI MOČI

DIPLOMSKO DELO/DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR: izr. Prof. dr. Herman Berčič
Konzulent: asist. Radoje Milič, dr. med.
Recenzent: red. prof. dr. Jože Vidmar

Avtor dela:
Gorazd Globočnik

Ljubljana, 2008

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, dr. Herman Berčiču in konzulentu, dr. Radoje Miliču, obema za usmerjenje na pravo pot ter njuna mnenja in pomoč pri pisanju naloge.

Ključne besede: prehrana športnika, moč, prehranski dodatki

MODEL PREHRANE REKREATIVNEGA ŠPORTNIKA PRI VADBI MOČI

Gorazd Globočnik

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2008

Smer študija: Športna rekreacija

Število strani: 87, število tabel : 1, število virov: 139

IZVLEČEK

Dvigovanje uteži z vidika povečanja mišične mase brez razumevanja osnovnih principov prehrane in prehrambenih dodatkov ne prispeva k ustreznemu napredku. Koristno si je tudi pridobiti znanje o sistemu žlez z notranjim izločanjem in hormonskem delovanju, kar prispeva h boljšemu razumevanju pomembnosti že omenjenih prehrambenih dodatkov in prehrane. Cilj naloge je zato prispevati h znanju na tovrstnem področju do ravni, ki omogoča samostojno sestavljanje jedilnikov.

Upoštevana je bila določena referenčna literatura, pogovori s strokovnjaki za prehrano in raziskave s področja prehrambenih dodatkov ter endokrinega sistema.

Predstavljena so različna gledanja različnih avtorjev, različna priporočila o vrsti in količinah vnosa hranil ter prehrambenih dodatkov.

Tako je za beljakovine (gradniki telesa) priporočen dnevni vnos od 1,6–2 grama na kilogram telesne teže (oziroma okrog 20 % glede na celodnevni skupen vnos hrane), vnos maščob pa 10 – 15 % glede na skupno količino.

Glede vnosa vitaminov, mineralov in tudi maščob, ogljikovih hidratov ter beljakovin, se je

smiselno predhodno zdravstveno pregledati in si na osnovi določenih analiz (analiza krvi, merjenje deleža telesne maščobe), okvirno dozirati tovrstna hranila. V vsakem primeru je boljši vnos vsaj na podlagi okvirnih analiz, kot slepo jemanje določenih odmerkov hranil, ne upoštevajoč dejavnike, ki vplivajo na potrebno povečanje ali zmanjšanje količine določenega hranila. Vitamini in minerali namreč v veliki meri vplivajo na nivo zdravja, saj preprečujejo in odpravljajo mnoge bolezni.

Vnos ogljikovih hidratov in beljakovin pred treningom lahko dvigne nivo inzulina in s tem povzroči upočasnitev metabolizma.

Vnos ogljikovih hidratov in beljakovin po vadbi lahko pospeši regeneracijo, povzroči bolj ugoden anabolni hormonski profil, zmanjša miofibrilni proteinski padec, izločanje dušika z urinom in poveča resintezo glikogena.

Zelo pomembna za naše telo je tudi voda, ker med drugim stabilizira telesno temperaturo, nosi hranila h celicam, odnaša od celic odpadne produkte in je potrebna, da celice funkcionirajo.

Predstavljena so osnovna dejstva, kako preko prehrane in tovrstnih dodatkov hitreje priti do lepšega, z mišično maso in manj maščobami obdanega telesa.

Abstract

To build up body muscle Mass with appropriate weight training one needs to understand the basic principles of nutrition. This is a most crucial element in the muscle building process, as nutrition affects the bodies Human Growth Hormones, which are responsible for the regulation of the following crucial factors, insulin levels, protein synthesis, efficient transportation of amino acids across cell membranes and rates of fat metabolism. These are important processes that should be of relevance to all serious Bodybuilders. As part of my study, I will present some findings and key recommendations relating to general dietary guidelines.

During my Diploma studies I relied on an extensive list of authoritative texts, as well as having direct access to experts in the fields of nutrition and the endocrine system.

Recommended dietary intakes or allowances are set by authorities for all essential nutrients, these are 1,6 – 2 g of carbohydrate per kg (or 20% of the “whole day” food intake).

It is most important to have appropriate vitamins, minerals and fats as part of your daily diet. Regular health checks to assess your well being will highlight your special requirements, daily intake of vitamins and minerals are essential to protect your body against harmful effects.

Eating protein combined with carbohydrate before training stimulates insulin release and slows down the metabolism.

After an intense workout the body's glycogen which is store in the muscles and the liver can become depleted, the enzyme glycogen synthetase is activated in order to increase the absorption of glucose. It is recommended that one takes protein and carbohydrate straight after a workout in order to reach higher levels of stored muscular glycogen and offer the body and its muscles all the elements they need for rapid and beneficial recuperation.

Water plays a major role in nearly every body function, from regulating temperature and cushioning joints, to bringing oxygen to the cells and removing waste from them, making the cells function.

These are basic facts about Bodybuilding diets that one should consider to achieving your optimal body shape.

KAZALO

IZVLEČEK	4
1. UVOD	8
2. PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA	10
2.1. Prehrana rekreativnega športnika	10
2.2. Antioksidanti	11
2.3. Zaradi česa vsak posameznik rabi svoj prehrambeni program?	15
2.4. Zakaj je upoštevanje hidracije in prehidracije tako pomembno?	17
2.5. Kako se da rešiti problem pretiranega in neustreznega vnašanja maščob?	20
2.6. Ogljikovi hidrati - zakaj je ustrezen vnos tako pomemben?	22
2.7. Pomembnost vlaknin	28
2.8. Zakaj neustrezen vnos beljakovin pri vadbi moči inhibira naše sposobnosti?	29
2.9. Zaradi česa je pomemben ustrezen vnos vitaminov in mineralov?	33
2.10. Dietni dodatki in povečanje mišične mase	45
2.11. Dejavniki povečanja mišične mase	50
2.12. Vloga endokrinih žlez pri pridodivanju mišične mase	51
2.13. Endokrini odziv in adaptacije na vadbo moči	58
2.14. Hormonski odgovor na vadbo moči z ali brez prehrambenih dodatkov	63
2.15. Nekateri pomembni principi za izdelavo prehranskega načrta pri vadbi moči	68
3. CILJI DELA	70
4. METODE DE LA	71
5. SKLEP	72
6. ITERATURA	75

1. UVOD

Prehrana je na področju pridobivanja mišične mase zelo pomembna, saj ob neustreznih vnosih hranil ni ustreznega napredka.

Motiv za izdelavo te diplomske naloge je bil v zanemarjanju prehrane mnogih športnikov rekreativcev, ki so želeli pridobiti mišično maso. Ustrezna prehrana bi namreč lahko znatno pospešila njihov napredek v pridobivanju mišične mase.

Obstajali so tudi osebni motivi, saj sem v preteklosti kot sestavni del svojih treningov opravljal tudi vadbo z utežmi. Po končani športni karieri sem obiskoval fitness centre z namenom povečati mišično maso. Tako tekom športne kariere, kot tudi ob samostojnem treningu, sem delal velike napake v prehranjevanju. Napredek je bil tako seveda počasnejši, energije na treningih je bilo manj, osebno zadovoljstvo zaradi doseženih rezultatov pa manjše.

Marsikateri rekreativni športnik se verjetno ne zaveda pomembnosti prehrabnih principov, saj nima ustreznega znanja z omenjenega področja. Redki posamezniki koristijo pomoč inštruktorjev fitnesa, od katerih bi seveda lahko dobili ustrezne informacije.

Enako se je dogajalo meni - pomemben je bil le trening, prehrana pa je bila zanemarjena.

Preko pridobljenega znanja o prehrani in s tem hitrejših in boljših rezultatov v pridobivanju mišične mase, se poveča tudi motivacija za sam trening, večje je zadovoljstvo z lastnim telesom in s tem samopodoba.

Poleg tega prehrana v veliki meri vpliva na nivo zdravja, odpravlja mnoge bolezni, izboljšuje imunski sistem, večja tako psihično kot fizično energijo in sposobnost opravljati vsakodnevna opravila na višjem nivoju.

Colgan (1993) je mnenja, da se optimalnih telesnih funkcij, še zlasti pri športih, ki pomikajo meje navzgor, ne da doseči brez natančne mešanice 59 - ih substanc. Nekatere substance morajo biti vnešene v velikih količinah, nekatere v zelo majhnih, toda vse morajo biti vnesene v določenih, pravih količinah. Prvih pet - kisik, vodik, ogljik, dušik in sulfat potrebujemo v velikih količinah, katere se nahajajo v hrani in zraku, ki ga vdihavamo. Torej vnos omenjenih substanc pogosto ni problem. Ostalih 54 hranil, ki jih rabimo v srednjih ali malih količinah, pa so manj pogoste v okolju in lahko tudi nezadostne ali popolnoma odsotne v hrani. 13 vitaminov, 22 mineralov, 6 ko-faktorjev (pomagajoče substance), 8 amino-kislin (plus 3 v določenih okoliščinah) in 2 esencialni maščobni kislini so nujne za sistem človeka. Vse te esencialne substance sodelujejo druga z drugo v natančni sinergiji, da producirajo in prenavljajo naše telo. Če samo ena manjka, ali je nezadostna, potem to vpliva na funkcije vseh ostalih. Primer: 50 mg joda/dan naj bi bilo dovolj za večino ljudi. Preko določenih procesov jod posledično vpliva na hormone, ki kontrolirajo dobavo naše energije, vpliv pa je viden celo na našem razpoloženju in kvaliteti mišljenja.

2. PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA

2.1. Prehrana rekreativnega športnika

Prehrana rekreativnega športnika naj bi temeljila na hrani v njeni prvobitni obliki. Prehrambeni dodatki so lahko v veliko pomoč, ne morejo pa je nadomestiti. Vsa hranila se namreč absorbirajo bolje, če prihajajo iz prave hrane. V hrani so substance - prehrambeni faktorji, ki pomagajo telesu pri absorpciji in uporabi hranil. Potrebno se je držati razmerja med ogljikovimi hidrati, beljakovinami in maščobami – 70/15/15 ter vitamini in minerali (Kleiner, 1998), uživati pa je potrebno tudi ustrezne količine hrane. Tovrstna priporočila pripeljejo do večje funkcionalnosti telesa in s tem hitrejšega napredka. Zelo pomembna je tudi hidracija telesa, saj že rahla dehidracija lahko škodi dosežkom.

Pomembnost hranil:

- Ob začutenju lakote je potrebno jesti! Lakota črpa energijo, ki jo rabimo za športno dejavnost.
- OGLJIKOVI HIDRATI so gorivo za mišice, možgane, srce.
- BELJAKOVINE gradijo in izboljšujejo (dvigajo na višji nivo) mišice, rdeče krvne celice, lase in ostala tkiva, sintetizirajo hormone. Ob prebavljanju se razgradijo v aminokislino, ki se nato v mišicah in ostalih tkivih ponovno sintetizirajo v proteine.
- VITAMINI so metabolični katalizatorji, ki regulirajo kemične reakcije. So kemične substance, ki jih telo ne proizvaja.
- MINERALI formirajo strukture telesa (npr. kalcij v kosteh) in regulirajo telesne napore (npr. železo v rdečih krvničkah transportira kisik).
- VODA stabilizira telesno temperaturo, nosi hranila h celicam in odnaša od celic odpadne produkte ter je potrebna, da celice funkcionirajo.

2.2. Antioksidanti

OKSIDANTI, ANTIOKSIDANTI IN VADBA

Biokemične procese izrabljanja kisika v organizmu katalizirajo in nadzorujejo številni encimi (katalaze, oksidaze, peroksidaze...). V organizmu neprestano potekajo tudi številne neencimske reakcije, v katerih je udeležen kisik (Antioksidanti, 2006). Pri normalni reakciji bi se elektrona iz kisikovega atoma odstranila v paru. Zgodi se, da se odstrani samo en elektron. Tako ostane kisikov atom z neparnim, samcatim elektronom. To je kisikov prosti radikal. Nekateri glavni prosti radikali, ki so razvrščeni po biološki pomembnosti, so vodikov atom peroksil, kisikova molekula semikvinon, superoksidov anion triklorometil, hidroksil dušikov oksid, alkoksil peroksinitrat. Poleg prostih radikalov obstajajo še reaktivne kisikove (ROS) in reaktivne dušikove spojine (RNS). Te imajo lahko parne elektrone in niso prosti radikali, ampak vseeno škodujejo telesu. Nekatere izmed teh spojin, ki so razvrščene po biološki pomembnosti, so vodikov peroksid, kisikov singlet, hipoklorova kislina (Antioksidanti, 2005).

Ta nenadzorovana kemična dejavnost kisika, ki se lahko v patoloških razmerah izrazito razmahne, je verjetno vzrok za številne celične poškodbe, med katerimi so zlasti usodne poškodbe genetskega materiala (DNK) in celičnih membran. Slednje lahko vodijo do pojava raka ter številnih kronarnih bolezni in staranja. Omenjene poškodbe so opisane kot oksidativni stres. Po definiciji je to porušitev razmerja med prooksidativnimi in antioksidativnimi procesi v celici (Antioksidanti, 2006).

Antioksidanti so snovi, ki upočasnijo ali preprečijo oksidacijo pomembnih celičnih sestavin na različnih ravneh. Vsem antioksidantom je skupna lastnost, da imajo v molekuli enega ali več reaktivnih vodikov, vezanih na heteroatom (žveplo ali kisik), ki z lahkoto preide na radikal, pri tem nastane nov, vendar stabilnejši in manj škodljiv radikal. Radikalske reakcije so na ta način prekinjene in vitalni deli celic zavarovani pred poškodbami (Antioksidanti, 2006).

Oksidativni stres v organizmu je odvisen od značilnosti vadbene enote. Pri intenzivni vadbeni enoti (80 % VO₂max) trajanja 40 min so bili kazalci oksidativnega stresa takoj in

24 ur po vadbeni enoti povečani. Medtem vadba pri srednji intenzivnosti (60 % VO₂max) ni povzročila spremembe kazalcev oksidativnega stresa, 24 ur kasneje pa so bili ti kazalci celo zmanjšani, kar je mogoče pripisati izboljšani znotrajcelični antioksidacijski kapaciteti ([Wang](#), & [Huang](#), 2005). Podobno je bilo ugotovljeno pri dolgo trajajoči nizkointenzivni vadbeni enoti podgan (8 ur plavanja) v primerjavi z vadbeno enoto, ki je trajala manj časa (5 ur). Antioksidativna obramba je namreč kljubovala oksidativnemu stresu pri 5 urni vadbi, pri 8 urni vadbi pa je že prišlo do oksidativnih poškodb na celičnih komponentah ([Venditti](#), [Masullo](#), & [Meo](#), 1999).

Vendar pa se na ponavljajoče intenzivne vadbene enote organizem prilagodi že zelo zgodaj. Po enotedenski vadbi (3 ure na dan pri 75 % VO₂max) so bili kazalci oksidativnega stresa po vadbeni enoti občutno manjši ([Galassetti](#), [Nemet](#), [Pescatello](#), [Rose-Gottron](#), [Larson](#) & [Cooper](#), 2006). Enako je bilo ugotovljeno po 12 tedenski visoko intenzivni vzdržljivostni vadbi na ciklergometru (5 x tedensko 60 min pri 80 % VO₂max). Sočasno je bilo ugotovljeno tudi povečanje antioksidantne obrambe ([Miyazaki](#), et al., 2001). Postavljena je hipoteza, da skeletna mišica uporablja s kontrakcijo izzvano reaktivne kisikove spojine kot signale za adaptacijo. Tako se vzdržuje homeostaza oksidacije in se preprečuje oksidativna škoda, ki bi bila povzročena z nadaljno vadbo ([Patwell](#), & [Jackson](#), 2004).

ANTIOKSIDANTI PREPREČUJEJO POŠKODBE

Odkritje individualnih potreb športnikov in uravnotežena dieta bogata z dodatki antioksidantov sta visoko priporočljivi. Vadba brez prehrabene zaščite je lahko nezdrava zaradi: tega, ker se tvorijo prosti radikali in povzročajo škodo mišicam, ki pa jo lahko preprečijo antioksidanti in skrajšajo čas okrevanja. A tudi na tem področju je treba vedeti, kakšen je antioksidantni status in temu podrediti vnos.

Oksidanti pobijajo celice, zastrupljajo encime, izdelujejo toksične kemikalije, uničujejo celične mebrane. Zato potrebujemo obrambne mehanizme proti oksidaciji - ti pa so v obliki treh glavnih endogenih antioksidantov - katalaze, ki nevtralizira hidrogene perokside; superoksidne dismutaze, ki uničuje superoksidne radikale in glutathion

peroksidaze, ki detoksificira perokside.

Na prva dva se s prehrabnenimi vnosi ne da vplivati, na glutacion pa lahko vplivamo. Nivo le tega v mišicah in jetrih zbija vadba, upad pa se nadaljuje tudi po zaključku le te. Napadejo ga prosti radikali, ki povzročajo škodo mišicam. Glutacion je del obrambnega mehanizma mišic. Brez dodatnega vnosa ne moremo obvarovati mišic pred škodo in vzdrževati intenzivnost treninga.

V telesu se producira iz cisteina in ostalih amino kislin. Povečan vnos cisteina lahko poveča telesno produkcijo le tega, kar varuje telo pred poškodbami. Količino vnosa je težko določiti, saj nanj vplivajo biokemična individualnost, starost, tip, intenzivnost, obseg, pogostost vadbe, ter tudi nivo drugih antioksidantov v telesu. Colgan priporoča, naj bi bil okvirni vnos za 20 - 30 letnika: 350 mg n-acetil cisteina in 200 mg L-glutaciona. (Colgan, 1993). Nivo telesnega glutaciona vpada s starostjo, je neke vrste indeks človeškega staranja.

DVIG KOLIČINE PREHRAMBENIH ANTIOKSIDANTOV: kot dodatke glutacionu lahko povečamo rezervne sklade (ki varujejo telo) sledečih prehrabnenih antioksidantov: vitaminov C, E, selena in koencima Q10. Tudi ti delujejo preko interakcij. Colgan trdi, naj bi se selen vnašal v količini 200 - 400 mg/dan - a to je bolj ali manj groba ocena potreb. Vitamin C pa ima poleg funkcije multimega antioksidanta tudi vpliv na določene akcije encimov, ter deluje kot obramba pred prostimi radikali, ki se tvorijo kot posledica vadbe. Več kot 200 mg C-vitamina naenkrat se ne more absorbirati.

Colgan (1993) nakazuje, da je vnos antioksidantov odvisen od trajanja treninga, intenzivnosti, deleža telesne maščobe, starosti, višine (Colgan, 1993). Dlje kot treniramo, bolj intenziven kot je trening, večji kot je delež naše maščobe (nad 10 %), starejši kot smo (nad 30 let), višji kot smo, več antioksidantov potrebujemo. Colgan nadalje meni, da bi bili učinki vidni po okvirno treh mesecih (Colgan, 1993). Vnos naj bipotekal preko deljenih odmerkov in vedno s hrano. Dodatki antioksidantov torej varujejo mišice pred škodo, ki jo povzročajo prosti radikali med vadbo, zmanjšujejo možnost poškodb in skrajšujejo čas regeneracije. A tovrstne raziskave so še v "povojih".

VNOS ANTIOKSIDANTOV PO COLGANU

n-acetil cistein	50 - 350 mg
L-glutation	100 - 200 mg
Vitamin E	1200 - 2000 IU
Koencim Q10	30 - 60 mg
Vitamin C	2 - 12 g (po nekaterih podatkih pa naj bi prekomerne doze C - vitamina celo škodovale imunosti, s predpostavko, da se več kot 200 mg C - vitamina naenkrat ne more absorbirati)
Selen	200 - 400 mg (Colgan, 1993).

Sinergijska mešanica lahko prepreči poškodbe in pomaga optimizirati sistem rdečih krvničk in tako kapaciteto za nošenje in rabo kisika. Poleg tega lahko antioksidanti skupaj s specifičnimi aminokislinami, pomagajo pri izgradnji močnega imunskega sistema, ki je prevencija pred boleznimi in poškodbami in tako vzdržuje ritem normalnega procesa treninga in s tem napredka.

ZAKLJUČEK IN IMPLIKACIJE

Naporna fizična vadba lahko povzroči oksidativni stres (Colgan, 1993). Pri fizično aktivnih in zdravih posameznikih pride do potrebe po dodatkih antioksidantov. V odvisnosti od prehrabnih navad, življenjskega stila in genetskih dispozicij, lahko odvisnost za oksidativni stres varira od posameznika do posameznika. Determinacija tkiva in statusa antioksidantov je zato priporočljiva. Taka informacija bo nujna, da se identificira specifične zahteve in formulirajo učinkovite antioksidativne strategije. Prehrabni dodatki antioksidantov, kot že rečeno, lahko okrepijo obrambni sistem.

Sicer pa je fizična aktivnost regulirana z multi-faktorskimi procesi in morda ni najboljši pokazatelj za testiranje dodatkov antioksidantov. Generalno rezultati študij niso pokazali učinka tovrstnih dodatkov na fizično aktivnost. Kakorkoli že, v velikem številu študij je bilo ugotovljeno, da tovrstni dodatki varujejo z vadbo poškodovano tkivo. Antioksidanti kot so α -tokoferol, askorbinska kislina in β - karoten so dobro tolerantni in preprečujejo

toksičnost celo ob zaužitju doz, večkratno višjih kot priporočajo diete. V skladu s tem in ob velikem potencialu terapije z antioksidanti, je konzumiranje diet, bogatih z mešanicami različnih antioksidantov, še zmeraj pričakovano.

2.3. Zaradi česa vsak posameznik rabi svoj prehrambeni program?

Zaradi genetskih variacij so naša telesa biokemično različna drug od drugega. Razlike v rabi vitamina A varirajo do 40-krat. »Velike individualne razlike v prehrambenih priporočilih so vsekakor prisotne, zlasti kar se tiče vitaminov, mineralov in aminokislin« (Colgan, 1993). Primer: nekateri ljudje lahko vzamejo 500 miligramov C-vitamina in se pri tem pokaže le malenkostna razlika v izločanju le-tega z urinom (ko je telo zadovoljno z vsebnostjo C-vitamina, ga začne izločati). In ves ta C-vitamin je bil v njihovih telesih uporabljen pri stotinah bioloških funkcij, ki jih ima le-ta. Pri drugih ljudeh je prišlo do velikega izločanja vitamina C, po zaužitju samo 100 gramov. Odkrito je bilo, da je biokemična individualnost v rabi vitamina C najmanj desetkratna.

Zaradi biokemične individualnosti RDA ne sme biti standard za individualno prehrano. Nikoli to priporočilo niti ni bilo mišljeno za posameznika in ni priporočilo za idealno dieto. Gre le za priporočila za povprečen dnevni vnos hranil, ki naj bi jih populacija zaužila v določenem časovnem obdobju. Ne sme biti torej zamenjana z zahtevami specifičnih posameznikov. Preprosto bi bilo zasnovati individualne prehrabne programe, če bi biokemična individualnost sama določala naše osebne potrebe po hranilih. Na žalost bistveno vplivata tudi naš življenjski slog in okolje. »Dinamika življenjskega sloga vpliva na prehrabne potrebe preko kvalitete hrane, kajenja, alkohola, onesnaženosti, zdravlja, poklica, treninga, starosti in številnih drugih faktorjev« (Colgan, 1993).

Športniki morajo ob povečanju intenzivnosti treninga na primer spremeniti svoj prehrambeni program, drugače pride do fiziološke oslabelosti. Oslabelost hematološkega statusa (rdečekrvnega), ki določa našo kapaciteto za porabo kisika, je skupni problem. Da pa se realno oceniti z merjenjem treh parametrov nivoja krvi:

hemoglobina (rdečih krvničk, ki nosijo kisik), hematokrita (dela krvi, sestavljenega iz rdečih krvnih celic) in štetja rdečih krvnih celic (števila rdečih celic v naši krvi). Ob povečanju razdalj pri treningu maratoncev je prišlo (po treh tednih) do tega, da je bila njihova običajna prehrana nezmožna vzdrževati komponente krvi, ki bi ustrezno nosile kisik tkivom.

Glavna hranila vpletena v izgradnjo rdečih krvnih celic so železo, cink, folna kislina, vitamina B₆ in B₁₂ in vitamin C. Prehrambeni program mora torej biti prilagojen tudi našemu življenjskemu stilu.

Vsak posameznik ima določeno količino vnosa vsakega hranila, kar povzroči optimalno delovanje. Pod to količino postanejo funkcije suboptimalne zaradi nezadostnosti. Nad to količino, funkcije postanejo suboptimalne zaradi toksičnosti. Da se optimizira športni nastop je potreben program, s katerim vnesemo vsa hranila v optimalnih količinah. Jemanje poljubnih mega doz hranil v toksičnih količinah, kot to nekateri športniki počnejo zmoti nastop v štirih stvareh:

- Nekateri vitamini in minerali so toksični že pri 5 - 10 kratnem presežku RDA - na primer vitamin A, selen, krom, fluor, železo, vitamin K.
- Interakcija med hranili se radikalno spreminja, če so nekatera predozirana.
- Mega količine hranil določene z ugibanjem niso v pravilnem razmerju drugo z drugim.
- Posamezniki se razlikujejo v njihovih potrebah po hranilih in temu se ne da zadostiti preko mega doz, ne samo zaradi genetske individualnosti ampak tudi zaradi aktivnosti in življenjskega sloga. Oseba, ki redno vadi, ima povečane zahteve po določenih hranilih (kot sta vitamin E in krom), po nekaterih ostalih pa ne. Oseba, ki živi v s smogom onesnaženem okolju, ima povečane potrebe po vitaminu A in drugih antioksidantih, ki bi pomenili za človeka, ki živi v čistem okolju predoziranost.

Naloga prehrane je zgraditi boljše telo. »V 3-4 minutah je naša celotna zaloga krvi v celoti zamenjana. V 6-mesecih skoraj vsi proteini v našem telesu "umrejo" in so zamenjani, celo DNA naših genov. V enem letu so vse naše kosti in celo sklenina zob zamenjani in zgrajeni skoraj izključno iz hranil, ki jih pojemo« (Colgan, 1993). Bolezen,

kot posledica nezadostnosti določenega hranila, se pojavi šele po določenem času. Če odstranimo ves vitamin C iz naše diete, bo v štirih tednih le-ta v krvi padel na nič. Toda 4 tedne ne bo simptomov bolezni, dokler zdrave celice niso nadomeščene z nezdravimi. Tudi če sledimo navodilom optimalne prehrane, preteče nekaj časa preden pride do rezultatov (v eni od raziskav Colganovega Instituta so tekači občutno izboljšali svoj hemoglobin, hematokrite in število rdečih krvnih celic šele po šestih mesecih, toda po enem mesecu ni bilo nikakršne izboljšave). Treba je počakati, da zrastejo nove, izboljšane celice. Zato je najkrajši prehrabeni program, ki ga predpisuje Colganov Institut - 6 mesecev.

2.4. Zakaj je upoštevanje hidracije in prehidracije tako pomembno?

Večino našega telesa sestavlja voda. "Navadna voda je najbolj pomembno hranilo našega telesa. Kvaliteta naših tkiv, njihov nastop in njihova odpornost poškodbam absolutno zavisi od kvalitete in kvantitete vode, ki jo spijemo. In piti jo moramo konstantno" (Colgan, 1993). V raziskavi dr. Davida Costilla in kolegov (1970) so dehidrirali atlete za 2-3%. Na 1500 m so bili 3% počasnejši. Na 10 km pa kar za 7%. Deficit vode za le 2-4 % naše telesne teže lahko zmanjša učinkovitost vadbe za moč za 21 % (Kleiner, 1998). Zato je treba skrbeti za kontinuiteto vnosa vode. Toda - treba jo je piti čisto. Marsikje je voda iz pipe onesnažena. Kljub temu so mnogi športniki, ki so zelo previdni, kar se tiče prehrane, brezbržni kar se tiče vode. Takoj ko vodo spijemo, le-ta postane juhi podobna mešanica. Ob absorpciji skozi črevesni zid se ta mešanica takoj zmeša z našimi telesnimi tekočinami in postane del nas.

"Če našemu telesu manjka vode nastop trpi zaradi treh faktorjev: pregrevanje, motenje kemičnega balansa in dehidracija. Največji problem je pregrevanje" (Colgan, 1993). Vadba dvigne telesno temperaturo na nivo, ki je v direktni povezavi z vadbena obremenitvijo. Telo poskuša vzdrževati temperaturo iz časa mirovanja, s prenašanjem ekstra toplote v kožo preko žil. Toda naša kri mora nositi kisik in hranila mišicam in odstranjevati odpadne snovi mišičnega metabolizma. Bolj se dvigne temperatura telesa,

več krvi se porabi za hlajenje in manj je na razpolago za mišice. Hladnejši torej ko ostanemo med vadbo, ne da nas zebe, bolje funkcionirajo naše mišice. Izven optimalnega temperaturnega območja bo naše telo vedno žrtvovalo funkcijo mišic na račun temperaturne regulacije, ker poslabšanje funkcij mišic, celo do popolne imobilnosti, ne ogroža življenja. Pri previsoki telesni temperaturi kot posledici težje vadbe, se velike količine krvi premaknejo proti koži zaradi nujnega hlajenja, kar povzroči padec krvnega pritiska in učinek srca, kar prikrajša mišice kisika. Običajni simptomi so občutek gorečnosti na obrazu, razbijanje srca in hlad po prsih in trupu. Če se pojavi dehidracija, telesna temperatura hitro poskoči, kri je preusmerjena proti koži za nujno hlajenje in mišice in možgani ostanejo brez zadostne količine kisika. Energijski metabolizem se spremeni in začne "goltati" rezerve glikogena. Da se izognemo pregrevanju in da vzdržujemo ustrezen nivo nastopa, moramo piti dovolj vode, da se zelo potimo.

Po presnovi se OH spremenijo v glikogen in za ohranitev vsakega grama glikogena mora telo shraniti 2,7 g vode. Pazljivo nalaganje zalog OH lahko podvoji rezerve glikogena in s tem poveča količino uskladiščene vode. Nato metabolizem glikogena med vadbo formira dodatnih 0,6 g vode na gram glikogena rabljenega za energijo. Napolnitev zalog OH je torej pomembna tako zaradi glikogenskega kot tudi zaradi vodnega statusa. Napolnitev zalog vode pred treningom oz. nastopom povzroči nižjo telesno temperaturo tekom športne obremenitve in zmanjša izgubo teže. Med štiri in eno uro pred treningom oz. nastopom je treba popiti kozarec vode vsakih 10 - 15 minut in dodatna dva kozarca med 30' in 20' pred začetkom obremenitve. Nato zadnjih 20' ne smemo piti ničesar, ker naš želodec rabi toliko časa, da se skoraj izprazni. V nasprotnem primeru ta voda povzroča neudobje in lahko povzroči krče ali ovira dihanje. Glede klica po uriniranju med treningom oz. nastopom ni treba skrbeti, ker med težkim nastopom ledvice skorajda ustavijo produkcijo urina.

Stalnost volumna in elektrolitske sestave telesnih tekočin se uravnava na dveh ravneh: lokalno uravnavanje (ledvice-skorja nadledvičnih žlez-ledvice) in centralno uravnavanje preko hipotalamusa (Bravničar-Lasan, 1996). Pri lokalnem uravnavanju so prvi člen v

povratni zanki osmoreceptorji v ledvicah. Ti zaznajo zmanjšan krvni tlak (volumen krvi), ki je posledica dehidracije, znižanja koncentracije Na ionov ali krvavitve. Zato ledvice pričnejo izločati hormon renin, pod vplivom katerega se odvije veriga dogodkov, ki pripeljejo do izločanja angiotenzina II, ki povzroči vazokonstrikcijo arteriol in povečanje krvnega tlaka. Angiotenzin II deluje tudi na skorjo nadledvičnih žlez, ki izloči aldosteron, pod vplivom katerega se v ledvičnih cevčicah poveča resorbcija Na ionov in vode, poveča pa se tudi izločanje K ionov s sečem. Tako se poveča volumen krvi in krvni tlak. Pri centralnem uravnavanju je uravnalni tokokrog zelo podoben, le da zmanjšan volumen in elektrolitsko sestavo krvi zaznajo osmoreceptorji v hipotalamusu. Slednji začne izločati adiuretski hormon, ki vpliva na ledvice, kjer se poveča resorbcija vode. Uravnalni mehanizmi ne morejo uravnavati nivoja tekočine dolgo časa, če ledvice nimajo stalnega dotoka vode iz črevesja.

Pri pitju tekočine je zato med vadbo pomembno upoštevati nekatera pravila, ki zagotovijo visok nivo absorbcije. Za optimalno hidracijo bi bilo potrebno sproti nadomeščati vso porabljeno tekočino, ki je izločena preko znoja. Pri pitju več kot 1l tekočine na uro se lahko pojavijo gastrointestinalne težave, ki pa naj ne bi bile pravilo, ampak se pojavijo le pri nekaterih posameznikih (Brouns, Saris, & Rehrer, 1987; Costill, Krammer, & Fischer, 1970). Nasprotno so gastrointestinalne težave bolj pogoste takrat, ko se hidracija ne zagotavlja (Neufer, Young, & Sawka, 1989). Hitrost absorbcije tekočine v kri je odvisna od temperature, količine in sestave tekočine ter intenzivnosti vadbe. Najpomembnejša je količina vode (Mitchell, & VOSS, 1991). Hitrost absorbcije tekočine se zmanjšuje proporcionalno z večanjem koncentracije glukoze nad 8 % (Costill, & Saltin, 1974). Ob 4-8 % koncentraciji glukoze je hitrost absorbcije lahko velika (do 1l na uro) in je odvisna od količine vode, ki jo tekmovalec še lahko tolerira. Večja količina vode (od 400-600 ml) z raztopljeno 4-8 % koncentracijo glukoze namreč pomeni hitrejšo absorbcijo (Noakes, Rehrer, & Maughan, 1991; Coyle, & Mountain, 1992). V primerjavi z vodo gre le za majhne razlike v hitrosti absorbcije pri glukozi, fruktozi in polimerizirani glukozi, če gre za nizko koncentracijo 6 - 8 % (Colgan, 1993). Vendar je potrebno paziti, da ne pride do slabosti. Zato je potrebno počasi spoznati svoje meje glede količine pri različnih vadbenih protokolih. Nizko do srednje intenzivna vadba skoraj ne vpliva na hitrost absorbcije tekočine, nasprotno pa je lahko pri vadbi z intenzivnostjo

nad 80 % kapacitete (Costill, & Saltin, 1974). Intestinalna absorpcijska kapaciteta je velika (Gisolfi, Summers, & Schedl, 1990). Zato pri intenzivnosti vadbe, ki se lahko vzdržuje do 30 min, skoraj ni vpliva vadbe na intestinalno funkcijo (Schedl, Maughan, & Gisolfi, 1994). Mrzla voda pod 10 stopinjami se absorbira hitreje kot voda sobne temperature. Dodaten plus je rezervoar hlada v želodcu, ki bo absorbiral telesno temperaturo (Colgan, 1993). Delati pa je treba majhne požirke in ne "goltati" vode, ker le to vključuje zajetje zraka, kar moti funkcije želodca in upočasnuje absorpcijo. Enako velja za karbonatne pijače. Mehurčki upočasnujejo absorpcijo, zato se jim moramo izogibati. Med pijačami, ki vzdržujejo hidracijo, naj bi bila ugodna 7 % mešanica OH, ki vključuje tudi manjše količine kalija, magnezija, kroma, fosfatov in natrija in pospešuje absorpcijo tekočine, preprečuje dehidracijo in črevesno oz. želodčno tekočino. Tovrstne 6-8 % pijače so posebno pomembne za zaključke treningov, ker vzdržujejo hidracijo in absorbirajo OH in tako dajejo telesu dodatno gorivo.

2.5. Kako se da rešiti problem pretiranega in neustreznega vnašanja maščob?

Maščobe so vir energije. Športnik, ki ima 15 % maščob, nosi s tem 12 % energijsko rezervo. Ostali trije odstotki služijo kot izolacija in obloga vitalnih organov. Omejitveni vir energije pri nastopu so vedno sladkorji, ne maščobe. Večina maščobnih rezerv je le mrtva teža. Priporočljiva je maščoba iz rib, kot so: losos, sardine, skuše, postrvi. Lupinarji (školjka, polž, rak) so slabi viri. Ekstra olivno deviško olje je najbolj priporočljivo za kuho in solate. Je dober vir linolejske in cisoleske kisline, ki znižuje holesterol in ima ostale koristne učinke na krvne maščobe. Poleg tega je najbolj okusno od dobrih rastlinskih olj. Mora pa biti ekstra deviško, kar pomeni, da je nepredelano olivno olje. Najboljši rastlinski vir oleinske in linoleinske kisline je laneno olje ali olje lanenih semen. Ostali viri dveh esencialnih maščobnih kislin so bučna semena, orehovo olje in soja. Toda tudi najboljše olja predelana v margarino ali rafinirana kuhalna olja izgubijo na kvaliteti. Zato je treba eliminirati vsa procesna predelana olja iz prehrane. Danes skoraj vsa procesirana maščoba in oljni produkti, kuhalna olja, margarine in maščoba rabljena v kruhu, piškotih, slaščicah, čokoladi, pitah, procesiranem mesu, vsebuje visoke

vsebnosti prehrabeno škodljivih trans maščobnih kislin. Delež telesne maščobe izvira v glavnem iz prehrane. Poleg esencialnih maščobnih kislin, naj bi bil edini vnos maščobe tisti, ki se mu ne moremo izogniti. Vnos maščob naj bi znašal 20 % skupnih kalorij vsak dan (Kleiner, 1998). Pri tem bi moralo biti več nenasičenih kot nasičenih maščob (5 % nasičenih, 8 % mononenasičenih, 7 % polinenasičenih). Okoli 40 % v naše telo vnesenih maščob je navadno neizogibnih nasičenih maščob. Preostali potreben delež lahko vnesemo z dvema žlicama ekstra olivnega deviškega olja in malo masla na kruhu. Pametno je dodati dva obroka hladno- morskih rib na teden in dnevno kapsule gama - linolejske kisline. Kozarec mleka vsebuje 87,6% vode (0 kalorij), 3,8 % M (69 kalorij) in 8 % OH in B (64 kalorij). To znese več kot 50 % maščob. Tudi v 1,6 % mleku je več kot 25 % M. Zato se je potrebno izogibati mleku. Izogibati se je potrebno tudi hrani, ki nima podatkov o razmerju hranil oz. o deležu maščob. To velja zlasti za beljakovinsko hrano, kot je meso, ribe, jajca in sir. Okvirno pravilo je - najprej ribe. Najboljše jedi (beljakovinske), kar se tiče deleža maščob (manj kot 5 %) so polenovka, morski list, jastog, rakovica, školjke - dagnje, pokrovače, puranja prsa. Beljakovinske jedi, ki še vedno ustrezajo (5 - 20 %): rakci, tuna, piščančja prsa, sardine, slaniki, losos, jajca, jagnjetina ali teletina.

Potrebe večine športnikov po maščobah so minimalne. Nujne so le esencialne maščobne kisline, linolejska in alfa-linolejska kislina. Drugim maščobam se je potrebno izogibati. To se da torej doseči z: izločanjem nasičenih maščob, uporabo ekstra olivnega deviškega olja kot glavnega vira maščob, dva obroka tedensko naj bosta hladno morske ribe - losos, postrv, skuša, sardine,... Športniki nad tridesetimi naj dnevno jemljejo kapsule gama linolejske kisline (Kleiner, 1998).

Učinkovitost kurjenja telesnih maščob je odvisno od nivoja kondicijske pripravljenosti. To je ena od prednosti treninga moči in aerobne vadbe. Vadba (predvsem aerobna) pospešuje dotok krvi na mesta, kjer je le ta potrebna in povečuje količine mioglobina, ki transportira kisik iz krvi do celic. Kisik je potreben pri razgradnji maščob za energijske potrebe - v začetnih fazah vadbe kisik še ni na voljo-takrat se kuri glikogen, za razgradnjo katerega pa kisik ni potreben. Zaradi tega ne smemo zanemariti aerobnega

dela treninga (20-40 minut traja, da maščobe postanejo maksimalno razpoložljive mišicam kot gorivo, glukoza v krvi in glikogen v mišicah pa se porabljata naprej). Več maščob kot razgradimo in pokurimo, bolj definirani bomo izgledali. Med intenzivnim treningom moči so trigliceridi pomemben vir energije. Trening moči tako pomaga tudi pri kurjenju telesnih maščob.

Pri izgubljanju telesne maščobe je potrebno tudi reducirati vnos hrane, ki vsebuje sladkorje. Zlastni desertni tipi - kot so sladoledi, kolači, pite, vsebujejo poleg sladkorjev tudi veliko maščob. Ustrezen zajtrk vzdržuje metabolizem tekom dneva, zato ob izpuščanju jutranjega obroka upočasnimo naš metabolizem. Vseboval naj bi med 1/4 in 1/5 dnevnih kalorijskih potreb.

2.6. Ogljikovi hidrati - zakaj je ustrezen vnos tako pomemben?

Beljakovine, vitamini, minerali in esencialne maščobe so predvsem gradbeni materiali. Prispevajo k gradnji boljšega telesa in delujejo dolgoročno. Ogljikovi hidrati so gorivo in delujejo kratkoročno. Sestavljeni so iz ogljika, vodika in kisika, ki so kombinirani na različne načine in tako tvorijo monosaharide (glukoza, fruktoza in galaktoza). Monosaharidi so lahko povezani v disaharide (maltoza, sukroza, laktoza) in polisaharide (glikogen, škrob). Maltoza je sestavljena iz dveh molekul glukoze, sukroza iz ene molekule glukoze in ene molekule fruktoze, laktoza pa iz ene molekule glukoze in ene molekule galaktoze (Vaughan, 1975). Glukoza in sukroza imata visok GI, fruktoza pa nižjega (Kleiner, 1998).

Ogljikovi hidrati so potrebni za resintezo glikogena v obdobju po vadbi moči, zato pomanjkanje lahko pripelje do počasnejše resinteze in s tem slabšega dosežka v naslednji vadbeni enoti (Bergstrom, Hermansen, Hultman, & Saltin, 1967). Vendar pa mora biti vsakodnevna vadba moči poleg visoke intenzivnosti tudi dovolj dolga, da se pokažejo pozitivni učinki povečanega vnosa ogljikovih hidratov. Povečan vnos bi pomenil tudi vzdrževanje povečane koncentracije mišičnega glikogena skozi naporne

zaporedne vadbene enote (Haff, Lehmkuhl, McCoy, & Stone, 2003). Če je vadba moči prekratka, se glikogenske rezerve ne izpraznijo in tako ne predstavljajo omejitvenega dejavnika za opravljeno delo in moč pri vadbi. Hitrost glikogenolize namreč ni ovirana niti pri manjših koncentracijah glikogena glede na normalno raven (Ren, Broberg, Sahlin, & Hultman, 1990). Akutni odziv kortizola na vadbo moči je lahko zaradi zaužitja napitka z ogljikovimi hidrati (6 % raztopina) zelo zmanjšan (le 7 % vrednosti, ki je bila brez zaužitja omenjenega napitka). Tudi med 12 tednov trajajočo vadbo moči je bil zaradi omenjenega napitka odziv kortizola na vadbenih enotah zmanjšan. Zmanjšanje katabolizma se je pokazalo tudi v večji mišični rasti, saj je uživanje ogljikovih hidratov med vadbenimi enotami povzročilo večje povečanje preseka tipa I (19,1 %) in II (22,5 %) mišičnih vlaken (Tarpinning, Wiswell, Hawkins, & Marcell, 2001).

Za zmes pravega goriva sta pomembna tip in količina, pomemben pa je tudi timing njihovega vnosa za uspešnost treninga (Colgan, 1993). OH so vedno omejitveno gorivo, M pa so vedno na razpolago, a se "kurijo" zelo počasi. Iz OH se tvori ATP, ki je naše glavno gorivo. Anaerobna vadba rabi za gorivo le OH; so najbolj energijsko gorivo. Trening naj bi se vedno končal na fiziološko in psihološko visokem nivoju, a tega se ne da brez ustreznih OH. Trening in vnos OH mora ustrezati vašemu telesu, tako da se trening konča z maksimalnim učinkom npr. ponovitve, najboljšim v tej vadbeni enoti. To je zelo pomembno, ker se naše mišice in možgani vedno spomnijo in registrirajo zadnjo ponovitev. Če si počasnejši in šibkejši in brez energije proti koncu treninga, potem se bo isto zgodilo v zadnjih, ključnih minutah nastopa. Da bo vaše telo raslo in napredovalo hitreje in močnejše in da boste psihično bolj pozitivno naravnani, je treba temu prilagoditi vnos OH, da bo za zaključek vadbe ostalo dovolj goriva. Vnos OH preko dneva mora biti preko majhnih količin. Razen med in po vadbi, preprosti sladkorji povzročijo nihanje inzulina, kar inhibira aktivnost glikogen sintaze in zmanjšuje rezerve glikogena (Colgan, 1993). Počasno prebavljivi OH, tisti z visokim kot z nizkim glikemičnim indeksom povzročijo veliko manjše vzpone in padce krvnega sladkorja in nivoja inzulina kot sladkorji. Tovrstni OH, zlasti hranila iz polnih zrn in stročnic so veliko intenzivnejši v vzdrževanju zaloga glikogena kot sladkorji, kot glukoza in sukroza ali visoko procesiran škrob. Izjema je sladkor fruktoza. Ima nizki glikemični indeks in ne povzroči velikih nihanj

v nivojih krvne glukoze ali inzulina. A fruktoza je le za polovico manj učinkovita od kompleksnih OH, kar se tiče vzdrževanja nivoja mišičnega glikogena. Preveč fruktoze lahko povzroči dvig krvnih maščob in porast nivoja krvne sečne kisline. Malo fruktoze pa lahko pomaga. Po prebavljanju se kompleksni OH spremenijo v glukozo, ki vstopa v žile. A večino glukoze obide jetra. Fruktoza pa se zvečine presnavlja v jetrih in povzroči večjo napolnjenost jetrnega glikogena kot glukozo. Majhne količine fruktoze, dodane pijačam, ki nadomeščajo porabljeni glikogen so zadostne in ni potrebe po dodatnem vnašanju fruktoze v prehrano. Vnos naj ne bi presegal 10 % skupnega vnosa OH. To znaša 2-4 tovrstne pijače na dan. Uporaba tovrstnih pijač je lahko ključna za optimalno vzdrževanje mišičnega glikogena, zlasti pri tistih, ki trenirajo več kot 4 ure/dan. Zelo priporočljivo je torej uporabljati pijače, ki nadomeščajo porabljeni glikogen in so sestavljene predvsem iz polimerov glukoze, a vsebujejo tudi malo fruktoze. Kulier (2000) ne priporoča samostojnega uživanja fruktoze med in po vadbi zaradi počasnega polnjenja glikogenskih zalog. Encimski proces, ki je potreben za pretvorbo fruktoze v glukozo, namreč traja predolgo. Zato se v raznih napitkih poleg manjše količine fruktoze uporablja še glukozo in glukozni polimeri, velikokrat pa se namesto fruktoze uporablja maltodekstrin.

Mišični glikogen je najboljše energijsko gorivo, boljše kot jetrni, boljše kot krvna glukozo in mnogo boljše kot maščobe. In ko se zniža nivo mišičnega glikogena, se zniža nivo nastopa. Torej - mišice morajo biti polne glikogena na začetku treninga. 2 uri pred treningom naj bi bil optimalen vnos nizko maščobnega, visoko OH obroka. Tako imamo pred treningom občutek energije, ne da bi se počutili site, polne. Za pridobitev ekstra energije je treba pred treningom piti tekoče OH napitke. Tako smo zmožni narediti več serij in ponovitev. Težji trening kot opravimo, bolj lahko stimuliramo mišično rast.

Med vadbo telo ne porablja krvne glukoze tako učinkovito kot mišični glikogen. »Vnos OH med vadbo naj bi bil vsaj 40 gramov na uro, optimalen pa naj bi bil vnos 70-90 g/uro« (Colgan, 1993). Ni pa priporočljivo uporabljati trdne (pretekoče) hrane, ker izloča vodo - hidracija pa je najpomembnejša. Najustreznejša je 6 - 8 % mešanica hidratov in vode. Nad 10 % mešanica inhibira praznjenje želodca in tako dobimo manj vode in manj

OH. Obstaja tudi varianta izmeničnega pitja vode in OH med treningom, z namenom preprečiti prevelik kalorijski vnos. Med treningom moči glikogen priteka iz rezerv, da nadomesti ATP, ki se v obliki energije, potrebne za mišične kontrakcije, nahaja znotraj celic. Energija, sproščena iz razgradnje ATP-ja omogoča delo mišičnih celic. Ko treniramo, se nivo glikogena v mišicah naglo niža.

Regeneracija po vadbi je predvsem proces nadomeščanja mišičnega glikogena in boljša kot je, na višjem nivoju bomo lahko opravili naslednji trening. Naše mišice so najbolj dovzetne za proizvodnjo novega glikogena prvih nekaj ur po treningu. Takrat je tok krvi mnogo močnejši, mišične celice pa kar vsrkavajo glukozo. Med tem časom so mišice bolj dovzetne za učinke insulina, le ta pa pospešuje sintezo glikogena. Tudi zato je takoj po vadbi poleg proteinov treba zaužiti tudi OH z visokim glikemičnim indeksom. Ustrezni so razni športni napitki, rozine, banane,... Večje vsebnosti vlaknin, proteinov in maščob v hrani upočasnijo prebavo. Takoj po vadbi naj bi spili pijačo iz polimerov glukoze z malo glukozo in fruktoze. Ob nezadostnem vnosu OH se za energijo porabljajo maščobe in mišični proteini. »Neprimerna uporaba maščob pripelje do metabolične acidoze ali ketoze, za katero je značilna mišična šibkost, utrujenost, slabost v želodcu, glavoboli, vrtoglavice, zmedenost, razdražljivost, zaskrbljenost in poslabšanje športnega nastopa« (Colgan, 1993). Takoj po vadbi naj bi vnesli 200 g polimerov glukoze v tekoči obliki. »Po prvi uri vadbe bi morali popiti 100 g OH na vsaki 1-2 uri, do 1200 g v prvih 24 urah« (Colgan, 1993). Povprečna absorpcija OH je 50 -100 g/uro. Maksimalna hitrost glede polnjenja rezerv glikogena je dosežena, če se polnjenje opravlja v roku dveh ur po treningu (Kulier, 2001). Za vsak gram shranjenih OH se potrebuje 2,7 grama vode. Samo rahla dehidracija tako zmanjša OH odgovor in predstavlja stres za kri in ledvica. Prenapolnjene glikogenske rezerve povzročajo napetost, okornost, togost. Bodybuilderji ne uporabljajo polnjenja rezerv OH za povečanje zalog energije, ampak za povečanje mišičnih obsegov in specifične teže. Potrebe po OH so manjše kot pri drugih športih.

GLIKEMIČNI INDEKS - MERILO KVALITETE OH

Glikemični indeks (GI) je merilo za hitrost pretvorbe hrane (ogljikovih hidratov) v glukozo v krvi. Hrana je pri tem ovrednotena glede na glukozo (evropski način), ki ima GI 100. Nižji ko je GI, počasneje se hrana pretvori v glukozo in obratno (Kleiner, 1998). GI višji od 70 je visok, med 56 in 69 je srednji, pod 55 pa je nizek (Mendosa, 2002). Pri termični obdelavi ogljikovih hidratov pride do spremembe v kristalni strukturi škroba. GI ogljikovih hidratov se v odvisnosti od obdelave hrane tako spreminja bolj, če gre za večjo vsebnost škroba. Bolj in dalj časa kot je škrob segrevan in gneten, lažja bo hidroliza in absorbcija. S tem pa se GI povečuje (Collings, Williams, & MacDonald, 1981; Vaaler, Hanssen, & Aagenaes, 1984). Primer je nekuhan krompir, ki je odporen na hidrolizo, pri kuhanem pa škrobna zrnca postanejo želatinasta, kar podaljša prebavo. Ko se krompir ohladi, se proces obrne in okoli 12 % škroba je odporno na hidrolizo in se tako ne more absorbirati (Englyst, & Cummings, 1987). Bolj zrelo sadje ima višji glikemični indeks kot manj zrelo (Mendosa, 2002).

Tabela hrane glede na glikemični indeks (Mendosa, 2002):

Visok glikemični indeks (nad 70) imajo: pšenični kruh (90), kuhan bel riž (90), pečen krompir (85), kuhan krompir (73), corn flakes (84), bel kruh (71), pecivo (72), lubenica (72), nezrela banana (70), gazirani napitki tipa "Fanta" (97).

Srednji glikemični indeks (od 56 do 69): njoki (67), sladkor (64), rozine (64), pomarančni sok (57), sladki krompir (50), testenine (59), drugi riži (48-70).

Nizek glikemični indeks (pod 55): rdeč grah (19), soja iz konzerve (14), jabolka in hruške (36), fruktoza (23), beli grah (33), posneto mleko (32), polno mastno mleko (27), ječmen (25), tortelini s sirom (50), koruzna tortilja (38), ravioli - semolina (39), beli špageti (41), zeleni špageti-s špinačo (27), paradižnik (38), korenje (49), soja (32), zapečeni grah (48), grenivka (21), ananas (46), suhe marelice (35), jagode (32), pomaranča (40),

grozdje (45), jabolčni sok (41).

Takoj po vadbi naj bi zaužili le ogljikove hidrate z visokim glikemičnim indeksom, nato pa z večanjem časa preteklega od vadbe dodajali več in več ogljikovih hidratov z nizkim glikemičnim indeksom (Colgan, 1993).

Visokoglikemična hrana odpušča glukozo zelo hitro. Od vrhunca nivoja le-te v krvi pa do izčrpanja je relativno kratek čas. A pri izboru OH je poleg glikemičnosti treba paziti tudi na skupno količino, vrsto in količino maščob ter količino in vrsto vlaknin. Pri ogljikohidratni hrani naj prevladuje tista z nižjim glikemičnim indeksom (Kleiner, 1998). Taka hrana odpušča glukozo počasi, zato ima prolongirano delovanje. Nivo glukoze v krvi je tako stabilen in to pomeni, da je stalno na razpolago kot izvor energije. Tudi mentalna pripravljenost (koncentracija, odločnost), je odvisna od stanja glikogenskih rezerv. Majhno nihanje nivoja glukoze v krvi in majhen izostanek v oskrbi, ima za posledico inhibicijo mentalne moči (malodušnost). Pride do hitrejše depresivnosti, slabšega razpoloženja, napetosti. OH so torej poleg ostalega tudi regulator razpoloženja, kar je za športnike zelo pomembno. Hrana z nizkim glikemičnim indeksom naj bi se dve uri pred vadbo zaužila v količini 1 g OH/kg telesne mase. Zjutraj je dobro jesti polnozrnat žitarice, polnozrnat ali ržen kruh (temnejši kruh ima nižji glikemični indeks). Izogibati se je treba alkoholu (razen črnemu vinu), raznim čipsom, popcornom. Testenine se priporočajo v večjih količinah, ker so v glavnem nizkoglikemične. Riži imajo glikemični indeks od 48 - 70, kar ni veliko, če se kombinirajo z drugo nizkoglikemično hrano. Riž kuhan le eno minuto ima glikemični indeks 45 (rjavi riž ima nižji glikemični indeks). Priporočljivi so frapeji iz raznega sadja, jogurta, začimb (cimet). Zdravo hrano se mora pripraviti okusno, saj se je tako poje več. Namesto deserta je pametno jesti banane, suhe smokve, rozine ali drugo suho sadje (npr. marelice). Pri zelenjavi se je treba izogibati vsem vrstam krompirja, zlasti pomfrija. Dovoljen je le kuhan mlad krompir. Pica je tipičen mešan obrok. Je pa uganka, zakaj vzdržuje nivo glukoze v krvi v stabilnem stanju dalj časa, kot katerikoli drugi obrok.

Primeri za ustrezne nizkoglikemične obroke:

1. Zajtrk: mešane žitarice s sadjem + posneto mleko (GI 55-60), polnozrnat sendvič s pečenim puranom + sadni jogurt (GI 55-65).
2. Kosilo: brokoli juha, testenine s tuno, grah, vanilin puding (GI 65-70).
3. Večerja: špageti bolonjeze z zeleno solato, kolač (GI 65-70).

2.7. Pomembnost vlaknin

Če hrana bazira na žitaricah in zelenjavi, boste iz njih pridobili tudi veliko količino vlaknin. Za športnike so vlaknine esencialne za redukcijo telesne maščobe in stabilizacijo krvnega sladkorja, glukoze. Priporočljivo je zaužiti 40 g vlaknin dnevno - glede na trditve Colganovega Instituta (Colgan, 1993). Toda ni tako preprosto. So tisti del rastlinske hrane, ki ga človek ne more prebaviti. Gre za stotine različnih vlaknin z drugimi fiziološkimi učinki. Za najboljši učinek je treba pri prehrani upoštevati vsako od šestih glavnih kategorij, od topljivih vlaknin, kot je pektin v jabolkih in korenju, do lepljivih, smolnatih vlaknin v ovsenih otrobih, do netopljive celuloze v pšeničnih otrobih in ostalih zrnih. Ogljikovi hidrati imajo vlaknine, kar pomaga pri kurjenju maščob. Poleg tega gre več energije za prebavljanje in absorbiranje visoko-vlakninske hrane. Vlaknine zmanjšujejo apetit preko stimulacije izločanja hormonov, ki zmanjšujejo apetit in pospešujejo čas, potreben za transport hrane skozi telo. S tem se manj kalorij naloži v maščobe. Vlaknine so tudi prevencija pred raznimi oblikami raka. Znižujejo nivo holesterola in izboljšujejo toleranco na glukozo (dvige in padce krvnega sladkorja). Hrana z veliko vlaknin pušča občutek sitosti.

Najboljši viri vlaknin (vsaka od naštetih jedi jih vsebuje okrog 10 g):

- Žita: ½ skodelice vseh kosmičev, 1 skodelica ovsenih kosmičev, 2 skodelici sladke koruze, 3 rezine rženega kruha, 4 rezine pšeničnega kruha,...
- Zelenjava: ½ skodelice fižola, ½ skodelice graha, ½ skodelice leče, 1 skodelica kikirikijev, 2 skodelici soje, 3 skodelice kuhane zelenjave, 3 skodelice bučnih semen, 4 porcije mešane solate, 4 veliki korenčki, 5 skodelic cvetače, 5 skodelic brokolija.
- Sadje: 2 skodelici grozdja, 3 hruške, 3 banane, 4 breskve, 4 nektarine, 4 plodovi črnega

ribeza ali maline, 5 jabolk, 6 pomaranč, 10 suhih fig, 20 suhih sliv.

Pri kupovanju žitaric je bolje kupovati navadne, nežveplene in nesladkane. Prednosti polnozrnate hrane so velike. Z odstranitvijo ovojnic (npr. bel riž, bela moka) se odstranijo tudi hranila, ki jih le ta vsebujejo - vlaknine, nenasičena maščoba, proteini, železo in več vitaminov B-kompleksa. Proteine, železo in B-vitamine lahko dobimo tudi preko obogatenih žitnih izdelkov, ki po vrednosti tovrstnih hranil skoraj dosegajo polnozrnata hranila. Nimajo pa vlaknin, ki se nahajajo v polnih zrnih.

2.8. Zakaj neustrezen vnos beljakovin pri vadbi moči inhibira naše sposobnosti?

»Telo, ki ga imate danes, je skoraj v celoti zgrajeno iz tistega, kar smo pojedli v zadnjih šestih mesecih. Če so zaužite beljakovine slabe kvalitete, potem so vse strukture našega telesa - mišice, kosti, kri, zobje - slabe kvalitete« (Colgan, 1993).

POZITIVNO RAZMERJE DUŠIKA

Če želite intenzivno graditi svojo mišično maso, morate imeti pozitivno razmerje dušika, kar pomeni, da mora biti izgradnja večkratno večja od razgradnje. Višek proteinov se pretvarja v maščobe. Najbolj važen je en del proteinov - dušik. Vse aminokisliline ne vsebujejo iste količine dušika.

Individualni program vnosa beljakovin zavisi od vrste športa, intenzivnosti oz. stopnje treninga in telesne teže. Okvirne potrebe po beljakovinah naj bi bile okoli 2g/kg/dan. Ob premajhnem vnosu beljakovin padeta mišična masa in moč. Ob prevelikem vnosu pa pride do pretvorbe v visoko toksičen amoniak. Le-tega telo pretvori v manj toksičen urin, ki je nato izločen preko ledvic. Lahko pride do preobremenitve ledvic in celo do zastrupitve krvi. Preveč beljakovin lahko pripelje tudi do dehidracije in povečanega izločanja kalcija (Kleiner, 1998).

Beljakovine so sestavljene iz esencialnih in neesencialnih aminokislin. Pri izboru beljakovin je treba paziti na velike razlike v njihovi biološki kvaliteti, ki se meri preko vsebnosti esencialnih aminokislin. Na prvem mestu je protein sirotke (biološka vrednost - 104), celo jajce (BV 100), jajčni beljak (BV 88), govedina, ribe (BV 80), kazein (BV 77), soja (BV 70), grah (BV 49). Za športne potrebe so najprimernejši proteinski koncentradi (80 - 90 % čistih proteinov). Obstajajo tudi druge manjše razlike - protein sirotke poleg visoke biološke vrednosti vsebuje 20 - 25% aminokislin in antitelesa, ki so aktivna v borbi proti infekcijam. Slaba stran je, da ne vsebuje 2 esencialnih aminokislin - glutamina in arginina. To se lahko kompenzira tako, da se proteinski koncentrat meša recimo s kazeinom, ki ima dovolj teh aminokislin. Vneseni proteini se razgradijo na aminokislino, potem se odvija selektivna resinteza. Bolje pa deluje kombinacija proteinskega koncentrata in enega od ogljikovih hidratov (polimeri glukoze, dekstrin - maltoza). Običajne doze proteinov (okrog 2g/kg telesne mase) nimajo stranskih učinkov (Kleiner, 1998).

Naše telo lahko proizvede večino od 21 aminokislin iz OH, ne more pa proizvesti devet esencialnih amino kislin. Običajni viri beljakovin iz hrane so v zrezkih, zarebrnicah, ledvenih pečenkah,... A ti mesni viri imajo veliko maščob, manj maščob pa imajo ribe, lupinarji (školjka, polž, rak) in jajčni beljaki. Mesni obrok naj bo zmeren, tako da se od njega ne najemo (do 150g). Izbrati moramo manj mastne kose in obrezati vso vidno maščobo. Celo pri svinjini so deli, ki so manj mastni. Najmanj masten je puran oz. puranja prsa. Tudi rdeče meso je v zmernih količinah priporočljivo, saj je dober vir beljakovin, železa in cinka. Pri praženju in cvrtju povečamo kalorijsko vrednost. Najbolje je uporabiti žar ali teflon z minimalno ali celo brez maščobe. Če se ne mara rib in beljakov, je nadomestilo lahko zelenjava in zrnata hrana. Razen pri soji, so aminokislino v teh jedeh generalno v napačnih razmerjih. Riž npr. ne vzdržuje pustega tkiva. Vse skupaj - zrna, oreščki, semena in stročnice pa vsebujejo vse esencialne aminokislino. Nekatera žita so samostojno slabi viri aminokislin. Če pa kombiniramo več vrst rastlinske hrane, telo dobi ustrezno količino vsake aminokislino. Dobre kombinacije so riž in grah, testenine in grah, soja in semena, mleko in žitarice. Žitarice so limitirane v lizinu in jih zato dopolnjuje grah. Obstajajo tudi tablice z aminokislinskim sestavom posameznih

jedi, ki so v pomoč pri sestavljanju obrokov.

Oreški imajo visoko vsebnost M. Predelanim živilom se je treba izogibati. Zelenjavne beljakovine zaužite celo do 24 ur narazen, lahko v ustreznih kombinacijah priskrbijo telesu vse aminokislino (Kleiner, 1998). Vendar mora biti količina zaužitih beljakovin iz rastlinskih virov večja, ker imajo rastlinske beljakovine slabšo strukturo amino kislin. Brez proteinskih dodatkov športniki težko zaužijejo dovolj beljakovin (Colgan, 1993). Beljakovine se morajo vnašati v telo v majhnih obrokih tekom dneva, kajti večina ljudi ob sedenju ne more prebaviti več kot 30 gramov proteinov. Velika količina hrane in težka hrana otežujejo in podaljšujejo prebavo, kar seveda otežuje in podaljšuje absorpcijo. Ogljikovi hidrati (odvisno od GI) se prebavijo v manj kot eni uri, proteini (še posebno masti) pa mnogo počasneje (Kulier, 2001).

Colganova (1993) tabela vsebnosti P in M raznih hranil:

Hrana (100g)	Proteini	Maščobe
Umešani beljaki	9	0
Morski list (na žaru, pust)	21	1
Kuhani rakci	17	1
Tuna (v slanici)	24	1
Dagnje (školjke)	17	2
Školjke	12	1
Piščančja prsa (brez kože, pečena)	23	2
Kuhan jastog	22	4
Postrv (pečena, suha)	24	4
Piščančja prsa (brez kože, pečena)	26	4
Goska (pečena, brez kože)	19	5
Zajec (pečen)	27	8
Divjačina (pečena)	33	6
Losos	20	13

Izvori živalskega in rastlinskega porekla, ki vsebujejo 10 g proteinov (Colgan, 1993):

1. ŽIVALSKI: 40 g poltrdega sira, 2 srednji jajci, 35 g govedine, jagnjetine, piščančjega mesa, 50 g ribjega fileja, 200 ml jogurta, 300 ml mleka,...
4. RASTLINSKI: 100 g polnozrnatega kruha, 90 g žitaric, 200 g pečenega graha, 150 g leče, 300 ml sojinega mleka, 120 g tofuja, 2 skodelici kuhanega riža, 1 ½ skodelice kuhanih špagetov, 50 g orehov. Rezultat "igre s proteini" je dobivanje optimalnega razmerja aminokislin.

Če se poleg vadbe z utežmi trenira tudi aerobno, se potrebe po proteinih nadalje povečajo, ker se v času intenzivnega aerobnega treninga nekatere aminokislino (zlasti tiste razvejanih verig), trošijo za energijo. Leucin se tako razgraja v alanin, ta pa v jetrih v sladkor. Zato je potrebno jemati dodatke leucina ali razvejanih verig aminokislin. V času intenzivnega treninga prihaja do velikih sprememb v metabolizmu aminokislin. Zato so potrebne velike količine proteinov v obliki razpoložljivih aminokislin, da se obnovijo poškodovana mišična vlakna in zgradijo nove mišične skupine na drugi strani (Kulier, 2001). Večjo količino kot v dodatkih in v cenejši obliki (BCAA aminokislino) se da dobiti v npr. 100 g tunine v lastnem soku, 100 g piščanca, skodelici jogurta iz posnetega mleka ali skodelici kuhanega graha. Zato najboljši proteini izhajajo prav iz hrane, pod pogojem, da so dobro izbrani in ustrezno pripravljani.

Mnogi, ki izgubljajo maščobo, se poslužujejo visoko proteinskih diet. Dolgoročno pa takšne diete niso zdrave (Kleiner, 1998). Tvrstna hrana (govodina, piščanec, ribe, jajca) je visoko maščobna (nasičene maščobe in holesterol), kar je škodljivo za srčnožilni sistem. Visoko proteinska hrana ima malo vlaknin, kar upočasnjuje prebavo in povzroča razne prebavne motnje. Večja je tudi možnost poškodb, ker se iz telesa lahko izloči preveč kalcija. Lahko pride do preobremenitve ledvic, saj telo ne more ustrezno izločati dušika. Obstaja pa tudi nevarnost dehidracije. Zaradi omenjenih negativnih vidikov visoko proteinskih diet naj bi bil proteinski delež okoli 15 %.

2.9. Zaradi česa je pomemben ustrezen vnos vitaminov in mineralov?

Vitamin A: »Esencialen je za vid, kožo, celično (tkivno) rast, reprodukcijo (obnovo tkiv) in normalno imunost« (Colgan, 1993). Pomemben je tudi za gradnjo celičnih struktur. Najboljši prehrambeni viri: jetra, olje ribjih jeter, margarina, mleko (polnomastno), maslo, jajca (rumenjaki), jetra, oranžna in rumena zelenjava. Najboljši viri beta karotena (predhodnika vitamina A) so korenje, temno zelena listnata zelenjava, špinača, brokoli, oranžna zelenjava, rumeno in oranžno sadje, sladki krompir. Karoten se pretvarja v vitamin A v primeru nezadostnosti. Po mnenju Kleiner-jeve (1998) naj bi se dodajal v količini 1000 mikrog za moške in 800 mikrog za ženske. Ni dokazano, da bi zelo veliki odmerki vitamina A ali beta karotena imeli kakšne ergogene efekte. Glavni antioksidant beta karoten lahko zmanjša produkcijo prostih radikalov kot posledico vadbe, varuje pred škodo na tkivih, ki jo le-ta lahko povzroči; dopolnjuje antioksidacijsko funkcijo vitamina E. Vpliva na rast in obnovo, gradnjo telesnih struktur.

VITAMINI B-KOMPLEKSA (tiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₁₂, piridoksin, folna kislina, pantotenska kislina, biotin) - pomagajo pri zagotavljanju ustrezne prebave, mišičnih kontrakcijah, produkciji energije. Ne pomagajo direktno pri treningih. Trening in dieta spreminjata potrebe telesa po nekaterih od njih. B - kompleks torej sodeluje v ciklusu energije in je zato tudi dodan v športne napitke.

Vitamin B1 (tiamin): Pomaga pri vzdrževanju normalne energije metabolizma (metabolizmu OH), rasti in mišičnem tonusu. Izgube tiamina v hrani so lahko zelo velike zaradi slabe kvalitete, starosti, shranjevanja, procesiranja. Kleiner-jeva (1998) priporoča vnos med 1 in 2 mg. Večja količina od predpisane se le izloči iz telesa. Pomaga, kot že rečeno, pri sproščanju energije iz OH. Preko dobro uravnotežene, visoko ogljikohidratne prehrane, generalno dobimo dovolj tiamina. Najboljši viri: polnozrnata hrana, žitarice, stročnice, semena, oreščki, organsko meso, pšenični kalčki.

Vitamin B2 (riboflavin): Njegova funkcija je v pomoči mitohondrijem mišičnih celic pri proizvodnji energije. Toksičnost ni bila nikoli dokazana. Pomaga torej pri sproščanju energije iz hrane, OH, P, M metabolizmu, celični regeneraciji. Hitro se izgublja s potom. Viri: mleko (mlečni izdelki), jajca, pusto meso, perutnina, brokoli, ribe, polna zrna,

obogatene žitarice. Prihaja do velikih nihanj, tudi zaradi predelave hrane. Kleiner-jeva (1998) priporoča vnos 2 mg.

Vitamin B3 (niacin, niacinamid): sodeluje pri sproščanju energije iz hrane in ima vlogo v energijskem ciklusu glikogena, oksidaciji maščobnih kislin za energijo in tkivni respiraciji, metabolizmu OH, P, M. Niacin je visoko odporen na predelavo in kuhanje hrane. Povzroča širjenje žil. Pride lahko do nizke toksičnosti ob vnosu nad 1000 mg/dan. Povečuje rabo glikogena. Vnos po Colganu naj bi bil med 30 in 100 mg, vnos po Susan Kleiner pa je vezan na kalorijski vnos: na vsakih 1000 kalorij, ki jih pojemo dnevno, potrebujemo 6,6 mg niacina. Viri: pusto meso, jetra, perutnina, ribe, pšenični kalčki.

Vitamin B5 (pantotenska kislina): vpliva na metabolizem energije (sodeluje v sproščanju E iz OH, M, P). Je pogosto prisotna v razni hrani. Pomembna je za izgradnjo glukoze in maščobnih kislin, glavnih goriv za telo. Kleiner-jeva (1998) priporoča vnos 4-7 mg.

Vitamin B6 (piridoksin): sodeluje pri metabolizmu proteinov in aminokislin, formaciji rdečih krvnih celic, ki nosijo kisik. Posledično vpliva tudi na varčevanje glikogena kot vira energije. Viri: pšenični kalčki, piščanec, ribe, jajca, rjav riž, sojini kalčki, oves, polna zrna, meso. Po nasvetu Susan Kleiner (1998) dodaten vnos ni potreben. Vnos po Colganu: 10 - 50 mg/dan.

Folati (folna kislina, folacin): posledično vplivajo na metabolizem aminokislin. Nezadostnost inhibira rast novih celic, zlasti hitro se spreminjajočih mišičnih in krvnih celic športnikov. Viri: sveža, temno zelena listnata zelenjava, stročnice, jajčni rumenjak, polna zrna. Kljub temu pa so eni od najbolj manjkajočih vitaminov. Predelava hrane močno zbija njihovo vsebnost.

Vnos po priporočilih Colgana in Susan Kleiner: do 400 mg/dan.

Folna kislina: regulacija rasti, razgradnja proteinov, formacija rdečih krvnih celic. Viri: zelena listnata zelenjava in jetra.

Vitamin B12: posledično je esencialen za vse celice, zlasti rdeče krvne celice (formacija rdečih krvnih celic), za oblogo gastrointestinalnega trakta, celice kostnega mozga, OH, P, M metabolizem. Prisoten je samo v živalski hrani. Vnos po Colganu (1993): okrog 3 mg/dan, vnos po priporočilu Susan Kleiner (1998): 3 -10 mg B₁₂. Viri: meso, mlečni izdelki, jajca, ribe, jetra.

Biotin: vpleten je v metabolizem M in OH (esencialen je za glukoneogenezo, sintezo maščobnih kislin, dveh glavnih goriv za človeško energijo). Posledično vpliva tudi na katabolizem razvejanih verig aminokislin. Brez zadostne količine torej ne moremo ustrezno uporabljati maščob (ter jih s tem "kuriti") in glukoze za gorivo ter ne moremo razgrajati in znova izgrajevati novih proteinov. Odpadajo lasje, lušči se koža, mišice izginjajo, organizem je prešibek in zmeden pri premikanju. Viri: jetra, sardine, jajčni rumenjaki, sojina moka. Bodybuilderji, ki jejo surove jajčne beljake so pogosto v deficitu, kar se tiče biotina, ker surovi beljaki posledično preprečujejo vezavo biotina in preprečujejo telesu, da bi ga uporabljal. Človeško telo potrebuje od 30 do 100 mikrogramov biotina dnevno, vendar ga lahko ob pomanjkanju v prehrani sintetizira iz intestinalnih bakterij (Kleiner, 1998; Colgan, 1993). Vendar Colganov inštitut za športnike priporoča veliko večje odmerke, ki znašajo od 300 do 5000 mikrogramov.

Vitamin C: vnos in izločanje sta hitra. Ob nezadostnosti koža razpoka. Glavna je antioksidacijska funkcija. Preprečuje bolezni in poškodbe. Viri: citrusi in sokovi na bazi le teh, zelena paprika, surova koleraba, kivi, zelena listnata zelenjava. Colganov inštitut za športnike priporoča od 2-12 g vitamina C. Mega odmerki sicer ne vplivajo na delovno storilnost, pozitiven vpliv pa imajo na zdravje (Williams, 1981). Nasprotno trdi Kleinerjeva (1998), ki je mnenja, da lahko dnevni odmerki večji od 250 mg škodujejo imunosti. Za odraslega človeka je priporočeno zaužiti vsaj 60 mg vitamina C dnevno, vendar se s povečano aktivnostjo, kajenjem in izpostavljanjem drugim škodljivim učinkom okolja te potrebe povečujejo (Kleiner, 1998).

Vitamin D: ključen je za rast kosti in ravnotežje mineralov v telesu, pomemben je tudi za absorpcijo kalcija. Sonce omogoča sintezo vitamina D na koži. 30 minut poletnega

sonca na dan proizvede veliko količino vitamina D. Je tudi v mleku in mlečnih izdelkih, ribjih oljih. Vnos po Colganu (1993): 10 mg/dan, po priporočilih Susan Kleiner (1998) pa ob raznovrstni prehrani ni potrebe po dodatnem vnosu.

Vitamin E: je antioksidant. Veliko se ga uniči zaradi predelave hrane. Vnos po Colganu (1993) naj bi bil 400 - 2000 mg, po Kleiner-jevi (1998) pa 400-800 mg. Je pomembna komponenta izgradnje boljšega telesa. Viri: oreščki, semena, poli-nenasičena zelenjavna olja. Minerali - selen: v interakciji z vitaminom E je pomemben za normalno rast in metabolizem, proizvaja glutation peroksidazo, pomemben protektivni antioksidativni encim. Viri: polnozrnate žitarice, beljaki, mleko, piščanec, morska hrana, brokoli, česen, čebula.

Vitamin K: je ključen za formiranje protrombina, ki pomaga pri strjevanju krvi. Vpleten je v formiranje glikogena. Za športnike je pomemben zaradi njihove kontinuirane hemolize, ki jo povzroča vadba. Hemoliza je razgradnja rdečih krvničk, ki je pri vrhunskih športnikih dokaj pogost pojav. Pri tekačih se krvne celice razgradijo zaradi udarca stopala ob tla (Williamson, 1981). Hemolizo so zasledili celo pri smučarskem teku in bodybuildingu (Refsum, Jordfald, & Stromme, 1986) ter plavanju (Selby, & Eichner, 1986). Do hemolize naj bi dejansko prihajalo zaradi kompresije, kar pomeni razgradnjo krvničk zaradi intenzivne mišične kontrakcije. Drugi vzroki hemolize pri športnikih so tudi peroksidacija celičnih membran zaradi prostih radikalov (Jenkins, 1988), gastrointestinalna krvavitev (Fisher, et al., 1986) in acidoza (Puhl, & Runyan, 1980). Vnos po Colganu: 80 - 100 mg/dan, po priporočilih Susan Kleiner pa ni potrebe po dodatnem vnosu. Sveža, zeleno listnata zelenjava je najboljši prehrambeni vir. Ostali viri: mlečni izdelki, meso, jajca, žitarice, sadje, zelenjava.

Holin: je del lecitina, ki je esencialna komponenta vseh celičnih membran. Posledično vpliva na sposobnost pomnjenja. Viri: jajca, sojini kalčki, razna zelenjava. Vnos po Kulierju (2000) naj bi znašal do 1000 mg/dan.

Inositol: pomemben je za normalen metabolizem kalcija in inzulina. Vnos po Colganu

(1993): 50 - 500 mg mioinositola.

Koencim 10: je esencialen za skoraj vso produkcijo energije. Vpleten je v vzdrževanje imunosti in normalne funkcije srca in je učinkovit antioksidant. Viri: sardine, skuše, govedina in piščanec (Kulier, 2000). Vnos po Colganu (1993): 10 - 60 mg/dan.

Tudi v primeru mineralov velja princip sinergije. Če je vnos le enega od esencialnih mineralov nezadosten, potem tudi ostali ne delujejo ustrezno (Kleiner, 1998).

Kalcij: 99 % ga je v kosteh, 1 % pa ima vpliv na kontrolo vodenja impulzov vzdolž, mišične kontrakcije in številne ostale funkcije. Viri: mlečni izdelki (zlasti nemastno mleko, nemastni sadni jogurti), zelena listnata zelenjava. Ob vnosih kalcija se moramo izogibati kruha in žitaric zaradi inhibiranja absorpcije le tega, podobno se dogaja ob uživanju špinače, rabarbare, kakava, čokolade, kave. Večino dodatkov kalcija je najbolje zaužiti ponoči, ker je telo takrat zanj najbolj dovzetno (med spanjem). Primerno je tudi mleko pred spanjem. Za ustrezno uporabo kalcija (in s tem tudi optimalno rast kosti, ki je pomembna za športnike) mora telo vsebovati ustrezne količine magnezija, silikona, flora, cinka, bakra, bora, fosforja, vitamina D, mangana. Raziskave so pokazale, da veliko športnikov v svoje telo ne vnaša dovolj kalcija. Športniki imajo še večji deficit kalcija, ker demineralizacija kosti strmo narašča kot odgovor na stres, ki ga povzroča vadba. Če ni razmerje vnosa mineralov optimalno, hormonsko neravnovesje povzroči izločanje telesnega kalcija. Veliki vnosi beljakovin pri mnogih športnikih povzročijo povečano izločanje kalcija (Colgan, 1993). Colgan (1993) priporoča 400 - 1200 mg Ca dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa 1200 mg za ženske in okoli 800 mg za moške.

Magnezij: tvori del več kot 300 encimov v telesu. Je esencialen za izgorevanje glukoze v telesu, za gorivo, prenos genetskega zapisa, kontrakcije mišic in mnoge druge funkcije, brez katerih ne bi mogli "obstajati". Viri: stročnice, morska hrana, zelena zelenjava, oreščki in polnozrnata hrana.

Čez 80 % magnezija se izgubi z odstranitvijo klic in zunanjih ovojníc žitaric v izdelavi (na primer bele moke). Magnezij je eno od osmih hranil, potrebnih za ustrezen metabolizem

OH in s tem energije. Ob pomanjkanju Mg naše telo "ropa" Mg iz ostalih tkiv, da opravi z "odpadnimi" OH. Mnogi športniki trpijo zaradi pomanjkanja Mg. Colgan (1993) priporoča 400 - 1200 mg Mg dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa 280 mg za ženske in okoli 350 mg za moške.

Fosfor: pomemben je za izdelavo ATP-ja, CP-ja in pri ostalih procesih, pomembnih za energijski cikel, za metabolizem rdečih krvnih celic. Viri: meso, mleko, ribe, polnozrnata hrana, krompir, banane, sadje, zelenjava. Kleiner-jeva (1998) priporoča 800 mg fosforja na dan.

Elektroliti: tkiva naših teles vsebujejo tekočine znotraj in med celicami. V tej tekočini so električno spremenjeni minerali ali ioni-elektroliti. Regulirajo vodno ravnovesje in pomagajo pri mišičnih kontrakcijah. Natrij, kalij in klor so trije glavni elektroliti v človeškem telesu. Pomembni so za mnoge esencialne funkcije. A med treningom izgubimo veliko manj elektrolitov kot vode in veliko manj, kot sami mislimo (Kleiner, 1998).

Natrij: Dodaten vnos soli je le redko potreben. Viri: skoraj vsa hrana. Telo vzdržuje točno določeno količino natrija, tudi če zmanjšamo njegov vnos. Pomembno pa si je zagotoviti minimalen vnos tega elektrolita zaradi vzdrževanja ravnotežja tekočin in elektrolitov. Drugače trpijo živčne in mišične funkcije in s tem vadba. Le body builderji, občutljivi na natrij v smislu zadrževanja tekočin, naj bi postopoma zmanjšali vnos. Treba se je le izogibati hrani z visoko vsebnostjo Na - konzervirani, soljeni hrani in ne še dodatno soliti obrokov. Ne smemo pa se npr. izogibati mlečnim izdelkom. Nemastno mleko vsebuje npr. le 126 g Na, je pa zelo dober vir proteinov, vitaminov, mineralov. Zaradi vzdrževanja diete, nizke z Na, je treba jesti več polnozrnate hrane, svežega sadja in zelenjave, nemastnih mlečnih izdelkov, neprocesirane hrane (Kleiner, 1998).

Kalij pomaga pri transferju hranil celicam. V interakciji z natrijem in klorom je pomemben za vodenje živčnih impulzov in mnoge druge ključne funkcije. Viri: banane, pomaranče, krompir. Ob zadostnem vnosu sadja in zelenjave dodaten vnos ni potreben. Za

optimalno sposobnost je treba jesti svežo hrano z dovolj kalija. Zaradi hemolize in posledičnega izgubljanja kalija, krvnih celic, izgubljanje kalija zaradi potenja, so športniki lahko v deficitu, kar se dogaja pogosto. Vnos po priporočilih Colgana je 100 - 500 mg/dan, po priporočilih Kleiner-jeve (1998) pa 500 mg.

Klor: kontrolira tekočine in ravnovesje elektrolitov. Z vnosom preveč soli, dobimo tudi preveč klora. Viri: namizna sol, ržena moka. Dodaten vnos ni potreben (Colgan, 1993), celoten minimalni dnevni vnos po priporočilih Kleiner-jeve (1998) pa naj bi bil 500 mg/dan.

Železo: je del hemoglobina, rdečega pigmenta, ki nosi kisik in del mnogih esencialnih encimov. Viri: jetra in drugo meso, ostrige, polnozrnata hrana, zelenjava, jajca, dodano pa je tudi v razna predelana živila. Ostali viri: zelena listnata zelenjava, suho sadje (rozine, marelice), z železom obogatene žitarice in kruhki. Železo iz rastlinskih virov se ne absorbira tako dobro kot železo iz živalskih virov. Telesno absorpcijo železa lahko pospešimo preko vnosa hrane, visoke s C-vitaminom. Primera: zajtrk, ki vsebuje pomarančni sok, z železom obogatene žitarice z rozinami. Izogibati se kombinacijam, kot je visoko vlakninska hrana in hrana z visokimi vsebnostmi železa. Vlaknine, čaj, inhibirajo absorpcijo železa (vlaknine tudi mnogih ostalih mineralov). Dodati meso v dieto (pusto rdeče meso, temna perutnina in puran) - 3 -krat na teden. Lahko se poslužimo dodatnega vnosa 15 mg na dan. A večje doze kot zaužijemo naenkrat, slabša bo absorpcija. Glede velikosti vnosa se je treba posvetovati s strokovnjakom za prehrano. Kljub temu so športniki pogosto v deficitu zaradi problematične absorpcije iz hrane. Colgan (1993) priporoča 10 - 25 mg železa dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa okoli 15 mg.

Cink: je del mnogih esencialnih encimov za veliko različnih telesnih funkcij, od celične rasti do produkcije testosterona. Nezadostnost cinka (tudi le enotedenska), zavira rast mišic in oslabi imunost. Dodatki cinka so potrebni za povečano izgradnjo eritrocitov in povečan metabolizem prostih maščobnih kislin med vadbo. S tem je moč pričakovati tudi manjši nivo mlečne kisline pri enaki submaksimalni obremenitvi. Potreben je tudi pri

metabolizmu železa (Levander, & Cheng, 1980; Baer, & King, 1984). Viri: meso, jajca, morska hrana (zlasti ostrige), živalski proteini, gobe, polna zrna. Pri športnikih je pogosto opaziti nezadostnost. Ostrige imajo visoko vsebnost lahko absorbirajočega cinka. Vadba zmanjšuje nivo cinka, zaradi tega je deficit cinka dokaj pogost v športu. Colgan (1993) priporoča 15 - 50 mg cinka dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa okoli 12 mg za ženske in 15 mg za moške.

Baker: potrebujemo ga za mnoge encime. Sodeluje v metabolizmu energije, vpliva na superoksidno dismutazo, glavni zaščitni antioksidativni encim. Viri: organsko meso in morska hrana (zlasti školjke), polna zrna, jajca, zelena listnata zelenjava, fižol. Športniki verjetno potrebujejo več bakra kot ostala populacija, ni pa direktnih dokazov o potencialnih deficitih. Colgan (1993) priporoča 0,5 - 3 mg bakra dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa do 3 mg.

Mangan: potreben je za ustrezno formacijo kosti in hrustanca, za normalni metabolizem glukoze, je pa tudi del antioksidanta (notranjega) superoksidne dismutaze. Viri: polnozrnata hrana, črni čaj, beljaki, suh fižol, zelena listnata zelenjava. Pripomore k večji kvaliteti kosti in mehkega tkiva in boljšemu metabolizmu glukoze. Zaradi tega nekateri atleti rabijo več mangana. A konkretnih študij o vplivu vadbe na nivo mangana ni. Colgan (1993) priporoča 2-5 mg mangana dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa do 5 mg.

Krom: je esencionalen za normalen metabolizem glukoze, inzulina, maščobnih kislin in ima mnoge ostale funkcije. Viri: polnozrnata hrana, lupinarji (školjke, polži, raki), koruzno olje, meso, gobe, jabolka (s kožo), vino, pivo. Med procesiranjem hrane se hitro uniči. Visoko sladkorna dieta izčrpa iz telesa krom z namenom, da tkiva "opravijo" s sladkorjem. Krom je eden od najbolj manjkajočih mineralov pri celotni populaciji. Med vadbo hitro pride do deficita, je pa zelo pomemben za optimalno vadbeno sposobnost. Ni še točne opredelitve, koliko kroma naj bi športniki potrebovali. Colgan (1993) priporoča 200-800 mikrog kroma dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa od 50-200 mikrog.

Selen: deluje kot antioksidant v interakciji z vitaminom E. Je del encima, ki uničuje

škodljive proste radikale. Ne zadostnost selena in vitamina E lahko povzroči mnoge bolezni, tudi srčne. Najboljši viri: morska hrana in meso. Colgan (1993) priporoča 200-400 mikrog selena dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa 70 mikrog za moške in 55 mikrog za ženske.

Jod: vpliva na tiroidne hormone, ki kontrolirajo vso energijo v telesu. Najboljši vir so morska hrana, jodirana sol, gobe. Izgubljam ga s potom in športno aktivnostjo. Colgan (1993) priporoča 50-200 mikrog dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa okoli 150 mikrog.

Bor: posledično vpliva na hormone, ki so važni za kalcij, fosfor in metabolizem magnezija v kosteh ter mišično rast. Verjetno vpliva na normalno produkcijo testosterona. Viri: sojini kalčki, mandeljni, lešniki (arašidi), suhe slive, rozine, dateljni, nepredelani med. Ustreznih raziskav o potrebnih količinah bora ni. Colgan (1993) priporoča 3 - 6 mg/dan.

Molibden: Je del treh esencialnih encimov. Količina le-tega v hrani zelo varira. Najboljši viri so polnozrnata hrana, žitarice, mleko, fižol. Colgan (1993) priporoča 40-150 mikrog molibdena dnevno, Kleiner-jeva (1998) pa od 75-250 mikrog.

OSTALI POMEMBNI ELEMENTI:

Silikon: pomemben je za normalno rast kosti.

Kobalt: tvori pomemben del vitamina B₁₂.

Fluor: pomemben je za zobe in kosti.

Nikelj: pomemben je za normalno rast.

VITAMIN, MINERALI, IN ANTIOKSIDANTI, KI SO V VEČJI MERI POVEZANI Z VADBO

(Colgan, 1993; Kleiner, 1998)

Kalcij: pomaga pri mišičnih kontrakcijah in rasti, pri transportu hranil v in iz celic.

Fosfor: stimulira živčne impulze za mišične kontrakcije, pomaga pri pretvorbi glukoze v glikogen, sintezi mišičnih proteinov iz aminokislin.

Natrij: pomemben pri mišičnih kontrakcijah in živčnem transportu, drži ostale krvne minerale topne.

Klor: pomaga regulirati pritisk, ki povzroča premikanje tekočin v in iz celičnih membran.

Magnezij: metabolizem OH, P; pomaga pri živčnih kontrakcijah.

Železo: gradnja hemoglobina, ki nosi O₂ v krvi od pljuč do tkiv. Formacija mioglobina, ki nosi O₂ do mišičnih celic, kjer je uporabljen v kemični reakciji, ki povzroča mišične kontrakcije. Če smo v deficitu z železom, tkivom manjka kisika. To telo hitreje utruje, poleg tega pa se upočasni regeneracija.

Jod: produkcija E, rast, metabolizem.

Krom: metabolizem krvnega sladkorja in M. Pomaga inzulinu pri njegovi glavni nalogi - transportu glukoze v celice. Vpleten je tudi v celični vnos aminokislin. Izgubljamo ga z urinom kot posledica vadbe. Majhne doze kroma, ki jih potrebujemo, lahko dobimo iz ustrezne prehrane. Dokazi o vplivu dodatkov kromovega pikolinata na rast mišic so zelo nasprotujoči. Povzroča pa izločanje nekaterih ostalih mineralov in moti metabolizem železa.

Molibden: vpleten v metabolizem M.

Cink: potreben je za stotine telesnih procesov. Ne zadostnost cinka (tudi le enotedenska), zavira rast mišic in oslabi imunost. Dodatki cinka so potrebni za povečano izgradnjo eritrocitov in povečan metabolizem prostih maščobnih kislin med vadbo. S tem je moč pričakovati tudi manjši nivo mlečne kisline pri enaki submaksimalni obremenitvi. Potreben je tudi pri metabolizmu železa (Levander, & Cheng, 1980; Baer, & King, 1984). Previsok nivo pa zbija "dobri" HDL holesterol pri ljudeh, ki trenirajo. Lahko ga zaužijemo dovolj preko hrane (meso, jajca, morska hrana - zlasti ostrige, polna zrna).

Magnezij: V določenih primerih imajo lahko tudi nekateri minerali in vitamini ergogeni učinek. Če so potrebe po teh substancah zadoščene, ni moč pričakovati nobenih ergogenih učinkov, nasprotno pa je lahko pri deficitu. Pri podganah se je že manjše pomanjkanje magnezija odražalo na 33 % zmanjšanju vzdržljivosti (Keen, et al., 1987). Uživanje 500 mg magnezija na dan je povzročilo večje povečanje moči med 8 tedensko vadbo moči nog kot pa 250 mg odmerki. Vendar status tega minerala v telesu pre vadbo ni bil znan, zato je lahko šlo le za odpravo deficita (Brilla, & Haley, 1992). Mg pospešuje absorpcijo Ca in pomaga pri funkcijah živcev in mišic, vključno z regulacijo bitja srca.

Aspartati: posebni tip mineralnih dodatkov. Kalijeve in mg soli aspartanske kisline, aminokisline iz različnih substanc, so znane kot aspartati. Utrujenost med vadbo se pojavi zaradi različnih dejavnikov, med katerimi je verjetno tudi povečan nivo amoniaka. Aspartati pretvarjajo odvečen amoniak v sečno kislino, ki je nato odstranjena iz telesa. K-Mg aspartati povečajo vzdržljivost. Zaužitje 5 g K in Mg aspartata v obdobju 24 ur pred srednje intenzivno vzdržljivostno vadbo na biciklergometru se je odražalo v občutno zmanjšani koncentraciji amoniaka v krvi. Vzdržljivost je bila zaradi zaužitja večja za 14 % (Wesson, McNaughton, Davies, & Tristram, 1988). Vendar Colgan (1993) trdi, da so dodatki le tega lahko koristni ali pa ne, zato bodo potrebne dodatne raziskave.

SINERGIJA

»Sinergija hranil je prvi princip modernih hranil« (Colgan, 1993). V našem telesu hranila delujejo z multiplimi interakcijami drugo z drugim. Vitamin D na primer, v našem telesu igra kontrolno vlogo v metabolizmu kalcija in fosforja. Vitamini B delujejo le v sinergiji drug z drugim. Mnogi prav tako ne vedo za interakcije med vitaminom E in B₁₂, med kalcijem in Mg, vitaminom C in železom, vitaminom A in cinkom. Seznam interakcij se veča iz leta v leto. Nezadostnost vitamina E zmanjšuje nivo cinka v telesu, ker interakcija dveh hranil varuje membrane pred škodo, ki jo povzročajo prosti radikali. Posledično se zviša nivo bakra. Raba velikih doz C vitamina zahteva povečan vnos vitaminov B₆, B₁₂, cinka, folne kisline in holina. Na žalost mnogo zdravih profesionalcev in ljudje generalno še vedno zmotno operirajo z učinki enega hranila. Nikoli ne gre za pomanjkanje le enega hranila - eno hranilo nikoli ne deluje samo zase. Gre torej za multiple interakcije hranil in to je baza njihove biološke funkcije. Nezadostnost enega vitamina oslabi metabolizem kakega drugega. Primer: nezadostnost vitamina B₂ oslabi metabolizem vitamina B₁₂, kar oslabi metabolizem folne kisline, to pa vpliva na metabolizem vitamina C. To oslabi absorbcijo železa, kar povzroči prekomerno absorbcijo bakra, le ta pa oslabi metabolizem cinka. In tako dalje... Te oslABLjene funkcije niso pripeljale športnikov do bolezni, ali ustavile njihovih treningov. A nastop je bil daleč od pričakovanega. Potrebni so individualno predpisani prehrabeni programi, ki vključujejo vsa hranila, kar pripelje do ustreznih sinergističnih interakcij.

Uravnotežena, raznovrstna in količinsko ustrezna prehrana je zato zelo pomembna (Kleiner, 1998). Treba si je sestaviti dobro uravnoteženo dieto, polno sadja, zelenjave, polnih zrn, fižola, pustega mesa, nemastnih mlečnih izdelkov. Pri prehrabnih dodatkih pa je potrebno upoštevati biokemično individualnost, dinamiko življenjskega stila, prehrano in sinergijo hranil. Ob izbiranju ustreznih multivitaminskih dodatkov se je bolje držati znanih proizvajalcev. Izdelki neznanih ali neuveljavljenih podjetij so lahko slabe kvalitete ali pa ne vsebujejo navedenih substanc. Poleg tega so lahko tovrstni izdelki kontaminirani. Ti problemi pa so manj verjetni v izdelkih priznanih farmacevtskih družb ter družb, ki proizvajajo prehrabne dodatke.

Uživanje raznovrstne zelenjave in sadja ima tako zelo koristne učinke na organizem, saj telo dobi vitamine, minerale, vlaknine, antioksidante-vitamin A, beta karoten, vitamina C in E, selen (tudi prevencija pred različnimi oblikami raka-špinača, koruza, paradižnik,...), fitokemikalije (protekcija pred rakom, srčnimi in ostalimi boleznimi), fitoestrogene (v soji-prevencija pred rakom, znižujejo nivo holesterola, pospešujejo gradnjo kosti). Kleinerjeva (1998) trdi, da antioksidanti in fitokemikalije delujejo najbolje kot prevencija pred boleznimi, če jih zaužijemo preko hrane in ne, če so izolirano kot dodatki; enako velja za vitamine in minerale (Kleiner, 1998). Za ustrezen učinek v borbi proti boleznim je treba zaužiti 3-5 porcij zelenjave in 2-4 porcije sadja vsak dan. Ena porcija zelenjave ustreza 1/2 skodelici kuhane ali narezane surove zelenjave, eni skodelici surove, listnate zelenjave, 1/2 skodelice kuhanih stročnic ali 3/4 skodelice zelenjavnega soka. Eni porciji sadja pa ustreza en srednje velik sadež, 1/2 grenivke, ena melona, 1/2 skodelice jagod, 1/4 skodelice suhega sadja ali 3/4 skodelice sadnega soka.

2.10. Dietni dodatki in povečanje mišične mase

Za rast mišičnega tkiva je potrebna sinergija prehranskih, hormonskih in metabolnih aktivnosti. Slednje so odvisne od večih dejavnikov, ki delujejo kot veriga. Vsak manjkajoči člen namreč pomembno vpliva na anabolizem (Colgan, 1993). Neto mišična rast je razlika med količino zgrajenih in razgrajenih beljakovin. Torej je rešitev v substancah, ki delujejo anabolno in antikatabolno. Pomembni faktorji pri prehrani so količina, kvaliteta in čas zaužitja (Volek, JS, 2004). Za napredek v moči je pomembno vzdrževati pozitivno dušikovo ravnovesje in pozitivno energijsko bilanco.

Učinkovita prehrabena dodatka pri povečanju mišičnih obsegov in moči sta beljakovinsko-ogljikohidratni napitek in kreatin (Volek, 2003). Vadba ima odločujoče učinke na mišično rast, do katere pa pride le, če je sinteza mišičnih proteinov večja od razgradnje. Priti mora do pozitivnega ravnotežja mišičnih proteinov, a ob odsotnosti ustreznega prehrabnega vnosa ravnotežje ostaja negativno (katabolično). Odziv metabolizma mišičnih proteinov traja 24-48 ur (Houston, 1999; Tipton & Wolfe, 2001). Vnos majhnih količin aminokislin v kombinaciji z ogljikovimi hidrati lahko poveča

anabolizem mišičnih proteinov (Tipton & Wolfe, 2001). Enako je ugotovil Gibala (2000), saj je bilo zaradi omenjenega napitka na voljo več znotrajmišičnih aminokislin, povečala pa se je tudi koncentracija inzulina v plazmi. Zaužitje ogljikovih hidratov in beljakovin pred vadbo naj bi zmanjšalo katabolizem med vadbo, zaužitje po vadbi pa povečalo anabolizem. Zaužitje ogljikovih hidratov z beljakovinami po naporu povzroči večje izločanje inzulina v primerjavi z obrokom, ki vsebuje le beljakovine. Vendar pa je zaužitje celih beljakovin takoj po naporu prevelik zalogaj za prebavni sistem (počasno prehajanje v kri), proste aminokisliline pa tudi niso najbolj učinkovite v mišični rasti. Najkvalitetnejše beljakovine s tega vidika predstavljata hidrolizat jajčnih in sirotkinih beljakovin, ki najbolje zagotavljata dušikovo ravnovesje. Zaradi velike potrebe telesa po aminokislinah po vadbi, je potrebno v tem času zaužiti okoli 25 % dnevnih potreb beljakovin. Poleg ogljikovih hidratov in beljakovin mora povadbeni obrok vsebovati tudi kromov pikolinat zaradi povečanja izločanja inzulina (Colgan, 1993.). Zaužitje ogljikovih hidratov in beljakovin vsak dan pred in po vadbenih enotah moči poveča anabolizem. V obdobju po vadbi se namreč poveča odziv anabolnih hormonov in koncentracija glukoze, zmanjša pa se koncentracija laktata. Tako stanje predvideva povečano glikogensko in beljakovinsko izgradnjo, kot posledica pa večje opravljeno delo in moč v naslednjih vadbenih enotah. Vendar se v tri dni trajajoči vadbi takšni učinki še niso pokazali (Kraemer, Volek, Bush, Putukian, & Sebastianelli, 1998). Pri dvigovalcih uteži lahko že priporočeni dnevni vnosi beljakovin (100 % RDA) povzročijo negativno dušikovo razmerje (Lemon, Tarnapolsky, MacDogal & Atkinson, 1992), kar lahko pomeni manjši napredek pri pridobivanju mišične mase in moči. Po priporočilih Ignaca Kulierja (2001), naj bi bil vnos prehrambenih dodatkov po treningu: 64-80 g OH z visokim GI in 20-32g kvalitetnih proteinov - za 80 kg težkega moškega. Lahko se dodaja tudi kreatin monohidrat, L - karnitin in glutamin. Kulier (2001) nadalje priporoča vnos 60'-90' po treningu: 64-80 g OH in 24-40 g B - za 80 kg težko osebo. Za vzdrževanje inzulina po vadbi je potrebno že med vadbo piti 7-10 % mešanico ogljikovih hidratov. To vzdržuje glukozo v krvi in posledično inzulin na neki konstantni ravni. Po vadbi je najbolje kombinirati ogljikove hidrate z nizkim in visokim glikemičnim indeksom. Ni priporočljivo zaužiti le ogljikovih hidratov z nizkim glikemičnim indeksom, saj se ti pretvarjajo v glukozo zelo počasi in se v krvi takoj porabijo za polnjenje glikogenskih rezerv. Torej

glukoza v krvi ne naraste toliko, da bi se inzulin dvignil na neko optimalno raven. Ogljikovi hidrati z visokim glikemičnim indeksom pa se hitro absorbirajo (hiter porast inzulina) in tudi hitro porabijo (padec inzulina), kar pomeni, da energije kmalu ni več.

Aminokisliline z razvejano verigo (BCAA) zmanjšajo razgradnjo beljakovin (Coombes, & McNaughton, 1995; MacLean, Graham, & Saltin, 1994), pozitivno vplivajo na povečanje mišične mase (Krieder, Miriel, & Bertun, 1993) in zmanjšajo centralno utrujenost (Davis, 1995). V raziskavi Maurierja in sodelavcev (1997) je bilo ugotovljeno, da so dodatki BCAA pri wrestlerjih tekom devetnajstih dni kalorijske omejitve prispevali k večjemu zmanjšanju v procentu telesne maščobe in pripomogli k vzdrževanju puste mišične mase na višji stopnji v primerjavi z atleti z nizkokalorično kontrolo, nizkokaloričnim vnosom nizkoprocentnih in visokoprocentnih proteinov. Razvejane aminokisliline (BCAA) med in po vadbi predstavljajo gradbeni material za glutamin in alanin, ki predstavljata več kot 50 % vseh mišičnih aminokislin (Millward, DJ., Rivers, HPW, 1989). Razvejane aminokisliline izvrstno pomagajo pri ohranjanju mišične mase pri visoki temperaturi in dolgotrajnem napreznju ter delujejo proti centralni utrujenosti, ki jo povzroča amoniak. Dnevni odmerki naj bi bili okoli 10-20 g (Kulier, 2000). Glutamin pospešuje rast mišic in krepi imunski sistem, oslavljen zaradi treningov. Posledica jemanja le-tega je poleg rasti mišic tudi prewencija pred infekcijami zgornjega respiratornega trakta. Od "pol" prostih aminokislin v krvi in mišicah jih okoli 60 % pripada glutaminu. Stresna stanja, kot so intenzivni treningi, težke bolezni, hitro izčrpajo zaloge glutamina. Ob padcu le-tega se zelo hitro rušita moč in odpornost. Športniki ob težkih treningih tako hitro podležejo banalnim virusnim infekcijam. Je nezamenljiv dodatek tako pri resnejših športnikih, kot pri intenzivni skrbi bolnika. Predstavlja energetski izvor podoben glukozi. Čeprav je razna hrana (ribe, meso, grah) bogata z glutaminom, prihaja do stanj, ko ga ni dovolj ali kadar se njegov nivo naglo znižuje (stres, lakota oz. stradanje, velik napor, izgubljanje telesne teže). Proteinski koncentrat kazein vsebuje 20 % glutamina, kar je povsem dovolj. Jemlje se neposredno pred in po naporu. Količina: telesno maso pomnožimo z 0,17 (za 80 kilogramov težkega moškega torej 13,6g). Za dneve, ko ni napreznja - 5-6 g (Kulier, 2001). Dodatek glutamina se razgradi v toksičen amoniak takoj, ko se raztopi v vodi. Zato se za obnovo glutamina v telesu uporablja tudi dodatek ornitin alfa-

ketoglutarata (Cynobar, et al., 1987), ki znižuje amoniak in pomaga imunskemu sistemu. Vendar dokler obstaja mehanizem zaščite v organizmu (amoniak se pretvarja v sečno kislino, ki se odstranjuje iz telesa), to ne predstavlja takšnega problema (Kulier, 2000). Uporaba glutamina, kreatina, leucina in beta-HMB-ja poveča izgradnjo beljakovin, kar se odraža v povečanju mišične mase (Kreider, 1999).

Različne aminokisline kot so triptofan, glicin, ornitin in arginin lahko vplivajo na povečano izgradnjo mišic (Chigo, et al., 1990; Isidori, Lo Monaco, & Cappa, 1981; Kasai, Kobayashi, & Shimoda, 1978; Kasai et al, 1980; Woolf, & Lee, 1977). Tudi ornitin v alfa-ketoglutarat obliki vzdržuje mišico med zaporednimi travmami (Cynobar, et al., 1987). Oralno zaužitje ornitin alfa-ketoglutarata po operaciji je namreč povzročilo večjo sintezo mišičnih beljakovin in manjšo izgubo mišične mase. Alfa-ketoglutarat je ogljikovo ogrodje aminokisline glutamin. Oralno zaužitje vzdržuje dušik v mišicah, kar pomeni, da zmanjša razgradnjo mišice in izgubo mišičnih aminokislin (Vaubourdolle, et al, 1991). Alfa-ketoglutarat naj bi se užival 3 x dnevno (650 mg kapsule) s sokom (Kulier, 2000). Vendar ima dolgoročno uživanje omenjenih aminokislin lahko negativne vplive na zdravje, zato je resnično potrebno področje dobro spoznati in se glede na okoliščine odločiti za pot (Kleiner, & Greenwood-Robinson, 1998). Avtorici sta mnenja, da telo ob pravilnem in zadostnem prehranjevanju dobi tudi dovolj omenjenih aminokislin. Tako je tudi absorbcija boljša, saj normalna hrana vsebuje tudi prehranske faktorje.

Inzulin ima neposredno anabolno funkcijo, saj vpliva na proizvodnjo somatomedinov (inzulinu podobni rastni faktorji) v jetrih (Drazmin, et al., 1989). Bolj učinkovit kot je metabolizem inzulina, več aminokislin lahko pride v mišične celice, kjer prihaja do sinteze beljakovin. Učinkovitost inzulina poveča krom. Povprečen neaktiven človek naj bi ga potreboval okoli 290 mcg/dan, vendar le malo ljudi zadosti tem potrebam (Tipton, & Stewart, 1970). Športniki potrebujejo še večje količine kroma, ki jim je z normalno prehrano težko zadostiti. Visoko biološko aktiven je kromov pikolinat, ki ima anabolne učinke. Izsledki večine raziskav so pokazali, da so dodatki kromovega pikolinata (200-800 mcg) povzročili večje povečanje mišične mase in moči ter večje zmanjšanje telesne maščobe v primerjavi s kontrolno skupino, ki ni uživala dodatkov (Hasten, et al., 1992;

Hambidge, 1974). Nasprotno trdi Kleinerjeva (1998), saj kromov pikolinat ni povzročil povečanja mišične mase in moči ter zmanjšanja maščobe. Kromov pikolinat povzroča izločanje ostalih mineralov in moti metabolizem železa ter lahko povzroči spreminjanje oblike celic. Zaradi anabolne funkcije je pomembna celodnevna regulacija izločanja inzulina (Colgan, 1993). Najboljši ukrep za celodneven visok in stalen nivo inzulina je uživanje majhnih obrokov na vsakih nekaj ur (vsaj 6 na dan).

Kreatin je eden najučinkovitejših in najvarnejših dodatkov za anaerobni trening (Stout, J.R. & drugi, 1997). Dodajanje aspartata in glutamina še dodatno poveča učinek. Je glavni energent za mišične kontrakcije. Če se poleg kreatin monohidrata jemljejo tekoči OH - koncentradi (90 g 4-krat dnevno), se dodatno poveča njegova koncentracija v mišicah (Green, A.L. & drugi, 1996). Obstajata dve temeljni metodi jemanja kreatin monohidrata. Prva metoda je 20 g dnevno razdeljeno na štiri obroke in dobro premešano v topli tekočini (čaju, soku) za čas 5-6 dni. Nivo le-tega strmo raste (Earnest, C.P. & drugi, 1996). Druga metoda je 3g/dan najmanj štiri tedne. Nivo raste zelo počasi, da se nato končno doseže ista stopnja kot pri prvi metodi (Hultman, E., & drugi, 1996). Harrisova študija predlaga 5 gramov 6-krat na dan nekaj dni (Harris, R.C. & drugi, 1992). Če se jemlje s sladkorjem, se absorbcija kreatina v mišicah poveča. Za čas jemanja se je treba izogibati kofeina, ker ga v večjih količinah upočasnjuje in blokira (Vanderberghe, K. & drugi, 1996). Poveča se potreba po tekočini. Zelo hitro pride do znatnega napredka, kar se tiče eksplozivnosti. Lahko treniramo močneje in dlje, ker Cr vpliva na produkcijo energije v naših mišičnih celicah - kreatin ne vpliva direktno na mišično maso. V mišičnih celicah se namreč pretvori v CP, ki služi kot energijski vir, zadosten za nekaj sekund akcije. Nadomešča celične rezerve ATP-ja, molekularnega gradiva, ki preskrbuje moč, energijo za mišične kontrakcije. Z več ATP-ja mišice lahko opravijo več dela. Jemanje kreatina nad priporočenimi dozami ne prinese k nalaganju v mišice. Kratkoročno dodatki kreatina ne spreminjajo hormonske odzive testosterona, kortizola, ravnega hormona, kot posledico vadbe. Možna je kontaminacija, včasih pa so dodane tudi druge substance, tudi dopinški agensi. Tudi zato mnogi odsvetujejo jemanje kreatina (Greenhalf, P.L. & drugi, 1994). Glede karcinogenih učinkov kreatina so dokazi pomanjkljivi, mnoge raziskave pa so pokazale antikarcinogene učinke. Za dolgoročno

škodljivost prav tako ni zanesljivih dokazov. Mnogi tako kreatin tretirajo kot učinkovit in varen (Colgan, 1993).

Tudi nekatere druge substance (vitamini in minerali) lahko preko sproščanja anabolnih hormonov pomagajo pri pridobivanju mišične mase, vendar jemanje večjih količin od dnevnih potreb ne povzroči nadaljnega napredka. Tu so pomembni predvsem bor, vitamin C in cink (Abassi, et al., 1980; Chinoy, et al., 1986; Kitabschi, 1967).

Manjše doze kofeina lahko povzročajo pomembne ergogene učinke preko direktnega vplivanja na centralni živčni sistem med vadbo (Colgan, 1993). Posledično lahko povzroči višje koncentracije stimulativnih neurotransmiterjev. Kofein poveča izločanje adrenalina in s tem porabo maščob kot goriva. Je diuretik in spada med termogene (dviga metabolizem in telesno temperaturo). Zaradi tega se priporoča tovrsten vnos med samo vadbo.

2.11. Dejavniki povečanja mišične mase

Z visoko intenzivno vadbo moči se poveča prečni presek v mišici (Zatsiorsky, 1995). Glavni vzroki za povečanje prečnega preseka so povečanje preseka individualnih vlaken (hipertrofija) in deloma lahko tudi povečanje števila mišičnih vlaken (hiperplazija). Hiperplazija je bila ugotovljena pri živalih (Gonyea, 1980), pri človeku je bila v nekaterih primerih potrjena (MacDougall, Sale, Elder, & Sutton, 1980; MacDougall, Elder, Sale, & Sutton, 1980), v drugih pa ne (MacDougall, Sale, Alway, & Sutton, 1984; MacDougall, Sale, Elder, & Sutton, 1976). Večji delež pri povečanju mišičnega preseka predstavlja hipertrofija, kjer se loči dva tipa:

- Sarkoplazmatska hipertrofija je povzročena zaradi povečanja sarkoplazme (znotrajcelične tekočine) in nekontraktilnih beljakovin, ki ne prinesejo direktno k produkciji mišične sile. Gostota filamentov v mišičnih vlaknih se zmanjša, prečni presek mišice poveča, sočasno ni spremembe v mišični moči.

- Miofibrilarna hipertrofija je povzročena zaradi povečanja miofibril, kar pomeni povečanje števila aktinskih in miozinskih filamentov. Gostota filamentov se poveča, posledica je povečanje mišične moči.

Satelitske celice se nahajajo poleg vsake miofibrile v mišici in opravljajo vlogo prekursorjev (začetnikov) pri mišični regeneraciji. Že nekaj satelitskih celic je sposobno proizvesti tudi sto novih miofibril in nekaj tisoč novih jeder. Te celice so sposobne tudi samoobnove, kar jim pravzaprav omogoča sodelovanje v različnih regeneracijskih procesih ([Collins](#), & [Partridge](#), 2005). Satelitske celice se delijo, odcepljeno jedro pa je nato vgrajeno v mišično vlakno, kar poveča število jeder. Satelitske celice so tako odgovorne tudi za povečanje prečnega preseka mišice zaradi vadbe moči ([Hikida](#), et al., 2000). Sočasno z degenerativnimi procesi in atrofijo mišic, ki so povezani s starostjo, imobilizacijo in neaktivnostjo, pride tudi do zmanjšanja števila in potenciala satelitskih celic ([Jejurikar](#), & [Kuzon Jr.](#), 2003).

2.12. Vloga endokrinih žlez – žlez z notranjim izločanjem pri pridobivanju mišične mase

Žleze izločajo kemične substance - hormone - direktno v obtok. Tako so vse telesne celice izpostavljene hormonom, dejanski učinek pa je le na tkiva, ki imajo ustrezne receptorje za te hormone. Položaj endokrinih žlez je: hipofiza, ščitnica, nadledvična žleza, trebušna slinavka, jajčniki, moda.

Kemična struktura hormonov:

- proteini ali derivati le-teh (hormoni, ki jih izločajo hipofiza, obščitnica, trebušna slinavka);
- steroidi, derivati holesterola (hormoni, ki jih izločajo moda, jajčniki, skorja nadledvične žleze);
- predhodniki aminokislin (hormoni, ki jih izloča sredica nadledvične žleze in ščitnica).

Akcije hormonov:

- morfogeneza (vpliv na telesno rast in razvoj telesa in njegovih delov, razvoj žlez in sekundarnih spolnih znakov).
- povezovanje (preko cirkulacije so hormoni del kompleksnega mehanizma in povezujejo telesne aktivnosti, delujejo tudi kot odgovor na notranje in zunanje dražljaje, stresne situacije).
- vzdrževanje - notranjega okolja telesa (kalcij, soli, vode, ostale tekočine; razporeditev hranil, ki so na voljo).

Razlike v rasti in razvoju odražajo različnost koncentracij hormonov v obtoku, odzivnost tkiv na te hormone in števila receptorjev. Koncentracija receptorjev za specifični hormon se poveča med rastjo in puberteto in zmanjša s starostjo.

Hormonski mehanizmi so del kompleksno integriranega sistema, ki pomaga usmerjati in vpliva na adaptivne spremembe, narejene preko mišičnega metabolizma in procesa remodeliranja celic, vpletenega v adaptacijo na trening z utežmi.

Glavni anabolični hormoni, vpleteni v rast in remodeliranje tkiv so rastni hormon, inzulin, testosteron in tiroidni hormoni. Tudi hormon IGF («insulin like growth factor») ima dramatične potencialne učinke na mišično celično rast.

HIPOFIZA

Je »gospodar« žlez oziroma glavna regulativna žleza za rast in razvoj. Sprednji del hipofize je pomemben za rast in razvoj zaradi izločanja somatotropina (rastnega hormona), kortikotropina (adrenokortikotropni hormon), tirotropina (stimulacija ščitnice) in treh genadotropinov.

Rastni hormon (somatotropin) je esencialen za normalno rast. Direktni učinek ima na zmanjšanje uporabe in koriščenja ogljikovih hidratov, povečuje pa sproščanje lipidov iz

maščobnih tkiv (depojev) in njihovo koriščenje za energijske potrebe. Indirektni učinek ima na somatsko rast - je posrednik somatomedinov, ki so substance, ki pospešujejo rast in se proizvajajo v jetrih. Somatomedini stimulirajo sintezo proteinov in povzročajo celično rast in razmnoževanje - mitozo (delitev telesa) v mnogih tkivih telesa. Pride do zadrževanja dušika, gradnje tkiv - rasti mišic (anabolnega procesa). Vrh koncentracije OH skoraj sovpada s časom nastopa vrha nagle rasti - po tem obdobju obseg izlivov rastnega hormona pade. Izliv rastnega hormona sicer poteka cel dan, vendar je največji izliv ponoči pri neprekinjenem spancu (globok spanec). Na nivo rastnega hormona vplivajo fizična aktivnost, prehrabeni status, psihološki in socialni stres ter dolžina intenzivnega (globokega) neprekinjenega spanca. Rastni hormon je potreben zato, da podpira normalno somatsko rast po rojstvu. Tudi preko vpliva tropnih hormonov na druge endokrine žleze, sprednji del hipofize vpliva na rast in dozorevanje.

Sprednji del hipofize izloča rastni hormon, ki nato vpliva na izločanje IGF (inzulinu podobni rastni faktorji-somatomedini). Mnogi efekti rastnega hormona so posredovani ravno preko hormonov IGF (IGF-I in IGF-II). IGF so pomembni stimulatorji anabolnih procesov v skeletnih mišicah. Cirkulirajoči IGF so očitno povezani z vezalnimi proteini in naj bi stimulirali celo izločanje lastnih vezalnih proteinov iz mišičnih celic. Cirkulirajoči IGF vezalni proteini igrajo glavno vlogo v zagotavljanju dostopa IGF peptidov do receptorjev, nanje pa vpliva koncentracija rastnega hormona. Na regulacijo koncentracije IGF in dostopnost vplivajo mnogi faktorji, med drugim tudi hormonska regulacija vplivana preko izločanja rastnega hormona in inzulina, pomemben pa je tudi prehrabeni status kot signalni mehanizem za izločanje IGF-a. Prehrabeni vpliv se odraža preko transporta IGF-a, produkcije in regulacijske kontrole. Zdi se, da so vezalni proteini rezervoar IGF-a in se odzivajo na dostopnost receptorjev oz. preokupiranost z izločanjem IGF-a, ko so receptorji na voljo. To bi teoretično lahko zmanjšalo degradacijo in dovoljevalo IGF, da bi le ti imeli bolj efektiven in daljši čas za odziv, kot tudi da bi interakcije z receptorji lahko bile vzdrževane daljši čas.

Zadnji del hipofize ni direktno povezan z rastjo in dozorevanjem, a vpliva na različne druge telesne funkcije. Tirotropin tako nadzira izločanje žleze ščitnice (hormon

tirokalcitonin). Adrenokortikoid (ACTH) ureja izločanje glukokortikoidov in androgenov (moških spolnih hormonov) iz skorje nadledvične žleze in pospešuje uporabo maščob, glukoze, aminokislin. Gonadotropin-LH (n) vpliva na izločanje testosterona (Leydigove celice).

ŠČITNICA

Je največja presnovna žleza. Izloča tudi tirokalcitonin, ki vpliva na nivo kalcija v krvnem obtoku (povečuje nalaganje Ca v kosti). Tiroidni hormoni spodbujajo porabo kisika in porabo energije. Glavni metabolični učinek tiroidnih hormonov je povečanje porabe kisika v večini tkiv (mišice, srce, jetra, ledvica). Tiroksin pa je esencialen za celostni izraz efektov ravnega hormona. Tiroidni hormoni vplivajo na telo kot celoto, skeletno rast in razvoj, rast mišic, spolni in mentalni razvoj, ker so povezani z ravnim hormonom in njegovim popolnim učinkom.

OBŠČITNICA

Izloča parathormon, ki je esencialen za regulacijo kalcija in metabolizem fosfatov. Povečuje cirkulacijo kalcija, zmanjšuje izločanje kalcija v urin, vzdržuje stabilen nivo kalcija v plazmi. Nasproten učinek ima tirokalcitonin, ki zmanjšuje cirkulacijo kalcija. Parathormon-tirokalcitonin je torej "dvojni feedback" sistem za vzdrževanje koncentracije kalcija. Če postane nivo kalcija v plazmi previsok, se izloča tirokalcitonin, če pa je nivo kalcija prenizek, se izloča parathormon.

TREBUŠNA SLINAVKA

Ima predvsem prebavno funkcijo. Izloča inzulin in glukagon, ki delujeta medsebojno antagonistično. Prvi znižuje krvni sladkor, drugi ga zvišuje. Kontrola izločanja inzulina in glukagona je regulirana predvsem preko nihanja krvnega sladkorja in občutljivosti določenih tkiv na hormone.

Inzulin je esencialen za metabolizem ogljikovih hidratov. Pospešuje metabolizem glukoze preko stimuliranja transporta glukoze in aminokislin skozi celične membrane. Inzulin znižuje koncentracijo krvne glukoze in večja rezerve glikogena v skeletnih mišicah in jetrih. Če je delež krvne glukoze prevelik in so zaloge glikogena prenasočene, inzulin stimulira transformacijo glukoze v maščobne kisline. Lahko inhibira produkcijo glukoze v jetrih. Inzulin skupaj z rastnim hormonom deluje v interakciji. Je esencialen za celostno delovanje ravnega hormona. Čeprav inzulin pospešuje sintezo proteinov ob odsotnosti ravnega hormona, ima rastni hormon le majhen učinek na sintezo proteinov ob odsotnosti inzulina. Efekt ravnega hormona na sintezo proteinov in na rast je torej občutno večji ob prisotnosti inzulina. Imata pa inzulin in rastni hormon kontra učinke na maščobe. Inzulin stimulira pretvarjanje ogljikovih hidratov v maščobe in zatira hipofizo, medtem ko rastni hormon stimulira mobilizacijo maščob. Porast krvne glukoze povzroči produkcijo in izločanje inzulina, kar ima za posledico znižanje krvnega sladkorja na normalni nivo, medtem ko znižanje nivoja krvne glukoze stimulira produkcijo glukagona, kar mobilizira glukozo iz glikogenskih rezerv.

Glukagon ima nasprotno učinke od inzulina. Njegovo izločanje naraste, ko je nivo krvne glukoze nizek. Mobilizira glukozo preko povečanja razgradnje glikogena (glikogenoliza). Glukoza tako pride v krvni obtok in ko se nivo krvne glukoze dvigne, je izločanje glukagona inhibirano. Kot kontrast inzulinu, glukagon stimulira razgradnjo trigliceridov in maščob in tako poveča nivo maščobnih kislin.

NADLEDVIČNA ŽLEZA

Hormoni skorje nadledvične žleze so direktno vpleteni v regulacijo rasti in razvoja. Skorja nadledvične žleze izloča steroidne hormone, sredica pa izloča adrenalin in noradrenalin (je oživčena s simpatikusom). Ta hormona vplivata na odziv srca, krvnih žil, porabo kisika in ostale metabolične aktivnosti na stres. Adrenalin, noradrenalin in dopamin so verjetno najbolj pomembni za akutno izražanje moči.

Dve glavni kategoriji adrenalnih steroidov sta mineralokortikoidi (aldosteron) in

glukokortikoidi (kortizol). Skorja izloča tudi mnoge anabolne steroide (androgene), izloča ali proizvaja pa tudi manjše količine testosterona, estrogena, progesterona, androstendiona. Mineralokortikoidi regulirajo homeostazo natrija in kalija in volumen ekstracelične tekočine, glukokortikoidi pa sodelujejo pri metabolizmu ogljikovih hidratov in maščob. Aktivnosti adrenalnih androgenov so fiziološko podobne aktivnostim androgenov, ki jih proizvajajo testisi - in stimulirajo razvoj moških karakteristik in zadrževanje dušika. Adrenokortikotropni hormon (ACTH) regulira izločanje glukokortikoidov in androgenov. Adrenalni kortikosteroidi so esencialni za rast in razvoj. Izločanje glavnega kortikoida - kortizola, se povečuje postopno s starostjo (med obdobjem rasti). Povečanje je proporcionalno s starostjo povezanimi večjimi telesnimi obsegi. Kortizol naj bi vplival na mišično maso, prav tako tudi aldosteron (le da ta ni v korelaciji s prej omenjeno starostjo). Kortizol je katabolni hormon. V situacijah bolezni in poškodb povzroči izgubo kontraktilnih proteinov in mišično atrofijo in s tem manjšo možno producirano silo.

SPOLNE ŽLEZE

Sem spadajo moda in jajčniki, ki opravljajo dve funkciji: izločanje hormonov in reprodukcija. Dihidrotestosteron (izhaja iz encimske pretvorbe testosterona), je glavni androgen, ki pospešuje rast. Testosteron je sicer sintetiziran v modih iz predhodnika holesterola. Stopnja encimske pretvorbe testosterona v dihidrotestosteron je povezana s telesnimi obsegi in verjetno z mišično maso. Androgeni (med katerimi je testosteron) povzročajo zadrževanje dušika in tako povečujejo anabolizem (gradnjo oziroma rast tkiv). Testosteron povzroča dramatično povečanje mišične mase pri adolescentih in izgubo maščobe na ekstremitetah (podoben učinek ima rastni hormon). Spremembe v telesni kompoziciji med adolescenco so očitno povezane s povečano sekrecijo ravnega hormona in somatomedina C, kot posledica povečane sekrecije spolnih žlez in adrenalnih spolnih steroidov v tem času.

DELNA TABELA HORMONOV, KI VPLIVAJO NA RAST IN RAZVOJ

HORMON / UČINEK NA RAST

1. Hormon, ki stimulira izločanje RH / stimulira izločanje RH
 2. Hormon, ki stimulira izločanje tiotropina / stimulira izločanje tiotropina
 3. Hormon, ki stimulira izločanje kortikotropina / stimulira izločanje adrenokortikotropnih hormonov
 4. Hormon, ki stimulira izločanje gonadotropina / stimulira izločanje foliklov in LH-hormona
 5. Rastni hormon (somatotropin) / zmanjšuje stopnjo porasta OH, pospešuje mobilizacijo lipidov iz adipoznih tkiv, stimulira produkcijo somatomedinov (indirektni vpliv - sinteza proteinov).
 6. Tiotropin / kontrolira izločanje žleze ščitnice
 7. Adrenokortikotropni hormon / regulira izločanje glukokortikoidov (kortizol) in androgenov iz skorje nedledvične žleze, pospešuje lipolizo in vnos glukoze in aminokislin.
- 5, 6 in 7 → izloča jih hipofiza (sprednji del).
8. Tiroksin in trijodtironin / tiroksin je esencialen za popoln učinek RH; oba stimulirata metabolizem - izloča ga ščitnica.
 9. Tirokalcitonin / zmanjšuje cirkulacijo kalcija - izloča ga ščitnica
 10. Parathormon / povečuje cirkulacijo kalcija
 11. Inzulin (izloča ga trebušna slinavka) / pospešuje absorbcijo glukoze iz krvi in povečuje rezerve glikogena; stimulira transport glukoze in aminokislin skozi celične membrane; esencialen za popoln učinek rastnega hormona; pospešuje sintezo proteinov; stimulira pretvorbo OH v M.
 12. Glukagon (izloča ga trebušna slinavka) / povečuje koncentracijo krvne glukoze.
 13. Somatomedini (izločajo jih jetra) / stimulirajo sintezo proteinov, razmnoževanje celic in zadrževanje dušika.
 14. Somatomedin C (izločajo ga jetra) / stimulira razmnoževanje hrustančnih celic na mestih rasti dolgih kosti, kar ima za rezultat linearno rast kosti.

15. Glukokortikoidi / povečuje krvno glukozo in mobilizacijo M (kortizol).
16. testosteron / povzroča dramatičen porast mišic v adolescenci.
17. Estradiol in progesteron / pospešuje zadrževanje dušika, gradnjo tkiv.

2.13. Endokrini odziv in adaptacije na vadbo moči

Hormonska regulacija moči poteka preko različnih neuroendokrinih mehanizmov, vpletenih v rast in razvoj mišičnega tkiva. Na hormonski odziv pa lahko dramatično vplivajo tudi zunanji dejavniki (aktivnost, prehrana). Anabolno - katabolno ravnovesje telesa je odvisno od vadbenih stimulusov, prehrane, pretreniranosti, spanca, konzumiranja raznih substanc (alkohola, droge) in zdravstvenega statusa. Razumevanje in upoštevanje omenjenih dejavnikov lahko pomeni večji napredek pri vadbi moči (hipertrofije).

Zaporedje dogodkov, ki vključujejo neuroendokrine mehanizme v trening moči:
trening moči / izločanje hormonov / transport / receptorske interakcije / celični efekti / celične adaptacije / povečane kapacitete produkcije sile / povečana moč.

Vsi vadbeni protokoli ne povzročijo povečanja koncentracije hormonov v krvi, če pa jo, je odgovor specifičen, kar pomeni, da različni vadbeni protokoli povzročijo različen hormonski odziv (Kraemer, et al., 1990; Kraemer, et al., 1991).

KAKO VADBA ZA MOČ DELUJE NA TESTOSTERON, HORMON RASTI IN KORTIZOL?

Testosteron in vadba za moč

Povečanje celotnega testosterona v serumu je vidno med in takoj po vadbeni enoti moči, če je zadoščeno nekaterim vadbenim spremenljivkam. Odziv je večji, če je visoka intenzivnost (85-95 % mejne teže-MT), srednja do velika količina (več vaj, serij in

ponovitev), kratki odmori (30 s-1 min) in če so obremenjene večje mišične skupine (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen, & Komi, 1985; Kraemer, 1988; Kraemer, et al., 1990). Še nekoliko večji porast testosterona v primerjavi z maksimalnim možnim številom ponovitev v vsaki seriji povzročijo protokoli, kjer gre še za dodatne ponovitve s pomočjo partnerja. Vendar je testosteron v večji meri vezan na prenašalce (beljakovina globulin), prostega pa je manj. Hipoteza o prostem hormonu pravi, da le prosti hormon lahko vpliva na ciljna tkiva. Hakkinen in sodelavci (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1987; Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1988) so ugotovili, da prosti testosteron ostane nespremenjen ali pa se zmanjša po vadbeni enoti moči. Novejša raziskava je potrdila povečanje tako celotnega kot prostega testosterona po vadbeni enoti moči ([Ahtiainen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), & [Hakkinen](#), 2004). Kljub temu lahko tudi povečanje koncentracije testosterona v vezani obliki pomembno vpliva na količino hormonov, ki pridejo v stik s ciljnim (mišičnim) tkivom (Ekins, 1990). Do povečanja prostega in celotnega testosterona po vadbeni enoti moči ne pride le pri mladih moških temveč tudi pri starejših ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). Vendar je povečan odziv testosterona na vadbeno enoto moči verjetno odvisen tudi od treniranosti, saj je pri netreniranih moških do tega prišlo šele po 6 tednih vadbe moči (Kraemer, et al., 1998). Pri treniranih je odziv večji ([Ahtiainen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), & [Hakkinen](#), 2004). Nekaj časa po vadbeni enoti moči (ponoči) pa je raven testosterona v krvi zmanjšana ([Nindl](#), et al., 2001). Nasprotno pri ženskah po vadbeni enoti moči ni prišlo do statistično značilnega povečanja nivoja prostega ali celotnega testosterona, pa naj bo ta vadbeno enota moči izvedena pred ali po 6 mesečni vadbi moči ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000).

Kronični učinki vadbe moči na adaptacije testosterona v mirovanju in pri odzivu na vadbeno enoto moči niso v celoti znani (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1988; Stone, Byrd, & Johnson, 1984), so pa verjetno odvisni od časa treniranja in izkušenj. Hakkinen in sodelavci (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1988) so ugotovili, da med 2 leti trajajočo vadbo moči pride do povečanja koncentracije testosterona v serumu v mirovanju pri vrhunskih atletih. Vendar je pri teh atletih verjetno adaptacijska strategija v organizmu drugačna, saj testosteron vpliva na povečanje moči

bolj preko živčnih mehanizmov. Pri teh športnikih je namreč zelo malo adaptacijskega potenciala za hipertrofijo. Pri mladih in starih moških ter ženskah med 6 mesečno vadbo ni prišlo do sprememb koncentracije celotnega in prostega testosterona v mirovanju ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). Tudi po 12 tedenski vadbi moči pri moških in ženskah srednjih let in pri starostnikih ni prišlo do povečanja koncentracije omenjenega hormona v mirovanju (Hakkinen, & Pakarinen, 1994). Enako je bilo ugotovljeno med 16 tedensko vadbo moči pri mlajših in pri starejših moških (Izquierdo, et al., 2001). Nasprotno so ugotovili Marx in sodelavci ([Marx, et al., 2001](#)), saj so mlajše ženske po 12 tedenski vadbi moči posedovale višjo raven testosterona v mirovanju. Tudi Kraemer in sodelavci (Kraemer, et al., 1998) so pri netreniranih po 6 tednih vadbe moči tako pri ženskah kot moških ugotovili povečanje testosterona v mirovanju. Celo pri ženskah obstaja povezava med koncentracijo prostega in celotnega testosterona v mirovanju ter med napredkom v moči ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). To pomeni, da so v moči bolj napredovale mlajše ženske, ki so imele že v izhodišču nekoliko višji nivo testosterona. Enako se je potrdilo tudi pri moški populaciji, saj so moški (pretežno mlajši), ki so imeli višjo raven prostega in celotnega testosterona v mirovanju bolj napredovali v moči kot tisti, ki so imeli nižjo raven testosterona (pretežno starejši moški).

Rastni hormon in vadba za moč

Koncentracija ravnega hormona v serumu se povečuje z večanjem koncentracije vodikovih ionov in sicer že med vadbena enota moči in ostane povečana še nekaj časa po opravljeni vadbena enoti (Gordon, Kraemer, Vos, & Lynch, 1994; Kraemer, et al., 1990). Vsi vadbena protokoli ne izzovejo povečane koncentracije ravnega hormona v serumu. VanHelder in sodelavci (VanHelder, Radomski & Goode, 1984) so ugotovili, da pri lahkih bremenih (28 % od bremena, kjer je maksimalno možno število ponovitev 7) in velikemu številu ponovitev v vsaki seriji, ni sprememb v koncentraciji omenjenega hormona. Pri vadbi moči so lahko uporabljena različna bremena, ki so lahko označena kot zelo lahka (15 možnih ponovitev ali več) do zelo težka (10 možnih ponovitev ali manj). Z uporabo lažjih bremen se razvija pretežno lokalna mišična vzdržljivost, manj pa

maksimalna moč in hitra moč. Kraemer in sodelavci (Kraemer, et al., 1990) so našli različne koncentracije ravnega hormona v serumu glede na različne uporabljene vadbene protokole. Tako je vadbena enota, kjer je bila intenzivnost visoka (10 možnih ponovitev), količina je bila 3 serije za vsako vajo (opravljeno delo je bilo okoli 60 KJ), odmor je bil kratek (1 min), povzročila občutno povečanje koncentracije ravnega hormona v serumu. Največji hormonski odziv je bil zaradi zmanjšanja odmora (1 min) in povečanja trajanja serije (10 možnih proti 5 možnim ponovitvam). Še večji porast ravnega hormona v primerjavi z maksimalnim možnim številom ponovitev v vsaki seriji povzročijo protokoli, kjer gre še za dodatne ponovitve s pomočjo partnerja ([Ahtiainen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), & [Hakkinen](#), 2004). Tudi pri ženskah so podobni vadbene protokoli povzročili povečano izločanje ravnega hormona (Kraemer, et al. 1993). Pri netreniranih ženskah in moških je med 8 tedensko vadbo moči vedno prišlo do povečanja koncentracije ravnega hormona po vadbene enoti moči ([Kraemer, et al.](#), 1998). Pri vseh skupinah vadečih (mladi in stari moški ter mlade ženske) se je po opravljeni vadbene enoti moči povečala koncentracija ravnega hormona, edino pri starejših ženskah (povprečna starost je bila 70 let) ni bilo odziva ravnega hormona na vadbene enoto ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). Vendar so povečan odziv ravnega hormona na vadbene enoto moči tako pri starejših moških kot ženskah (65 let) potrdili Hakkinen in sodelavci ([Hakkinen](#), et al., 2002).

Kronični učinki vadbe moči na adaptacije ravnega hormona v mirovanju in med vadbo niso v celoti znani (Kraemer, 1994). Potrebne bodo raziskave, kjer se bo več časa spremljalo hormonski odziv (2-24 ur). Nekatera posamezna merjenja koncentracije omenjenega hormona v mirovanju pri vrhunskih dvigovalcih uteži so pokazale majhne spremembe (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen & Komi, 1988). Majhne spremembe koncentracije v mirovanju ne pomenijo nujno neznatnega učinkovanja ravnega hormona, saj na to vpliva več dejavnikov. To so lahko spremembe v mehanizmi povratnih zvez, spremembe v občutljivosti receptorjev, potenciacija inzulinu podobnih ravnih faktorjev (IRF), spremembe v dnevnem variranju in maksimalne koncentracije omenjenega hormona med vadbo (Kraemer, 1994). Pri mladih in starih moških ter ženskah med 6 mesečno vadbo ni prišlo do sprememb koncentracije ravnega hormona

v mirovanju ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). Enako je bilo možno zaslediti pri mlajših ženskah, kjer je po 12 tedenski vadbi moči koncentracija ravnega hormona v mirovanju ostala na enaki ravni (Marx, et al., 2001). Tudi po 12 tedenski vadbi moči pri moških in ženskah srednjih let in pri starostnikih ni prišlo do spremembe koncentracije ravnega hormona v mirovanju ([Hakkinen](#), & [Pakarinen](#), 1994). To so potrdili tudi [Kraemer](#) in sodelavci ([Kraemer](#), et al., 1998) pri netreniranih moških in ženskah, pri katerih je vadba moči trajala 8 tednov. Med zgodnjo folikularno fazo menstruacijskega ciklusa je raven ravnega hormona v mirovanju pri ženskah mnogo večja kot pri moških. V odvisnosti od menstrualnega obdobja se tudi spreminja raven ravnega hormona v serumu (Kraemer, et al. 1993).

Kortizol in vadba za moč

Kortizol v serumu se poveča med vadbena enota moči in povzroči dvig anaerobnega metabolizma. Največje povečanje je podobno kot pri ravnem hormonu zaslediti pri vadbenih protokolih, kjer vaje obremenijo velike mišične skupine, količina je velika, odmori pa so kratki (Kraemer, 1994). Raven kortizola je še nekaj časa po vadbena enoti moči (ponoči) povečana (Nindl, et al., 2001). Tudi pri tem hormonu je možno opaziti še večji porast pri vadbenih protokolih, kjer gre po zadnji možni ponovitvi v seriji še za dodatne ponovitve s pomočjo partnerja ([Ahtiainen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), & [Hakkinen](#), 2004). Do povečanega odziva kortizola na vadbena enota moči je prišlo tako pri ženskah kot moških, ki niso bili trenirani (Kraemer, et al., 1998). Medtem ko kronično povečanje koncentracije kortizola lahko pomeni vzdrževanje homeostaze pri metabolizmu beljakovin (Florini, 1987) ali celo negativne posledice kot so pretreniranost, bolezen, poškodbe (MacDougall, 1986), pa akutno povečanje pomeni metabolični stres zaradi vadbene enote in posledično delež pri remodeliranju mišičnega tkiva.

Pri mladih in starih moških ter ženskah med 6 mesečno vadbo ni prišlo do sprememb koncentracije kortizola v mirovanju ([Hakkinen](#), [Pakarinen](#), [Kraemer](#), [Newton](#), & [Alen](#), 2000). Tudi po 12 tedenski vadbi moči pri moških in ženskah srednjih let in pri starostnikih ni prišlo do spremembe koncentracije kortizola v mirovanju ([Hakkinen](#), &

[Pakarinen](#), 1994). Nasprotno so potrdili Marx in sodelavci ([Marx](#), et al., 2001), saj se je pri mlajših ženskah po 12 tedenski vadbi moči koncentracija kortizola v mirovanju zmanjšala. To se je zgodilo tudi pri netreniranih moških in ženskah po 8 tednih vadbe moči ([Kraemer, et al.](#), 1998).

2.14. Hormonski odgovor na vadbo moči z ali brez prehrabnih dodatkov

KATERE MANIPULACIJE V PREHRANI VPLIVAJO NA DVIG HORMONA RASTI IN TESTOSTERONA TER NA NIVO KORTIZOLA?

Dolgoročno pravilne prehrabne manipulacije prek različnih mehanizmov lahko vplivajo na povečanje mišične mase in moči v večji meri kot nepravilne prehrabne manipulacije. Pomembni faktorji pri prehrani so količina, kvaliteta in čas zaužitja (Volek, JS, 2004). Pri vsakodnevnih težkih vadbenih enotah moči namreč pride do pospešenja izgradnje in razgradnje beljakovin ter polnjenja in praznjenja glikogenskih zalog in znotrajmišičnih maščob-trigliceridov (Kraemer, Volek, Bush, Putukian, & Sebastianelli, 1998).

Povečanje izločanja testosterona

Povečanje dnevnega vnosa kalorij nad mejo energijskih potreb organizma poveča koncentracijo testosterona v mirovanju (Forbes, Brown, Welle, & Underwood, 1989). Zaužitje beljakovin in ogljikovih hidratov takoj pred in 2 uri po vadbeni enoti moči povzroči v obdobju po vadbi (anabolna faza) povečanje koncentracije inzulina in zmanjšanje koncentracije testosterona (Chandler, Byrne, Patterson, & Ivy, 1994). Koncentracija testosterona naj bi bila zmanjšana zaradi visoke koncentracije inzulina (razmerje med izločanjem obeh hormonov naj bi bilo obratnosorazmerno). Podobno poročajo tudi drugi avtorji (Fahey, Hoffman, Colvin, & Lauten, 1993), saj je bila po koncu vadbene enote moči koncentracija inzulina večja ob zaužitju omenjenega napitka.

Zaužitje aminokislin z razvejano verigo (BCCA) pred vadbo se odraža v povečanem odzivu testosterona (Carli, Bonifazi, Lupo, Martelli, & Viti, 1992).

Kvantiteta in kvaliteta zaužitih maščob lahko vpliva na koncentracije testosterona v mirovanju (Volek, Boetes, Bush, Incledon, & Kraemer, 1997). Obstaja pozitivna povezanost med količino zaužitih maščob in koncentracijo testosterona v mirovanju ter negativna povezanost med količino zaužitih beljakovin in koncentracijo testosterona v mirovanju. Večjo povezavo je mogoče ugotoviti pri treniranih. Vendar vse maščobe ne vplivajo pozitivno na raven testosterona. Porast omenjenega hormona povzroči povečana količina nasičenih in enkrat nenasičenih maščobnih kislin, upad pa povečana količina večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Japonski raziskovalci ([Nagata](#), [Takatsuka](#), [Kawakami](#), & [Shimizu](#), 2000) pa so odkrili negativno povezanost med zaužitimi nasičenimi, enkrat nenasičenimi in večkrat nenasičenimi maščobami in celotnim testosteronom v mirovanju, vendar so statistično značilne razlike obstajale le pri večkrat nenasičenih maščobah. Na raven prostega testosterona zaužite maščobe niso imele vpliva. Odziv prostega in celotnega testosterona na težko vadbeno enoto moči je bil zaradi večje količine zaužitih maščob v dnevih pred vadbo povečan. Zato se predvideva, da pomanjkanje maščob v prehrani in prevelik delež beljakovin med vadbo moči v nekem obdobju lahko negativno vpliva na anabolo hormonsko okolje ([Sallinen](#), et al., 2004).

Nekateri vitamini in minerali lahko pomagajo pri proizvodnji testosterona. Bor je esencialni mineral, vendar jemanje večjih količin od dnevnih potreb ne povzroči nadaljnjega dviga testosterona (Colgan, 1993). Veliko večji stimulus za proizvodnjo testosterona pri podganah in pujsih je vitamin C, ki je odgovoren za zaščito strukture mod (Chinoy, et al., 1986; [Biswas](#), [Chaudhuri](#), [Sarkar](#), & [Biswas](#), 1996). Veliki odmerki omenjenega vitamina povzročijo inhibicijo nadledvične žleze na adrenokortikotropni hormon in s tem manjše izločanje kateholaminov. Tako ostane več pregnenolona za proizvodnjo testosterona (Kitabschi, 1967). Tudi cink vpliva na proizvodnjo testosterona, saj ga Leydigove celice v modih za vzdrževanje funkcije potrebujejo (Abassi, et al.,

1980). Pomanjkanje cinka pri ljudeh se je odražalo v zmanjšanju nivoja testosterona v krvi.

Povečanje izločanja rastnega hormona

Za napredek v moči je pomembno vzdrževati pozitivno energijsko bilanco. Z nizko kalorično dieto (stradanje) se sicer lahko doseže sproščanje rastnega hormona, vendar se zelo zmanjša nivo IGF. Brez IGF ni rasti tkiva. Povečanje dnevnega vnosa kalorij nad mejo energijskih potreb organizma še dodatno poveča koncentracije rastnega hormona in IGF (Forbes, Brown, Welle, & Underwood, 1989). Tudi pomanjkanje beljakovin (negativno dušikovo ravnovesje) v sicer dosti kalorični hrani se lahko odraža v zmanjšanem nivoju IGF (Thissen, Ketelslegers, & Underwood, 1994; Clemmons, & Underwood, 1991). Tudi kvaliteta zaužitih beljakovin je važna, saj hrana z največ esencialnimi aminokislinami v ustreznem razmerju najbolj vpliva na porast IGF (Clemmons, 1983). Biološka vrednost zaužitih beljakovin mora torej biti čim višja. Zaužitje beljakovin in ogljikovih hidratov takoj pred in 2 uri po vadbeni enoti moči povzroči v obdobju po vadbi (anabolna faza) povečanje koncentracije rastnega hormona (Chandler, Byrne, Patterson, & Ivy, 1994).

Zaužitje aminokislin z razvejano verigo (BCCA) pred vadbo se odraža v povečanem odzivu rastnega hormona (Bratusch-Marrain, & Waldausl, 1979; Carli, Bonifazi, Lupo, Martelli, & Viti, 1992; Fernando, Williams, Stuart, Lane & Wolfe, 1995). Še nekatere druge aminokisliline kot so triptofan, glicin, ornitin in arginin lahko vplivajo na povečano izločanje rastnega hormona. Zaužitje 5-10 g triptofana na prazen želodec je zelo povečalo raven rastnega hormona (tudi med dnevom, vendar zaradi povzročitve zaspanosti lahko negativno vpliva na športni dosežek). Zato je primeren čas za uživanje omenjene aminokisliline pred spanjem (Woolf, & Lee, 1977). 30 g dodatnega glicina je povzročilo kar 10-kratno izločanje rastnega hormona (Kasai et al, 1980). Zaužitje 6,25 g glicina je povečalo izločanje rastnega hormona za 4-krat (Kasai, Kobayashi, & Shimoda, 1978). Injeciran arginin zelo stimulira izločanje rastnega hormona pri ljudeh različne

starosti (Chigo, et al., 1990). Vendar pa je pri oralnem uživanju arginina drugače, saj bi mogli zaužiti veliko večje količine (40-60 g) arginina za isti učinek. To pa je lahko že velik problem za prebavni sistem. Kljub temu obstaja nekaj dokazov, da že manjše količine (1200 mg l-arginina-2-pirolidona-5-karboksilata in 1200 mg l-lizina hidroklorida) lahko povzročijo 7 x povečanje izločanje rastnega hormona v aktivni obliki, kar pomeni, da se sprožijo anabolni procesi (Isidori, Lo Monaco, & Cappa, 1981). V kombinaciji z majhno količino arginina je večkrat uporabljen ornitin. Alfa-ketoglutarat je ogljikovo ogrodje aminokislina glutamin. Ko se kombinira z ornitinom (2 molekuli ornitina, 1 molekula alfa-ketoglutarata), povzroči veliko večje izločanje rastnega hormona kot vsaka substanca posebej (Cynober, L., et al., 1990).

Vendar 1500 mg l-lizina in 1500 l-arginina pri mladih moških pred vadbeno enoto moči ni povzročilo dviga rastnega hormona med vadbeno enoto. V mirovanju pa se je po zaužitju omenjenih aminokislin dvignila raven rastnega hormona ([Suminski](#), et al., 1997). Zaradi trženja različna podjetja s športno prehrano pogosto pri oglaševanju pretiravajo glede učinkovitosti izdelkov, ki vsebujejo različne aminokislina. Pri bodibilderjih tako zaužitje 2,4g arginina in lizina kot 1,85g ornitina in tirozina ni povzročilo povečanja izločanja rastnega hormona v mirovanju ([Lambert](#), [Hefer](#), [Millar](#), & [Macfarlane](#), 1993). Tudi izločanje rastnega hormona med vadbeno enoto moči pri dvigovalcih uteži ni bilo povečano zaradi zaužitja omenjenih aminokislin pred vadbo. Ni bilo potrjeno, da bi bilo oralno zaužitje določenih aminokislin bolj učinkovito od zaužitja aminokislin preko hrane bogate z beljakovinami. Zato se priporoča uživanje aminokislin preko naravne hrane, ki je bogata z beljakovinami (Williams, 1999). Odziv rastnega hormona na oralno zaužitje aminokislin je zelo variabilen in je individualno pogojen. Odvisen je tudi od treniranosti, spola, starosti in prehranjevalnih navad ([Chromiak](#), & [Antonio](#), 2002). Učinek aminokislin na izločanje hormonov je zelo odvisen tudi od zadostnih količin vitamina C (Colgan, 1993). Za optimalno izločanje rastnega hormona sta potrebna tudi fosfatidil holin in pantotenska kislina, ki sta potrebna za izgradnjo neurotransmiterja acetilholina. Ena izmed nalog acetilholina je tudi zmanjšanje proizvodnje somatostatina, ki zavira izločanje rastnega hormona. Že manjše pomanjkanje kalija povzroči občutno zmanjšanje rasti zaradi manjšega izločanja rastnega hormona (Dorup, & Clausen, 1989).

Tudi varnost zaradi dolgoročnega večjega prehajanja aminokislin v možgane ni znana, zato je res potrebno področje dobro spoznati in se glede na okoliščine odločiti za pot (Kleiner, & Greenwood-Robinson, 1998). Avtorici sta mnenja, da telo ob pravilnem in zadostnem prehranjevanju dobi tudi dovolj omenjenih aminokislin. Tako je tudi absorpcija boljša, saj normalna hrana vsebuje tudi prehranske faktorje. Prevelike količine arginina bi lahko povzročile celo raka, ni pa ga priporočljivo uživati ljudem z obolenji jeter in herpesom (Kulier, 2000). Dodatki so lahko tudi kontaminirani, kar lahko povzroči tudi smrt. Zato je najpametneje kupovati pri uveljavljenih podjetjih (Colgan, 1993). Če se dodatki z aminokislinami že uporabljajo na kratek rok, je potrebno paziti tudi pri količinah, saj lahko prekomerno uživanje povzroči bolečine v želodcu, drisko ([Chromiak](#), & [Antonio](#), 2002), glavobole in celo herpes (Vaubourdolle, et al., 1991). Uživanje naj bi zato bilo izključno v dnevih, ko se trenira in ne več kot 12 tednov (odmor med prejšnim in naslednjim obdobjem uživanja naj bi bil 6-8 tednov). Za primer naj bi bili priporočeni odmerki uživanja arginina in ornitina okoli 200 mg arginina hidroklorida in 100 mg ornitin alfa-ketoglutarata na kg telesne teže na dan-to je 15 g in 7,5 g na dan za 75 kg težkega športnika (Colgan, 1993).

Zmanjšanje izločanja kortizola

Zaužitje aminokislin z razvejano verigo (BCCA) pred vadbo se odraža v zmanjšanem odzivu kortizola (Carli, Bonifazi, Lupo, Martelli, & Viti, 1992; Fernando, Williams, Stuart, Lane & Wolfe, 1995). Akutni odziv kortizola na vadbo moči je lahko tudi zaradi zaužitja napitka z ogljikovimi hidrati (6 % raztopina) zelo zmanjšan (Tarpenning, Wiswell, Hawkins, Marcell, 2001). Uživanje ogljikovih hidratov in beljakovin vsak dan pred in po vadbenih enotah moči poveča anabolizem. V obdobju po vadbi se zmanjša koncentracija laktata. Po prvi vadbeni enoti moči je koncentracija kortizola v obdobju po vadbi močno povečana, vendar se v naslednjih dneh po vadbi ne dvigne veliko in se hitro spusti pod normalno raven. Tako stanje predvideva povečano glikogensko in beljakovinsko izgradnjo, kot posledica pa večje opravljeno delo in moč v naslednjih vadbenih enotah. Vendar se v tri dni trajajoči vadbi takšni učinki še niso pokazali

(Kraemer, Volek, Bush, Putukian, & Sebastianelli, 1998). Učinki zaradi zmanjšanja odziva kortizola pa so se pokazali med dalj časa trajajočo vadbo moči. Dosežena je bila večja mišična rast, saj je uživanje ogljikovih hidratov med vadbenimi enotami povzročilo večje povečanje preseka tipa I (19,1 %) in II (22,5 %) mišičnih vlaken (Tarpinning, Wiswell, Hawkins, Marcell, 2001). Spreminjanje deleža beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob v dnevnih obrokih pa se ne odraža v spremenjeni koncentraciji kortizola v mirovanju in 5 min po končani vadbeni enoti moči (Volek, Boetes, Bush, Incledon, & Kraemer, 1997).

2.15. Nekateri pomembni principi za izdelavo prehranskega načrta pri vadbi moči

Metoda »overfeeding« je učinkovita pri pridobivanju teže, a večina pridobljene teže je maščoba. Kljub temu športniki, katerih sestavni del treningov je vadba z utežmi, pogosto uporabijo to metodo, da pridobijo težo, nato pa se poslužijo diete, da izgubijo delež maščobe (Colgan, 1993).

1. Potrebno si je izračunati kalorijske potrebe, glede na telesno težo. Za vzdrževanje mišične mase potrebujemo 44 kal/kg telesne teže, za gradnjo pa 52-60 kal/kg telesne teže, odvisno od intenzivnosti treninga.
2. Potrebe po beljakovinah so 1,2-1,3 g/kg telesne teže/dan za vzdrževanje in 1,4-1,8 g/kg telesne teže/dan za gradnjo mišične mase.
3. Potrebe po ogljikovih hidratih so 8-10 g/kg/dan za vzdrževanje in 9 g/kg/dan za gradnjo mišične mase.
4. Potrebno si je izračunati potrebe po M: predvsem mono in polinenasičenih in manj nasičenih: 16 - 20 % vseh kalorij.
5. Vnos tekočin mora biti večji v vročem, vlažnem vremenu. Zaradi dehidracije se moramo izogibati kofeinu in alkoholu. Potrebno je popiti liter vode na vsakih 1000 kalorij. Tekočine morajo biti hladne.
6. Dodatki: tekoči = ogljikohidratno-elektrolitski napitek. Vitamini in minerali: dnevno

antioksidantne multivitaminsko-mineralne tablete. Vitamin E: priporočljivo 100 - 400 IU dnevno. Kalcij: potrebno ga je zaužiti čimveč iz hrane, priporočljivi odmerki pa so 800 -1200 mg/dan. Kreatin: vredno poskusiti. Nadomestni obroki: OH in P napitek po vadbi moči.

7. Konstantno je potrebno jesti majhne obroke. S tem pospešujemo kurjenje kalorij in preprečujemo nalaganje M. Zvečer so priporočljivi manjši obroki. Pred vadbo se užije visok delež ogljikovih hidratov in majhen delež maščob. Ogljikovi hidrati z visokim GI se uživajo po vadbi (15' - 2 h po vadbi). Obroke si je najbolje sestavljati iz hranil, ki so nam okusna. Jesti je treba takoj ob začutenju lakote. Kamorkoli gremo, je treba imeti s seboj hrano in vodo. Tako nismo odvisni od avtomatov s sendviči ali ostalimi nezdravimi prigrizki, bogatimi z M in Na. Če že jemo v restavracijah, je bolje izbirati take, ki so specializirane za zdravo prehrano. Lahko pa naročimo meni po naši izbiri, vprašamo po jedeh, ki jih ni v meniju.
8. Raznolikost prehrane je zelo pomembna, saj ima vsako hranilo druge kvalitete, vrednosti (vitaminov, mineralov). Ne smemo pozabiti na sadje in zelenjavo (predvsem zaradi antioksidantov), mlečne izdelke (predvsem zaradi kalcija, izgrajevalca kosti), rdeče meso (ker je vir vitalnih mineralov kot sta železo in cink). Če je tovrstna prehrana nezadostna ali celo izločena, potencialno lahko pride do resnih deficitov. Najpogosteje pride do deficitov kalcija in cinka. Zelo veliko vrst hrane lahko ustreza (preko moderacij) ustrezni dieti.
9. Potrebno je upoštevati tudi želje. Odločitev o spremembi prehrane ne pomeni, da se povsem opusti najljubše jedi. Če so najljubše jedi nezdrave, se jih mora le reducirati, jih jesti manj in se naučiti, kako pripraviti bolj zdrave nadomestne obroke.
10. V enem tednu si je pametno natančno beležiti obroke. Potrebno je zapisati vrsto in količino zaužite hrane. Nato se pogleda tabela sestav hrane, da se izračuna količine hranil in kalorije. Na osnovi izračunanih kalorij se nato prilagaja jedilnik.

3. CILJI DELA

V okviru teh ciljev želim proučiti prehrano in prehrembene dodatke, ki pospešujejo napredek v porastu mišične mase ter vprašanja povezana z endokrinimi žlezami in pomembnost hormonov, kar se tiče vpliva na porast mišične mase; Nadalje želim ugotoviti vpliv prehrambenih dodatkov na izločanje anabolnih in katabolnih hormonov ter proučiti ustreznost določenih jedilnikov v smislu povečevanja mišične mase. Eden od ciljev je tudi pripraviti prehrambeni model in s tem doprinesi k bolj zdravemu telesu preko upoštevanja določenih prehrambenih principov ter proučiti različice prehrambenih variant.

4. METODE DE LA

Tovrstno tematiko sem proučeval preko študija tuje literature o prehrani v procesu treningov s tendenco povečevanja mišične mase. Poleg tega bo v diplomu zajet pregled raziskav s področja endokrinije ter izločanja hormonov v smislu vpliva le teh na mišično maso, vpliva prehrabnih dodatkov na hormonski odziv in s tem na večji anabolizem, oziroma manjši katabolizem. Problema sta bila proučevana na moški populaciji odraslih oseb. Nadalje je bil problem proučevan preko raznih referenčnih virov in dokumentacije s področja vplivanja prehrane na porast mišične mase ter neformalnih razgovorov s strokovnjaki s tega področja.

5. SKLEP

1. Različni strokovnjaki s področja vpliva prehrane na porast mišične mase . izpostavljajo, oziroma priporočajo različne količine določenih hranil. Pri tem sem skušal izpostaviti priporočila bolj priznanih in poznanih avtorjev. Tako je za gradnike telesa - beljakovine, doza, oz. vnos, ki sem ga največkrat zasledil, in se mi zdi najprimernejši, 1,6 - 2 g/kg/telesne teže. Za vnos OH se mi zdi najprimernejša količina 8 - 10 g/kg/telesne teže (oz. okrog 70 % OH glede na celodnevni skupen vnos prehrane). Pri M pa vnos 10 - 15 % glede na skupno količino, kar se mi zdi pomembno predvsem zaradi estetskega vidika ter vidika zdravja in splošnega počutja, oz. energije. Čeprav je znano, da je idealen vnos 30 % M, a z vidika dvigovanja večjih bremen. A to je že drugo področje, kot npr. področje dvigovanja uteži v tekmovalnem smislu.
2. Kar se tiče vnosa vitaminov, mineralov, pa tudi že omenjenih M, B, OH, se mi zdi zelo pomembno predhodno se zdravstveno pregledati in si na osnovi določenih analiz, kot npr. analize krvi, merjenja deleža telesne maščobe, sam zase ali na osnovi pomoči ali inštruktorjev fitnesa, zdravnikov, oziroma strokovnjakov, ki obvladujejo tovrstno področje, vsaj okvirno dozirati tovrstna hranila. Za zelo natančna dognanja večina športnikov rekreativcev nima možnosti, saj so le ta domena vrhunškega športa, bazirana na osnovi dragih analiz, testov. V vsakem primeru pa je boljši vnos na podlagi vsaj okvirnih analiz, kot slepo jemanje določenih doz, ne upoštevajoč dejavnike, ki vplivajo na potrebno povečanje ali zmanjšanje količine določenega hranila.
3. Športnik rekreativec, ki dviguje uteži, vsekakor mora obvladati zaradi hitrejšega napredka v porastu mišične mase osnovne principe delovanja hranil. Vedeti mora, kdaj jih jemati, v kakšnih količinah, kateri prehrambeni dodatki mu pri tem lahko pomagajo in v kakšnih količinah naj bi se jih jemalo.
4. Prav tako si mora zagotoviti ustrezno znanje o vitaminih in mineralih, saj tudi s tega vidika mora biti telo ustrezno preskrbljeno, sicer prihaja do vse pogostejših

nepravilnosti v delovanju telesa. Vitamini in minerali namreč v veliki meri vplivajo an nivo zdravja, odpravljajo in preprečujejo mnoge bolezni, dvigaj oimunski sistem na višji nivo, večaj otako fizično kot psihičn o energijo ter sposobnost opravljati vsakodnevan opravila na višjem nivoju.

5. Razumevanje endokrinije pa športniku rekreativcu zagotovi dodaten vpogled v delovanje človeškega telesa. Začenja razumeti, kako različna prehrana dejansko vpliva na hormone, le ti pa posledično na hitrejši porast mišične mase. Smiselno si je pridobiti znanje o glavnih tovrstnih hormonih, kot so testosteron (povzroča dramatičen porast mišic v adolescenci), inzulin (pospešuje absorbcijo glukoze iz krvi in povečuje rezerve glikogena , stimulira transport glukoze in aminokislin skozi celične membrane, esencialen je za popoln učinek ravnega hormona, pospešuje sintezo proteinov, stimulira pretvorbo OH v maščobe), ravn hormone (zmanjšuje stopnjo porasta OH, pospešuje mobilizacijo lipidov iz adipoznih tkiv, stimulira produkcijo somatomedinov, ki vplivajo na sintezo proteinov), kortizol (katabolno učinkovanje).
6. Prednosti ustreznih pred in po-vadbenih obrokov so sledeče: vnašanje OH in B pred vadbo lahko dvigne nivo inzulina in posledično lahko povzroči upočasnitev katabolizma. Vnos OH ali OH/B po vadbi pa lahko pospeši regeneracijo, povzroči bolj ugoden anabolni hormonski profil, zmanjša miofibrilni proteinski padec, izločanje dušika z urinom, ter poveča resintezo glikogena. Poleg tega vnos OH in B pred in po vadbi lahko ustvari bolj ugodn ohormossko okolje za rast mišic. OH dodatki po vadbi z utežmi lahko povzročijo tudi bolj pozitivno razmerje dušika. Beljakovine gradjo in izboljšujejo (dvigajo na višji nivo) mišice, rdeče krvne celice, lase in ostala tkiva, ob prebavljanju se razgradijo v aminokislino, ki se nato v mišicah in ostalih tkivih ponovno sintetizirajo v proteine. Vitamini regulirajo kemične reakcije, minerali pa formirajo strukture telesa in regulirajo telesne napore.
7. Glavna hranila, ki vplivajo na rast pustega tkiva:
 - proteini zagotavljajo ustrezno razmerje dušika, anabolna faza ob vnosu OH-P nastopi mnogo prej, pospeši se regeneracija, povzroči bolj anabolen hormonski profil, zmanjša miofibrilni proteinski padec in izločanje dušika z urinom ter poveča

resintezo glikogena;

- glutamin: pospešuje rast in krepi imunski sistem, oslabljen zaradi treningov, vpliva na sintezo proteinov. Je tipičen gradbeni material za izgradnjo tkiva, sodeluje pri sintezi glikogena v jetrih, ima sposobnost konverzije v glukozo, kjer je potrebna. Pospešuje regeneracijo mišic. Če se doda v napitek z OH, se provocira inzulin in resinteza glikogena v jetrih in mišicah;

- aminske kisline razvejane verige (BCAA): dodatki le teh zmanjšajo s treningi povzročeno razgradnjo proteinov in posledično vodijo k povečanju prirastka v pusti mišični masi. Zelo dobro se obnese proteinska mešanica z dodatki BCAA, glutamina, kreatina. BCAA (leucin, izoleucin, valin) so esencialne aminokisline, ki vsebujejo dragoceni dušik, neobhodno potreben za sintezo postaj mišičnega tkiva. Poleg tega varujejo rezerve glikogena v mišicah pred pretirano razgradnjo zaradi fizičnega napora. Če se BCAA jemljejo pred naporom, lahko centralna utrujenost nastopi kasneje.

- kreatin in prehrambeni dodatki ki vsebujejo kreatin: le ti prispevajo k napredku v moči in pusti mišični masi, povečajo skupno težo telesa. Kreatin povzroča zadrževanje vode, sintezo proteinov in/ali izboljša kvaliteto treninga kar vodi h povečanju moči in puste mase (od 0,8 do 3 kg).

8. Upoštevanje hidracije je zelo pomembno, saj je navadna voda najbolj pomembno hranilo našega telesa. Kvaliteta naših tkiv, njihov nastop in njihova odpornost poškodbam absolutno zavisi od kvalitete in kvantitete vode, ki jo spijemo. In piti jo moramo konstantno. Voda stabilizira telesno temperaturo, nosi hranila k celicam in odnaša od celic odpadne produkte in je potrebna da celice funkcionirajo.

6. LITERATURA

1. Abassi, AA., et al. (1980). *J Lab Clin Med* 96, 544.
2. [Ahtiainen JP](#), [Pakarinen A](#), [Kraemer WJ](#), & [Hakkinen K](#) (2004). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol*. 29 (5), 527-43.
3. Antioksidanti (2005). Medicaartis. Pridobljeno 16. 12. 2005: <http://www.medicaartis.com/webteo.htm>.
4. Antioksidanti (2006). Športno društvo Aqua. Pridobljeno 27.6.2006 s svetovnega spleta: <http://www.sd-aqua.net/antioksidanti.htm>.
5. Baer, MT, King JC. (1984). Tissue zinc levels and zinc excretion during experimental zinc depletion in young men. *Am J Clin Nutr*: 39: 556-570.
6. Bergstrom, J., L. Hermansen, E. Hultman, & B. Saltin (1967). Diet, muscle glycogen, and physical performance. *Acta Physiol. Scand.* 71, 140-150.
7. [Biswas NM](#), [Chaudhuri A](#), [Sarkar M](#), & [Biswas R](#) (1996). Effect of ascorbic acid on in vitro synthesis of testosterone in rat testis. *Indian J Exp Biol.* 34(6), 612-630.
8. Bratusch-Marrain, P., & W. Waldausl (1979). The influence of amino acids and somatostatin on prolactin and growth hormone release in man. *Acta Endocrinol.* 90
9. Bravničar-Lasan, M (1996). *Fiziologija športa: harmonija med delovanjem in mirovanjem*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
10. Brilla, L.R., & T.F. Haley (1992). Effect of magnesium supplementation on strength training in humans. *Journal of the American College of Nutrition* 11: 326-29.
11. Brouns, F., W. H. M. Saris, & N. J. Rehrer (1987). Abdominal complaints and gastrointestinal function during long-lasting exercise. *Int. J. Sports Med.* 8:175-189.

12. Carli, G., M. Bonifazi, L. Lodi, C. Lupo, G. Martelli, & A. Viti (1992). Changes in the exercise-induced hormone response to branched chain amino acid administration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 64, 372-377.
13. Chandler, R. M., H. K. Byrne, J. G. Patterson, & J. L. Ivy (1994). Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. *J. Appl. Physiol.* 76, 839-845.
14. Chigo, E., et al. (1990). Combined administration of arginine and GHRH elicits similar GH responses in children, adults and elderly subjects. *J. Endocrinol. Invest.* 13, 19.
15. Chinoy, N.J., et al. (1986). Effects of vitamin C deficiency on physiology of male reproductive organs of guinea pigs. *Int J Fertil* 31, 322.
16. [Chromiak JA](#), & [Antonio J](#) (2002). Use of amino acids as growth hormone-releasing agents by athletes. [Nutrition](#). 18(7-8), 657-61.
17. Clark N., (1997). SPORT NUTRITION GUIDEBOOK. Brookline: Human kinetics, 455 str.
18. Clemmons, D., Underwood, LE. (1991). Nutritional regulation of IGF1 and IGF binding proteins. *Ann Rev Nutr* 11, 393-412.
19. Colgan M., (1993). OPTIMUM SPORT NUTRITION. New york: Advanced Research Press, 562 str. Clemmons, DR. (1983). Supplemental essential amino acids augmented the somatomedin C response in re-feeding after fasting. *Metabolism* 34, 391-395.
20. Colgan, M. Optimum Sports Nutrition. Your Competitive Edge. Advanced Research Press: New York, 1993.
21. Collings P, Williams C, MacDonald I (1981). Effect of cooking on serum glucose and insulin responses to starch. *Br Med J*, 282: 1032-3.
22. [Collins CA](#), & [Partridge TA](#) (2005). Self-renewal of the adult skeletal muscle satellite cell. [Cell Cycle](#). 4 (10): 1338-41. Epub 2005.
23. Coombes, J., & L. R. McNaughton (1995). The effects of branched-chain amino acid supplementation on indicators of muscle damage after prolonged strenuous exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: S149.

24. Costill, D. L., & B. Saltin (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.* 37:679-683.
25. Costill, D. L., W. F. Krammer, & A. Fischer (1970). Fluid ingestion during distance running. *Arch. Environ. Health* 21:520-525.
26. Coyle, E. F. & S. J. Mountain (1992). Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24 (Suppl. 9): S324-S330.
27. Cynobar, L., et al. (1987). Action of ornithine alpha-ketoglutarate on protein metabolism in burn patients. *Nutrition* 3, 187-191.
28. Cynobar, L., et al. (1990). Action of ornithine alpha-ketoglutarate, ornithine hydrochloride, and calcium alpha-ketoglutarate on plasma amino acid and hormonal patterns in healthy subjects. *J. Amer. Coll. Nutr.* 9, 2-12.
29. Davis, J. M. (1995). Carbohydrates, branched-chain amino acids, and endurance: the central fatigue hypothesis. *Int. J. Sport. Nutr.* 5: S29-S38.
30. Dorup, I., Clausen, T. (1989). Effects of potassium deficiency on growth and protein synthesis in skeletal muscle and the heart. *Brit J Nutr* 62, 269-284.
31. Earnest, C.P. & drugi (1996). High performance capillary electrophoreses-pure creatine monohydrate reduces blood lipids in men and women. *Clin Sci*, 91, 113-18.
32. Ekins, R. (1990). Measurement of free hormones in blood. *Endocr. Rev.* 11, 5-45.
33. Englyst HN, Cummings JH. (1987). Digestion of polysaccharides of potato in the small intestine of man. *Am J Clin Nutr*, 45:423-31.
34. Fahey, T. D., K. Hoffman, W. Colvin, & G. Lauten (1993). The effects of intermittent liquid meal feeding on selected hormones and substrates during intense weight training. *Int. J. Sport Nutr.* 3, 67-75.
35. Fernando, A. A., B. D. Williams, C. A. Stuart, H. W. Lane & R. R. Wolfe (1995). Oral branched-chain amino acids decrease whole-body proteolysis. *JPEN* 19, 47-54.
36. Fisher, RL, et al. (1986). Gastrointestinal bleeding in competitive runners. *Digest Dis Sci*, 31: 1226.

37. Florini, J.R. Hormonal control of muscle growth. *Muscle nerve* 10, 577-598.
38. Forbes, G. B., M. R. Brown, S. L. Welle, & L. E. Underwood (1989). Hormonal responses to overfeeding. *Am. J. Clin. Nutr.* 49, 608-611.
39. [Galassetti PR](#), [Nemet D](#), [Pescatello A](#), [Rose-Gottron C](#), [Larson J](#), & [Cooper DM](#) (2006). Exercise, caloric restriction, and systemic oxidative stress. [J Investig Med.](#) 54 (2) : 67-75.
40. Gibala, M. J. (2000). Nutritional supplementation and resistance exercise: what is the evidence for enhanced skeletal muscle hypertrophy? *Can. J. Appl. Physiol.* 25 (6), 524-35.
41. Gisolfi, C. V., R. W. Summers, & H. P. Schedl (1990). Intestinal absorption of fluids during rest and exercise. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 3. Fluid Homeostasis During Exercise*. C. V. Gisolfi and D. L. Lamb (Eds.). Carmel, IN: Benchmark Press, Inc., 1990, pp. 129-180.
42. Gonyea, W.J. (1980). The role of exercise in inducing skeletal muscle fiber number. *J. Appl. Physiol.* 48 (3): 421-426.
43. Gordon, S.E., W.J. Kraemer, N. Vos, & J.M. Lynch (1994). Acid base manipulation: Effect on serum human growth hormone concentration after acute high intensity cycle exercise. *J. Appl. Physiol.*
44. Green, A.L. & drugi (1996). Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in man. *Am J Physiol*, 271, E821-26.
45. Greenhalf, P.L. & drugi (1994). Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *Am J Physiol*, 266, E725-30.
46. Haff, G.G., Lehmkuhl, M.J., McCoy, L.B., & Stone, M.H. (2003) Carbohydrate supplementation and resistance training. *J Strength Cond. Res.* 17 (1), 187-96.
47. Hakkinen, K., A. Pakarinen, M. Alen, & P.V. Komi (1985). Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 53, 287-293.
48. Hakkinen, K., A. Pakarinen, M. Alen, H. Kauhanen, & P.V. Komi (1987). Relationship between training volume, physical performance capacity, and

- serume hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *Int. J. Sports Med.* (8), 61-65.
49. Hakkinen, K., A. Pakarinen, M. Alen, H. Kauhanen, & P.V. Komi (1988). Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *Int. J. Sports Med.* (9), 422-428.
50. Hakkinen, K., A. Pakarinen, M. Alen, H. Kauhanen, & P.V. Komi (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J. Appl. Physiol.* 65 (6), 2406-2412.
51. Hakkinen, K., A. Pakarinen, M. Alen, H. Kauhanen, & P.V. Komi (1988). Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 57, 133-139.
52. [Hakkinen K](#), [Pakarinen, A](#) (1994). Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. [Acta Physiol Scand.](#) 150 (2), 211-9.
53. [Hakkinen K](#), [Pakarinen A](#), [Kraemer WJ](#), [Newton RU](#), & [Alen M](#) (2000). Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women.. [J Gerontol A Biol Sci Med Sci.](#) 55(2), B95-105.
54. [Hakkinen K](#), [Kraemer WJ](#), [Pakarinen A](#), [Triplett-McBride T](#), [McBride JM](#), [Hakkinen A](#), [Alen M](#), [McGuigan MR](#), [Bronks R](#), & [Newton RU](#) (2002). Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. [Can J Appl Physiol.](#) 27(3), 213-31.
55. Hambidge, KM. (1974). Chromium nutrition in man. *Am J Clin Nutr* 27, 505-514.
56. Harris, R.C. & drugi (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci*, 83, 367-74.
57. Hasten, DL., et al. (1992). Effects of Chromium Picolinate on Beginning Weight Training Students. *Int J Sports Nutr.* , 403-408.
58. [Hikida RS](#), [Staron RS](#), [Hagerman FC](#), [Walsh S](#), [Kaiser E](#), [Shell S](#), & [Hervey S](#) (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. II.

- Muscle fiber characteristics and nucleo-cytoplasmic relationships. [J Gerontol A Biol Sci Med Sci.](#), 55 (7): B347-54.
59. Houston M.E., (1999). Gaining weight: the scientific basis of increasing skeletal muscle mass. *Can J Appl Physiol*, 24 (4), 305-316.
60. Hultman, E. & drugi (1996). Muscle creatine loading in man. *J Appl Physiol*, 81, 232-37.
61. Isidori, A., Lo Monaco, A., & Cappa, M (1981). A study of growth hormone release in man after oral administration of amino acids. *Current Medical Research and Opinion* 7, 475-81.
62. [Izquierdo M](#), [Hakkinen K](#), [Ibanez J](#), [Garrues M](#), [Anton A](#), [Zuniga A](#), [Larrion JL](#), & [Gorostiaga EM](#) (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. [J Appl Physiol.](#) 90(4), 1497-507.
63. [Jejurikar SS](#), & [Kuzon WM Jr.](#) (2003). Satellite cell depletion in degenerative skeletal muscle. *Apoptosis*, 8 (6): 573-8.
64. Jenkins, RR (1988). Free radical chemistry: Relationship to exercise. *Sports Med.*, 5: 156-170.
65. Kasai, K., et al (1980). Glycine stimulates growth hormone in man. *Acta Endocrinol.*, 93-283.
66. Kasai, K., Kobayashi, M., & Shimoda, S. (19..). Stimulatory effect of glycine on human growth hormone secretion. *Metabolism* 27, 201.
67. Keen, C., et al. (1987). Dietary magnesium intake influences exercise capacity and hematologic parameters in rats. *Metabolism* 36: 788-793.
68. Kitabschi, AE. (1967). Ascorbic acid in steroidogenesis. *Nature* 215, 1385-1386.
69. Kraemer, W.J. (1988) Endocrine responses to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20 (suppl.): S152-S157.
70. Kraemer, W.J., L. Marchitelli, D. McCurry, R. Mello, J.E. Dziados, E. Harman, P. Frykman, S.E. Gordon, & S.J. Fleck (1990). Hormonal and growth factors responses to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 69 (4), 1442-1450.

71. Kraemer, W.J., S.E. Gordon, S.J. Fleck, L.J. Marchitelli, R. Mello, J.E. Dziados, K. Friedl, E. Harman, C. Maresh, & A.C. Fry (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int. J. Sports Med.* 12 (2), 228-235.
72. Kraemer, W.J., S.J. Fleck, J.E. Dziados, E.A. Harman, L.J. Marchitelli, S.E. Gordon, R. Mello, P.N. Frykman, L.P. Koziris & N.T. Triplet (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J. Appl. Physiol.* 75 (2), 594-604.
73. Kraemer, W.J. (1994). Neuroendocrine responses to resistance training. V: Baechle, T.R. (Ur.), *Essentials of Strength And Conditioning*, (str. 86-107). Champaign: Human Kinetics.
74. [Kraemer WJ](#), [Staron RS](#), [Hagerman FC](#), [Hikida RS](#), [Fry AC](#), [Gordon SE](#), [Nindl BC](#), [Gothshalk LA](#), [Volek JS](#), [Marx JO](#), [Newton RU](#), & [Hakkinen K](#) (1998). The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. [Eur J Appl Physiol Occup Physiol.](#) 78 (1), 69-76.
75. Kraemer, W. J., J. S. Volek, J. A. Bush, M. Putukian, & W. J. Sebastianelli (1998). Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. *J. Appl. Physiol.* 85 (4), 1544-1555.
76. Kraemer W. J., in drugi, (1999). Effects of heavy - resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older man. *J Appl Physiol*, 87 (3), 982-992.
77. Kraemer W. J., (1999). STRENGTH AND POWER IN SPORT. V: Hormonal mechanisms related to the expression of muscular strength and power. Oxford: Blackwell Science Std, str. 64 - 74.
78. Kraemer W. J., (1999). STRENGTH AND POWER IN SPORT. V: Endocrine responses and adaptations to strength training. Oxford: Blackwell Science Std, str. 291 - 304.
79. Krieger, R. B., V. Miriel, & E. Bertun (1993). Amino acid supplementation and exercise performance. Analysis of the proposed ergogenic value. *Sports. Med.* 16: 190-209.
80. Kreider R. B., in drugi, (1998). Effects of creatine supplementation on body

- composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.*, 30 (1), 73-82.
81. Kreider R. B., in drugi, (1999). Effects of ingesting supplements designed to promote lean tissue accretion on body composition during resistance training. *Int J Sport Nutr.*, 6 (3), 234-246.
 82. Kreider, R. B.(1999). Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Med.* 27 (2), 97-110.
 83. Kulier, I. Suplementi u prehrani i športu. Dodaci koji život znače. IMPRESS: Zagreb, 2000.
 84. Kulier I. Prehrana vrhunskih sportaša. IMPRESS: Zagreb, 2001.
 85. [Lambert MI](#), [Hefer JA](#), [Millar RP](#), & [Macfarlane PW](#) (1993). Failure of commercial oral amino acid supplements to increase serum growth hormone concentrations in male body-builders. [Int J Sport Nutr.](#) 3(3), 298-305.
 86. Lemon, P. W. R., M. A. Tarnapolsky, J. D. MacDogal & S. A. Atkinson (1992). Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *J. Appl. Physiol.* 73, 767-775.
 87. Levander, OA, & Cheng, L. (1980). Eds. *Micronutrient interactions*. New York Academy of Sciences, 1980.
 88. MacDougall, J.D., D.G. Sale, G.C.B. Elder, & J.R. Sutton (1976). Ultrastructural properties of human skeletal muscle following heavy resistance exercise and immobilization. *Med. Sci. Sports Exerc.* 8 (1): 72.
 89. MacDougall, J.D., D.G. Sale, G.C.B. Elder, & J.R. Sutton (1980). Muscle ultrastructural characteristics of elite powerlifters and bodybuilders. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2: 131.
 90. MacDougall, J.D., G.C.B. Elder, D.G. Sale, & J.R. Sutton (1980). Effects of strength training and immobilization on human muscle fibers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 43: 25-34.
 91. MacDougall, J.D., D.G. Sale, S.E. Alway, & J.R. Sutton (1984). Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. *J. Appl. Physiol* 57: 1399-1403.

92. MacDougall, J. Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. In: Human Muscle Power, N.L. Jones, N. McCartney, & A.J. McComas, eds. Champaign, IL: *Human Kinetics*. 1986, pp. 269-284.
93. MacLean, D. A., T. E. Graham, & B. Saltin (1994). Branched-chain amino acids augment ammonia metabolism while attenuating protein breakdown during exercise. *Am. J. Physiol.* 267 (Endocrinol. Metab. 30): E1010-E1022.
94. Malina R. M., C. Buchard, (1991). GROWTH, MATURATION AND PHYSICAL ACTIVITY. V: Endocrine regulation of growth and Maturation. Washington: Human kinetics, str. 329 - 353.
95. Maurier, A. & drugi (1997). Effects of branched-chain amino acid supplements. *Diabetes Care*, 20, 385-91.
96. [Marx JO](#), [Ratamess NA](#), [Nindl BC](#), [Gotshalk LA](#), [Volek JS](#), [Dohi K](#), [Bush JA](#), [Gomez AL](#), [Mazzetti SA](#), [Fleck SJ](#), [Hakkinen K](#), [Newton RU](#), & [Kraemer WJ](#) (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. [Med Sci Sports Exerc.](#) 33(4), 635-643.
97. Mendosa, R. (2002). Revised International Table of Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) Values-2002. Objavljeno na svetovnem spletu: [www..Mendosa.com](http://www.Mendosa.com).
98. Millward, DJ., Rivers, HPW. (1989). The need for indispensable amino acids: The concept of the anabolic drive. *Diabetes Metab Rev* 5, 191-211.
99. Mitchell, J. B. & K. W. VOSS (1991). The influence of volume of fluid ingested on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 314-319.
100. [Miyazaki H](#), [Oh-ishi S](#), [Ookawara T](#), [Kizaki T](#), [Toshinai K](#), [Ha S](#), [Haga S](#), [Ji LL](#), & [Ohno H](#) (2001). Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. [Eur J Appl Physiol.](#) 84 (1-2) : 1-6.
101. [Nagata C](#), [Takatsuka N](#), [Kawakami N](#), [Shimizu H](#) (2000). Relationships between types of fat consumed and serum estrogen and androgen concentrations in Japanese men. [Nutr Cancer.](#) 38 (2), 163-170.

102. Neuffer, P. D., A. J. Young, and M. N. Sawka (1989). Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58:433-439.
103. [Nindl BC](#), [Kraemer WJ](#), [Deaver DR](#), [Peters JL](#), [Marx JO](#), [Heckman JT](#), & [Loomis GA](#) (2001). LH secretion and testosterone concentrations are blunted after resistance exercise in men. *J Appl Physiol.* 91(3), 1251-8.
104. Noakes, T. D., N. J. Rehrer, & R. J. Maughan (1991). The importance of volume in regulating gastric emptying. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:307-313.
105. Reiser, S., et al. (1987). An insulinogenic effect of oral fructose in humans during post-prandial hyperglycemia. *Am J Clin Nutr* 45, 580-587.
106. Ren, J. M., S. Broberg, K. Sahlin, & E. Hultman (1990). Influence of reduced glycogen level on glycogenolysis during short-term stimulation in man. *Acta Physiol. Scand.* 139, 467-474.
107. Patwell, DM, Jackson, MJ (2004). Contraction-induced oxidants as mediators of adaptation and damage in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 32 (1): 14-8.).
108. Puhl, JL, Runyan, WS (1980). Hematological variations during aerobic training of college women. *Res Quar Exer Sport*, 51: 533-541.
109. Refsum, HE, Jordfald, G, Stromme, SB (1986). Hematological changes following prolonged heavy exercise. In: Jokl, E., Anand, RL., Stoboy, H., eds. *Advances in Exercise Physiology*. Vol. 9. Basel: Karger, 1976: 91-99.
110. [Sallinen J](#), [Pakarinen A](#), [Ahtiainen J](#), [Kraemer WJ](#), [Volek JS](#), & [Hakkinen K](#). (2004). Relationship between diet and serum anabolic hormone responses to heavy-resistance exercise in men. *Int J Sports Med.* 25(8), 627-33.
111. Schedl, H. P., R. J. Maughan, & C. V. Gisolfi (1994). Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ORS). *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 267-280.
112. Selby, GB, Eichner, ER (1986). Endurance swimming, intravascular hemolysis anemia and iron depletion. *American J Medicine:* 81: 791-794.
113. Sinha Hikim I., in drugi, (2002). Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy. *Am Y*

- Physiol Endocrinol Metab*, 283, E 154 - E 164.
114. Spriet L.L., M. J. Gibala, (2004). Nutritional strategies to influence adaptations to training. *J Sports Sci.*, 22 (1), 127 - 141.
 115. Stone, M.H., R. Byrd, & C. Johnson (1984). Observations on serum androgen response to short term resistive training in middle age sedentary males. *NSCA Journal* 5, 40-65.
 116. Stout, J.R. & drugi (1997). The effects of a supplement designed to augment creatine uptake on exercise performance and fat-free mass in football players. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 251.
 117. [Suminski RR](#), [Robertson RJ](#), [Goss FL](#), [Arslanian S](#), [Kang J](#), [DaSilva S](#), [Utter AC](#), & [Metz KF](#) (1997). Acute effect of amino acid ingestion and resistance exercise on plasma growth hormone concentration in young men. [Int J Sport Nutr](#). 7(1), 48-60.
 118. Susan, M. Kleiner, & Maggie Greenwood-Robinson. Power Eating. Human Kinetics, 1998.
 119. Tarpinning, K. M., Wiswell, R. A., Hawkins, S. A., Marcell, T. J. (2001). Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. *J Sci Med. Sport*. 4 (4), 431-46.
 120. Thissen, J. P., J. M. Ketelslegers, & L. E. Underwood (1994). Nutritional regulation of the insulin-like growth factors. *Endocr. Rev.* 15, 80-101.
 121. Tipton IH, & Stewart PL. (1970). *Analytical methods for the determination of trace elements—standard man studies*. In: Hemphill DD, ed. *Trace Substances in Enviromental Health*. Columbia MO: University of Missouri, 305-330.
 122. Tipton K. D., R. R. Wolfe., (2001). Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 11 (1), 109 - 132.
 123. Tipton K. D., in drugi, (2001). Timing of amino acid carbohyrdate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281 (2), E 197 - E 206.

124. Vaaler S, Hanssen KE, Aagenaes O (1984). The effect of cooking upon the blood glucose response to ingested carrots and potatoes. *DiabetesCare*, 7: 221-3.
125. Vanderberghe, K. & drugi (1996). Coffein counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J Appl Physiol*, 80, 452-57.
126. VanHelder, W.P., M.W. Radomski, & R.C. Goode (1984). Growth hormone responses during intermittent weight lifting exercise in men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 53, 31-34.
127. Vaubourdolle, M., et al. (1991). Action of enterally administered ornithine alpha-ketoglutarate on protein breakdown in skeletal muscle and liver of the burned rat. *J. Parent. Ent. Nutr.* 15, 517-520.
128. Vaughan T. (1975). *Exercise Physiology*. Crosby Lockwood Staples: London.
129. [Venditti P](#), [Masullo P](#), & [Meo SD](#) (1999). Effect of exercise duration on characteristics of mitochondrial population from rat liver. [Arch Biochem Biophys.](#), 368 (1): 112-20.
130. Volek, J. S., M. Boetes, J. A. Bush, T. Incledon, & W. J. Kraemer (1997). Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 82, 49-54.
131. Volek J. S., (2003). Strength nutrition. *Curr Sports Med Rep.*, 2 (4), 189 - 193.
132. Volek, JS (2004). Influence of Nutrition on Responses to Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc.* 36 (4), 689-696.
133. [Wang JS](#), [Huang YH](#) (2005). Effects of exercise intensity on lymphocyte apoptosis induced by oxidative stress in men. [Eur J Appl Physiol.](#) 95 (4): 290-7.
134. Wesson, M., L. McNaughton, P. Davies, & S. Tristram (1988). Effects of oral administration of aspartic acid salts on the endurance capacity of trained athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 59: 234-39.

135. Williams, MH (1981). Vitamin, iron, & calcium supplementation: effect on human physical performance. In: Haskell W, et al., eds. *Nutrition and Athletic performance*. Palo Alto, CA: Bull Publishing 1981: 106-153.
136. [Williams, MH](#) (1999). Facts and fallacies of purported ergogenic amino acid supplements. [Clin Sports Med](#). 18 (3), 633-49.
137. Williamson, MR (1981). Anemia in runners and other athletes. *Physician Sports Med*, 9: 73-78.
138. Woolf P.D., Lee, L. (1977). Effect of the serotonin precursor, tryptophan on pituitary hormone secretion. *J. Clin. Endocrinol. Metab* 45, 123.
139. Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practise of strenght training*. The Pennsylvania State University: Human Kinetics.