

Osnove prehrane športnikov



povzeto po: Fred Brouns,

Essentials of sports nutrition

John Wiley & Sons Ltd. 2002 (1993)

1	UVOD	6
1.1	Metabolizem	7
1.1.1	Prebava	7
1.1.2	Energija iz organskih spojin	9
1.1.2.1	Ogljikovi hidrati	9
1.1.2.2	Maščobe	13
1.1.2.3	Aminokisline	14
2	OGLJIKOVI HIDRATI (CHO)	15
2.1	Glikogen v jetrih	15
2.1.1	Vpliv telesne aktivnosti	15
2.2	Mišični glikogen	16
2.3	Praznjenje / polnjenje zalog CHO	16
2.3.1	Intenzivnost in trajanje vadbe	16
2.3.2	Natreniranost	16
2.3.3	Uživanje CHO	16
2.3.3.1	Uživanje CHO v mirovanju	17
2.4	Glikemični index (GI)	18
2.5	VO ₂ max (= maksimalna izraba kisika)	20
2.5.1	Anaerobna vadba	20
2.5.1.1	Anaerobni metabolizem	20
2.5.1.2	Laktatni prag (LT = lactate threshold)	21
2.5.2	Aerobna vadba	21
2.6	Poudarki	22
2.7	PRAKTIČNI NASVETI za optimalen izkoristek ...	22
<u>3</u>	MAŠČOBE	23
3.1	Maščobne rezerve	23
3.1.1	Maščobne rezerve (tolšča)	23
3.1.2	Mišična maščoba	23
3.2	Tvorba energije	23
3.3	Kako povečati oksidacijo maščobnih kislin	24
3.3.1	Vzdržljivostni trening	24
3.3.2	MTC (medium chain triglycerides)	24
3.3.3	Infuzija maščobnih kislin	25
3.3.4	Kofein	25
3.3.5	L-carnitine	25
3.3.6	Prehrana bogata na maščobah	25
3.4	Holesterol	26
3.4.1	HDL - dobri holesterol	27
3.4.2	LDL - slabi holesterol	27
3.4.3	VLDL	27
3.4.4	Vplivi na količino holesterola	27
3.4.5	Priporočene vrednosti maščob v krvi	27
3.5	Praktični nasveti za uživanje maščob	27
3.5.1	Omega-3 maščobne kisline	28
3.5.2	Omega-6 maščobne kisline	29
3.6	Poudarki	30

<u>4</u>	BELJAKOVINE	31
4.1	<i>Beljakovine in aminokisline krvne plazme</i>	31
4.1.1	Albumin	31
4.1.2	Hemoglobin	32
4.2	<i>Mišične beljakovine</i>	33
4.3	<i>Negativna bilanca dušika</i>	33
4.4	<i>Praktični nasveti</i>	33
4.5	<i>Poudarki</i>	33
<u>5</u>	TEKOČINE IN ELEKTROLITI	34
5.1	<i>Celična tekočina in elektroliti</i>	34
5.1.1	Vpliv vadbe	34
5.2	<i>Izvencelična tekočina in elektroliti</i>	35
5.2.1	Vpliv vadbe	35
5.3	<i>Vnos tekočin in elektrolitov</i>	35
5.4	<i>Rehidracija – praktični nasveti</i>	36
5.5	<i>Poudarki</i>	37
5.6	<i>Razlaga pojmov</i>	38
5.6.1	Mol	38
5.6.2	Koncentracija	38
5.6.3	Ozmoza	39
5.6.4	Osmolalnost / Osmolarnost	39
<u>6</u>	MINERALI	41
6.1	<i>Kalij</i>	41
6.2	<i>Magnezij</i>	41
6.3	<i>Kalcij</i>	42
6.4	<i>Fosfati</i>	42
6.5	<i>Železo</i>	43
6.6	<i>Cink</i>	43
6.7	<i>Praktični nasveti</i>	43
6.8	<i>Poudarki</i>	43
<u>7</u>	MIKROELEMENTI	44
7.1	<i>Praktični nasveti</i>	44
7.2	<i>Poudarki</i>	44
<u>8</u>	VITAMINI	45
8.1	<i>Vodotopni vitamini</i>	45
8.1.1	Vitamin B1 (thiamin)	45
8.1.2	Vitamin B2 (riboflavin)	45
8.1.3	Vitamin B6 (pyridoxine)	46
8.1.4	Vitamin B12 (cyanocobalamin)	46
8.1.5	Vitamin B3 (niacin)	46
8.1.6	Vitamin B5 (pantothenic acid)	47

8.1.7	Biotin	47
8.1.8	Folic Acid	47
8.1.9	Vitamin C	47
8.2	Oljetopni vitamini	48
8.2.1	Vitamin E (α - tocopherol)	48
8.2.2	Vitamins A, D in K	48
8.3	Praktični nasveti	48
8.4	Poudarki	49
9	ANTIOKSIDANTI in prosti radikali	50
9.1	Prosti radikali	50
9.2	Antioksidanti	50
9.3	Poudarki	51
10	FUNKCIONALNI DODATKI	52
10.1	Riboza	52
10.2	Kreatin	52
10.3	L-Carnitine	52
10.4	Coencim Q10 (ubiquinone)	53
10.5	Kofein	53
11	OD TEORIJE K PRAKSI	55
11.1	Prehrana pred tekmo	55
11.1.1	Kompenzacijska dieta	55
11.1.2	Koliko CHO je potrebno?	56
11.1.3	Prehrana neposredno pred tekmo	56
11.1.4	Nekaj poudarkov	57
11.2	Prehrana med tekmo	57
11.2.1	Športni napitki	57
11.2.2	Nekaj poudarkov	57
11.3	Banane	58
11.4	Prehrana po tekmi	58
11.4.1	Količina zaužitih CHO	58
11.4.2	Tip CHO	58
11.4.3	Timing obrokov	59
11.4.4	Nekaj poudarkov	60
11.5	Razno	61
11.5.1	Prehranski trening	61
11.5.2	Zaloge celičnega glikogena zadoščajo za 90 minut?	61
11.5.3	Osmolarity	61
11.5.4	T°C pijač	65
11.5.5	Hladna klima, manj izgub tekočine...	65
11.5.6	Športnice več tekočine kot športniki?	65

12	<i>DODATKI</i>	66
12.1	<i>Pivo za rehidracijo</i>	66
12.1.1	<i>Presnova alkohola</i>	67
12.2	<i>Prepovedane substance ki povečujejo sposobnost</i>	68
12.2.1	<i>EPO, krvni doping</i>	68
12.2.2	<i>Ephedrine</i>	69
12.2.3	<i>Steroidi</i>	69
12.3	<i>Hranilne vrednosti</i>	70
12.3.1	<i>Prehranske vrednosti (nutritional values) različnih virov CHO (100g)</i>	72
12.3.2	<i>Prehranske vrednosti različno pripravljenega krompirja (100g)</i>	72
13	<i>VIRI</i>	76

1 UVOD

Povečani napori športnikov imajo za posledico tudi večjo porabo energije. Medtem, ko je povprečna dnevna poraba energije pretežno sedečega osebk, moškega ali ženskega spola okoli 1800-2800 kcal/dan, ta pri treningu ali tekmi naraste za približno 500-1000 kcal/uro. To je odvisno od trajanja, intenzivnosti vadbe, vrste športa in ne nazadnje, od fizične pripravljenosti športnika.

Povečani porabi energije je potrebno prilagoditi prehrano, ki mora biti uravnotežena, tako kar se tiče osnovnih hranil (ogljikovi hidrati, maščobe in beljakovine), kot tudi mikrohranil (vitamini, minerali, mikroelementi). To seveda ni vedno enostavno, saj gre v primeru vrhunškega vzdržljivostnega športa tudi za zelo veliko porabo energije, npr. 1500 kcal/uro. Poraba se na gorski etapi na Tour de France lahko dvigne na 9000 kcal/dan. Dejstvo je tudi, da si tekme v profesionalnem športu sledijo dan za dnem. Vse to nam daje slutiti, da so obroki navadne, trdne hrane lahko problematični, saj prebavila ne morejo delovati tako intenzivno, da bi absorbirala dovoljše količine hranil.

V naslednjih poglavjih bo opisano, kaj se v organizmu dogaja med intenzivno vadbo in na kaj vse lahko vplivamo s pravilno sestavljenimi in pravočasnimi obroki.

- Kako se prehranjevati med samo tekmo, da ne pride do izčrpanosti?
- Kako obnoviti zaloge mišičnega glikogena?
- Kako izkoriščati maščobe za energijo?
- Kako preprečiti izrabo esencialnih aminokislin za potrebe energije?
- Kako preprečiti dehidracijo zaradi velikih izgub tekočine s potenjem?
- Itd.

V odvisnosti od trajanja, intenzivnosti vadbe, vrste športa in nenazadnje, od fizične pripravljenosti športnika je možno sestaviti optimalne obroke. S pravilnim izborom prehrane je možno do bistveno boljših rezultatov, posebej pazljivi moramo biti na prehrano pred, med in takoj po naporu.

Poudarki

- Pravilna sestava in količina obrokov je pri športnikih bistvena za doseganje optimalnih rezultatov, za regeneracijo po naporu in končno tudi za minimaliziranje škodljivih posledic prekomerne aktivnosti na zdravje.
- Pri vzdržljivostnih športnikih, kjer gre za veliko porabo energije, so potrebne velike količine hranil za pokrivanje energetske izgube, vzdrževanja ravnotežja dušika in tekočin.
- Za tako velike porabe energije bi bile količine »normalne« hrane prevelike. Zato lahko športniki 30-50 % energetske potreb pokrivajo z vmesnimi obroki (energetske pijače, ploščice...). Seveda taka prehrana ni vedno uravnotežena (pomanjkanje vlaknin, mineralov, beljakovin).

1.1 Metabolizem – Katabolizem (razgradnja) in Bioenergija

1.1.1 Prebava

Molekule škroba, celuloze ali beljakovin so kot take celičnemu metabolizmu nedostopne, zato se ti polimeri najprej encimatsko razgradijo. Prebavni encimi, ki razgrade beljakovine v aminokisline so proteaze, glikozid hidrolaze (amilaza) razgrade polisaharide do monosaharidov, maščobe do maščobnih kislin pa razgrajajo lipaze. Procesu razpada večjih verig molekul v manjše pravimo katabolizem. Končni namen katabolnih reakcij je oskrba organizma z energijo. Prebavni encimi se izločajo iz specializiranih črevesnih celic.

Ogljikovi hidrati

		Škrob	sladkorji (saharoza, laktoza)	celuloza
ustna votlina pH nevtralen	↓	delna razgradnja (amilaza)	ni vpliva	ni vpliva
	↓	polisaharidi, oligosaharidi, glukoza	saharoza, laktoza	celuloza
želodec pH kisel	↓	ni vpliva	ni vpliva	ni vpliva
	↓	polisaharidi, oligosaharidi, glukoza	saharoza, laktoza	celuloza
tanko črevo pH nevtralen do bazičen	↓	hidroliza do glukoze (amilaza)	hidroliza do glukoze (saharaza, laktaza)	ni vpliva
	↓	glukoza	glukoza	celuloza
	↓	absorbcija	absorbcija	absorbcija

Beljakovine

		beljakovine
ustna votlina pH nevtralen	↓	ni vpliva
	↓	beljakovine
želodec pH kisel	↓	hidroliza (pepsin)
	↓	polipeptidi, oligopeptidi
tanko črevo pH nevtralen do bazičen	↓	hidroliza (tripsin, chymotripsin, peptidaza)
	↓	aminokisline



absorbcija

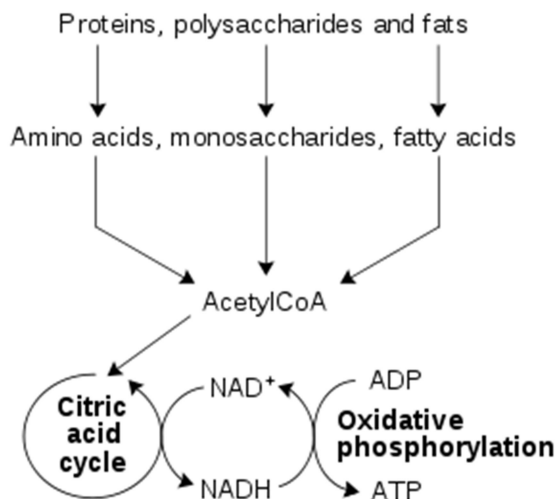
Maščobe

		maščobe, olja
ustna votlina pH nevtralen	↓	ni vpliva
	↓	maščobe, olja
želodec pH kisel	↓	ni vpliva
	↓	maščobe, olja
tanko črevo pH nevtralen do bazičen	↓	žolč razbije maščobe in olja v emulzijo, sledi razgradnja (lipaza)
	↓	proste maščobne kisline, glicerol, monoacyl glicerol



absorbcija

1.1.2 Energija iz organskih spojin

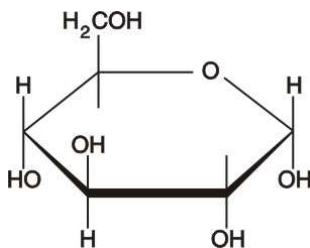


Slika: Zelo poenostavljen metabolizem CHO, beljakovin in maščob

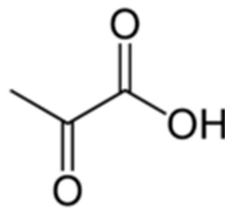
1.1.2.1 Ogljikovi hidrati

○ Glikoliza

Kot rečeno so CHO celicam dostopni šele, ko so razgrajeni do monosaharidov. Ko pridejo v celico, vstopajo v proces glikolize (anaerobna razgradnja), kjer se enostavni sladkorji (glukoza, fruktoza) spremenijo v piruvat (z ene molekule glukoze nastane dve molekuli piruvata), pri tem pa se sprostita dve molekuli ATP (2 molekuli se porabita, sprostito se štiri) in dve molekuli NADH. Pri nastanku 2 ATP se ustvari 14,6 kcal energije na mol glukoze.



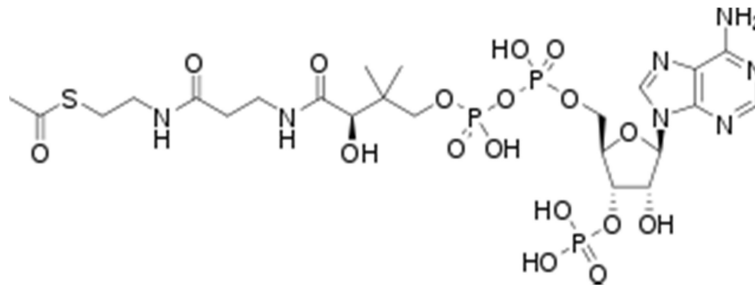
Slika: glukoza



Slika: piruvična kislina

Piruvat, nastal v procesu glikolize ima dve možni usodi:

A: Če je v celici na voljo kisik (aerobni katabolizem - oksidativna dekarboksilacija), se bo piruvat spremenil v acetyl-CoA. Acetyl-CoA nadalje vstopa v cikel citronske kisline, kjer se dokončno oksidira do CO₂ in vode. V ciklusu citronske kisline nastane sicer tudi nekaj ATP, vendar je glavni proizvod NADH, ki je nastal iz NAD⁺ pri oksidaciji acetyl-CoA. Kot stranski proizvod te oksidacije nastane CO₂.



Slika: Acetyl-CoA

Acetyl coenzyme A ali Acetyl –CoA je zelo pomembna molekula v metabolizmu, ki vstopa v mnoge biokemične reakcije. Njena glavna vloga je prenos ogljikovih atomov (v sestavi acetilne skupine) v cikel citronske kisline, kjer se oksidira in nastane energija.

B: Če kisika v celici ni na voljo (anaerobni pogoji) se piruvat reducira v laktat (encim laktat dehidrogenaza ponovno oksidira NADH v NAD⁺, ta pa spet vstopa v glikolizo:



○ **Ciklus citronske kisline**

Energija, ki se sprosti pri glikolizi (nastanku 2 ATP) se ustvari 14,6 kcal energije na mol glukoze. Pri popolni oksidaciji, ko glukoza razpade v CO₂ in vodo, pa nastane 686 kcal na mol glukoze. Sinteza ATP pri glikolizi predstavlja torej le 2% v glukozi uskladiščene energije. Preostala energija se sprosti v ciklusu citronske kisline in verigi prenosa elektronov.

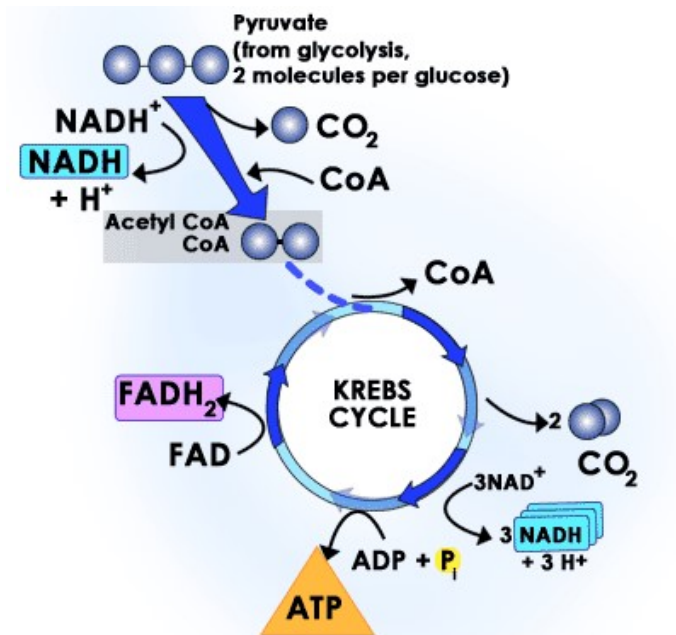
Piruvat, nastal pri glikolizi se v mitohondriju oksidira v acetyl-CoA in CO₂.



Acetyl-CoA vstopa v cikel citronske kisline (tudi Krebsov cikel), kjer se oksidira do konca v CO₂. Reakcija je močno eksotermna. Za vsako molekulo acetyla-CoA, ki vstopi v cikel citronske kisline se ustvari 12 molekul ATP.



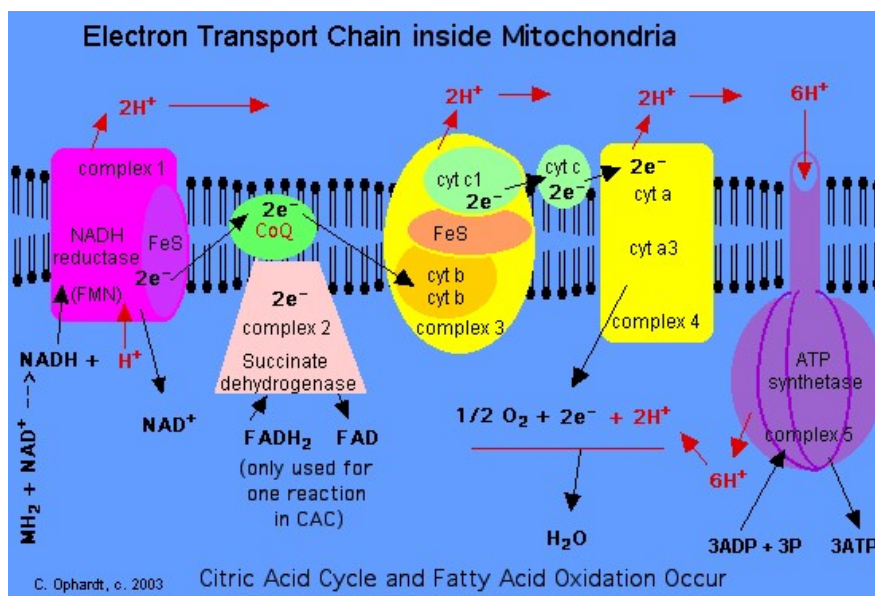
NADH in FADH₂ vsebujeta ogromno energije, ki je lahko uporabljena za sintezo ATP. Za sintezo ATP je odgovorna veriga prenosa elektronov in oksidativna fosforilizacija.



Slika: ciklus citronske kisline

○ **Oksidativna fosforilacija**

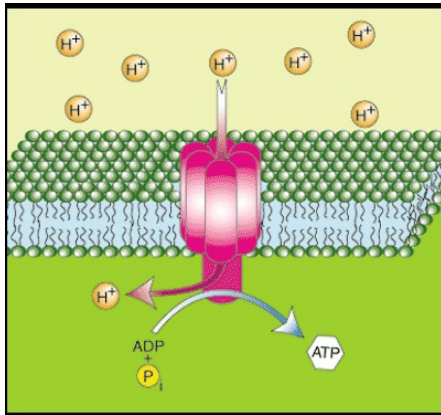
Pri aerobnem razpadu glukoze nastane od 36 - 38 molekul ATP. Dve molekuli ATP sta nastali že v fazi glikolize, naslednji dve v ciklusu citronske kisline, vse preostale pa se sintetizirajo v oksidativni fosforilaciji. Veriga prenosa elektronov v mitohondriju je proces, soudeležen v oksidativni fosforilaciji.



Slika: veriga prenosa elektronov

Ko se NADH oksidira v NAD^+ , dva elektrona od NADH (preko cele serije prenašalcev, ki se nahajajo v membrani mitohondrija) preideta na molekularni O_2 . Vsak od teh prenašalcev je izmenično reduciran in oksidiran. Končno se elektroni, skupaj s protoni iz raztopine (H^+)

prenesejo na molekularni O_2 in nastane voda. Pri prenosu elektronov se sprošča energija, za vsak mol NADH, ki se oksidira v NAD^+ se sprosti preko 52 kcal energije. Proton (NAD^+) se vrne v mitohondrij zaradi elektrokemičnega gradienta (razlika v koncentraciji protonov).



Slika: oksidativna fosforilizacija



Slika: Struktura ATP sintetaze

ATP se sintetizira s fosforilizacijo ADP. Ko je ta sinteza združena z verižnim prenosom elektronov, govorimo o oksidativni fosforilaciji. Za vsak oksidiran NADH nastanejo 3 molekule ATP, za vsak oksidiran $FADH$ pa nastaneta 2 molekuli ATP.

ATP, Adenosine trifosfat

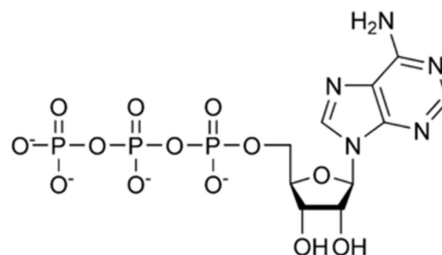
Molekula ATP je sestavljena z dušikove baze (*adenin*) in sladkorja (*riboza*) – to dvoje je nukleotid *adenozin*. Z estersko vezjo so na ribozo vezane fosfatne enote.

Adenosine trifosfat (ATP) je univerzalna energetska valuta celic. Ta nukleotid prenaša kemično energijo med različnimi kemijskimi reakcijami. V celicah je le neznatna količina ATP, se pa neprestano regenerira. Služi kot most med katabolizmom in anabolizmom (razgradnjo in izgradnjo). Razgradni procesi ATP proizvajajo, izgradni pa ga porabljajo.

Za nastanek ATP se energija porablja (na ADP se veže anorganski fosfat P_1):



Pri razpadu ATP pa se energij sprošča:

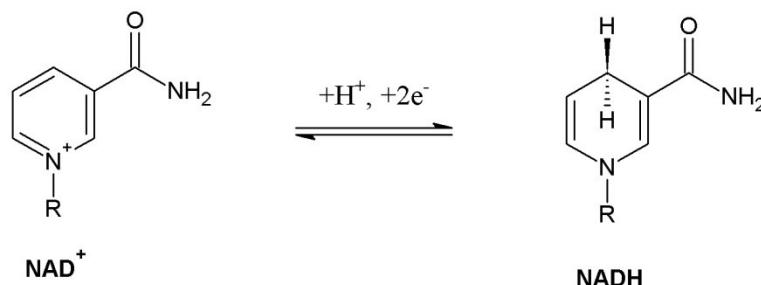


Slika: Adenosine triphosphate

NAD⁺, Nicotinamid adenine dinucleotide

Podobno kot ATP, je tudi molekula NAD⁺ in njena reducirana oblika NADH vpletena v večino energetskih procesov v celici.

Redukcija NAD⁺ v NADH je endotermna reakcija, zanjo je potrebno 52,6 kcal/mol energije, in seveda obratno, pri oksidaciji NADH v NAD⁺ se enaka količina energije sprosti:



Slika: NAD⁺ in NADH

Končni efekt oksidativnega razpada molekule glukoze:

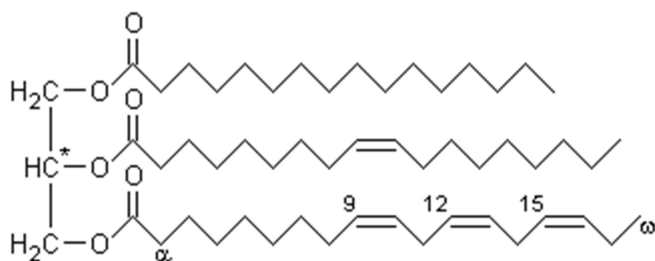
- Glikoliza: 2 ATP
- 2 NADH iz glikolize (3 ATP na 1 NADH pri elektronskem prenosu na O₂) 6 ATP
- 2 NADH s konverzije 2 pyruvata v acetyl-CoA 6 ATP
- 2 acetyl-CoA (v ciklu citronske kisline vsak acetyl-CoA da 12 ATP) 24 ATP
- ----- 38 ATP

1.1.2.2 Maščobe

Medtem, ko se holesterol lahko neposredno absorbira, morajo maščobe najprej skozi proces hidrolize. Za razliko od CHO in beljakovin, maščobe niso vodotopne, zato jih je potrebno razbiti v majhne kapljice (emulzija), da postanejo dostopne encimom. To opravijo žolčne soli.

○ Hidroliza

Maščobe pri hidrolizi razpadejo na maščobne kisline in glicerol (encimska razgradnja, katalizira jo encim lipaza, ki ga izloča trebušna slinavka).



Slika: triacylglycerol (triglicerid, maščoba)

○ **Beta oksidacija**

Glicerol (ogljikovodik!!!) vstopa v glikolizo, maščobne kisline pa pri beta-oksidaciji razpadejo. V vsakem ciklu beta oksidacije se maščobna kislina oksidira v nižjo maščobno kislino in acetyl-CoA (ki vstopa v cikel citronske kisline), sprosti pa se NADH in FADH₂. Pri oksidaciji maščobnih kislín se sprosti več energije kot pri oksidaciji CHO, saj slednji v svojih strukturah (že) vsebujejo več kisika. Beta oksidacija je adekvaten proces glikolizi.

Končni efekt oksidativnega razpada molekule palmitinske kisline (C16):

• Glikoliza:	
• 8 acetyl-CoA x 12 ATP	96 ATP
• 7 NADH (3 ATP na 1 NADH pri elektronskem prenosu na O ₂)	21 ATP
• 7 FADH ₂ (2 ATP na 1 FADH ₂)	14 ATP
• -----	
	131 ATP
• Aktivacija beta oksidacije	-2 ATP
	129 ATP

1.1.2.3 Aminokisline

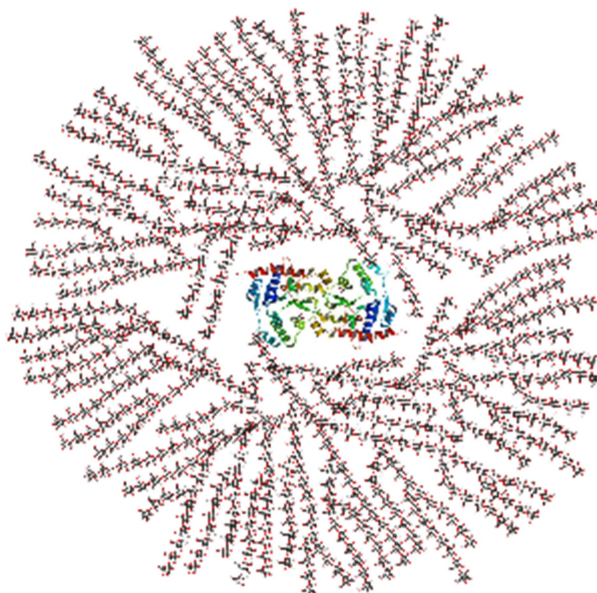
Aminokisline služijo kot gradnik za beljakovinske molekule, lahko pa služijo tudi kot vir energije (oksidacija v ureo in CO₂).

○ **Transaminacija in Deaminacija**

Oksidacijska pot se začne z odstranitvijo amino skupine, za to poskrbijo encimi transaminaze. Amino skupina vstopa v cikel uree, preostalo deaminirano ogljikovo ogrodje pa ostane kot »keto kislina«. Keto kisline pa lahko kot intermediat vstopajo v cikel citronske kisline.

2 OGLJIKOVI HIDRATI (CHO)

Predstavljajo najpomembnejši vir energije za intenzivno delo mišic. V telesu so uskladiščeni kot dolge verige enot glukoze, imenovane glikogen in sicer v jetrih in mišicah.



Slika: Shematični prerez glikogena: V sredini je beljakovina glycogenin, okoli pa razvejana struktura sestavljena z enot glukoze. Zrno glikogena lahko vsebuje 30.000 molekul glukoze.

2.1 Glikogen v jetrih

Količina v jetrih uskladiščenega glikogena je približno 100 gramov. Ta količina naraste po obroku in se zmanjša še posebej preko noči, ko se v krvotok iz jeter sprošča glukoza, kot primarni vir energije za delovanje živčnega sistema.

2.1.1 Vpliv telesne aktivnosti

Med vadbo se poveča odvzem glukoze iz krvi v delujoče mišice. Da se nivo glukoze v krvi ne spusti pod fiziološko mejo, začne jetra oskrbovati kri z glukozo. Nekaj malega glukoze se v jetrih ustvari tudi na novo v procesu glukoneogeneze, in sicer s prekursorjev kot so npr. aminokisline. Brez zaužitja hrane se zaloge v jetrih izpraznejo. Če se mišična aktivnost nadaljuje, nivo glukoze v krvi pade pod minimalni nivo in pride do hipoglikemije. Pretoka glukoze iz krvi v mišice ni več in mišice postanejo popolnoma odvisne od preostalega mišičnega glikogena. Pride do zmanjšane sposobnosti, ki ji sledi izčrpanost. Stanje hipoglikemije predhodno povzroči tudi izrabo alternativnih virov energije kot sta maščoba (mobilizacija maščob, izraba prostih maščobnih kislin = FFA, free fatty acids) in beljakovine (razgradnja beljakovin v aminokisline = AA, amino acids). Opisane posledice preprečimo s primernim dovajanjem (oralno zaužitje) CHO v kri.

2.2 Mišični glikogen

Skupna količina mišičnega glikogena pri sedečem osebkju je približno 300 gramov, pri treniranih osebkih pa se dvigne na >500 g (kombinacija vadbe in uživanje s CHO bogate prehrane).

Količina energije, ki je neposredno dostopna za mišično delovanje v obliki ATP (adenozin trifosfat) in kreatin fosfata, zadošča le za kakih 10-15 sekund! Vse kar traja več, se pokrije s presnovo bodisi CHO, maščob ali aminokislin. Za proizvodnjo energije organizem nikdar ne izrablja le enega vira, vedno kombinacijo CHO, maščob in v manjši meri tudi beljakovin. V kakšni meri se bo izkoriščal posamezni vir je v veliki meri odvisno od intenzivnosti in trajanja vadbe.

Pri počitku se večina energetske potrebe pokriva iz maščob (90%), le 10% energije prihaja iz krvne glukoze (delovanje živčnega sistema). Če se fizična aktivnost poveča (lahkotna vadba), kontrolni mehanizmi v telesu spodbudijo mobilizacijo glukoze (iz jeter in mišic), po 20-30 minutah je doseženo razmerje 50:50 (maščobe:CHO). Pri še intenzivnejši fizični aktivnosti bo telo izkoriščalo bolj in bolj energijo iz CHO. Pri teku na 1000m se bo razmerje maščobe:CHO pomaknilo na 10:90. Razlog je v tem, da je maksimalna količina energije, ki se razvije v časovni enoti večja pri CHO kot pri maščobah. Tudi količina kisika, potrebnega za sproščanje enote energije je pri CHO za 10% nižja kot pri maščobah. V obdobju nenadnega povečanja potrebe po energiji, mišica preklopi na najbolj ekonomičen in najhitreje dobavljiv vir energije!

Dostopnost CHO in kapaciteta uskladiščenega glikogena sta pomembna dejavnika, ki omejujeta vzdržljivost športnika.

2.3 Praznjenje / polnjenje zalog CHO

Dejavniki, ki vplivajo na hitrost in v kakšni meri se bodo izpraznile zaloge CHO:

2.3.1 Intenzivnost in trajanje vadbe

(glej prejšnji odstavek!)

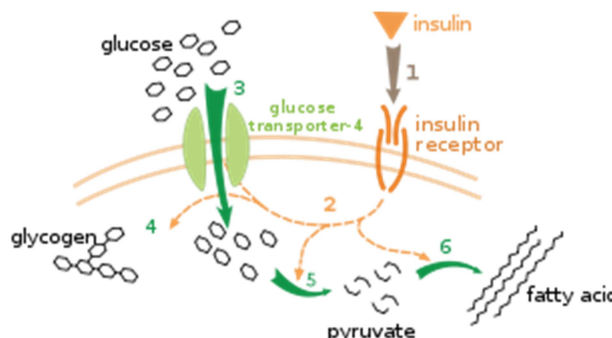
2.3.2 Natreniranost

Pri dobro natreniranih športnikih se razvije povečana sposobnost mobilizacije maščobnih kislin, transport do mišic in izraba le teh za energijo. Tako bo za podobno obremenitev (npr. tek s hitrostjo 15 km/h), treniran športnik izkoriščal manj CHO in več maščob v primerjavi z netreniranim.

2.3.3 Uživanje CHO

Po zaužitju CHO, njihovi prebavi in absorpciji v tankem črevesu naraste nivo glukoze v krvi. Dvig ravni glukoze v krvi prepreči sproščanje glikogena iz jeter (ni potrebe) in stimulira sproščanje insulina ter s tem dovod glukoze v mišice in posledično oksidacijo. S tem se teoretično zniža stopnja razgradnje mišičnega glikogena in beljakovin za potrebe energije in posledično izboljša zmogljivost. Pri vadbi, daljši od 45 minut, je priporočljivo zaužiti vsaj 20g, optimalno pa 60g CHO z zadostno količino tekočine vsako nadaljno uro vadbe. Najbolj učinkoviti so CHO v obliki raztopine. Neprimerni so CHO iz vlaknin, saj so le počasi dostopni encimatski hidrolizi. Energija ni pravočasno na voljo, obenem pa se

predolgo zadržujejo v prebavilih (za športnika povsem neprimerno). Vlakna v črevesu so substrat za fermentacijske bakterije, kar neredko povzroča nastanek plinov. Normalen dnevni obrok naj bi sicer vseboval veliko počasi prebavljivih CHO in vlaknin (hrana z **nizkim glikemičnim indeksom = GI**), prav tako je to priporočljiva prehrana za sedeče osebe. Primer take prehrane so polnozrnatı proizvodi in žitarice. Vendar pa obrok tik pred aktivnostjo, oziroma med njo takih CHO ne sme vsebovati, oziroma mora imeti visok GI (da se lahko hitro absorbira v kri in da ne zastaja v prebavilih).



Slika: Vpliv sproščanja insulina (s trebušne slinavke) kot odgovor na povišano koncentracijo glukoze v krvi:

Insulin se veže na receptor, ta pa sproži val reakcij (2). Te reakcije so translokacija »glukoza transporterja 4« v plazemsko membrano in dotok glukoze v celice (3), sintezo glikogena (4), glikolizo (5) in sintezo maščobnih kislin (6). 4,5 in 6 so anabolne reakcije.

2.3.3.1 Uživanje CHO v mirovanju

Po intenzivni vadbi je potrebno notranje zaloge CHO obnoviti. Sinteza glikogena je najintenzivnejša v prvih urah po vadbi, seveda je za sintezo potrebna dovoljšna količina molekul glukoze za mišični glikogen, medtem ko za sintezo glikogena v jetrih služijo tudi molekule fruktoze. Če ima športnik na razpolago dovolj časa za regeneracijo, je dovolj če uživa normalne obroke z relativno visoko vsebnostjo CHO (55-65 en% / en% je % dnevno zaužite energije). Ti obroki naj bodo sestavljeni s sestavin z nizkim GI, žitarice, stročnice, polnozrnatı proizvodi, sadje, zelenjava... 400-600 g CHO dnevno zadošča za regeneracijo glikogena, ki bo zadostovala za energetske potrebe tja do 4000 kcal. Če pa časa za regeneracijo ni dovolj (več dni trajajoče tekme), je potrebno zaužiti >12 g CHO na kg telesne teže. V primeru, da športnik zaužije tako količino CHO s sestavinami z nizkim GI, bo to botrovalo preveliki masi v prebavilih. V primerih, ko je poraba energija >4500 kcal dnevno in si tekme sledijo, so izgube lahko pokrite le s CHO prehrano (najbolje raztopino) z visokim GI, ki je hitro prebavljena in absorbirana (pire krompir, riž, testenine, polenta).

2.4 Glikemični index (GI)

Je enota s katero ovrednotimo hrano glede na njen vpliv na nivo glukoze v krvi. Tisti CHO, ki se hitro razgradijo in v kri sprostijo glukozo imajo visok GI in obratno.

visok	≥70	glukoza, saharoza, corn flakes, crispies, krompir, bel kruh, rogljički, beli riž
srednji	56-69	testenine, basmati riž, grozdje, ovseni kosmiči
nizek	≤55	sadje (razen lubenic), zelenjava (razen krompirja), mlečni izdelki, fruktoza...
zelo nizek	<40	palatinoza

Tabela: okvirni glikemični indeksi posameznih hranil

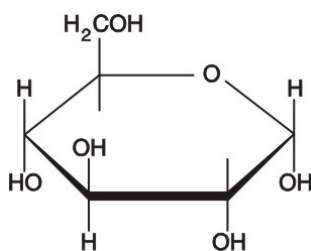
Škrob in polimeri glukoze (maltodekstrin) so približno enako dostopni za encimsko hidrolizo kot sama glukoza. Ostali viri CHO, kot so testenine, riž in krompir so počasneje podvrženi oksidaciji kot topni CHO in zato primerni za obroke med dvema treningoma oziroma pri lažjih rekreacijskih obremenitvah, ne pa neposredno pred oziroma med samim treningom.

Najprimernejši vir CHO za intenzivne treninge so (pre-digested) CHO z nizko vsebnostjo vlaknin in topni v vodi:

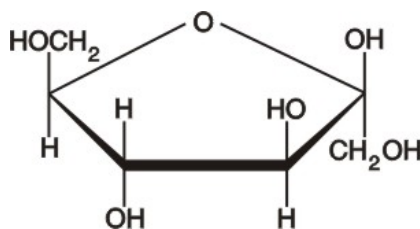
- Monosaharidi (glukoza)
- Disaharidi (saharoza, maltoza)
- Polimeri glukoze (maltodextrin)
- Škrob (**dispersable, but not soluble** ?)

Fruktoza

Uživanje čiste fruktoze je po eni strani zanimivo, saj ohranja nivo glukoze v krvi in s tem ne vpliva na sproščanje insulina v kri (to bi zavrlo mobilizacijo maščobnih kislin kot dodatnega vira energije). Se pa po drugi strani fruktoza počasneje absorbira in se nalaga v prebavilih. Prav tako je stopnja oksidacije pri fruktozi slabša v primerjavi z glukozo in posledično predstavlja manj primeren vir energije od glukoze.



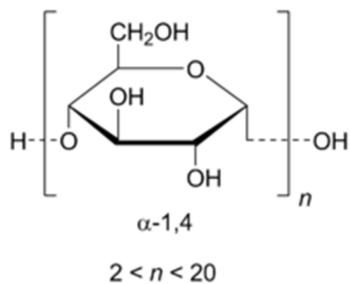
Slika: Glukoza



Slika: Fruktoza

Maltodekstrin

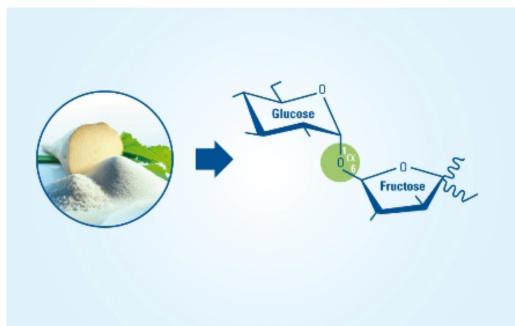
Pridobivajo ga z delno hidrolizo škroba, v kri se absorbira enako hitro kot glukoza. Prednost pred glukozo je ta, da je manj slahek, poleg tega pa je vodna raztopina pri višjih koncentracijah (100-200 g/l) bistveno manj hipertonična od tiste, v kateri bi bil raztopljen mono oz. disaharid (glukoza, saharoza) – pomen: glej poglavje tekočine!



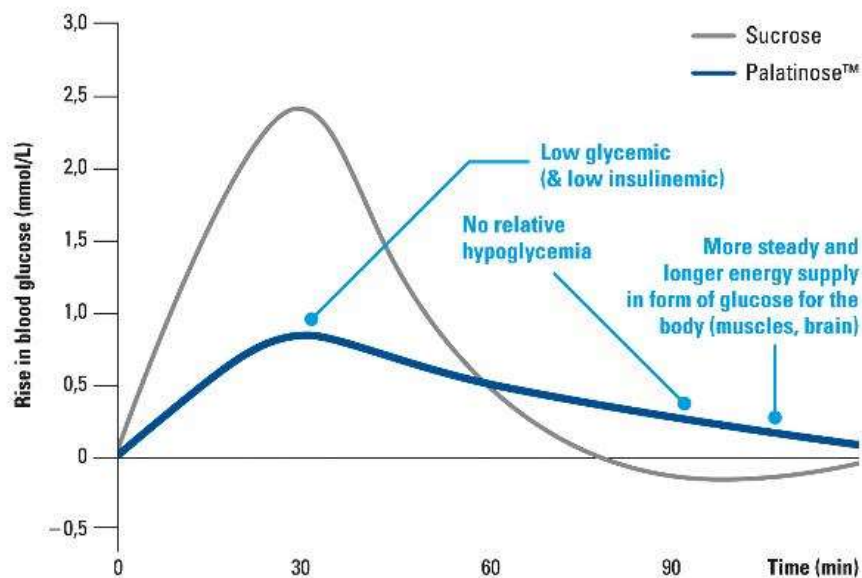
Slika: maltodekstrin, sestavljen z do 20 enot D-glukoze.

Palatinoza

Je encimatsko pridobljen izomer saharoze (namesto z alfa 1,2 vezjo sta glukoza in fruktoza povezani z alfa 1,6 vezjo. Glavna značilnost je nizek odziv nivoja glukoze v krvi in posledično nizko sproščanje insulina. Čeprav se v črevesju popolnoma absorbira, se v kri sprošča počasi, kar pomeni da je njeno delovanje daljše! Ima izredno nizek GI=32.



Slika: glukoza in fruktoza povezani z alfa 1,6 vezjo



Blood glucose response to Palatinose™ in comparison to other carbohydrates in healthy adults. The curves are generated from different studies and represent the response to 50 g oral carbohydrate in drinks solution. (Livesey)

Slika: delovanje palatinoze v primerjavi s saharozo

2.5 VO₂ max (= maksimalna izraba kisika)

ali aerobna kapaciteta je najboljšo merilo kardiovaskularne pripravljenosti in aerobne moči posameznika.

Izraža se bodisi absolutno, v litrih O₂ na minuto (l/min), ali pa relativno v mililitrih O₂ na kilogram telesne teže na minuto (ml/kg/min). VO₂ max je dosežen, ko izraba O₂ postane nespremenljiva, ne glede na povečano obremenitev.

Povprečne vrednosti **VO₂** mladega, zdravega, netreniranega moškega so okoli 45 ml/kg/min. Vrednosti so pri ženskah za 10-20% nižje. V večini primerov se vrednosti s treningom povečajo, a ne vedno. Vrednosti **VO₂** max so praviloma najvišje pri vrhunskih vzdržljivostnih športnikih (kolesarji, veslači, takači, plavalci, tekači na smučeh).

Petkratni zmagovalec Tour de France, Miguel Indurain je imel na primer VO₂ max pri 88.0 tekač na smučeh Bjørn Dæhlie pa neverjetnih 96 ml/kg/min.

Za primerjavo, VO₂ max dirkalnih konj je okoli 180 ml/kg/min, sibirskih vlečnih psov pa kar 240 ml/kg/min.

Dejavniki, ki vplivajo na VO₂ max so:

- Starost
- Spol
- Natreniranost
- Spremembe v nadmorski višini
- Delovanje ventilatornih mišic

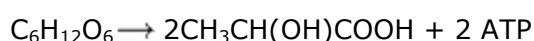
2.5.1 Anaerobna vadba

Anaerobna vadba je tista, ki je dovolj intenzivna da sproži anaerobni metabolizem. Običajna je pri nevzdržljivostnih športih, ki imajo za cilj povečevanje moči, hitrosti in mišične mase. Mišice, trenirane z anaerobno vadbo se razvijajo drugače od tistih z aerobno, predvsem postanejo sposobne doseganja boljših rezultatov v kratkem času (nekaj sekund do dveh minut).

2.5.1.1 Anaerobni metabolizem

Fast twitch (hitro krčenje, trzanje) skeletne mišice (veliki napor) pridobivajo energijo predvsem iz anaerobnih presnovnih procesov (fermentacija), medtem ko dlje trajajoče aktivnosti (vzdržljivostni športi) bazirajo predvsem na izrabi kisika (aerobni metabolizem). Pri večini športov gre za kombinacijo obeh tipov.

Visokoenergetski fosfati (adenozin trifosfat –ATP in kreatin fosfat –CP so v mišičnih celicah uskladiščeni v zelo omejenih količinah. Ko pride do potreb po višjih količinah ATP, kot jih lahko zagotovi aerobni metabolizem (če na razpolago ni dovolj kisika), pride v mišicah do anaerobne glikolize (fermentacije glikogena). Stranski proizvod razgradnje glukoze v tem primeru je laktat. Tvorba velikih količin laktata je za mišice lahko škodljiva, mimogrede, za izčrpanost mišic laktat ni edini krivec.



2.5.1.2 Laktatni prag (LT = lactate threshold)

predstavlja intenzivnost treninga, pri kateri se v krvi začne akumulirati laktat. Je zelo uporabno merilo pri določanju intenzivnosti treningov pri vzdržljivostnih športih. Prednost intervalnih treningov je v tem, da se v fazi, ko treniramo pod laktatnim pragom vsebnost laktata v krvi reducira. V grobem velja meja za laktatni prag 4 mM (vsebnost laktata v krvi v mirovanju je okoli 1 mM).

2.5.2 Aerobna vadba

Pomeni tisto vadbo, pri kateri se za presnovo oziroma pridobivanje energije v mišičnih celicah uporablja kisik. V večini primerov gre za zmeren, dlje časa trajajoč trening.

		EXERCISE ZONES									
		AGE									
		20	25	30	35	40	45	50	55	65	70
BEATS PER MINUTE	100%	200	195	190	185	180	175	170	165	155	150
	90%	180	176	171	167	162	158	153	149	140	135
	80%	160	156	152	148	144	140	136	132	124	120
	70%	140	137	133	130	126	123	119	116	109	105
	60%	120	117	114	111	108	105	102	99	93	90
	50%	100	98	95	93	90	88	85	83	78	75

Slika: Fox and Haskellova formula (Aerobna vs anaerobna vadba)

Fox and Haskellova formula, prikazuje območje aerobne (rumeno, svetlo oranžno) oz. anaerobne vadbe (temno oranžna) in pulz, značilen za starostno skupino.

Among the recognized benefits of doing regular aerobic exercise are:

- Strengthening the muscles involved in respiration, to facilitate the flow of air in and out of the lungs
- Strengthening and enlarging the heart muscle, to improve its pumping efficiency and reduce the resting heart rate, known as aerobic conditioning
- Strengthening muscles throughout the body
- Improving circulation efficiency and reducing blood pressure
- Increasing the total number of red blood cells in the body, facilitating transport of oxygen
- Improved mental health, including reducing stress and lowering the incidence of depression
- Reducing the risk for diabetes.

- Improving the ability of muscles to use fats during exercise, preserving intramuscular **glycogen**
- Enhancing the speed at which muscles recover from high intensity exercise

2.6 Poudarki

- CHO so najpomembnejše hranilo za visoko intenzivno vadbo
- Sproščanje energije iz CHO je trikrat hitrejše kot iz maščob, je pa zaloga CHO v organizmu zelo omejena, kar omejuje trajanje visoko intenzivne vadbe
- Pomanjkanje CHO ne le znižuje učinek, ampak pripelje tudi do izrabe aminokislin kot vira energije, posledično do sproščanja amoniaka in izčrpanosti. Uživanje CHO med vadbo to v veliki meri preprečuje, prav tako je pomembno pravilno prehranjevanje med dvema treningoma oz. tekmama
- Vir CHO v primeru visoko intenzivne vadbe mora biti lahko prebavljiv (visok GI) in spremljan z dovoljšnjo količino tekočine
- Nepravilen timing uživanja CHO lahko prizadene metabolizem CHO in glikogena
- Oskrba s CHO ne poveča le učinka pri tekačih, kolesarjih, plavalcih in ostalih vzdržljivostnih športnikih, marveč tudi pri vseh ostalih športnikih

2.7 Praktični nasveti

za optimalen izkoristek glikogena in izboljšanje rezultatov vadbe:

- Vsako jutro vzdržljivostni trening ($VO_2\max = 50-60\%$, utrip 140-150/min) na prazen želodec za povečano izkoriščanje maščob kot vira energije
- Dan pred tekmo kosilo z visoko vsebnostjo CHO, ki mu sledi z maščobami bogata večerja. To bo povečalo zaloge glikogena, oksidacija CHO bo bolj racionalna.
- Tik pred tekmo lahko prebavljiv obrok (40-50% CHO, 30-40% maščobe). Če je telo dobro oskrbovano s CHO, ni potrebe po obroku z visokim % CHO.
- 2 uri pred tekmo ne uživati CHO vsebujočih napitkov, temveč nesladkan čaj, kavo, vodo. Tako bo nivo insulina v krvi nizek in posledično bo višja mobilizacija maščob.
- Izvajaj primerno ogrevanje, da se dvigne nivo prostih maščobnih kislin v plazmi.
- Med tekmo prvih 90 minut uživati 0,5-0,8 g CHO/minuto skupaj z veliko tekočine (ne hipertonične!), po preteku 90 minut pa povečaj na 0,8-1,2 g CHO/minuto
- Takoj po tekmi zaužiti raztopino CHO, ali pa lahko prebavljiv obrok bogat s CHO, še posebej če je čas do naslednjega napora omejen.

3 MAŠČOBE

Med telesno vadbo prihaja do številnih živčnih, hormonskih in drugih dražljajev, ki povečajo stopnjo mobilizacije maščob, maščobne kisline se začno pospešeno oksidirati v mitohondrijih mišičnih celic. Koncentracija FFA (prostih maščobnih kislin) v mišici pade, s tem pa se poveča prenos FFA iz krvi v mišice. Ves omenjeni proces krmilita hormona adrenalin in noradrenalin (epinefrin in norepinefrin), ki se sproščata pri vadbi. Pomembno vlogo pri krmiljenju procesa odigra tudi znižanje ravni insulina v krvi.

3.1 Maščobne rezerve

Maščobe so energetsko bistveno bogatejše od CHO (utežna enota maščobe je energetsko bogatejša od utežne enote CHO).

Medtem, ko je zaloga glikogena v mišicah in jetrih zdravega, netreniranega telesa omejena na < 450 g, so zaloge maščob v bistvu lahko neomejene. Kljub temu, da imajo vrhunski atleti izjemno nizko količino uskladiščenih maščob, pa ima le ta lahko izjemen energetski potencial (do 7000 kcal/kg uskladiščene maščobe).

% maščobe v telesu		
	netreniran	treniran
♀	20-35	10-20
♂	10-20	5-15

Tabela: % maščobe v telesu

3.1.1. Maščobne rezerve (tolšča)

Adipozno tkivo (tolšča) predstavlja torej najpomembnejšo zalogo energije. Sproščanje maščobnih kislin (FA=fatty acids), ki pri oksidaciji sproščajo energijo pomeni izvor energije v časih, ko zaradi daljšega obdobja nezadostne prehrane preskrba z CHO postane omejena. Maščobne kisline iz adipoznega tkiva bi teoretično zadostovale za maratonski tek, trajajoč 70 ur (poraba 70.000 kcal energije), če odmislimo bolečine v sklepih in mišicah.

3.1.2 Mišična maščoba

Alternativo maščobnim kislinam predstavljajo trigliceridi, prisotni v skeletnih mišicah. Trenirane mišice lahko vsebujejo do 400 g maščobe. Encim mišična lipaza omogoča sproščanje FA iz trigliceridov. Hormon norepinefrin (noradrenalin) sproščanje povečuje, insulin pa ga zavira.

3.2 Tvorba energije

Potencialni vir energije torej predstavljajo :

- FA iz adipoznega tkiva
- Maščobe ki vstopajo v krvni obtok po uživanju hrane (FA se sprostijo iz VLDL (very low density lipoproteins), ki izvira iz absorbiranih prehranskih maščob
- FA uskladiščene v obliki trigliceridov v mišičnih celicah (FA se po hidrolizi sprostijo iz trigliceridov v kri in se vežejo na albumin, ki skrbi za transport do

mišic (albumina je v prebitku, ni omejevalni faktor), glicerol pa po krvotoku potuje v jetra, kjer lahko služi kot substrat za pretvorbo v glikogen.

Glavno vlogo pri prenosu FA iz krvotoka v mitohondrije mišičnih celic (kjer poteka oksidacija FA) imajo beljakovine (albumin do mišic, L-carnitine v mitohondrij), ravno ta prenos je glavni omejevalni faktor za izkoriščanje energije iz maščob pri vadbi.

Med počivanjem večji del potrebne energije prihaja iz oksidacije maščob. Ko se telesna aktivnost povečuje, se povečuje poraba energije ki izvira iz CHO, še posebej pri intenzivnosti $> 70-80\% \text{VO}_2 \text{ max}$. Nekaj razlogov:

- Pri povečani stopnji degradacije glikogena ob intenzivnem treningu se pospešeno formira laktat, ta pa zavira lipolizo.
- Za enako količino proizvedenega ATP iz maščob se porabi več O_2 primerjaje z CHO.
- Prenos FA iz krvotoka v mitohondrije je glavni omejevalni faktor za izkoriščanje energije iz maščob pri vadbi (L-carnitine)

3.3 Kako povečati oksidacijo maščobnih kislin

Kot že rečeno, se pri povečani telesni aktivnosti sprošča niz hormonov, kar ima za posledico povečano razgradnjo glikogena in nastanek laktata, obenem se poveča aktivnost progastih mišic ki imajo slabšo sposobnost oksidacije FA. Ker so zaloge CHO omejene, bo posledično padla tudi intenzivnost vadbe. Vsaka adaptacija, ki vodi do povečanja izkoriščanja FA bi imela za posledico boljšo vzdržljivost. Možni ukrepi v tej smeri:

- Trening
- Uživanje MTC (medium chain triglycerides)
- Oralno uživanje maščobnih emulzij in infuzija maščob
- Kofein
- L-carnitine
- Prehrana bogata na maščobah

3.3.1 Vzdržljivostni trening

ima za posledico niz prilagoditev v presnovi, ki favorizirajo oksidacijo maščobnih kislin. Trenirane mišice imajo bistveno povečano aktivnost cele vrste encimov, ki izboljšujejo oskrbo maščobnih kislin v mitohondrije in posledično oksidacijo FA. Prav tako trenirane mišice skladiščijo večjo količino intracelularne maščobe v obliki maščobnih kapljic na površju mitohondrijev. Povečana količina intracelularne maščobe, primerjaje z izvencelično je v tem, da FA ni potrebno premagovati številnih ovir (membran) pri prehodu iz plazme v celico. S treningom torej dosežemo, da na račun oksidacije maščob bistveno podaljšamo čas, ko je organizem sposoben izvajati intenzivni trening, saj se zaloge CHO dlje ohranijo.

3.3.2 MTC (medium chain triglycerides)

s 6, 8 ali 10 ogljiki se zelo hitro spraznejo z želodca in so takoj absorbirani v tankem črevesu. S krvjo potujejo v jetra in od tu v mišice, kjer se takoj oksidirajo. Vendar pa so meritve pokazale, da se raven glikogena (zaloga energije) na ta račun tega ne ohranja, pač pa se ohranja intracelularna zaloga maščob. Uživanje MTC torej ne podaljšuje časa, ko je organizem sposoben izvajati intenzivni trening.

3.3.3 Infuzija maščobnih kislin

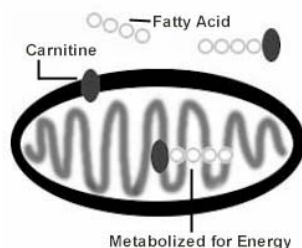
z dolgimi C verigami znatno pripomore k ohranjanju ravni glikogena, vendar jo IOC (International Olympic Committee) smatra kot nedovoljen poseg, doping. Z maščobami bogat obrok pred oz. med treningom ne kaže nobenih učinkov, saj transport FA do mitohondrijev mišičnih celic traja predolgo.

3.3.4 Kofein

povečuje raven epinefrina in norepinefrina in s tem aktivnost encima lipaze ter posledično lipolize (razgradnje maščob). Vendar pa ima uživanje kofeina za posledico tudi povečano razgradnjo glikogena v jetrih in s tem povezano dodatno sproščanje laktata, ki pa je močan inhibitor lipolize. Delovanje kofeina je tako kontradiktorno in verjetno omejeno le na vpliv na centralni živčni sistem.

3.3.5 L-carnitine

človek ga v veliki meri črpa iz prehrane, predvse z rdečega mesa. Dodatno se v telesu (predvsem v jetrih, v manjši meri v ledvicah in možganih) tudi sintetizira, iz trimethyllysina in methionina. Z mesta sinteze se sprošča v krvotok, dnevno pa se ga tudi nekaj izloča z urinom. Glavna funkcija L-carnitina je prenos maščobnih kislin z dolgimi verigami skozi membrano mitohondrija, kjer vstopajo z proces oksidacije. Ko ga uživamo kot dodatek k prehrani, se resda poveča raven L-carnitina v krvni plazmi, vendar pa njegova raven znotraj mišic ostane nespremenjena. Razmerje koncentracije v plazmi ($60\mu\text{mol}$) in v mišicah ($3\text{--}4\mu\text{mol}$) je tudi bolj ali manj konstantno. To pomeni, da bi še ne vem kako visoka koncentracija v plazmi povzročila le neznamenit dvig koncentracije v mišicah. Posledično pride do visokega izločanja z urinom. Prav tako je tudi dokazano, da se raven L-carnitina v mišicah pri intenzivnem treningu ne spreminja.



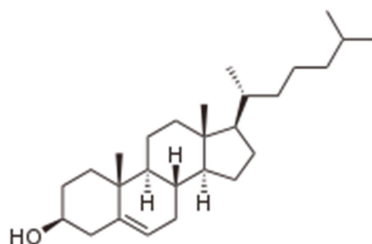
Slika: delovanje L-carnitina

3.3.6 Prehrana bogata na maščobah

ni dovolj razpoložljivih dokazov, ki bi pričevali o boljših sposobnostih po zaužitju hrane bogate z maščobami. Dolgoročne raziskave so onemogočene že samo z dejstvom, da je taka prehrana nesprejemljiva kar se okusa tiče, po drugi strani pa zato, ker ima lahko škodljive učinke na krvožilni sistem. Po zadnjih raziskavah na aktivnih atletih, se po tovrstni prehrani nivo LDL holesterola v plazmi ne spremeni, močno pa naraste stopnja HDL holesterola kar pomeni, da prehod s prehrane bogate na CHO na z maščobo bogato hrano nima škodljivih stranskih učinkov. Zanimivi so izsledki raziskave, ko so s kratkotrajne maščobno-bogate prehrane preselili na prehrano bogateo s CHO – vzdržljivost kolesarjev se je znatno povečala.

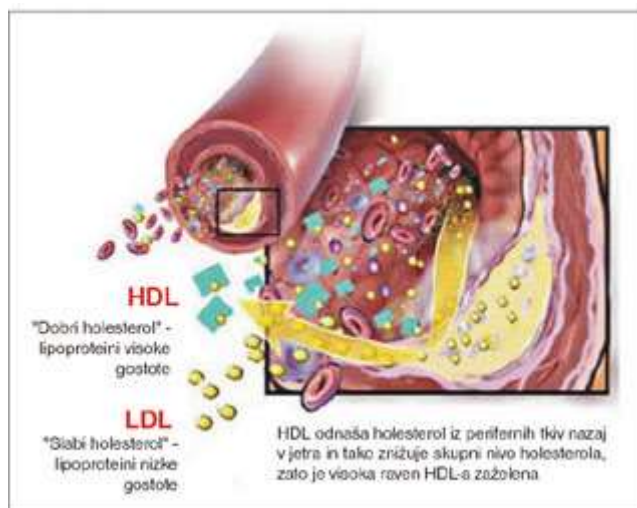
Zaključek: od vseh naštetih ukrepov za povečanje izkoristka maščob (povečane oksidacije) s ciljem povečanja vzdržljivosti je učinkovit le reden trening vzdržljivosti! Za podkrepitev delovanja vseh ostalih naštetih ukrepov ni zadostnih dokazov.

3.4 Holesterol



Slika: Kemijska formula holesterola

Holesterol je naravna maščoba, ki nastaja v jetrih in je sestavni del celičnih membran, izhodiščna molekula za nastanek številnih hormonov (kortizon, testosteron in estrogen), žolčne kisline, sodeluje pri nastanku vitamina D in je skratka nujno potreben organizmu.



Slika: delovanje holesterola

Približno tri četrtine holesterola ustvari človeško telo samo s pomočjo jeter. Preostanek ga zaužijemo z mastno hrano, npr. z mesom ali maslom. Dnevno nastane v telesu 1 do 3 g holesterola, s tem pa je pokrita tudi normalna dnevna potreba po njem.

V krvi se holesterol veže na beljakovinske molekule. Pri tem nastajajo različne vrste lipoproteinov:

- lipoproteini visoke gostote (HDL – High Density ali "dobri holesterol")
- lipoproteini nizke gostote (LDL – Low Density ali "slabi holesterol")
- lipoproteini zelo nizke gostote (VLDL – Very Low Density)

Ni pomembna samo količina holesterola v krvi, pomembno je predvsem razmerje med dobrim (HDL) in slabim (LDL) holesterolom. Medtem ko dobri holesterol varuje žile, pa slabi holesterol poškoduje njihove stene.

3.4.1 HDL - dobri holesterol

HDL odnaša slabi holesterol iz perifernih tkiv nazaj v jetra in tako znižuje skupni nivo holesterola, zato je visoka raven HDL-a zaželena in kaže na ustrezno prehrano in fizično

aktivnost osebe. Hkrati HDL preprečuje, da bi prišlo do nalaganja LDL holesterola na žilne stene. Priporočljive vrednosti za HDL v krvi so nad 1.4 mmol/L. Če je skupna količina holesterola v krvi večja kot 230 miligramov na 100 mililitrov krvi, lahko pride do poapnenja žil.

3.4.2 LDL - slabi holesterol

LDL predstavlja kar dve tretjini holesterola, v tej obliki se nahaja odvečni holesterol. Kadar so njegove vrednosti povišane, pomeni, da se LDL pospešeno odlaga v žilne stene (proces ateroskleroze), to pa vodi v bolezni, kot so miokardni infarkt, angina pectoris (bolečina za prsnico), možganska kap, zapore perifernih žil in druge.

3.4.3 VLDL

VLDL izvira iz prehranskih maščob in predstavlja vir maščobnih kislin za pridobivanje energije

3.4.4. Vplivi na količino holesterola

Količina holesterola v krvi se lahko poveča zaradi različnih vzrokov:

- dednost,
- prehrana,
- telesna aktivnost
- kajenje,
- starost

Z zdravo hrano lahko zmanjšamo količino holesterola največ za 15 odstotkov!

3.4.5 Priporočene vrednosti maščob v krvi

- skupni holesterol: < 5 mmol/l
- holesterol LDL: < 3 mmol/l
- holesterol HDL: > 1 mmol/l
- trigliceridi: < 2 mmol/l

3.5 Praktični nasveti za uživanje maščob

Medtem ko tipična prehrana sedečega osebk (zahodnjak) vsebuje *35-45 en% v obliki maščob, je za športnike priporočen odmerek nižji, le 25-35 en%. Za to količino zadostuje uživanje pustega mesa in jedi z malo maščobami.

vir	en%
ogljikovi hidrati	55-65
celokupne maščobe	25-35*
-nasičene maščobne kisline	<10
beljakovine	10-15

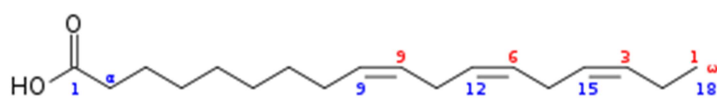
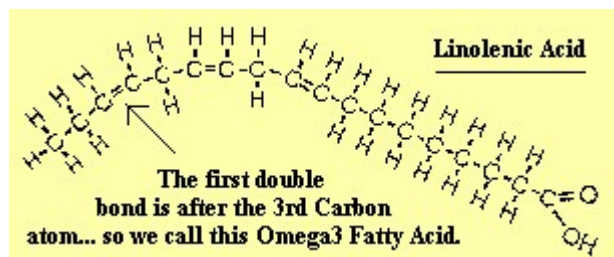
Tabela: Dnevno zaužita energija iz posamičnih hranil

Nasičene maščobne kisline naj ne presegajo 10 en%, čemur se izognemo s pripravo jedi na rastlinskem olju (ne na svinski masti). Več kot 5 en% naj predstavljajo mono ali poli nenasičene maščobne kisline (ena ali več dvojnih vezi). Le te imajo vpliv na strukturo celičnih membran, še posebej pri rdečih krvničkah. Zlasti je priporočljivo uživanje

omega-3 maščobnih kislin (kapsule ribjega olja), saj izboljšajo dostopnost kisika v celicah, še posebej pri višinskih pripravah.

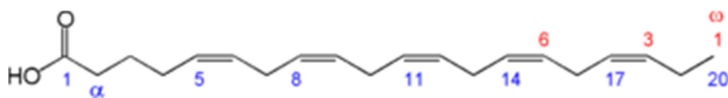
3.5.1 Omega-3 maščobne kisline

Omega-3 maščobnim kislinam je skupna zadnja dvojna vez na n-3 položaju (nasprotno od COOH skupine). Prehransko najbolj pomembna Ω -3 maščobna kislina je α -linolenska kislina (ALA).

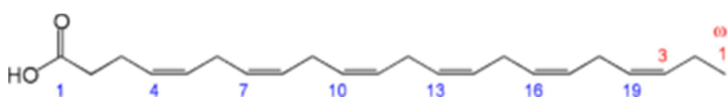


Slika: struktura α -linolenska kislina (ALA).

Človeško telo Ω -3 maščobnih kislin »de novo« ne more sintetizirati, lahko pa tvori take, z 20 (EPA - eicosapentanoic) ali 22 (DHA - docosapentanoic) C atomi z že omenjene α -linolenske kisline s krajšo verigo (18 ogljikovih atomov). Podobno poteka tvorba Ω -6 maščobnih kislin, in sicer z Ω -6 linolejske kisline.



Slika: struktura eicosapentaenoic acid (EPA).



Slika: struktura docosahexaenoic acid (DHA).

Čeprav je že od leta 1930 znano, da so esencialne, omega-3 maščobne kisline neobhodne za normalno rast in zdravje, je zavedanje o njihovih številnih pozitivnih učinkih relativno novo. Odkrili so ga pri proučevanju inuitskih plemen na Grenlandiji, ki uživajo ogromne količine ribjih maščob in praktično ne poznajo bolezni ožilja.

- Vplivi na zdravje

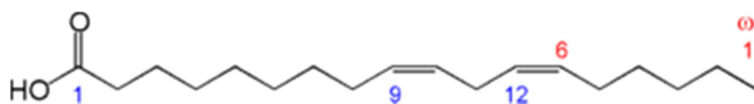
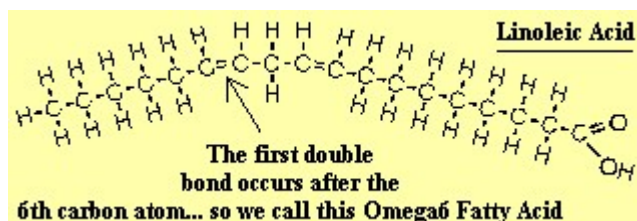
α -linolenska kislina nima toliko pozitivnih vplivov na ožilje kot DHA ali EPA. Na trgu je ogromno proizvodov z deklariranimi Ω -3 maščobnimi kislinami, vsebujejo pa le α -linolensko kislino. Laneno seme je izredno bogato z ALA, vir pa je tudi meso, jajca in mleko.

DHA in EPA uglavnom proizvajajo morske alge, ki jih konzumirajo ribe, v njihovih organih pa se akumulirajo. Vegetarijanci seveda lahko uživajo alge neposredno. Poleg vpliva na

krvotok (poboljšana cirkulacija, nižji pritisk, nižanje trigliceridov v krvi in posledično manjša verjetnost za infarkt) naj bi imele omega-3 maščobne kisline tudi pozitivne vplive na depresijo, imunski sistem, preventivo proti razvoju raka...

3.5.2 Omega-6 maščobne kisline

Podobno kot za omega-3, velja tudi za omega-6 maščobne kisline - skupna jim je zadnja dvojna vez na n-6 položaju, to je šesta pozicija v nasprotnem koncu od COOH skupine. Kot rečeno, človeško telo Ω -6 maščobnih kislin »de novo« ne more sintetizirati, lahko pa tvori vse ostale iz linolejske kisline.



Slika: struktura linolejske kisline

Biološki vpliv omega-6 maščobnih kislin je tesno povezan s konverzijo linolejske kisline v n-6 eicosanoid (eicosadienoic acid, $n=20$, dve dvojni vezi), ki povezuje različne receptorje prisotne v vseh tkivih. Če pa iz n-6-arachidonic acid (prekursor, $n=20$, štiri dvojne vezi) nastane n-6 prostaglandin, le ta omogoči delovanje zdravil, ki imajo vpliv na astmo, artritis, arteriosklerozo, imunske reakcije... Preveč omega-6 maščobnih kislin, predvsem n-6 eicosanoid lahko negativno vpliva na zdravje (infarkt, vnetja, artritis, srčna aritmija...)

4 glavne vrste rastlinskih olj (palmino, sojino, ogrščično in sončnično) vsebujejo precej linolejske kisline in α -linolenske kisline. Ostali viri omega-6 maščobnih kislin so še perutnina, jajca, oreški...

3.6 Poudarki

1. Maščobe so v primerjavi s CHO »počasen« vir energije
2. Če športniki uživajo maščobo kot primarni vir energije, lahko trenirajo le na 40-60% svojih kapacitet
3. Povečana poraba maščob kot vira energije kot rezultat rednega treninga znižuje porabo CHO z glikogenskih zalog in posledično podaljšuje sposobnost (trajanje intenzivne vadbe) športnika.
4. Dnevno zaužite količine maščob naj ne presegajo 35 en%, izogibati se je potrebno nasičenim maščobnim kislinam, hrano pripravljati na rastlinskem olju, uživati ribje olje...
5. Zadnje raziskave dokazujejo izboljššan učinek ob izmeničnem uživanju prehrane bogate s CHO, tej sledi kratkotrajna uživanje hrane bogate z maščobami, in zadnji obrok pred tekmo zopet bogat s CHO.
6. Izjave, da kofein, L-carnitin, povečano uživanje maščob... izboljšujejo učinek in vzdržljivost še niso podkrepjene z dovolj dokazi.

4 BELJAKOVINE

Človeško telo nima beljakovinskih rezerv, ki bi bile primerljive z energetskimi rezervami glikogena oziroma maščob. Vse telesne beljakovine so strogo funkcionalne - so bodisi del tkivnih struktur ali pa vstopajo v presnovne procese (hormoni, encimi, neurotransmiterji, možni prekursorji za glukogenezo...). Če se v organizmu znajde presežna beljakovina, se bo razstavila v proste aminokisline. Te se bodisi neposredno oksidirajo (nastali dušik se izloči preko urina), ali pa se preoblikujejo v glikogen ali proste maščobne kisline in se v tej obliki uskladiščijo na ustreznem mestu. V človeškem telesu so tri osnovna nahajališča beljakovin:

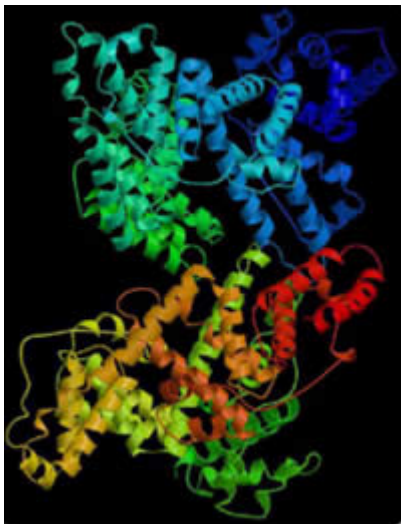
- beljakovine in aminokisline krvne plazme
- mišične beljakovine
- beljakovine v notranjih organih

4.1 Beljakovine in aminokisline krvne plazme

Albumin in rdeče krvničke so najpomembnejše beljakovine krvne plazme. Oboji kot nosilci nastopajo v transportnih procesih v telesu. Njihovo število se lahko zniža, kot posledica nedovoljne preskrbe z beljakovinami ali energijo.

4.1.1 Albumin

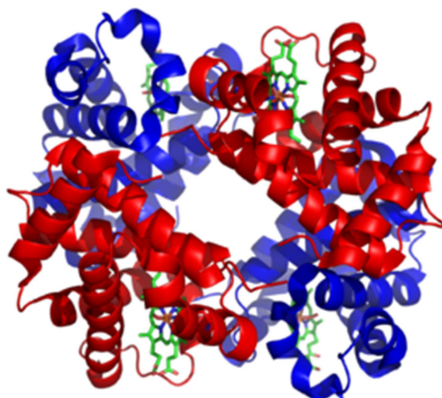
Serumski albumini, predstavljajo 55% beljakovin v človeški krvni plazmi, pomembni pa so zaradi svojih sposobnosti vezave vode, k čemer prispevajo k uravnavanju osmotskega tlaka krvi in s tem tudi njenega volumna, poleg tega pa vežejo nase in transportirajo tudi proste maščobne kisline, kalcij (Ca) ter nekatere droge in zdravila. Albumin je sintetiziran le v jetrih.



Slika: Molekula serumskega albumina v človeški krvni plazmi

4.1.2 Hemoglobin

Hemoglobin oskrbuje s kisikom vse presnovne procese, kjer nastaja energija, zato bi se vsakršno pomanjkanje te beljakovine odražalo kot stanje zmanjšane sposobnosti. Nasprotno, vsako zvišanje nivoja hemoglobina (uporaba EPO) poveča storilnost in je smatrana kot neetična (doping, glej poglavje 12.2.1).



Slika: Trirazsežnostna struktura hemoglobina.
(Štiri podenote so prikazane v rdeči in modri, hemske skupine pa v zeleni barvi)

En del hemoglobina sestavljajo štiri zavite polipeptidne verige, ki jih skupno imenujemo globin. Vsaka polipeptidna veriga obdaja v sredini nebeljakovinski del molekule, imenovane hem. Hem je sestavljen iz štirih pirolovih obročev in železa. Na železove atome, ki so vgrajeni v heme hemoglobinskih molekul se veže kisik. En hem lahko veže nase eno molekulo kisika, torej lahko ena molekula hemoglobina veže štiri molekule kisika. Ker je železo nujno za vezavo kisika na hemoglobin sta za tvorbo in dozorevanje rdečih krvničk nujno potrebna zadostna količina železa in beljakovin.

Vse zaužite beljakovine po prebavi in absorpciji vstopajo v plazemski aminokislinski pool (plasma AA pool), katerega sestava je bolj ali manj konstantna, v zelo ozkih mejah tolerance. Pomanjkanje ne-esencialnih aminokislin ni problematično, saj jih je organizem sposoben sintetizirati, kar pa ni slučaj za esencialne aminokislino. Pomanjkanje le teh je možno nadoknaditi s povečanim uživanjem hrane, bogate s tovrstnimi aminokislinami, ali pa z razgradnjo telesnih beljakovin.

Izčrpavajoči treningi predstavljajo energetski stres za telo, kar vedno vodi do povečane izrabe aminokislin (vključno z esencialnimi) za energijo. Prej pride do izpraznitve notranjih rezerv CHO, večja bo izraba aminokislin za energijo. Zato še enkrat poudarjamo, da se lahko razgradnji beljakovin in oksidaciji aminokislin izognemo z uživanjem dovolj CHO med in takoj po treningu!

4.2 Mišične beljakovine

Mišične beljakovine predstavljajo največjo zalogo beljakovin v telesu. To je glavni oskrbovalni pool aminokislin med stradanjem. Znano je, da med stradanjem oz. v stanju telesne izmučenosti prihaja v telesu do razgradnje beljakovin, z namenom:

- Sprostitev prostih aminokislin za pokrivanje energetskega potreb
- Preskrba krvne plazme z esencialnimi aminokislinami
- Sproščanje glutamina v krvno plazmo (nemoteno delovanje imunskega sistema)

Na izgubo mišičnih beljakovin vplivajo tudi poškodbe mišičnih vlaken. Pri razgradnji poškodovanih mišičnih vlaken pa se prav tako sproščajo proste aminokisline, tako da izgube niso vedno pomembne.

4.3 Negativna bilanca dušika

je lahko torej posledica prevelikih naporov, ki so spremljani z nedovoljšnim uživanjem CHO, stradanja, vnetij, poškodb... pomeni pa, da je količina izločenega dušika iz telesa večja od tiste, ki smo jo v telo vnesli s prehrano. Nasprotno pa je pozitivna bilanca dušika značilna za obdobje rasti in nosečnosti ter pomeni, da je količina izločenega dušika manjša od zaužitega.

Priporočen dnevni odmerek zaužitih beljakovin v EU je za odraslega moškega 54-105 g, za žensko pa 43-81 g. Izraženo v en% med 10 in 15%. Splošno velja, da se ob povečani telesni aktivnosti poveča odmerek zaužitih beljakovin skladno s povečanim vnosom energije!

Predoziranje beljakovin pomeni tudi večje izločanje dušika skozi urin, pri nevzdržljivostnih športnikih (moč) pa se poveča tudi mišična masa.

4.4 Praktični nasveti

Kar se tiče dnevnih odmerkov beljakovin za vzdržljivostne športnike velja med 1,2 - 1,8 g/kg telesne teže, oziroma 12-15 en%, temu pa bo zadoščeno s pestro sestavo obrokov, ki naj vsebujejo čim bolj različne vire beljakovin, od pustega mesa, rib, mlečnih proizvodov do rastlinskih beljakovin. Beljakovinski nadomestki so priporočeni le športnikom, ki so omejeni s težnimi kategorijami in vegetarijancem. Beljakovinski nadomestki morajo vsebovati minimalno maščob (brez holesterola), biti morajo lahko prebavljivi. Take so mlečne beljakovine ali hidrolizati mlečnih beljakovin v kombinaciji z beljakovinami soje ali sirotke.

4.5 Poudarki

- za optimalno rast mišic in uspešno sanacijo mišičnih poškodb (posledica intenzivnega treninga), je potrebno uživati zadostne količine beljakovin
- dnevni odmerki beljakovin za vzdržljivostne športnike so med 1,2 - 1,8 g/kg telesne teže, za ostale pa med 1,0 - 1,2 g/kg telesne teže.

- ob povečani telesni aktivnosti se poveča odmerek zaužitih beljakovin skladno s povečanim vnosom energije. Športniki, ki uživajo nizkokalorično prehrano (gimnastika, težne kategorije, vegetarijanci in body-builderji) z običajno prehrano ne kompenzirajo izgubljenega dušika, zato morajo konzumirati beljakovinske nadomestke.

5 Tekočine in elektroliti

Voda je neobhodna za vse presnovne procese v telesu. Omogoča transport snovi, potrebnih za rast in proizvodnjo energije, omogoča izmenjavo hranil in produktov presnove med organi in zunanjim okoljem. Za ravnotežje vode v telesu skrbijo hormoni, odvisno pa je od vsebnosti elektrolitov, predvsem natrija in kloridov. Človeško telo vsebuje od 45-70% vode, športniki z velikim % mišične mase in malo maščobami več, saj maščobna tkiva vsebujejo le 10-15% vode, medtem ko je % vode v mišicah >70%. Vsebnost vode v telesu je precej stabilna, za izločanje presežne vode skrbijo ledvice. Če je količina izločene vode večja od zaužite, pride do dehidracije tako znotraj celic kod tudi med celicami.

Vsebnost vode je določena z ozmotskim tlakom, ki ga povzročajo ozmotsko aktivni delci, predvsem elektroliti, glukoza in beljakovine. Koncentracija elektrolitov znotraj in zunaj celice je različna, voda lahko prehaja skozi polpropustno celično membrano. Ozmoza je definirana kot prehod vode z mesta, kjer je koncentracija elektrolitov nižja na mesto, kjer je višja. Končni rezultat prehajanja vode je izenačitev koncentracije na obeh straneh membrane. Pomemben vpliv na izmenjavo tekočin ima tudi krvni pritisk. Oba določata količino vode, ki s krvotoka prehaja v organe. V prvih urah pomanjkanja vode se izgublja tekočina predvsem iz medceličnih prostorov. Količina vode v krvni plazmi se zmanjša, zato začne slednja prehajati s tkiv v kri. Tekočina v tkivih bo tako postala močno koncentrirana, kar bo izzvalo prehod vode iz notranjosti celic v medcelične prostore tkiv, kar bo imelo za rezultat celično dehidracijo. Tako celična kot izvencelična dehidracija povzročita dražljaj - občutek žeje. Intenzivna vadba, še posebej na vročini lahko pripelje do dramatičnih sprememb v vsebnosti vode in elektrolitov.

5.1 Celična tekočina in elektroliti

Približno dve tretjini telesne vode se nahaja znotraj celic.

		znotraj celic skeletnih mišic	izvencelična tekočina (plazma)
Kationi			
	kalij	10	130 - 155
	natrij	150	3,2 - 5,5
	kalcij	0	2,1 - 2,9
	magnezij	15	0,7 - 1,5
Anioni			
	klorid	8	96 - 110
	bikarbonat	10	23 - 28
	organski fosfat	65	0,7 - 1,6

Tabela: koncentracija elektrolitov v celični tekočini in plazmi (mmol/l)

5.1.1 Vpliv vadbe

Delovanje mišic ima za rezultat proizvodnjo in nalaganje metabolitov (produktov presnove) v celici. Koncentracija se poveča in posledično voda iz medceličnih prostorov prehaja v celico (ozmoza). Spremembe v propustnosti membrane povzročijo prehod

metabolitov in natrija iz celic, tako da je sedaj tekočina v medceličnih prostorih hipertonična (bolj koncentrirana) glede na kri. Sedaj bo voda iz krvi prehajala v medcelične prostore. Krvni pritisk to spremembo še pojača. Volumen plazme se pomanjša za +/- 10%. Zaradi premika vode se med fizično vadbo volumen skeletnih mišic poveča, še posebej pri anaerobni vadbi (visoke koncentracije laktata znotraj celic!).

Če zaradi intenzivne vadbe pride še do povečanega potenja, bo to povzročilo dodatno koncentracijo elektrolitov v krvi in posledično izgubo vode iz medceličnih prostorov. Če tako stanje traja, pride do obratnega procesa, kot je bil opisan na začetku in s tem do znotraj celične dehidracije.

5.2 Izvencelična tekočina in elektroliti

Izvencelična tekočina se loči na dve podenoti – tekočina v medceličnih prostorih (vsebnost vode približno 11,5l) in tekočina v krvni plazmi (vsebnost vode približno 3,5l). Medcelična tekočina je izmenjevalni medij med celico in krvjo. Natrij je najvažnejši znotrajcelični ion, kalij in klorid pa zunajcelična. Vsi trije so najpomembnejši ozmotsko aktivni elektroliti.

5.2.1 Vpliv vadbe

Kot rečeno, se med intenzivno vadbo količina vode v mišicah poveča, v krvni plazmi pa zniža. Zaradi potenja in izdihavanja vlage se pri nadaljni vadbi količina vode v telesu (iz vseh treh podenot) še zmanjša. Količina s potenjem izgubljene vode variira od nekaj sto ml do >2l na uro, odvisno od temperature, intenzivnosti treninga, fizične pripravljenosti itd.). Metabolna voda (nastala pri oksidaciji glukoze) sicer nastaja, a ne v dovoljšnjih količinah. Znižana količina krvne plazme pomeni oslabljen krvni obtok, s tem pa slabši dotok hrane in kisika v mišične celice in posledično slabšo storilnost (manj energije). Oslabljen bo tudi odvajanje metabolnih produktov iz mišic (v jetra) in vročine (v kožo). Koncentracija elektrolitov v znoju je sicer nižja od tiste v krvni plazmi (zato pri potenju koncentracija elektrolitov v krvi narašča), a kljub temu lahko uživanje čiste vode pri športnikih (maraton in triatlon) privede do hiponatraemije (padec koncentracije natrija v plazmi, ki lahko privede do nepravilnosti v delovanju živčnega sistema in kome) oziroma do intoksikacije z vodo!

5.3 Vnos tekočin in elektrolitov

Splošno veljaven dnevni vnos vode je 4% telesne teže in predstavlja količino, izgubljeno skozi kožo, izdihano vodo in vodo izločeno kot topilo za izločene metabolite (urea, elektroliti) skozi ledvica.

Vnos vode v povezavi s porabljenjo energijo: **1 ml H₂O / kcal**

Pomeni: kolesar, ki na etapi porabi 6000 kcal potrebuje najmanj 6 l vode!

Minimalne dnevne potrebe po glavnih elektrolitih (tabela) so pokrite z dnevnim vnosom hrane in ne potrebujejo dodatnih nadomestkov (razen v ekstremnih situacijah, kot je dolgotrajno intenzivno potenje, diareja...).

	minimalne dnevne potrebe (mg)
kalij	500
natrij	2000
klorid	750

Tabela: minimalne dnevne potrebe po elektrolitih

5.4 Rehidracija – praktični nasveti

Rehidracija pri športnikih pomeni nadomestilo izgubljene vode in mineralov ter hkrati vnos omejenih količin energije v obliki CHO. Daljša in bolj intenzivna ko je vadba, večje količine omenjenih elementov je potrebno nadomestiti. Rezultati raziskav govore v prid dodatka zmernih količin CHO v tekočino, saj hipotonična raztopina ne vpliva negativno na zadrževanje tekočine v prebavnem traktu, v primerjavi s čisto vodo pa je prehod raztopine CHO in natrija skozi črevesno steno celo hitrejši. Prav tako dodatek CHO pripomore k vzdrževanju ravni glukoze v krvi in k ohranjanju notranjih CHO rezerv. Minimalna količina, ki se že pozna kot merljiv energetski dodatek, obenem pa poveča absorpcijo je 30 g CHO/l, maksimalna pa 100 g/l. Če je vsebnost več kot 100 g/l, potem govorimo že o energetskem napitku (absorpcija tekočine bo že bistveno počasnejša).

priporočeno	
CHO	30-100 g/l
natrij	max 1100 mg/l
opcija	
klorid	max 1500 mg/l
kalij	max 225 mg/l
magnezij	max 100 mg/l

Tabela: Priporočene vsebnosti nekaterih hranil v rehidracijski raztopini

Uživanje tekočine pri tekačih običajno ne presega 600 ml/h, pri kolesarjih pa ne 800 ml/h, kar je manj od maksimalne možne količine, ki se lahko absorbira. Optimalna količina CHO, ki ne vpliva negativno na ravnovesje tekočin je 60-80 g/l. Rehidracijska raztopina ne sme biti močno hipertonična (<500 mosmol, priporočljivo <300 mosmol), saj hipertonična raztopina bistveno zniža stopnjo absorpcije, s tem ko povzroči izločanje vode (iz krvne plazme) v prebavila, povzroči pa tudi zadrževanje vode v prebavilih in občutek »polnosti«. Priporočena količina monosaharidov je nižja od di in polisaharidov (tabela).

vir CHO	max. odmerek g/l
fruktoza	35
glukoza	55
saharoza	100
maltoza	100
maltodekstrin	100

Tabela: Max. vsebnosti CHO v rehidracijski raztopini

	CHO g/l	mosmol/kg*
Energy drinks		
Dextro Energy Fruit	110	956
Isostar Long Energy	152	303
Perform Energy drink	165	397
Rehydration drinks		
Enervit	70	320
Gatorade	60	378
Isostar	70	281
Soft drinks		
jabolčni sok	104	695
Coca cola	105	650
Fanta	108	478
pomarančni sok	94	662
Sprite	110	591
Red Bull	107	686

Tabela: vsebnost CHO in osmolalnost** izbranih napitkov

* mosmol (miliosmol) je enota za koncentracijo topljenca v topilu (število milimolov na kg topila).

** Z osmolalnostjo določamo porazdelitev vode med posameznimi tekočinskimi postori, še posebej med znotraj in zunajcelično tekočino. S tem, ko povzroča osmotski tlak, osmolalnost vpliva na porazdelitev vode (več v razlagi na koncu poglavja).

5.5 Poudarki

- Tekočine in elektroliti so pomembni pri vzdrževanju tekočinskega ravnovesja pri intenzivnejši telesni vadbi, še posebej v vročini.
- Stopnjujoča izguba tekočin s telesa s potenjem in dihanjem ima za posledico znižan volumen in pretok krvi v okončine. V ekstremnih pogojih (vročina) to lahko privede do zastoja srca...
- Izguba > 1,5l tekočine zniža kapaciteto transporta kisika do te mere, da pride do prebavnih motenj in izčrpanosti.
- S pravilno hidracijo se tem posledicam lahko izognemo. Za razliko od čiste vode, rehidracijski napitki z dodanimi CHO stimulirajo dodatno pitje in pozitivno delujejo na ravnovesje tekočin v telesu.
- Dodani CHO imajo tudi pozitiven energetske vpliv in povečajo sposobnost.
- Dodatek natrija učinkuje pozitivno s tem, ko znižuje količino z urinom izgubljene vode. Ostale elektrolite lahko dodajamo le v količinah, ki ne presegajo količin, izgubljenih s potenjem.
- Športni rehidracijski napitki po pravilu ne smejo biti hipertonični.

5.6 Razlaga pojmov

5.6.1 Mol

- Atomska masa elementa : maso elementa »X« primerjana z maso standarda (sprva je bil to vodik z maso ≈ 1). Sedaj kot standard služi atom ogljika, in je natančno 12 masnih enot.
- Molekulska masa je vsota atomskih mas elementov, ki gradijo molekulo:

Primer: molekula vode H_2O

Atomska masa H=1,01.....	2 H →	2,02
Atomska masa O=16,0.....	1 O →	16,0
Molekulska masa		18,02

Primer: molekula soli NaCl

Atomska masa Na=22,99.....	1 Na →	22,99
Atomska masa Cl=35,45.....	1 Cl →	35,45
Molekulska masa		58,44

- Molska masa

Atomska ali molekulska masa sta neprimerni enoti, ker sta premajhni. Tako majhni, da je za 1 gram potrebno $6,023 \times 10^{23}$ enot atomskih mas!

Pomeni:

$6,023 \times 10^{23}$ enot molekule vode = 18,02 g
 $6,023 \times 10^{23}$ enot molekule soli = 58,44 g

$$Mol = 6,023 \times 10^{23} \text{ atomov ali molekul}$$

Mol je torej konverzijski faktor med atomsko maso in preprosto merljivimi utežnimi enotami (gram).

5.6.2 Koncentracija

Osnovna enota za koncentracijo v kemiji je **molarnost**:

$$M = \text{št. molov} \text{ topljenca v } 1l \text{ raztopine}$$

Primer: 0,3 mol NaCl / 1l vodne raztopine

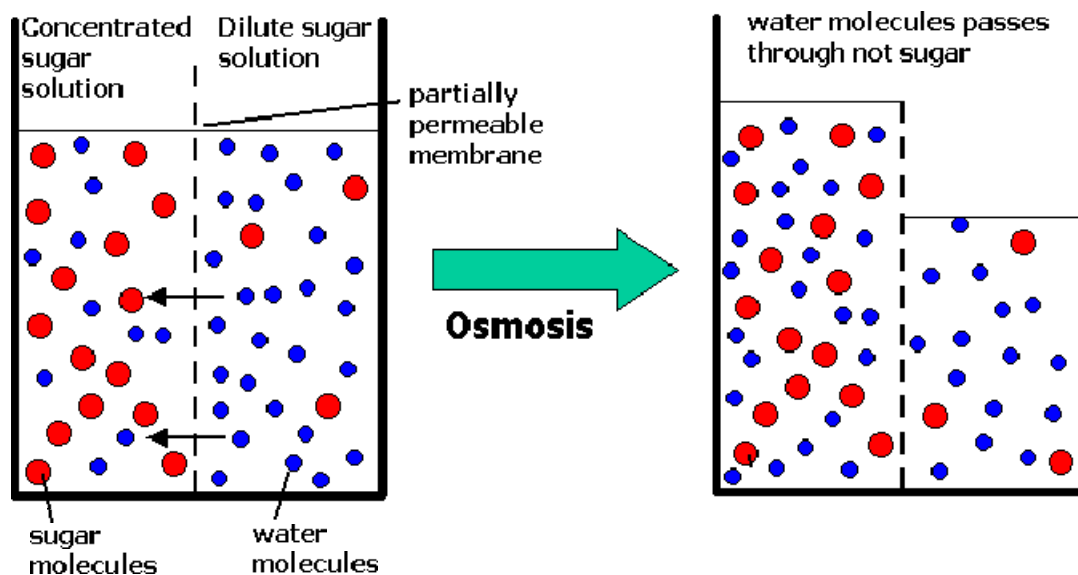
1 Na=22,99g/mol	→	22,99 g/mol
1 Cl= 35,45g/mol	→	35,45 g/mol
NaCl		58,44 g/mol

0,3 mola NaCl → $0,3 \times 58,44 = 17,5 \text{ g NaCl} + H_2O \text{ do } 1 \text{ litra}$

5.6.3 Ozmoza

Vsebnost vode v telesu je določena z ozmotskim tlakom, ki ga povzročajo ozmotsko aktivni delci, predvsem elektroliti, glukoza in beljakovine. Koncentracija elektrolitov znotraj in zunaj celice je različna, voda pa lahko prehaja skozi polpropustno celično membrano.

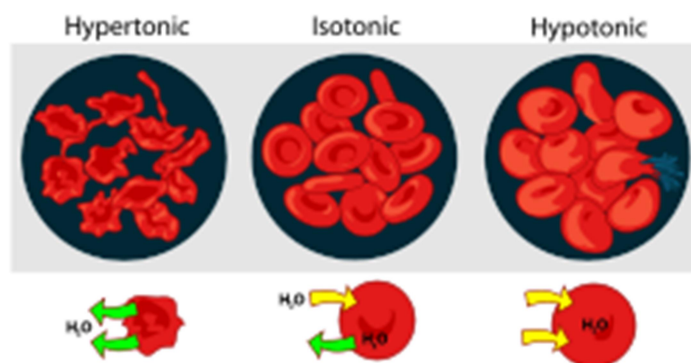
Ozmoza je definirana kot prehod vode z mesta, kjer je koncentracija elektrolitov nižja na mesto, kjer je višja. Končni rezultat prehajanja vode je izenačitev koncentracije na obeh straneh membrane.



Slika: ozmoza

5.6.4 Osmolarnost / Osmolarnost

Z osmolalnostjo je določena porazdelitev vode med posameznimi tekočinskimi postori, še posebej med znotraj in zunajcelično tekočino. S tem, ko povzroča osmotski tlak, osmolalnost vpliva na porazdelitev vode (glej poglavje 11.5.3).



Slika: vpliv različnih raztopin na krvne celice

Enota za merjenje osmolalnosti je **osmol/kg**. 1 osmol/kg je definiran kot 1 mol (6.02×10^{23} delcev) nerazdružljive substance kot je npr. glukoza, raztopljeni v kg topila.

V relativno močno razredčenih raztopinah v človeškem telesu osmolalnost izražamo v miliosmolih (tisočinka osmola) na 1 kg topila (vode) (**mosmol/kg**). Osmolarnost je podobna zadeva, le da je izražena v osmolih na 1 liter topila (osmol/l).

Osmolalnost krvne plazme pri ljudeh je **280–290 mmol/kg**

Osmotski tlak, ki ga raztopina povzroča je proporcionalen številu delcev (molekul) na prostorninsko enoto topila in je neodvisen od tipa, valence ali teže delca (molekule).

$$\text{mOsmol/kg} = n \times \text{mmol/l}$$

n = število delcev, v katere molekula razpade. V primeru, da je $n=1$ (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , urea, glukoza...) velja 1 mmol/l = 1 mOsmol/kg (gostota topila - vode) = 1kg/l)

✓ Izračun osmolarnosti napitka

50 gramov glukoze v 1l vode

Molska masa glukoze $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$:

molska masa				
			atom	molekula
glukoza	C	6	12,01	72,06
	H	12	1,01	12,12
	O	6	15,99	95,94
				180,16

$$50.0 \text{ g} / 180.16 \text{ g/mole} = 0.2775 \text{ mol/l} = 0.28 \text{ osmol} = 280 \text{ mosmol}$$

100 gramov maltodekstrina (št. molekul glukoze = 10)

Molska masa maltodekstrina ($\text{C}_{60}\text{H}_{100}\text{O}_{50}$):

molska masa				
			atom	molekula
mdextrin	C	60	12,01	720,6
	H	100	1,01	101
	O	50	15,99	799,5
				1621,1

$$100 \text{ g} / 1621.1 \text{ g/mole} = 0.2775 \text{ moles/L} = 0.0617 \text{ osmol} = 62 \text{ mosmol}$$

Če so v napitku uporabljeni polisaharidi (npr. maltodekstrin) namesto glukoze, ima napitek bistveno nižjo osmolarnost (hipotoničen) pri enaki ali večji energetske vrednosti.

6 MINERALI

Minerali so pomembni za opravljanje mnogih funkcij:

- Prenos živčnih dražljajev
- Krčenje mišic
- Encimatska aktivnost
- Itd.

Vsebnost mineralov v telesu je na eni strani odvisna od vnosa s hrano, po drugi pa od izločanja preko znoja, urina in blata. Vsak višek bo imel za posledico povečano izločanje, vsak manjko pa znižano izločanje in sproščanje mineralov iz tkiv.

6.1 Kalij

90-100% zaužitega kalija se absorbira v tankem črevesu. Prevelika koncentracija v krvni plazmi lahko privede do zastoja srca, zato je treba biti pazljiv. V celici je skladiščen znotraj glikogena. Pri intenzivni vadbi, ko se glikogen razkraja pride do sproščanja kalija znotraj celice, od tu pa gre v izvencelični prostor in krvno plazmo. Od tu se izloči z urinom, le neznaten del zapusti telo preko znoja. Med vadbo je pomanjkanje malo verjetno, saj se ga v celico sprosti dovolj z glikogena, takoj po vadbi pa je potreba po kaliju v mišičnih celicah visoka (za izgradnjo glikogena), zato prehaja iz medceličnih prostorov in plazme v celico. Po vadbi torej nivo kalija v plazmi rapidno pade. RDI za kalij je 2 g/dan, ob povečanem izločanju zaradi povečane aktivnosti pa tja do 3,5 g/dan. Kalij je v hrani zelo razširjen, še posebej v sadju (banane, pomaranče), zelenjavi (krompir) in mesu. Če prehrana bazira na viru, bogatem s kalijem, lahko pride tudi do dnevne doze 8g.

6.2 Magnezij

Magnezij je esencialni mineral, prisoten v več kot 300 encimih. Do 35% zaužitega Mg se absorbira v tankem črevesu. Podobno kot K se tudi Mg v glavnem izloča z urinom, le neznaten del zapusti telo preko znoja.

Pogosto se govori, da je pomanjkanje Mg pri intenzivni vadbi razlog za mišične krče in utrujenost, kar pa ni pripisati toliko pomanjkanju kot premeščanju v telesnih tekočinah. Dodatek Mg ne vpliva na hitrost regeneracije. RDI smernic za uživanje mineralov, veljavnih za športnike ni, za splošne potrebe velja (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 1991):

	starost	Mg	Ca	P	Fe	Zn
♂	15-18	400	1200	1600	12	15
	19-25	350	1000	1500	10	15
	25-51	350	900	1400	10	15
♀	15-18	350	1200	1600	15	12
	19-25	300	1000	1500	15	12
	25-51	300	900	1400	15	12

Tabela: Dnevne potrebe po mineralih (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 1991)

Ribe, meso in mleko so relativno revni z Mg, medtem ko ga je veliko v zelenjavi, eksotičnem sadju, jagodah, bananah, gobah, stročnicah, oreških in žitih. V zadnjih desetletjih so vrednosti zaužitega Mg vse manjše, predvsem na račun odstranitve kalčkov in ovojnic žitnemu zrnju, preden gre v mletje. V polnozrnatih proizvodih je zato >80% več Mg kot v navadni moki, kjer je le endosperm.

Whole grain kernel

Bran

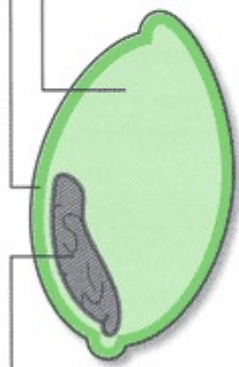
"Outer shell" protects seed
Fiber, B vitamins, trace minerals

Endosperm

Provides energy
Carbohydrates, protein

Germ

Nourishment for the seed
Antioxidants, vitamin E, B vitamins



Slika: sestava žitnega zrna

6.3 Kalcij

99% od 1200 gramov Ca, kolikor ga je v človeškem telesu, je vezanega v skeletu. Preostali % je v plazmi in tkivih, predvsem del hormonov. Iz telesa se izloča preko urina, blata in znoja, gre pa za neabsorbiran kalcij. V črevesu se ga absorbira le kakih 30%.

S kosti se Ca skupaj s fosfati stalno sprošča, obenem pa se absorbira novi. Če je stopnja zaužitega Ca prenizka, bo nivo Ca v plazmi konstanten na račun iz kosti sproščenega kalcija. Predvsem pri ženskih športnicah je pogost pojav »atletske« osteoporoze (estrogen uravnava metabolizem kalcija; če je estrogena premalo in so nepravilnosti povezane še z prenizko stopnjo uživanja kalcija...). Znano je tudi, da se pri povečanem uživanju beljakovin iz telesa izloča več Ca – predvsem pomembno za tiste, ki uživajo proteinske dodatke – ti morajo uživati več Ca. Glavni vir so mleko in mlečni proizvodi, oreški, stročnice, nekatera zelena zelenjava (brokoli), morski sadeži, pa tudi pitna voda.

6.4 Fosfati

Fosfat je nasprotnik kalcija pri formaciji kosti, v katerih je 85% vsega telesnega kalcija. Do 70% zaužitega fosfata se absorbira v tankem črevesu, kar je 2x več kot kalcija. Uživanje obeh mora biti uravnoteženo. Prisoten je v beljakovinsko bogati hrani kot je mleko in mlečni izdelki, meso, perutnina pa tudi žitni izdelki.

6.5 Železo

Je pomemben sestavni del hemoglobina, mioglobina in mnogih encimov. Kot tak je pomemben za vezavo kisika v celici, pa tudi za njegov transport. Ob podaljšanem pomanjkanju je prizadeta tudi količina hemoglobina in s tem pride do slabokrvnosti (anemija). To ima jasno za posledico slabši transport kisika in s tem nižjo storilnost. Pri športnikih, ki so bodisi vegetarijanci ali pa uživajo predvsem vlaknine, je anemija precej pogost pojav. Veliko železa se namreč izloči z znojem, s tovrstno prehrano pa se ga zaužije le malo. Največ ga je v rdečem mesu, perutnini, zeleni zelenjavi, nekaterih žitaricah. Najbolj dostopen (najlažje se absorbira) vir je vsekakor rdeče meso. Medtem, ko vitamin C absorbcijo poveča, jo vlaknine, čaj in kava zmanjšajo.

6.6 Cink

Koncentracija cinka v organizmu med vadbo zelo variira (prenos med plazmo in tkivi). Veliko se ga izloča z urinom in znojem. Bogata hrana: jetra, meso, morski sadeži.

6.7 Praktični nasveti

V večini primerov je RDI za navadne smrtnike zadovoljiv tudi za športnike. Če ima športnik pestro, uravnoteženo prehrano, dodatkov mineralov ne potrebuje. Ker pa vemo, da prehrana športnikov velikokrat bazira na snacksih in vmesnih obrokih (energetske ploščice, geli...), so ti največkrat že obogateni z vitamini in minerali. Ogroženi so predvsem vegetarijanci, še posebej kar se tiče železa, cinka in magnezija.

6.8 Poudarki

- Minerali so pomembni gradniki skeletnih struktur, prav tako sodelujejo pri bioloških aktivnostih v mišicah. Pomanjkanje ima za posledico slabšo trdnost kosti in mišično utrujenost.
- Med povečano vadbo (potenje) in po njej (formacija urina) se izloča tudi več mineralov.
- Kot pri večini drugih hranil, je tudi količina zaužitih mineralov odvisna od kakovosti prehrane in količine zaužite energije.
- Ogroženi so predvsem vegetarijanci, še posebej kar se tiče pomanjkanja železa
- pomanjkanje Mg pri intenzivni vadbi ni nujno razlog za mišične krče in utrujenost
- Dodatki mineralov med vadbo nimajo pozitivnega vpliva na storilnost

7 MIKROELEMENTI

- Baker
- Krom
- Selen

7.1 Praktični nasveti

Kljub temu, da bi uravnotežena, pestra prehrana morala zadostiti potrebam organizma po mikroelementih, se pri športnikih pogosto pojavlja pomanjkanje bakra in kroma, še posebej zato, ker se pri povečanem potenju tudi mikroelementi pospešeno izločajo. Splošno velja, da ni potreb po dodatkih, saj se storilnost ne poveča. Vegetarijanci so bolj rizični za ne dovoljšno zaužitje mikroelementov.

7.2 Poudarki

- Visoki odmerki CHO, še posebej z visokim GI pospešijo izgube kroma
- Uživanje veliko vlaknin poslabša absorbcijo mikroelementov
- Dodatki mikroelementov med vadbo nimajo pozitivnega vpliva na storilnost, niti na količino mišične mase

8 VITAMINI

Kot koencimi so udeleženi v večini biokemičnih reakcij v telesu kot je presnova energije, sinteza beljakovin, delujejo kot antioksidanti. Ker so tako specifični, se vsako pomanjkanje kaže kot odmik od normalnega stanja (bolezenski znaki).

8.1 Vodotopni vitamini

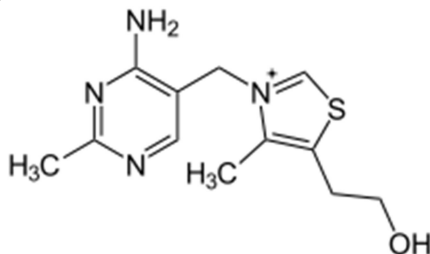
- Vitamin C
- Vitamin B1 (thiamin)
- Vitamin B2 (riboflavin)
- Vitamin B3 (niacin)
- Vitamin B5 (pantothenic acid)
- Vitamin B6 (pyridoxine)
- Vitamin B12 (cyanocobalamin) and Folic Acid
- Biotin
- Vitamin B8 (inositol)

8.1.1 Vitamin B1 (thiamin)

Vloga: konverzija piruvata v acetyl CoA (= bistven korak pri presnovi CHO v energijo)

RDA: 0,5 mg/1000 kcal (količina potrebnega tiamina v neposredni povezavi s količino porabljene energije. Znižane vrednosti VO_2 max in povečana tvorba laktata sta lahko odraz nezadostne preskrbe s tiaminom.

Vir: zelenjava, sadje, mleko, ribe,



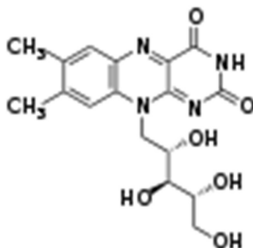
Slika: thiamin

8.1.2 Vitamin B2 (riboflavin)

Vloga: mitohondrijska presnova energije

RDA: 0,6 mg/1000 kcal (količina potrebnega riboflavina v neposredni povezavi s količino porabljene energije.

Vir: meso, mlečni proizvodi, v zelenjavi in sadju zelo omejene količine



Slika: riboflavin

8.1.3

Vitamin B6 (pyridoxine)

Vloga:

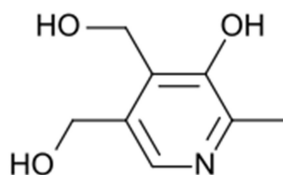
sinteza beljakovin, zato je pomemben predvsem za športnike »na moč« in builderje

RDA:

♂: 2 mg/dan, ♀: 1,6 mg/dan, povečane doze ne izboljšajo sposobnosti

Vir:

v večini nepredelane hrane, predelava (kuhanje) ga uničuje!



Slika: pyridoxine

8.1.4

Vitamin B12 (cyanocobalamin)

Vloga:

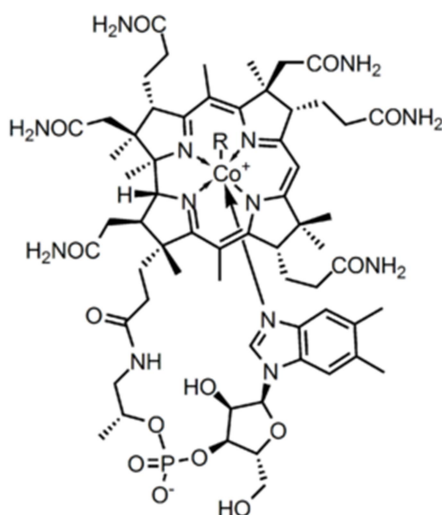
kot koencim sodeluje pri presnovi nukleinskih kislin in sintezi beljakovin

RDA:

2 µg/dan (kolesarji in športniki »na moč« ga uživajo v mega odmerkih, saj naj bi deloval kot analgetik – proti vnetju mišic ob velikih naporih

Vir:

meso!



R = 5'-deoxyadenosyl, Me, OH, CN

Slika: cyanocobalamine

8.1.5

Vitamin B3 (niacin)

Vloga:

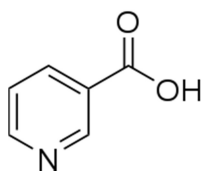
kot koencim v NAD (nikotin adenin dinukleotid) sodeluje pri glikolizi in sintezi maščob. Aminokislina triptofan se konvertira v niacin (60 g triptofana im enak odziv kot 1 g niacina). Povečuje aerobno moč pri vzdržljivostnih športnikih.

RDA:

uživanje v mega odmerkih, ima nasprotni učinek – inhibira učinek nikotinske kisline na mobilizacijo prostih maščobnih kislin, glikogenske rezerve se zato hitreje iztrošijo - utrujenost

Vir:

meso, mesni izdelki, v zelenjavi in sadju zelo omejene količine



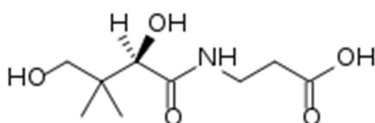
Slika: Niacin

8.1.6 Vitamin B5 (pantothenic acid)

Vloga: je komponenta acetil CoA, vmesnega produkta v ciklusu citronske kisline (presnova CHO in maščob)

RDA: 4-7 mg/dan, dnevni dodatki 1g/dan niso pokazali nobenih pozitivnih učinkov na sposobnosti

Vir: v večini surove, nepredelane hrane (meso in zelenjava), predelava ga uničuje!



Slika: pantotenska kislina

8.1.7 Biotin

Vloga: metabolizem CHO, maščob, propionata in aminokislin. V črevesju ga proizvajajo mikroorganizmi.

RDA: 30-100 µg/dan,

Vir: koruza, soja, jetra, pivski kvas, manj v pšenici in ječmenu

8.1.8 Folic Acid

Vloga: presnova aminokislin, sinteza nukleinskih kislin

RDA: 3 µg/kg telesne teže, pomeni okoli 200 µg/dan

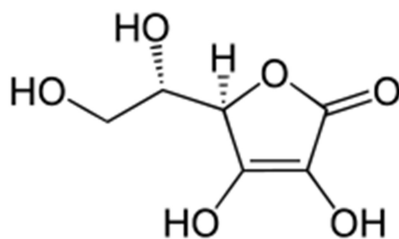
Vir: meso

8.1.9 Vitamin C

Vloga: vodotopni antioksidant, lovljenje prostih radikalov, v encimskih reakcijah kot transiter elektronov, sinteza kolagena in karnitina, poveča absorpcijo železa iz črevesja, sinteza nekaterih hormonov...

RDA: zmerno pomanjkanje ne znižuje sposobnosti, načeloma so s hrano zaužite količine dovolj. Pri tekačih dodatek vitamina C zmanjšuje dihalne infekcije, ne izboljša pa storilnosti

Vir: sadje, zelenjava...



Slika: Vitamin C

8.2 Oljetopni vitamini

- Vitamin A
- Vitamin D
- Vitamin E
- Vitamin K

8.2.1

Vitamin E (α - tocopherol)

Vloga:

oljetopni antioksidant, lovljenje prostih radikalov, deluje skladno z vitaminom C, beta carotenom in selenom. Dodatek verjetno poveča raven testosterona v telesu in s tem deluje antistresno. Pri vzdržljivostnih športih je nivo vitamina E v organizmu pogosto nizek, kar je povezano s povečanim lovljenjem prostih radikalov.

RDA:

Vir:

8.2.2

Vitamini A, D in K

Vloga:

oljetopni vitamini, njihov pomen za zdravje je nedvomen, vendar pa na fizično sposobnost ne vplivajo. Vitamin K sodeluje pri mineralizaciji kosti.

RDA:

Za razliko od vodotopnih, se prebitek oljetopnih vitaminov ne izloča z urinom, temveč se skladišči, predvsem v maščobnih tkivih. Prekomerno uživanje je zatoj toksično (razen vitamina K) in ni potrebno uživati dodatkov.

Vir:

- **Estimated Average Requirements** (EAR), expected to satisfy the needs of 50% of the people in that age group based on a review of the scientific literature.
- **Recommended Dietary Allowances** (RDA), the daily dietary intake level of a nutrient considered sufficient by the Food and Nutrition Board to meet the requirements of nearly all (97–98%) healthy individuals in each life-stage and gender group. It is calculated based on the EAR and is usually approximately 20% higher than the EAR
- **Adequate Intake** (AI), where no RDA has been established, but the amount established is somewhat less firmly believed to be adequate for everyone in the demographic group.
- **Tolerable upper intake levels** (UL), to caution against excessive intake of nutrients (like vitamin A) that can be harmful in large amounts.

8.3 Praktični nasveti

Vitamini so prisotni v različnih prehranskih virih, zato so pri uravnoteženi prehrani dodatki nepotrebni. Jemanje mega odmerkov je najmanj vprašljivo, če že ne škodljivo. Dodatki so neobhodni ob:

- dolgotrajnem uživanju nizkokaloričnih obrokov
- uživanju le predelane (kuhane, pečene...) hrane
- uživanju velikih količin rafiniranih CHO in energy drinks (večina teh ima dandanes že dodane vitamine!)

Reklamne akcije ki propagirajo uživanje vitaminov za dodatno energijo je zavajajoče, je pa morda opravičljivo kot sredstvo proti mišični utrujenosti. Vzdržljivostni športniki že itak uživajo večje količine hrane, posledično tudi večje količine mineralov, vitaminov...

8.4 Poudarki

- So pomembni dejavniki v presnovi beljakovin in maščob, v encimatskih reakcijah kjer se sprošča energija...
- Resno pomanjkanje se kaže v omejeni sposobnosti in končno bolezenskih stanjih
- Nekateri so antioksidanti
- Vitaminski dodatki le ob deficitu in pa kot antioksidanti
- Dodatki so neobhodni ob dolgotrajnem uživanju nizkokaloričnih obrokov

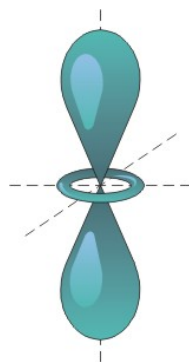
9 ANTIOKSIDANTI in prosti radikali

9.1 Prosti radikali

Med oksidativnimi procesi presnove v celicah nastajajo prosti radikali. Iz ATP nastaja ADP, kisik pa se reducira v vodo. Za to redukcijo mora atom kisika prejeti 4 elektrone. Ker pa lahko naenkrat dobi le po en elektron, prihaja do nastanka prostih radikalov:

- 1 elektron: O_2^- (superoksid)
- 2 elektrona: H_2O_2 (vodikov peroksid)
- 3 elektroni: OH^- (hidroksil ion)

Elektroni so okoli jedra na večih nivojih. Nivoji so razdeljeni na orbitale (prostor, kjer je pričakovati elektron $1s, 2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$), v vsaki od orbital sta le po 2 elektrona.



Slika: orbitale

Prosti radikali so molekule ali atomi z enim ali več neparnih elektronov, ki imajo zelo kratek življenjski čas. Nekateri so izredno reaktivni in predstavljajo potencialno nevarnost za poškodbe v organizmu. S tem, ko oddajajo oz. sprejemajo elektrone nastanejo novi radikali, ponavadi gre za verižne reakcije. Oksidacija prostih radikalov lahko povzroči poškodbe celic, s tem ko npr. iz nenasičenih (dvojna vez je zelo reaktivna) maščobnih kislin celične membrane »izvabijo« vodikove atome in s tem povzročijo degradacijski proces peroksidacije lipidov.

Pri povečani intenzivnosti vadbe se poveča tudi količina prostih radikalov, obenem pa se ojača odziv telesa (obrambni mehanizem, prilagajanje encimskega sistema). S tem, ko pri aerobni vadbi naraste količina konzumiranega kisika tudi za do 20x, se temu primerno poveča tudi proizvodnja prostih radikalov. Prav tako nastane več prostih radikalov pri omejenem pretoku krvi. Bolečine v mišicah, kot posledica intenzivne vadbe pri nepripravljenih športnikih, so lahko posledica tvorbe prostih radikalov. Na srečo ima človeško telo več mehanizmov za eliminacijo prostih radikalov (encimi, antioksidanti).

9.2 Antioksidanti

so enote, ki donirajo elektron ali vodik, ne da bi se pri tem tudi same spremenile v prosti radikal. Obstaja več prehranskih sestavin, ki so tega sposobne:

- **Vitamin E** – redno donira vodik k hidroksilnemu ionu (OH^-) in tako preprečuje razgradnjo celičnih membran. Za »obnovo« vitamina E skrbi vitamin C.
- **Vitamin C** – kot že rečeno, ohranja Vitamin E, da se tudi sam ne spremeni v proste radikale.
- **Beta karoten ali provitamin A** – predvsem aktiven proti O_2^-
- **Rastlinski fenoli in indoli**
- **Organske žveplove spojine** (alil-di in -tri sulfidi iz česna in čebule)

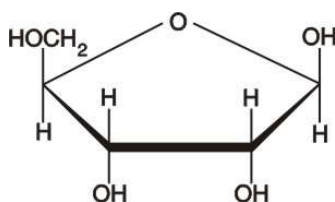
9.3 Poudarki

- Delovanje človeškega obrambnega mehanizma je v veliki meri odvisno od konzumiranja snovi, povezanih z lovljenjem prostih radikalov.
- Omejeno uživanje snovi, kot so selen, baker, in mangan imajo lahko za posledico omejeno delovanje encimov, kar lahko povzroči oslABLJENO borbo proti prostim radikalom
- Če je naravni obrambni mehanizem oslABLJEN, je uživanje antioksidantov, predvsem vitaminov E in C ter koencima Q10

10 FUNKCIONALNI DODATKI

10.1 Riboza

Intenzivna vadba povzroči razgradnjo ATP v ADP, del slednjega se razgradi v IMP (inosine monofosfat) in ta naprej v inosine in hipoxanthine. Ta dva se lahko iz celice izpereta, kar povzroči znižanje celične zaloge adenin nukleotidov (zgradba ATP . glej poglavje 2.2.1.1). To izgubo je možno (hipotetično!) preprečiti s povečanim uživanjem riboze, ki se v črevesju zelo hitro absorbira. Iz enega dela nastane glukoza za energijo, drugi del pa v mišičnih celicah vstopa v sintezo nukleotidov.



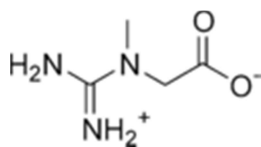
Slika: Riboza

10.2 Kreatin

Je zadnje čase najbolj proučevan funkcionalni dodatek. V človeškem telesu se sintetizira iz aminokislin arginin, methionin in glycine (1-2 g/dan). Predvsem je prisoten v skeletnem mišičju, je pa del mnogih pomembnih presnovnih funkcij:

- Vzdrževanje nivoja ATP
- Izmenjava visokoenergetskih fosfatov med mitohondrijem in celično tekočino
- Stimulira sintezo beljakovin v mišicah

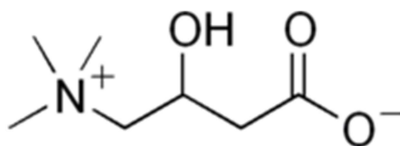
Uživanje kreatina (5 dni, 20-30 g/dan) poveča nivo kreatina v mišicah za 25-30% (podpira sintezo ATP obenem pa je znižano »izpiranje« adenin nukleotidov iz celic. Prekomerno uživanje kreatina lahko privede do povečanja telesne teže za 2-3%.



Slika: kreatin

10.3 L-Carnitine

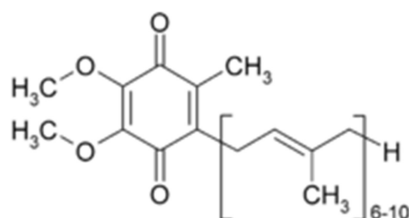
Glej poglavje 3.3.5 (maščobe)!



Slika: carnitine

10.4 Coencim Q10 (ubiquinone)

Je lipidna komponenta, prisotna v mitohondrijih, predvsem v srčni mišici. Sodeluje v oksidativnem metabolizmu in je antioksidant, kot dodatek ga dajejo srčnim bolnikom. Kot funkcionalni dodatek za prehrano športnikov še nima dokazanih signifikantno pozitivnih rezultatov (količina glukoze v serumu, laktat, funkcija srca in ožilja, VO_2 max, vzdržljivost...). V previsokih odmerkih pa je dokazano, da deluje bolj kot pospeševalec tvorbe prostih radikalov kakor antioksidant!!!



Slika: Coencim Q10 (ubiquinone)

10.5 Kofein

Čeprav je kofein na pozitivni listi IOC, ga uživa prenekateri športnik. Rekli bi, da je nekje v sivi coni, med nedovoljenimi poživili in hranili. Je najpogostejše uživani stimulant v svetovnem merilu, vsekakor najpogostejši izvor kofeina je kava. Nahaja se tudi v energy drinks, čokoladi, čaju... Strokovno ime za kofein je trimethylxanthine. Vzdržljivostni športniki uživajo kofein zaradi splošno znanega dejstva, da kofein zmanjšuje utrujenost, športniki na moč (šprint) pa zato, ker izboljšuje reakcijski čas. Splošno ga večina ljudi uživa, ker skrajšuje čas, potreben za spanje. Predvsem s tega razloga se je pojavil (posebej v EU) nov tržni segment – energy drinks, z vsebnostmi kofeina do 320 mg/l.

proizvod		enota	vsebnost kofeina (mg/enota)
Kava			
-	filter	150 ml	115
-	instant	150 ml	60
-	espresso	60 ml	100
-	decafeinska	150 ml	<1
Čaj			
-	črni	150 ml	30-50
-	zeleni	150 ml	15-35
Čokoladno mleko		240 ml	5
mlečna čokolada		30 mg	6
čokoladna torta		1 kos	25
Coca Cola		360 ml	46
Pepsi		360 ml	38

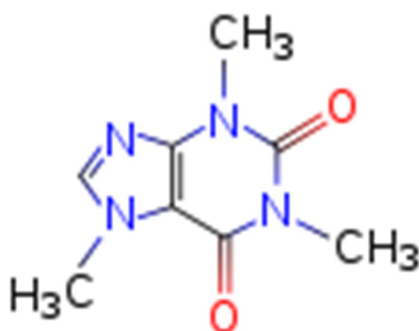
Tabela: vsebnost kofeina v različnih proizvodih

V večini raziskav se je izkazalo, da kofein izboljšuje sposobnost. Ne sicer iz naslova povečane oksidacije maščobnih kislin, pa čeprav povečuje koncentracijo slednjih v krvni plazmi. Predvsem poveča sposobnosti pri vadbi, trajajoči od 1-30 min. To je prekratek čas, da bi se lahko učinek odrazil na vsebnostih glikogena v mišicah. Zato gre bolj verjetno za vpliv na živčni sistem, ki s svojimi dražljaji zmanjšuje občutek izčrpanosti. Izboljšajo se tudi rezultati pri vzdržljivostnih športih, tudi dolgotrajnih. Poročajo o pozitivnih učinkih pri plavanju na 1500m, teku na 1500m, kolesarjenju >1 uro..., zopet pa gre za delovanje na živčni sistem.

Absorpcija kofeina je zelo hitra, količina v krvi se poveča že po 15 minutah od zaužitja, medtem ko je maksimalna koncentracija dosežena po 1 uri. Razpolovni čas kofeina je relativno dolg, koncentracija začne signifikantno padati po 4-6 urah. Za najboljši efekt je torej pametno spiti kavo 1-1,5 ure pred vadbo. Zelo ugodno vpliva tudi rehidracijski napitek z vsebnostjo kofeina 150 mg/l med vadbo. Tak način ne povzroča večjih izgub tekočine z urinom (diuretik), verjetno zaradi visokega znojenja.

Pri počitku kava sicer deluje diuretično, pri intenzivni vadbi pa je ta učinek nepomemben saj ga intenzivna vadba (in znojenje) inhibira.

Povečani odmerki (> 4mg/kg telesne teže) imajo lahko stranske učinke, a so neznatni, predvsem prebavne motnje, reflux in v skrajnem primeru driska. Pri še večjih dozah lahko pride do poslabšane koordinacije gibov, nepravilnih odločitev, nespečnosti, povišanega krvnega tlaka, pulz je lahko povečan.



Slika: kofein (trimethylxanthine, methyltheobromine)

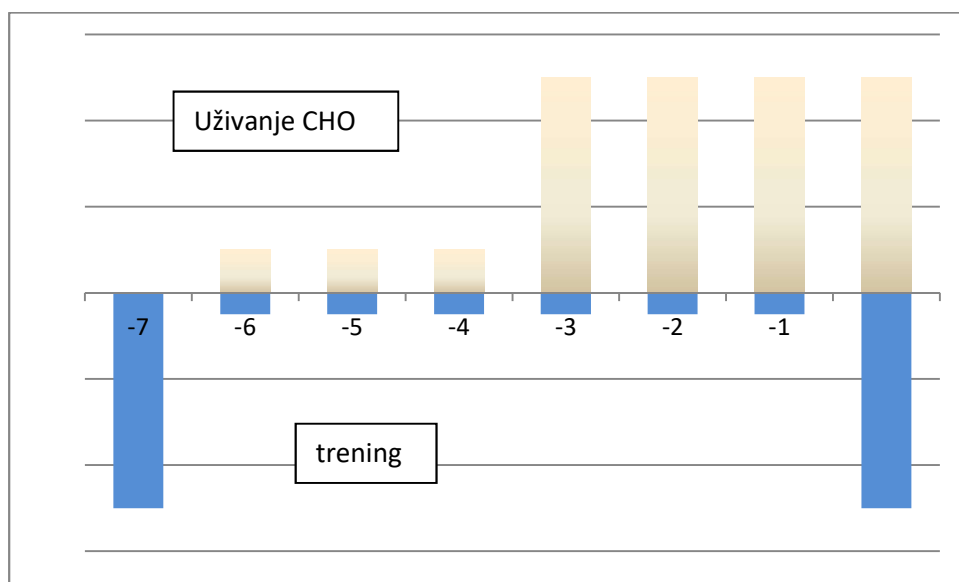
11 OD TEORIJE K PRAKSI

11.1 Prehrana pred tekmo

11.1.1 Kompenzacijska dieta

Glavna omejevalna faktorja pri vzdržljivostnem športu sta nizek nivo glukoze v krvi in izpraznjene zaloge glikogena v mišicah. Zato je napolnitev teh zalog pred tekmo bistvenega pomena. Do nedavna je veljala **skandinavska kompenzacijska dieta** za »zakon«:

- Teden dni pred tekmo izvesti trening »na polno«, da se popolnoma izpraznejo zaloge glikogena.
- Naslednje 3 dni prehrana bogata z maščobami (<20% en iz CHO).
- Preostale dni pred tekmo pa bogata CHO prehrana (>80% en iz CHO)
- Zadnjih 6 dni pred tekmo nobenega resnejšega treninga



Slika: Skandinavska kompenzacijska dieta

Prednost:

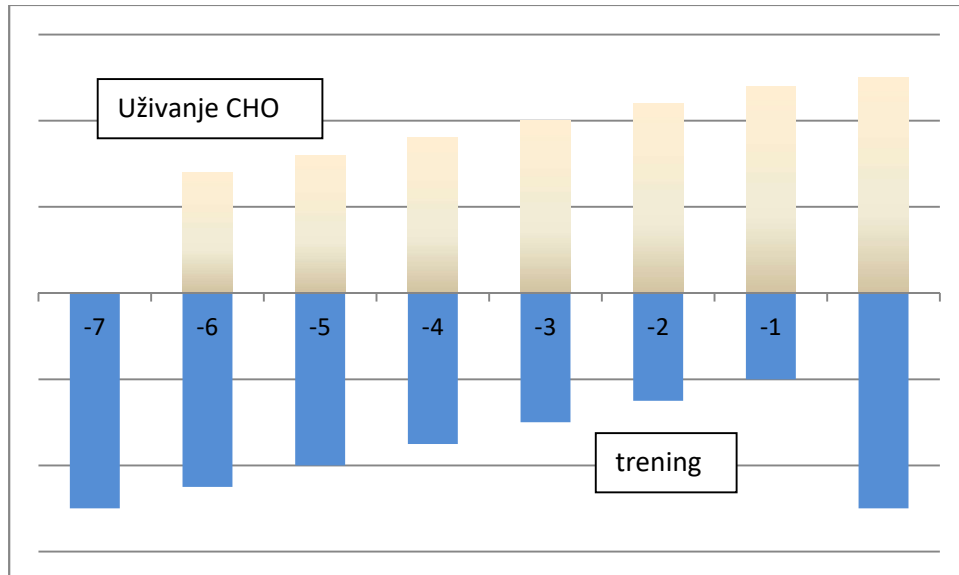
- na ta način se povečajo zaloge mišičnega glikogena za 160-200% glede na normalen nivo

Slabosti:

- V obdobju, ko je prehrana bogata na maščobah lahko nastopajo slabosti, prebavne motnje...
- Težko sestaviti prehrano z >80en% ali <20en% CHO
- Teden dni brez treninga - depresivno za športnika

Zaradi teh slabosti, so sestavili bolj **zmeren** in praktičen režim:

- Teden dni pred tekmo izvesti trening »na polno«, da se popolnoma izpraznejo zaloge glikogena.
- Prehrana se v naslednjih dneh stopnjuje, začnši z 50%en CHO prvi dan, do 70-75%en zadnji dan pred tekmo
- Za trening velja obratno – od šestega dne proti zadnjemu pred tekmo intenzivnost pojema, tej oblik se reče »klin« (tapering).



Slika: Zmerna kompenzacijska dieta

11.1.2 Koliko CHO je potrebno?

Do sedaj smo govorili le o %en, kaj pa absolutne vrednosti?

Povečevanje zaužitega CHO do 10 gramov na kg telesne mase dnevno, ima pozitiven efekt na zaloge glikogena, kar pa presega 10 g/kg pa nima vpliva (80 kg športnik – 800 g CHO/dan). Ker imajo CHO relativno nizko energetske vrednosti v primerjavi z maščobami, pomeni da bodo količinsko obroki ogromni, s precej vlakni. S CHO bogata hrana je pasta, kuhan krompir... (glej tabele). Pazi: zadnja 2-3 dni pred tekmo naj hrana ne vsebuje veliko vlaknin! (solate, sveža zelenjava, polnozrnatih proizvodi, nezrele banane, muesli, rjavi riž...), saj bodo v nasprotnem primeru prebavila preobremenjena.

11.1.3 Prehrana neposredno pred tekmo

1-2 uri pred tekmo se je potrebno vzdržati uživanja CHO, da preprečimo takozvani »hypoglycaemia rebound« (odboj): zaužitje CHO → povečan nivo glukoze v krvi → povečana vsebnost insulina → inhibicija presnove maščobnih kislin → že v štartu se porablja glikogenske rezerve. Seveda so take reakcije specifične in odvisne od posameznika.

11.1.4 Nekaj poudarkov

- Uporabljaljaj zmerno kompenzacijsko dieto
- Zadnje 3 dni pred tekmo zagotoviti vsaj 600 g/dan CHO
- Zadnje dni pred tekmo piti veliko tekočine, da bo telo dobro hidrirano, po možnosti dodati malo kuhinjske soli (noževo konico na liter tekočine)
- Zadnje dni pred tekmo se izogibati hrani z visokim deležem vlaknin
- 2-4 ure pred tekmo pojesti s CHO bogat obrok, da se napolne zaloga glikogena v jetrih. Najprimernejši bo lahko prebavljiv obrok (bel kruh, energetska ploščica), ali pa kar energy drink (vsekakor ne mastno in beljakovinsko!)
- 1-2 uri pred tekmo se je potrebno vzdržati uživanja CHO (lahko pa neposredno na startu, po končanem ogrevanju)

11.2 Prehrana med tekmo

Pri športnih aktivnostih, ki trajajo uro in dlje, je koristno uživati CHO, saj s tem vzdržujemo visoko stopnjo glukoze v krvi. Večina CHO je podvrženo podobni stopnji oksidacije, izjema so le fruktoza, galaktoza in netopni škrob. Zanimivo pa je, ob uporabi kombinacije (50% fruktoze in 50% glukoze), stopnja oksidiranih CHO za 21% višja kot pri čisti glukozi! Oksidacija eksogenega (zunanjega oz. zaužitega) CHO ne presega 1,0 – 1,1 g/min – **količina zaužitih CHO naj torej ne presega 60 g/uro**. Najprimernejše so izotonične pijače z elektroliti in energetske ploščice, in sicer tekom celotne tekme, ne le proti koncu!

11.2.1 Športni napitki

S športnimi napitki je potrebno zagotoviti:

- dovolj CHO za vzdrževanje nivoja glukoze v krvi (optimalna vsebnost CHO v napitku je 40-80 g/l), biti mora izotoničen do blago hipotoničen. (glej 11.5.3)
- Vodo in elektrolite (vsebnost natrija 400 – 1200 mg/l)
- Ne smejo povzročati prebavnih motenj (Izgube tekočine s potenjem so lahko >2l/uro. Nadomestiti take izgube je +/- nemogoče zaradi omejenosti prebavil. Zato je pomembno tudi trenirati pitje (da se organizem navadi visokih količin tekočine), skratka – piti kolikor je le mogoče!
- Imeti morajo dober okus (na boljše praznjenje prebavnega trakta vpliva tudi okus pijače)

11.2.2 Nekaj poudarkov

- Med intenzivnim treningom, ki traja več kot >45 min je potrebno uživati CHO napitke (preprečimo ali zakasnimo/omilimo utrujenost)
- Pri treningih, krajših od 45 minut ni posebne potrebe po uživanju CHO
- Optimalno je konzumirati 60 g CHO/uro vadbe.
- Kateri sladkor je vir CHO z vidika energije ni pomembno (glukoza, maltodekstrin, saharoza...), je pa toliko bolj pomembno zaradi osmolarnosti. Sama fruktoza in galaktoza sta manj primerni. Kombinacija glukoze in fruktoze je lahko celo boljša od čiste glukoze. Netopni škrob ni primeren.
- Pijačo s CHO je potrebno uživati tekom celotne tekme, ne le proti koncu
- Izogibati se pijačam, ki vsebujejo (pre)visok delež CHO (>20%) in hipertoničnim (tistim, ki povzročajo visok osmotski tlak >500 mosmol/kg)

- V vročem vremenu so za hidracijo potrebne večje količine pijače kot v hladnem, zaradi višjih izgub (znojenje)
- Velike količine zaužite tekočine poboljšajo praznjenje črevesa. Priporočeno je :
 - 3-5 minut pred startom 6-8 ml/kg telesne teže (80kg: 0,5 l)
 - Vsakih naslednjih 15-20 minut 2-3 ml/kg telesne teže (80kg: 0,25 l)
- Pomembno je trenirati pitje (da se organizem navadi visokih količin tekočine)
- Po zaužitih ogromnih količinah tekočine se bo želodec počutil prazen – takrat pojesti nekaj trdne, lahko prebavljive hrane.
- Izogibati se hrani, ki vsebuje vlaknine in beljakovine.

11.3 Banane

Nezrele banane so v veliki meri neprebavljive, ker vsebujejo visok delež neprebavljivih škrobov. Ker je encimatsko nerazgradljiv, ga bodo v črevesu za substrat uporabile bakterije (nastanek plinov, pa tudi laktata in nižjih maščobnih kislin). Za športnike so torej primerne čim bolj zrele banane (tiste, s temnimi pikami).

	0 dni	2 dni	4 dni	6 dni	8 dni
	zeleno rumena	rumeno zelena	rumena	rumena, malo pik	rumena, veliko pik
CHO (g/100g)	28	29	28	27	26
nerazgradljiv škrob (%)	82	41	26	9	3
sladkorji (%)	7	48	63	81	88
ostalo (%)	11	11	11	10	9
prebavljivost	slaba	zmerna	dobra	dobra	odlična

Tabela: Spremembe v sestavi CHO med zorenjem banane

11.4 Prehrana po tekmi

Hitra »regeneracija« je izredno pomembna, še posebej pri več dni trajajočih prireditvah. Sinteza mišičnega glikogena je odvisna od:

11.4.1 Količina zaužitih CHO

To je daleč najpomembnejši faktor za resintezo glikogena. 50 gramov CHO vsaki dve uri poveča resintezo glikogena za 2x, v primerjavi s polovično količino (25 g/2uri). Večja količina zaužitih CHO (> 50g/2 uri), ne vpliva na resintezo mišičnega glikogena. Manjši obroki v bolj pogostih intervalih nimajo nobene prednosti pred manj, a bolj obilnimi obroki.

11.4.2 Tip CHO

Za čim boljšo in hitrejšo resintezo mišičnega glikogena naj bo obrok čim lažje prebavljiv. Prebavljivost (stopnja absorpcije) izkazujemo preko glikemičnega indexa (GI). Ko potrebujemo hitro »regeneracijo«, ko si dnevno sledijo težke obremenitve, se moramo izogibati hrani z nizkim glikemičnim indexom.

11.4.3 Timing obrokov

Prvih par ur po intenzivni vadbi je resinteza mišičnega glikogena najbolj intenzivna, zato je neposredno po vadbi potrebno zaužiti CHO. V odvisnosti od stopnje izgub glikogena in sestave obrokov, traja resinteza glikogena na nivo pred vadbo od 10 do 36 ur. To pomeni, da v enem dnevu ne moremo opravi dve tekem, ne da bi imeli pri drugi načete rezerve glikogena, ne glede na uživanje optimalnih odmerkov CHO med tekmama.

Tekočine: stopnja zadržanja zaužite tekočine po treningu je le 50%, če ni dovolj bogata z natrijem. Pijače kot je navadna in mineralna voda ter sokovi, ne vsebujejo dovolj Na da bi zadovoljile rehidracijskim potrebam. Pijače pa, ki vsebujejo 40-80 g CHO/l in 600-1200 mg/l Na omogočijo stopnjo zadržanja v telesu tudi do 70-80%. S tega sledi, da mora biti količina po tekmi zaužite tekočine od 1,5 do 2 krat višja od količine, izgubljene s potenjem.

skupina hrane	jed	količina obroka za 50 g CHO	enota	maščobe v obroku (g)
mlevski izdelki	beli kruh	201	g	2
	polnozrnat kruh	120	g	3
	ržen kruh polnozrnat	104	g	4
	riž polnozrnat	196	g	1
	riž beli	169	g	0,5
žitarice	corn flakes	59	g	1
	muesli	76	g	6
keksi	polnozrnat keksi	76	g	16
zelenjava	sladka koruza	219	g	5
	bob	704	g	4
	krompir instant	310	g	0,5
	krompir kuhan	254	g	v sledovih
sadje	rozine	78	g	v sledovih
	banane	260	g	1
sladkorji	glukoza	50	g	0
	maltoza	50	g	0
	med	67	g	3
	saharoza	50	g	0
	škrobni sirup	63	g	0
napitki	6% raztopina saharoze	833	ml	0
	7,5% maltodekstrin / sladkor	666	ml	0
	10% pijača s CO2	500	ml	0
	20% maltodekstrin	250	ml	0

Tabela: Jedi z visokim glikemičnim indeksom

skupina hrane	jed	količina obroka za 50 g CHO	enota	maščobe v obroku (g)
mlevski izdelki	špageti, makaroni	198	g	1
	noodles (China)	370	g	14
žitarice	nuggets s pšeničnih otrobov	232	g	13
	ovseni zdrob	69	g	1
keksi	ovseni keksi	79	g	15
sadje	grozdje rdeče	323	g	v sledovih
	grozdje belo	310	g	v sledovih
	pomaranče	420-600	g	v sledovih

Tabela: Jedi z zmerno visokim glikemičnim indeksom

skupina hrane	jed	količina obroka za 50 g CHO	enota	maščobe v obroku (g)
sadje	jabolka	400	g	v sledovih
	čežana	290	g	v sledovih
	češnje	420	g	v sledovih
	dateljni	78	g	v sledovih
	breskve	450-550	g	v sledovih
	slive	400-550	g	v sledovih
stročnice	beli fižol	301	g	2
	leča	294	g	2
sladkorji	fruktoza	50	g	0
mlečni proizvodi	sladoled	202	g	13
	mleko polnomastno	1,1	l	40
	mleko posneto	1	l	1
	jogurt navadni, manj maščob	800	g	8
	jogurt sadni, manj maščob	280	g	3
juha	paradižnikova	734	ml	6

Tabela: Jedi z nizkim glikemičnim indeksom

11.4.4 Nekaj poudarkov

- Appetit je po napornem treningu zmanjšan, prednostna je želja po tekočini. Primerna je taka, ki vsebuje CHO z visokim glikemičnim indeksom (vsebnost CHO $\geq 6\text{g}/100\text{ml}$).
- Če se le da, uživati tudi trde vire CHO, kot so zrele banane, riževe kolačke, sladkarije... Znotraj 24 ur po naporu je potrebno užiti 10g CHO/kg telesne teže (visok in zmeren GI)
- Ker med spanjem ne jemo, naj bo obrok pred spanjem tako velik, da pokrije potrebe 25 g CHO/uro (10 ur spanja $\rightarrow 250\text{ g CHO}$)
- Dodatek beljakovin k obroku, zaužitemu prvi dve uri po naporu lahko stimulira resintezo glikogena

- Dodatek 600-1200 mg natrija k rehidracijskemu napitku po naporu izboljša zadrževanje vode v organizmu in s tem pomaga vzpostaviti tekočinsko razmerje pred naporom

11.5 Razno

11.5.1 Prehranski trening

S treningom je možno povečati :

- delež maščob kot energetskega vira
- povečati zmožnost pitja velikih količin tekočine

11.5.2 Zaloge celičnega glikogena zadoščajo za 90 minut?

- To bi bilo res le ob predpostavki, da je zaloga vsega mišičnega glikogena na voljo tistim mišicam, ki pri naporu aktivno sodelujejo. To pa NIKOLI NE DRŽI! Zato je treba uživati CHO napitke ves čas.

11.5.3 Osmolalnost

- Je mera za ozmotski tlak, ki ga povzroči tekočina preko biološke (polpropustne, semipermeabilne) membrane. Če imata dve tekočini (vsaka na svoji strani membrane) enak ozmotski tlak, potem pravimo, da sta izotonični. Če pa imata različen tlak, potem za tisto, ki ima višji pritisk pravimo da je hipertonična, in za tisto z nižjim, da je hipotonična.
- Osmolarnost je določena s številom ozmotsko aktivnih delcev prisotnih v raztopini. Pomembna je, saj vpliva na premeščanje tekočin iz ene na drugo stran membrane.
- Praktično: ABSORPCIJA je premeščanje tekočine iz vsebine črevesja v celice črevesne stene in od tu v kri. Druga smer, torej iz krvi v celice črevesja in od tu v vsebino črevesa pa je SEKRECIJA (izločanje). Vse dokler je absorpcija večja kot izločanje, govorimo o neto absorpciji, ko pa sekrecija postane večja – to pomeni nepravilnost, en njen izraz je tudi diareja.
- Hipertonične tekočine spodbujajo izločanje!
- Veliko osvežilnih pijač (sokovi, brezalkoholne pijače) ima osmolarity > 600 mosmol/kg, zelo redki pa so, ki to napišejo na deklaracije
- Pijače s 40-80 grami CHO/l in osmolarity <400 mosmol/kg so (pogojno) »hipotonične« in so OK!
- Količina oksidiranih CHO je (v odvisnosti od intenzivnosti vadbe) 0,5-1,1 g/min, količina zaužite vode pa 400-800 ml/h – od tu izvira potrebna količina 40-80 grami CHO/l (glej tabelo športni napitki – vsi imajo cca 60 g/l !!!).

Poleg osmolalnosti na učinkovitost športnega napitka vpliva tudi njegov pH.

Žal oba podatka na proizvajalčevi deklaraciji ponavadi nista navedena.

Priložena je analiza 35 športnih napitkov in 53 brezalkoholnih in alkoholnih pijač.

Osmolalnost športnih napitkov se giblje med 157–690 mmol/kg, pH vrednosti pa so med 3 in 4, kar ni ravno koristno za zobe. Seveda je treba pri pijači upoštevati tudi individualno tolerantnost in všečnost, vendar bi se močno hipertoničnim proizvodom načeloma morali izogibati (vir:4).

Danes so športni napitki eden od najboljše raziskanih prehranskih artiklov in dosežen je splošni konsenz o sestavi takšnih pijač – vsebovati morajo vodo, CHO kot vir

energije, za posamezne namene morajo vsebovati natrij in imeti definirano osmolarnost.

Marsikateri športnik si napitke pripravlja sam. Pri tem največkrat uporabljajo kombinacijo naslednjih sestavin: voda, saharoza, fruktoza, glukoza, maltodekstrin in sadne koncentrate. Teoretično je osmolarnost takega pripravka možno izračunati, vse dokler so definirani vsi sestavni deli. V primeru uporabe naravnih komponent, kot je sadni koncentrat ali polisaharidi z nedefinirano dolžino verige (npr. maltodekstrin, ki ima lahko od $20 < n > 3$ enot glukoze), pa to postane bolj ali manj nemogoče.

V prvi priloženi tabeli so vrednosti CHO, osmolalnosti in pH različnih športnih napitkov, v drugi pa isti podatki za preostale napitke.

Kot je iz tabel razvidno, osmolalnost med pijačami zelo variira. V splošnem narašča z naraščajočim deležem CHO, čeprav je na osmolalnost možno zelo vplivati s sestavo CHO (razmerje med mono, di in polisaharidi, glej 5.6.4). Alkohol je naslednja substanca, ki zelo močno vpliva (poveča!!!) na osmolalnost (tabela 2).

➤ **Pojem »Isotonic«**

Osmolalnost krvne plazme je 280–290 mmol/kg, in cilj je, da športni napitki vsebujejo približno enako število osmotsko aktivnih delcev. Po švicarski zakonodaji je kot izotoničen tretiran napitek, ki ima osmolarnost v rangi med 250–340 mmol/l. Seveda je naziv izotoničen za napitek s 340 mmol/l najmanj vprašljiv, če ne zavajajoč. Celo resnično izotonični napitki z 280 and 290 mmol/kg se absorbirajo počasneje kot hipotonični. Mirno lahko rečemo, da so za rehidracijo najprimernejši rahlo hipotonični napitki, tisti v rangi med 200 in 250 mmol/l.

Seveda to velja le v primerih, ko je hitra hidracija prva naloga športnega napitka (med tekmo ali treningom). Če pa ga uživamo po tekmi, v fazi regeneracije, je lahko hipertoničen napitek čisto OK. Hipotonični napitki načeloma niso problematični – količina glukoze namreč, potrebna za stimulacijo absorpcije vode je relativno zelo nizka.

11.5.4 T°C pijač

- Hladna tekočina bolje odvaja vročino iz telesa, po drugi strani pa prehladna tekočina lahko povzroča prebavne težave. Hladni napitki imajo boljši okus kot sparjeni, zato jih lahko tudi več spijemo. V hladnem klimatu je napitek lahko topel... Skratka, pravil ni.

11.5.5 Hladna klima, manj izgub tekočine...

- Potenja je v hladnem klimatu manj, zato tudi ni potrebno tekočine tako intenzivno nadomeščati. Kaj pa energija? Kot smo dejali, količina oksidiranih CHO je 0,8 g/min (0,5-1,1). Ker v teh pogojih pijemo manj, je priporočeno piti tekočino, v kateri je 130-150 g/l CHO (koncentrirana pijača). Da pa ne bo hipertonična (da osmolality ne bo > 400 mosmol/kg), je treba uporabiti primeren vir CHO – maltodekstrin!!! Koncentrirana pijača se počasneje prazni iz prebavil, pomeni da se bo počasneje absorbirala v kri, kar pa ni težava, saj je potreba po tekočini v hladnih pogojih manjša (le 300-500 ml/h). Se pa zato absorbira več CHO (ne manj kot 0,8 g/min), kar bo imelo za posledico boljšo storilnost.

11.5.6 Športnice več tekočine kot športniki?

- Ne, saj se na splošno manj potijo kot moški, torej: načeloma manj.

12 DODATKI

12.1 Pivo za rehidracijo

Veliko športnikom pivo predstavlja najbolj željen rehidracijski napitek. Poglejmo, ali je primeren.

100g		Pivo
voda	g	92,0
energija	kcal	43,0
alkohol	g	3,9
beljakovine	g	0,4
CHO	g	3,5
maščobe	g	-
Calcium	mg	3,9
Magnesium	mg	5,9
Phosphorous	mg	14,0
Potassium	mg	27,0
Sodium	mg	3,9
Niacin	mg	0,6
Folate	μg	5,9

Tabela: Nekaj prehranskih vrednosti piva (v 100 gramih)

Energetska vrednost je podobna kot pri pomarančnem soku, pivo je izredno bogato s kalijem, fosforjem in magnezijem. Od vitaminov je relativno bogat s folno kislino, vsebuje tudi nekaj vitaminov B kompleksa, predvsem niacin (B3). Ogljikovih hidratov ima manj od večine hidracijskih napitkov in sokov, zato je za nadomeščanje glikogenskih rezerv manj primeren od večine rehidracijskih napitkov. Zelo zanimivo je, od kod izvira energetska vrednost piva:

Calorie Information			
Amounts Per Selected Serving			%DV
Calories	43.0	(180 kJ)	2%
From Carbohydrate	14.2	(59.5 kJ)	
From Fat	0.0	(0.0 kJ)	
From Protein	1.8	(7.5 kJ)	
From Alcohol	27.0	(113 kJ)	

Več kot polovica energije piva izvira iz alkohola!

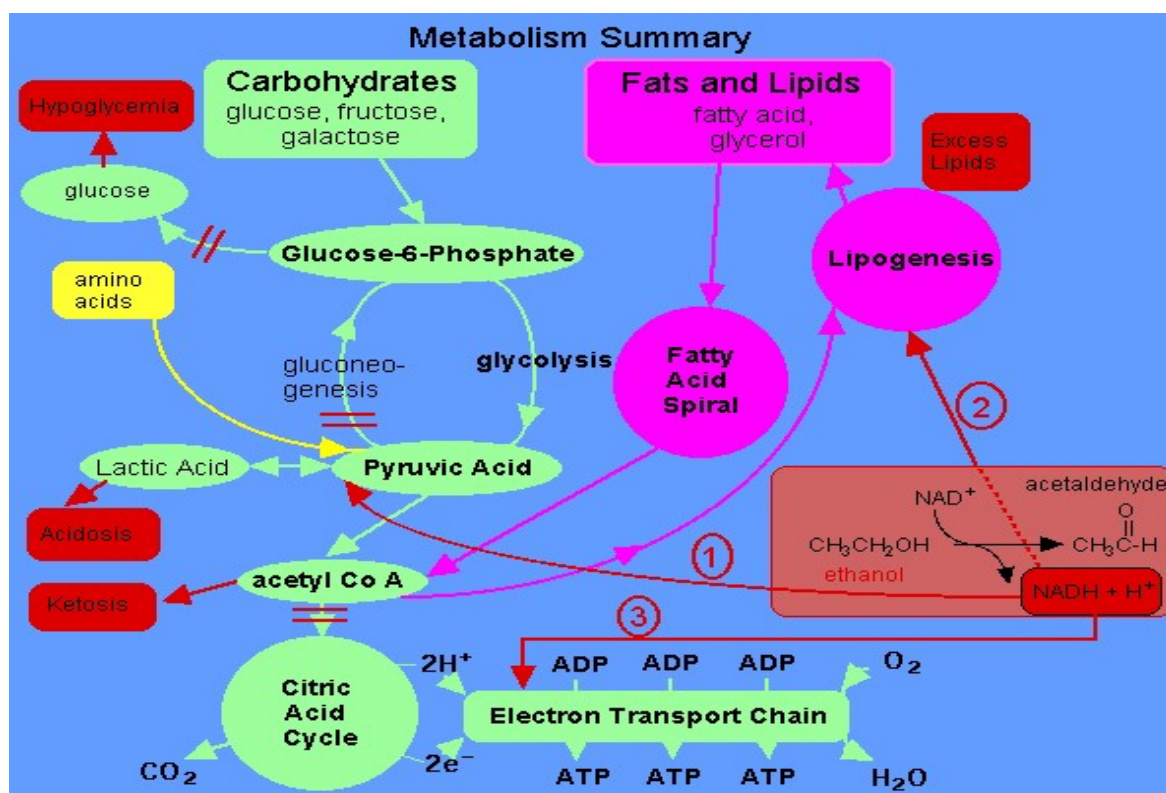
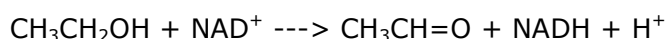
Pivo je močno hipertonično (>1000 mosmol/kg), predvsem zaradi alkohola! (glej tabele v poglavju 11.5.3)

<http://nutritiondata.self.com/facts/beverages/3827/2>

12.1.1 Presnova alkohola

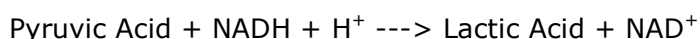
Alkohol se v prebavnem traktu hitro absorbira. Kot tak se v telesu ne more skladiščiti. Da se ga telo znebi se (izključno) v jetrih oksidira. Energetska vrednost alkohola je sicer zelo visoka, vendar je v primerjavi z energijo iz CHO bistveno manj primerna.

Prvi korak v presnovi alkohola je oksidacija ethanola v acetaldehide, ki jo katalizira encim alkohol dehidrogenaza (ta vsebuje tudi koencim NAD^+). Acetaldehid se nato oksidira v očetno kislino in končno v CO_2 in vodo (v ciklu citronske kisline). Nastanek viška NADH in acetaldehida ima celo vrsto učinkov.



Slika: Metabolizem alkohola (Potek reakcije v rdečem kvadratu)

- Višek NADH se preko piruvične kisline spremeni v laktat (1)



Piruvična kislina, ki je normalno proizvod transaminacije aminokislin, je namenjena za nastanek glukoze (glukoneogeneza). Ker pa se je spremenila v mlečno kislino (acidoza) jo za nastanek glukoze zmanjka, posledično lahko pride do hipoglikemije.

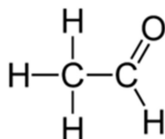
- Sinteza lipidov (2)

Višek NADH se lahko porabi za bodisi sintezo glicerola ali pa maščobnih kislin. To je možen razlog, zakaj so tisti, ki pretirano uživajo alkohol lahko debeli.

- Prenos elektronov (3)

NADH lahko vstopa neposredno v verigo prenašanja elektronov, kjer pride do nastanka ATP kot vira energije. Ta reakcija pa neposredno inhibira oksidacijo maščob v ciklusu citronske kisline. Maščobe ali acetyl CoA se pospešeno akumulirajo v jetrih (ketoza), od tu pa izločajo v krvotok, kar je pogosto vzrok za srčni infarkt.

Glavno vlogo pri toksičnosti alkohola odigra acetaldehid.



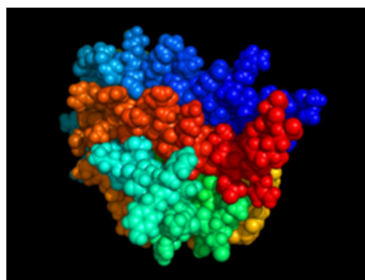
Slika: acetaldehid (etanal)

Čeprav se v jetrih oksidira naprej do očetne kisline, pride do točke zasičenja, ko ga del »uide« v krvotok. Toksično delovanje se izkazuje preko inhibiranja delovanja mitohondrijev. Tako alkoholik postane žrtev začaranega kroga: več ko nastaja acetaldehida → bolj je prizadeta funkcija mitohondrijev → metabolizem acetaldehida v očetno kislino oslabi → več acetaldehida se bo akumuliralo, bolj bodo poškodovana jetra (hepatitis, ciroza).

Acetaldehid je verjetno tisti, ki povzroča zasvojenost z alkoholom. V možganih se z acetaldehida tvorijo morfinom podobne komponente.

12.2 Prepovedane substance ki povečujejo sposobnost

12.2.1 EPO, krvni doping



Slika: erythropoetin

EPO, erythropoetin je glikoproteinski hormon, ki kontrolira proizvodnjo krvnih celic v kostnem mozgu. Znan je tudi pod imenom **hematopoetin**, nastaja predvsem v celicah ledvic, nekaj malega tudi v jetrih. EPO je občutljiv na nizko raven O_2 v krvi. Ko je koncentracija O_2 v krvi nizka, takrat se iz ledvičnih celic sprosti EPO, ki vzpodbuja nastanek eritrocitov v kostnem mozgu, posledično pa se poveča kapaciteta krvi za prenos kisika, predvsem do mišičnih celic. (Zakaj je to pomembno, glej poglavji 2.5 VO_2 max in 4.1.2 Hemoglobin). Na ta način je možno povečati storilnost za 7-10%. EPO je lahko zelo nevaren, saj poveča viskoznost krvi in s tem poveča nevarnost za srčni infarkt.



Slika: delovanje eritropoetina

Če se ga uporablja eksogeno (intravenozni dodatek), ga je v krvi možno odkriti, saj se rahlo razlikuje od endogenega. Sintetični eritropoetin so izdelali konec 80. let prejšnjega stoletja na univerzi Columbia, patentiran je bil za zdravljenje slabokrvnosti (Epogen®).

Splošno mnenje je, da so EPO množično uporabljali v športih kot so kolesarjenje (Tour de France), veslanje, maraton, tek na smučeh, biatlon in triatlon. Vendar pa do leta 2000 ni obstajala verodostojna metoda za njegovo odkrivanje. Metodo so izdelali v francoskem antidopinškem laboratoriju, omogoča pa določitev farmacevtsko dodanega EPA tako v urinu kot v krvi.

12.2.2 Ephedrine

Efedrin deluje kot stimulant. Na splošno stimulant preprečujejo utrujenost, vzdržujejo agresivnost, olajšajo dihanje in izboljšujejo koncentracijo. Efedrin v naravi najdemo kot alkaloid v rastlini *Ephedra*. Deluje podobno kot amfetamini, in sicer pospešuje izločanje norepinefrina (noradrenalin), le ta pa povzroča hitrejše bitje srca in zvišuje krvni pritisk (adrenalinski šok).

12.2.3 Steroidi

Steroidi so hormoni ali substance ki izvirajo iz holesterola. Človeško telo proizvaja več vrst steroidnih hormonov. Sem spada med drugimi tudi moški spolni hormon testosteron, pa ženska estrogen in progesteron.

○ Anabolični steroidi

Testosteron ima tako anabolični kot androgeni vpliv. Zmožnost testosterona, da stimulira proizvodnjo beljakovin v kostnih in mišičnih celicah imenujemo anabolični efekt. Zmožnost testosterona, da pospešuje delovanje moških spolnih organov in sekundarnih spolnih znakov pa imenujemo androgeni efekt.

Anabolični steroidi so sintetični analogi naravnega testosterona in imajo do neke mere tudi androgeni vpliv.

Kot naravni hormoni, se tudi steroidi vežejo na receptorje steroidov v celicah. Od tu gredo skupaj z receptorjem v celično jedro, kjer dajejo »navodila« DNA, da preko transportne RNA v ribosomih (citoplazma) povzročijo povečano proizvodnjo beljakovin. V mišičnih celicah se to odraža kot rast mišic.

12.3 Hranilne vrednosti

12.3.1 Hranilne vrednosti (nutritional values) različnih CHO (100g)

100 g		krompir	testenine	testenine polnozrnat	riž beli	riž rjavi
		kuhan	kuhane	kuhane	kuhan	kuhan
Energy	(kcal)	76	125	121	125	142
Protein	(g)	2,3	4	4,5	3,1	3
Fat	(g)	0	0,2	0,2	0,4	1,4
Carbohydrate	(g)	16,8	26,8	25,4	27,2	29,3
Fibre	(g)	3,1	1,6	3	1,8	1,9
Water	(g)	79	73	73	68	65
Sodium	(mg)	2	5	23	3	1
Potassium	(mg)	434	22	73	17	99
Calcium	(mg)	9	8	21	14	4
Phosphorus	(mg)	57	50	115	40	120
Magnesium	(mg)	19	12	44	7	43
Iron	(mg)	0,6	0,7	1,1	0,4	0,5
Zinc	(mg)	0,4	0,3	0,8	0,5	0,7
Vitamin A	(µg)	0	-	-	0	0
Vitamin B1	(mg)	0,09	0,05	0,13	0,02	0,14
Vitamin B2	(mg)	0,05	0,04	0,02	0	0,02
Vitamin B6	(mg)	0,19	-	-	-	-
Vitamin C	(mg)	14	0	0	0	0

Tabela: primerjava prehranskih vrednosti testenin, riža in krompirja

12.3.2 Prehranske vrednosti različno pripravljenega krompirja (100g)

Priprava	Size	CHO (g)	Vlknine (g)	maščobe (g)	energija (kcal)
kuhan krompir, olupljen	100g	13,0	1,0	0,0	65
kuhan krompir, neolupljen	100g	13,3	1,3	0,0	65
pommes frites	100g	25,0	2,0	3,0	131
pire (z mlekom in maslom)	100g	n/a	2,1	0,8	65
pražen krompir	100g	17,3	1,7	2,7	107

Tabela: Prehranske vrednosti različno pripravljenega krompirja

13 VIRI

- 1 Fred Brouns, **Essentials of sports nutrition**, John Wiley & Sons Ltd. 2002 (1993)
- 2 John.R Amend et al, **General, Organic and biological Chemistry**, Saunders College Publishing, 1993
- 3 G.A. Taylor, **Organska hemija**, Naučna knjiga Beograd, 1983
- 4 Samuel Mettler et al, **Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland**, Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 54 (3), 92–95, 2006
- 5 Wikipedia