

# Prehrana i suplementacija kajakaša divljevođaša

---

Zonjić, Jadran

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:999236>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Jadran Zonjić**

7336/N

**PREHRANA I SUPLEMENTACIJA KAJAKAŠA DIVLJEVODAŠA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Prehrana sportaša i vojnika

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Zagreb, 2019.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**  
**Laboratorij za znanost o prehrani**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Nutricionizam**

**Prehrana i suplementacija kajakaša divljevođaša**

**Jadran Zonjić, 0058209538**

**Sažetak:** Kajak i kanu na divljim vodama zahtjeva tjelesnu spremu, snagu gornjeg dijela tijela, nizak udio masnog tkiva i prilagodbu na vanjske faktore kao što su vjetar i valovi. Kajakašu je potrebna prehrana koja će odgovarati zahtjevima uobičajenih treninga, biti prilagođena specifičnim fazama treninga te potrebama prije i poslije natjecanja. Vrhunski kajakaši imaju treninge visokog intenziteta i volumena tijekom cijele sezone, stoga energetski unos mora biti adekvatan kako bi osigurao kvalitetan oporavak i tjelesne adaptacije. Dnevni unos ugljikohidrata posebno je naglašen jer niske zalihe glikogena prije treninga negativno utječu na sportsku izvedbu. Vrsta, količina i vrijeme uzimanja proteina utječe na oporavak nakon tjelesne aktivnosti i tjelesne adaptacije. Zbog zahtjevnog rasporeda natjecanja kajakašima je potreban i detaljan nutritivni plan oporavka i resinteze glikogena. Tjelesnu aktivnost važno je započeti u stanju euhidracije, a preporuča se veslanje s napitkom u čamcu kako bi se nadoknadila izgubljena tekućina. Nadalje, pažljiva konzumacija znanstveno provjerenih dodataka prehrani može imati pozitivan utjecaj na sportsku izvedbu.

**Ključne riječi:** kajak, kanu, prehrana, suplementacija, sport

**Rad sadrži:** 29 stranica, 2 slike, 5 tablica, 115 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je tiskan u elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Pomoć pri izradi:** mr.ph. Mimi Vurdelja

**Datum obrane:** 18.9.2019.

## **BASIC DOCUMENTION CARD**

**Bachelor thesis**

**University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Nutrition**

**Department of Food Quality Control  
Laboratory for Nutrition Science**

**Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition Science**

### **Nutrition and Supplementation in wildwater kayak and canoe**

**Jadran Zonjić, 0058209538**

**Abstract:** Wildwater kayak and canoe demands conditioning, upper-body strength, low body fat and adaptation to environmental factors like wind and waves. Kayakers require a nutritional strategy to support general training needs, tailored to specific training phases as well as the demands before and after competition. Elite kayakers have high training intensities and volumes for most of the training season, so energy intake must be sufficient to support recovery and adaptation. The daily intake of carbohydrates is especially highlighted because low pre-exercise glycogen stores reduces high-intensity athletic performance. The type, timing and amount of protein intake influence post-exercise recovery and adaptation. Because of demanding competition schedules, kayakers require nutritional recovery strategies to optimize muscle glycogen resynthesis. It is important to start physical activity in the state of euhydration, and paddling with a drink in the boat is recommended to replace lost fluid. Furthermore, careful consumption of scientifically proven dietary supplements can have a positive effect on athlete performance.

**Keywords:** kayak, canoe, nutrition, supplementation, sport

**Thesis contains:** 29 pages, 2 figures, 5 tables, 115 references **Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Ph. D. Zvonimir Šatalić, Associate Professor

**Technical support and assistance:** mr. ph. Mimi Vurdelja

**Defence date:** 18.9.2019.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1. Povijest kajaka i kanua .....	2
2.2. Sportske discipline.....	3
2.3. Građa kajakaša.....	3
2.4. Vrste treninga.....	4
2.5. Energetske potrebe.....	5
2.6. Proteini.....	6
2.6.1. Prije treninga/utrke.....	7
2.6.2. Tijekom treninga/utrke.....	7
2.6.3. Nakon treninga/utrke.....	7
2.7. Ugljikohidrati.....	7
2.7.1. Prije treninga/utrke.....	8
2.7.2. Tijekom treninga/utrke.....	9
2.7.3. Nakon treninga/utrke.....	9
2.8. Masti.....	9
2.8.1. Prije treninga/utrke.....	10
2.8.2. Tijekom treninga/utrke.....	10
2.8.3. Nakon treninga/utrke.....	10
2.8.4. Kolesterol.....	10
2.9. Mikronutrijenti.....	11
2.9.1. Vitamini B skupine.....	11
2.9.2. Vitamin D.....	11
2.9.3. Antioksidansi.....	12
2.9.4. Minerali: kalcij, cink, magnezij.....	12
2.9.5. Željezo.....	13
2.10. Hidracija.....	13
2.10.1. Nadoknada tekućine i elektrolita.....	14
2.10.2. Hiponatremija.....	15
2.11. Suplementacija.....	15
2.11.1. Kreatin.....	16
2.11.2. Bikarbonati.....	17

2.11.3. Kofein.....	17
2.11.4. Nitrati.....	18
2.11.5. Beta – alanin.....	19
2.12. Prehrana kajakaša, razgovor s mr. Mimi Vurdeljom u HOO-u.....	19
<b>3. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>21</b>
<b>4. LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
<b>5. PRILOZI</b>	

## ***1. UVOD***

Kajak i kanu na divljim vodama u Hrvatskoj ima dugu i uspješnu tradiciju, posebno u disciplini spust gdje su hrvatski natjecatelji redovito među osvajačima medalja na velikim natjecanjima (Hrvatski kajakaški savez, 2019). Tjelesni zahtjevi kajakaša kontinuirano rastu kroz zadnja desetljeća, a natjecatelji postižu brža vremena. Broj utrka u sezoni se također značajno povećao, a samim time i broj putovanja koji vode do povećane iscrpljenosti sportaša. Sve to u kombinaciji s neadekvatnim odmorom može rezultirati lošijom izvedbom i/ili povećanim rizikom od ozljeda. Kako bi se postigli najbolji mogući rezultati unaprjeđenje i ubrzanje oporavka, postizanje i održavanje optimalne tjelesne težine i sprema te minimalizacija rizika od bolesti i ozljeda ključni su u vrhunskom bavljenju kajakom i kanuom. Kako bi se postiglo sve navedeno treba osigurati pravilnu prehranu sportašu. Zbog malog broja istraživanja vezanog za ovu temu ovaj rad bi trebao pružiti najnovije i najvažnije preporuke za vrhunske kajakaše, pokrivajući unos makro i mikronutrijenata, hidracije i dodataka prehrani. Mogu se pronaći i detaljne informacije o količini, načinu i vremenu uzimanja pojedinih nutrijenata i suplemenata uz objašnjenje načina djelovanja.



## ***2. TEORIJSKI DIO***

### 2.1. Povijest kajaka i kanua

Neki od najstarijih kanua datiraju iz 5300–3950 godine prije nove ere, a pronađeni su na prostorima Danske (Andersen, 1987). Kanue su također koristili i američki Indijanci, australski Aboridžini, plemena Amazone, Polinezije i dr. Rađeni su od izrezbarenog debela drveta ili drvenog okvira i trske, kore ili granja drveta. Nadalje, kajak izvorno potječe s Grenlanda, osmislili su ga Eskimi, a građen je od tuljanove kože pričvršćene za drveni okvir. U povijesti su kajaci i kanui korišteni za lov, transport i putovanja, a industrijalizacijom sredinom 19. stoljeća postaje sve popularniji kao sport. Današnji čamci su građeni od drveta, plastike, polikarbonata, aluminija ili na napuhavanje dok se sportski čamci rade isključivo od karbonskih, kevlarških i staklenih vlakana. Kajak na mirnim vodama (sprint) 1936. u Berlinu postaje olimpijska disciplina, a 1946. osniva se Svjetska kajakaška federacija (ICF). Divljevodna disciplina slalom je olimpijska disciplina od 1992. dok je spust neolimpijska.



**Slika 1.** Emil Miliham, šesterostruki europski i svjetski prvak u disciplini spust

(<https://www.kanuklubkoncar.hr/rezultati-izbornih-utrka-trnovo-ob-soci/>, pristupljeno 9. rujna 2019.)



**Slika 2.** Danko Herceg, četverostruki olimpijac i svjetski juniorski prvak u slalomu

(<https://www.gettyimages.in/detail/news-photo/croatias-danko-herceg-in-action-on-the-final-run-news-photo/650918334?adppopup=true>, pristupljeno 9. rujna 2019.)

## 2.2. Sportske discipline

Discipline se dijele na mirnovodaške i divljevodaške. U mirnim vodama trke se odvijaju na 200 m, 500 m, 1 km, 5 km te maratoni, oceanske trke, dragon boat, stand up paddling i parakanu. Divljevodaške discipline su slalom, spust, kayak polo, freestyle i extreme kayak.

Slalom se odvija na stazi dugoj do 300 m, a cilj je proći između 20-25 „vrata“. Vrata su palice koje vise iznad vode, a kroz zelena se prolazi nizvodno dok kroz crvena treba proći uzvodno. Cilj je proći stazu u što kraćem vremenu (predviđeno vrijeme je od 90 do 110 sekundi) uz što manje kaznenih sekundi. Svaki dodir vrata kažnjava se s 2 sekunde, a promašena vrata s 50 sekundi.

Spust se dijeli na dvije discipline: klasiku i sprint. Klasika je duža trka, a traje od 10 do 50 minuta. Sprint je kraća disciplina i traje otprilike minutu. U obje discipline cilj je u što kraćem vremenu doći od početka do cilja.

U svim divljevodaškim disciplinama natječu se kayak žene (K1W) i muškarci (K1M), kanu žene (C1M) i muškarci (C1M) te ekipe od 3 člana u svim tim disciplinama. Za razliku od slaloma u spustu postoje ženski (C2W) i muški parovi (C2M) te ekipna utrka parova (3x C2W/M).

Osnovna razlika između kajaka i kanua je ta da se u kajaku sjedi i koristi veslo s dvije lopatice, a u kanuu se kleči i koristi veslo s jednom lopaticom.

## 2.3. Građa kajakaša

Unatoč biomehaničkim razlikama u tehnici zaveslaja kajakaši i kanuisti imaju slične morfološke karakteristike (Misigoj-Durakovic i Heimer, 1992). Može ih se smatrati homogenima po obliku, tjelesnoj veličini i masi. Iako sprinteri nemaju ekstremne proporcionalne profile, odlikuju ih jedinstvene karakteristike koje nisu česte među općom populacijom. Odlikuje ih tijelo s malim udjelom potkožne masti, proporcionalno dugi udovi i uski kukovi kod muškaraca (Shephard, 1987). U posljednjih 25 godina morfologija kajakaša se značajno mijenja prema što kompaktnijoj i robusnijoj građi, što se posebice ističe kod kajakašica (Ackland i sur., 2003). To dokazuje istraživanje u kojemu kanuisti iz Sydneya 2000. imaju +2.5 cm šira ramena, +8.2 cm veći opseg prsa, +6.0 cm veći struk i +2.5 cm veći opseg ruke u kontrakciji od kanuista iz Montreala 1976.

Somatotip koji prevladava kod kajakaša koristeći Heath Carter metodu pokazuje da ih se najbolje može opisati kao uravnotežene mezomorfe (1.6--5.7--2.2). Iako na manjem uzorku može se vidjeti da su kajakaši u Montrealu (1.5—5.2—3.1) bili više ektomorfni mezomorfi. Kajakašice s olimpijade u Sydneyu (2.4—4.7—2.0) bile su s manjim udjelom potkožnog masnog tkiva i više kompaktne od kajakašica 25 godina ranije (2.8--4.1--2.9)(Ackland i sur.,

2003).

Rezultati pokazuju da su kajakaši 1970-ih građom bili sličniji plivačima, dok su moderni više slični ronocima koji su puno veći od plivača.

Tesch (1983) je predvidio da je idealni udio masnog tkiva 6%, Heller i sur. (1983) su koristili formulu mjerenja 10 kožnih nabora i predvidjeli da je idealni udio masnog tkiva od 6- 10% za muškarce i od 13 do 17% za žene. Prevelik udio masnog tkiva povećava otpor čamcu da ide naprijed (proporcionalno površini i masi čamaca + tjelesnoj masi sportaša).

**Tablica 1.** Tablica morfoloških karakteristika kajakaša i kajakašica na Olimpijskim igrama 2000. godine u Sidneyu (Ackland i sur., 2003).

	Kajakašice (n=20)			Kajakaši (n=50)		
	Srednja vrijednost	SD*	Raspon	Srednja vrijednost	SD	Raspon
Godine	26,4	5,1	19,0-36,0	24,8	3,0	20,0-31,0
Tjelesna masa (kg)	67,7	5,7	59,1-80,7	85,2	6,2	73,6-99,8
Zbroj 8 kožnih nabora (mm)	80,0	16,9	52,9-103,7	55,4	15,2	30,9-116,1
Visina (cm)	170,4	6,3	159,2-184,2	184,3	5,8	169,7-195,8
Sjedeća visina (cm)	90,4	2,6	84,8-98,0	96,9	3,0	91,6-103,1
Raspon ruku (cm)	172,8	7,5	161,4-184,3	190,6	7,3	175,8-210,4
Dužina nadlaktice (cm)	33,1	1,7	30,3-35,7	35,9	1,7	32,2-39,7
Dužina podlaktice (cm)	24,4	1,3	22,2-26,6	27,3	1,2	25,0-37,7
Dužina nadkoljenice (cm)	43,8	2,2	39,9-48,1	46,8	2,5	41,7-51,3
Dužina potkoljenice (cm)	44,8	3,0	39,4-51,2	49,6	2,4	43,2-54,3
Širina ramena (cm)	39,3	1,2	37,0-41,4	43,1	1,9	38,4-48,1
A-P dubina prsa (cm)	18,7	1,4	16,2-21,1	21,5	1,4	18,8-25,3
Širina humerusa (cm)	6,6	0,2	6,3-7,0	7,5	0,3	7,1-8,2
Širina femura (cm)	9,1	0,4	8,5-10,1	10,0	0,4	9,2-10,7
Opseg nadlaktice u fleksiji (cm)	32,1	1,5	29,8-35,3	37,6	1,9	32,8-43,2
Opseg prsnog koša (cm)	98,1	2,4	95,0-104,0	110,8	3,8	102,7-120,7
Opseg struka (cm)	75,8	3,4	68,8-85,2	85,9	3,9	77,6-93,8
Opseg kukova (cm)	94,3	4,0	88,6-102,1	97,7	2,8	90,7-103,0
Opseg nadkoljenice (cm)	56,1	3,1	49,5-60,8	57,1	2,3	50,9-61,2
Opseg potkoljenice (cm)	35,9	1,8	31,6-39,2	37,8	1,6	33,6-40,7

\*SD- standardna devijacija

## 2.4. Vrste treninga

Vrste treninga koje se koriste su intervalni trening visokog intenziteta (HIIT) i kontinuirani trening dužeg trajanja. Oba programa treninga poboljšavaju fiziološke i izvedbene čimbenike

kao što su brzina veslanja pri maksimalnom primitku kisika ( $VO_2 \text{ max}$ ), ekonomičnost veslanja tj. niža potrošnja kisika za istu ili veću brzinu, maksimalna brzina i brzina na 1000 m. Ipak HIIT je pokazao bolje rezultate za postizanje veće brzine pri anaerobnom ventilacijskom pragu, veću brzinu na 200 metara i bolju ekonomičnost veslanja (Foster i Lucia, 2007) i to u 15 puta manjem trajanju treninga. Ipak, zbog prevelikog umora nakon HIIT treninga moraju se ubacivati treninzi niskog intenziteta ili dani odmora između njih. Treneri odabiru 2 do 3 HIIT treninga tjedno sa specifičnim trajanjima intervala rada i odmora (Papandreou i sur., 2018). Što se tiče periodizacije treninga postoje 2 pristupa; tradicionalna i blok periodizacija. Tradicionalnu periodizaciju karakterizira istovremeni razvoj puno komponenata (npr. aerobnog kapacitete, maksimalne aerobne jakosti, maksimalne snage) unutar redovne raspodjele rada kroz duge periode. S druge strane blok periodizaciju čine visoko koncentrirani treninzi opterećenja usmjerena na uzastopni razvoj malog broja motoričkih i tehničkih sposobnosti. Ciklusi koji traju od 2 do 6 tjedana nazivaju se blokovi, a cilj im je nadograditi prethodno razvijene sposobnosti. Prema Garcia-Pallares i sur. (2010) blok periodizacija s 10% više akumulacije radnog opterećenja na odabrane ciljeve treninga za svaku fazu rezultirala je učinkovitijim stimulativnim treningom za poboljšanje izvedbe kod kajakaša u usporedbi s tradicionalnom periodizacijom. Blok periodizacija je trajala 10 tjedana kraće i 120 trenažnih sati manje. Prema rezultatima studija blok periodizacija bi mogla biti bolje rješenje kako bi se dosegla što bolja izvedba kod kajakaša.

### **2.5. Energetske potrebe**

Za definiranje energetske potrebe primjenom koncepta slobodne energije potrebni su podatci: sastava tijela koji je mjerna jedinica za raspoloživu energiju, ciljana razina raspoložive energije i potrebno je dodati potrošnju E za vježbanje/trening (dnevnik TA + kompendij/MET). Tehnike koje se uobičajeno koriste za procjenu sastava tijela su dvostruka apsorpciometrija X-zraka (DEXA), zračna pletizmografija, podvodno vaganje, mjerenje kožnih nabora kaliperom i analiza jednostruke i višestruke bioelektrične impedancije (BIA) (Thomas i sur., 2016.). Istraživanje Carlsohn i sur. (2011) na kajakašima pokazuje kako Cunninghamova (CUN) i Harris-Benedict (HB) jednadžba značajno podcjenjuju stopu metabolizma u odmoru (RMR) kod kajakaša s većom nemasnom tjelesnom masom, ali ne i kod kajakašica.

Ciljana razina raspoložive energije je energija koju tijelo ima na raspolaganju za sve druge funkcije osim tjelesne aktivnosti. Najčešće iznosi 45 kcal/kg za zdravu osobu u energetskej ravnoteži, a najniža granica je 30 kcal/kg nemasne tjelesne mase za osobe koje žele izgubiti na tjelesnoj masi (Erdman i sur., 2012).

## 2. Teorijski dio

Potrošnju energije utrošenu za trening izračunava se uz pomoć MET vrijednosti (1 MET = 1 kcal/kg/h, 1 MET = 3,5 mL O<sub>2</sub>/kg/min). MET se koristi za procjenu energetske potrošnje specifične tjelesne aktivnosti te za procjenu intenziteta. Jedan MET odgovara potrošnji energije u mirovanju te se sve aktivnosti izražavaju relativno s obzirom na potrošnju energije u mirovanju (Ainsworth i sur., 2011.).

Vrijednosti MET-a za kajak i kanu iznose: veslanje niskim intenzitetom - 2.8, veslanje umjerenim intenzitetom - 5.8, veslanje visokim intenzitetom te veslanje utrka - 12.0 (Compendium of Physical Activities, 2011).

**Primjer:** kajakaš od 25 godina, 80 kg TM, 10% masnog tkiva

Nemasna tjelesna masa =  $80 \text{ kg} - (80 \cdot 0,1) = 72 \text{ kg}$

Ciljana razina raspoložive energije =  $72 \text{ kg} \cdot 45 \text{ kcal/kg} = 3240 \text{ kcal}$

Potrošnju energije utrošenu za trening: trening se sastoji od 20 min zagrijavanja umjerenog intenziteta, 18 min visoko-intervalnog veslanja i 28 min veslanja niskog intenziteta u pauzama (3x6x1 min rada s 1 min pauze, pauza između serija je 5 min).

20 min umjerenog intenziteta =  $0,33 \text{ h} \cdot 5,8 \text{ kcal/kg/h} \cdot 72 \text{ kg} = 139,2 \text{ kcal}$

18 min visokog intenziteta =  $0,3 \text{ h} \cdot 12,0 \text{ kcal/kg/h} \cdot 72 \text{ kg} = 259,2 \text{ kcal}$

28 min niskog intenziteta =  $0,466 \text{ h} \cdot 2,8 \text{ kcal/kg/h} \cdot 72 \text{ kg} = 94,1 \text{ kcal}$

**UKUPNO:**  $3240 \text{ kcal} + 139,2 \text{ kcal} + 259,2 \text{ kcal} + 94,1 \text{ kcal} = \underline{3732,5 \text{ kcal}}$

### 2.6. Proteini

Adekvatan unos proteina treba unositi svaki dan jer se koriste za sintezu proteina, kao izvor energije ili se uključuju u različite metaboličke puteve (Štalić i sur., 2016). Proteinski unos trebao bi biti između 1,2 do 2,0 g/kg tjelesne mase (TM)/dan, a veći unos je moguć tijekom kraćih perioda intenzivnog treninga ili kada je smanjen ukupni energetski unos (Thomas i sur., 2016). Alves i sur. (2012) uz pomoć trodnevnog 24-satnog prisjećanja pokazuju da brazilski kanuisti unose  $1,9 + 0,3$  (1,6–2,2) grama proteina po kg/TM. Uz količinu, bitna je raspodjela proteina unutar dana, tajming i izvor proteina. Novije preporuke za proteinski unos su 0,3- 0,4 g/kg TM po obroku. Osim toga, u svrhu poboljšanja sinteze mišićnih proteina preporučuje se uporaba potpunih proteina kao bolji izvor od kombinacije aminokiselina razgranatog lanca (BCAA) (Morton i sur., 2015). Što se tiče vremena unosa, čini se da je konzumacija proteina odmah nakon vježbanja bitna za sintezu mišićnih proteina (Esmarck i sur., 2001). U studiji iz 2013. Areta i sur. dokazuju kako je sinteza mišićnih proteina (SMP) veća kada se 4 puta po 20 g proteina unosi svaka 3 sata nakon vježbanja u usporedbi s unosom 2 puta po 40 g svako 6 sati i 8-10 g svakih 1,5 sati. Također postoje dokazi kako unos 30-40 g kazeina prije spavanja maksimalizira SMP tijekom noći nakon treninga snage i izdržljivosti (Res i sur., 2012.).

Preporuke za sportašice su 10 do 20% manje od muškaraca (Burke i Deakin, 2010).

Kao izvore proteina preporučuju se meso, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi i soja jer sadrže potpune proteine (oko 40% esencijalnih aminokiselina) u visokoj koncentraciji. Reid (2016) uspješno koristi dodatak mlijeka i mliječnih proizvoda kod 19 godina starog kajakaša kako bi se ubrzao oporavak i povećala nemasna mišićna masa.

### **2.6.1. Prije treninga/utrke**

Kako bi se maksimizirala SMP sportaši bi trebali unijeti 0.3-0.4 g/kg potpunih proteina u obroku prije treninga. Unos proteina prije treninga povećava stopu SMP nakon vježbanja tijekom ranih faza oporavka zbog veće dostupnosti amino kiselina (Van Loon, 2014). Nadalje, unos proteina prije treninga posebno je bitan u tjednima kada se održava više trka (Oliveira i sur., 2017).

### **2.6.2. Tijekom treninga/utrke**

Iako neke studije pokazuju pozitivan učinak konzumacije prije treninga (Beelen i sur., 2008a) ta saznanja još nisu potvrđena (Van Loon, 2014). Uzme li se u obzir tipično trajanje utrke ili treninga (<3 sata) i uvjete, kajakašima nije praktično i vjerojatno ne bi imali značajnu korist od konzumacije proteina tijekom treninga (Beelen i sur., 2008b).

### **2.6.3. Nakon treninga/utrke**

Kako bi se omogućila SMP i dozvolio oporavak i adaptacija mišića kajakašima se preporučuje unos od 0.3-0.4 g/kg u periodu odmah nakon treninga (Sousa i sur., 2014.). Također treba obratiti pažnju i na unos ugljikohidrata (Stellingwerff i sur., 2011).

## **2.7. Ugljikohidrati**

Tjelesna aktivnost, a osobito vježbe izdržljivosti, zahtijevaju postojanu opskrbu energijom u količini koja je u skladu s potrošnjom, pa među makronutrijentima posebno mjesto imaju ugljikohidrati. Odgovarajuće rezerve ugljikohidrata (glikogen u jetri i mišićima te glukoza u krvi) najvažniji su čimbenik dugotrajnih aktivnosti. Rezerve ugljikohidrata nisu beskonačne (npr. glikogen u jetri potroši se nakon gladovanja od 15 h) i potrebno ih je svaki dan obnavljati. Nedovoljan unos ugljikohidrata ima negativan utjecaj ne samo na rezultate nego i na općenito raspoloženje, tj. veći unos ugljikohidrata može spriječiti negativne posljedice pretreniranosti (Burke 2010; Forbes i Sheykhlovand, 2016). Brazilskim kanuistima je procijenjen unos od 5.0+1.5 g ugljikohidrata/kg TM (Alves i sur., 2012).

**Tablica 3.** Preporuke za unos ugljikohidrata (Burke i Deakin, 2010)

Opis aktivnosti i populacije	Ugljikohidrati (g/kg TM)
Trening vještine, lak trening	3 – 5
Umjeren trening, veća TM	3 – 5
Umjeren trening, slijedenje redukcijske dijete	3 – 5
Umjeren intenzitet	5 – 7
Treniranje > 1 h/dan	5 – 7
Trening izdržljivosti	6 – 10
Umjeren do visok intenzitet, 1 -3 h/dan	6 – 10
Umjeren do visok intenzitet, > 4 – 5 h/dan	8 - 12

Zbog dužine trajanja utrka kajakašima superkompenzacija mišićnog glikogena nije potrebna prije natjecanja, ali može biti od velike važnosti pri treninzima dužim od 90 minuta. Koncept superkompenzacije uključuje plan treninga i prehrane tijekom 6 dana (tablica 4.).

**Tablica 4.** Tablica za provođenje superkompenzacije mišićnog glikogena (Burke i Deakin, 2010)

Dan	Trening (70% VO <sub>2max</sub> )	Ugljikohidrati (g/kg TM)
1	90 min	5
2	40 min	5
3	40 min	5
4	20 min	10
5	20 min	10
6	Odmor	10
7	Natjecanje	

Postoje i skraćene alternative te kombinacija neaktivnosti i visokog unosa ugljikohidrata (10 g/kg TM) tijekom samo jednog dana rezultira maksimalnim rezervama glikogena (Bussau i sur., 2002).

### 2.7.1. Prije treninga/utrke

Općenita preporuka za unos ugljikohidrata prije aktivnosti je onoliko g/kg TM koliko sati prije se obrok konzumira, tj. 4 g/kg TM 4 sata prije, 3 g/kg TM 3 sata prije itd. (Burke, 2010). U periodu od 60 minuta prije aktivnosti, obično tijekom zagrijavanja, unos ugljikohidrata može dodatno poboljšati dostupnost ugljikohidrata tako što obnavlja zalihe glikogena. Unatoč tome njihov unos može rezultirati reaktivnom hipoglikemijom tijekom aktivnosti zbog povišenjaproizvodnje inzulina (Jeukendrup i Killer, 2010). Vjerojatnost pojave reaktivne



hipoglikemije individualna je, a rješenje je u konzumiranju hrane niskog glikemijskog indeksa, unosu ugljikohidrata 5 minuta prije aktivnosti ili zagrijavanja, odnosno izbjegavanju ugljikohidrata 90 minuta prije aktivnosti (Burke, 2010).

### **2.7.2. Tijekom treninga/utrke**

Povoljni učinci konzumacije ugljikohidrata tijekom aktivnosti od 1 do 2.5 sati su nepobitno dokazani i preporuka je 30-60 g/h (Thomas i sur., 2016). U istraživanju Nicholasa i sur. (1995) napitak od 6.5% ugljikohidrata dao 33% bolje rezultate od placebo tijekom aktivnosti od 75 minuta. Preporučuju se napitci sa 6 - 8 % ugljikohidrata, a količina veća od 8 % rezultira nepoželjno usporenim pražnjenjem želuca te izaziva gastrointestinalne smetnje. Apsorpcija glukoze i fruktoze odvija se različitim prenositeljima pa zato kombinacija u odnosu na unos samo jednog monosaharida omogućavajući opskrbu ugljikohidratima. Također ispiranje usta napitkom s ugljikohidratima ima ergogeni učinak (Dunkin i Phillips, 2017).

### **2.7.3. Nakon treninga/utrke**

Unos ugljikohidrata, u tekućem ili krutom obliku trebalo bi početi što prije je moguće nakon aktivnosti kako bi se minimaliziralo vrijeme oporavka (Ivy i sur., 1988). Nakon tjelesne aktivnosti 1 - 1.5 g/kg tijekom prvih 30 min te svaka 2 sata tijekom 4 – 6 sati omogućava obnovu zaliha glikogena. Vrsta ugljikohidrata koja se konzumira čini se da je od manje važnosti iako će glukoza i saharoza bolje obnoviti mišićni glikogen, a fruktoza jetreni (Burke, 2016). Treba uzeti u obzir da hrana nižeg glikemijskog indeksa općenito ima veći sadržaj vlakana i rezultira većom sitosti, tako da se treba konzumirati više hrane kako bi se unijela količina koja se obično nalazi u hrani s višim glikemijskim indeksom. Kada je unos ugljikohidrata veći od 1 g/kg/h, paralelni unos proteina nema dodatni učinak na sintezu glikogena (Betts i Williams, 2010). Kombinacija 0.2 – 0.4 g proteina/kg TM/h i 0,8 g ugljikohidrata/kg TM/h potiče otpuštanje inzulina i omogućuje resintezu mišićnog glikogena usporedivu s 1.2 g/kg TM/h (Burke, 2016).

## **2.8. Masti**

Masti u prehrani su izvor energije, vitamina topivih u mastima (A, D, E, K) i esencijalnih masnih kiselina. Unos masti je prijeko potreban za zdravlje, a dijeta s preniskim udjelom masti ga može ugroziti tako što se smanjuje apsorpcija vitamina i fitokemikalija otopljenim u mastima te zaliha mišićnog glikogena (Thomas i sur., 2016). Količina potrebnih masti uvelike ovisi o ciljevima sportaša. Međunarodni olimpijski odbor preporučuje sportašima unos masti od 20 do 30% ukupnog energetskeg unosa tj. oko 1 g/kg TM. Napominje se kako unos ne bi smio padati

ispod 15 do 20% zbog povećanog rizika od menstrualne disfunkcije te snižene razine testosterona (Potgieter, 2013). Preporučuje se oprez i kod visokomasnih dijeta (unos veći od 35%) pri kojima je moguć niži unos ugljikohidrata koji bi potencijalno imao negativan utjecaj na sportsku izvedbu (American Dietetic Association, 2009).

Osim na količinu, potrebno je obratiti pažnju i na vrstu masti koja se unosi. Preporučuju se izvori jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina, a zasićene i transmasne kiseline treba izbjegavati (Dunford, 2006). Polinezasićene n-3 masne kiseline su esencijalne za zdravog sportaša. Postoje dokazi koji tvrde da je omjer n-6 naspram n-3 masnih kiselina između 10:1 i 20:1 (Simopoulos, 2007), a optimalnim se smatra 4:1. Takvi omjeri mogu rezultirati pretjeranim upalama i usporavanju oporavka nakon vježbanja. Zbog toga se preporučuje uvrštavanje hrane bogate n-3 masnim kiselinama kao što su ribe, školjke, rakovi i orašasto voće kako bi povećala proizvodnju endogenih antioksidativnih enzima (Simopoulos, 2007) i povećali dovod kisika srčanom mišiću (Peoples, G.E. i sur., 2000). Suplementacija ribljim uljem koristi se kod smanjenja upalnih stanja i ima zaštitni učinak u supresiji vježbanjem inducirano bronhospazma kod vrhunskih sportaša (Simopoulos, 2007).

### **2.8.1. Prije treninga/utrke**

Opća preporuka u obrocima prije treninga je nizak unos masti kako bi se izbjeglo usporavanje pražnjenja želuca i probavne smetnje (Thomas i sur., 2016)

### **2.8.2 Tijekom treninga/utrke**

Konzumacija masti (čak ni triglicerida srednjeg lanca) nije preporučljiva tijekom treninga i utrka zbog mogućih probavnih smetnji (Jeukendrup i sur., 1995).

### **2.8.3 Nakon treninga/utrke**

Minimalno dostupni dokazi (Burke i sur., 1995; Roy i Tarnopolsky, 1998) pokazuju kako konzumacija male do umjerene količine masti nakon treninga ne utječe na obnovu glikogenskih rezervi ako je postignut adekvatan unos ugljikohidrata i proteina. Međutim, prekomjieran unos masnoća može istisnuti ugljikohidratnu hranu unutar energetskih potreba sportaša, čime indirektno koči obnavljanje glikogena (Oliveira i sur., 2017).

### **2.8.4 Kolesterol**

Najčešća preporuka za unos kolesterola hranom je 300 mg za zdrave osobe i 200 mg za oboljele od kardiovaskularnih bolesti te one s povećanim rizikom oboljenja. Međutim, kako epidemiološke studije ne stavljaju u vezu prehrambeni kolesterol i rizik od kardiovaskularnih

bolesti, ta se preporuka dovodi u pitanje. Kolesterol iz hrane nije esencijalan jer postoji i endogena sinteza, a ima bitnu ulogu u održavanju fluidnosti stanične membrane, iz njega nastaju žučne soli, prekursor je steroidnih hormona te vitamina D. Potiče se konzumiranje jaja kao ekonomičnog izvora proteina, luteina, zeaksantina te kolina (Štalić i sur., 2016).

## **2.9. Mikronutrijenti**

Mikronutrijenti tj. vitamini i minerali imaju važnu ulogu u tijelu jer služe kao prekursori za mnoge važne fiziološke procese kao što su metabolizam energije, sinteza hemoglobina, obrana od oksidacijskog stresa itd. Tjelesna aktivnost dodatno opterećuje mnoge metaboličke puteve kajakaša (Teixeira i sur., 2013) u kojima su potrebni mikronutrijenti, a trening može rezultirati biokemijskim adaptacijama mišića koje povećavaju potrebu za određenim mikronutrijentima (Thomas i sur., 2016). Kako bi se osigurao dovoljan unos preporučuje se konzumacija nutritivno bogate hrane (IOC consensus, 2011). U posebnim slučajevima kao što su restriktivne dijete, bolesti ili utvrđeni manjci vitaminsko-mineralni dodatci mogu biti potrebni (Štalić i sur., 2016). Međutim, nutrijentima bogata i raznolika prehrana osigurava adekvatan nutritivni status mikronutrijenta. Chalcarz i sur. (2011) utvrđuju kako je znanje 108 poljskih kajakaša i kanuista o prehranbenim izvorima bogatim vitaminima i mineralima trebalo opsežno, ali ne i dovoljno sustavno, te su kajakaši imali bolje znanje od kajakašica.

### **2.9.1. Vitamini B skupine**

Zbog povećane energetske potrošnje očekuje se povećana potreba za vitaminima B skupine (gotovo dvostruko), ali povećane potrebe jednostavno se zadovoljavaju povećanim unosom energije. Manjak folata i/ili vitamina B12 rezultira anemijom i lošijim rezultatima u vježbama izdržljivosti (Woolf i Manoroe, 2006).

### **2.9.2. Vitamin D**

Vitamin D regulira metabolizam i apsorpciju kalcija i fosfora te ima bitnu ulogu u održavanju zdravlja kostiju. Utvrđeno je da djeluje i na mišićni rast, imunosnu funkciju i sportsku izvedbu (Larson-Meyer, D.E. i sur., 2010). Kao dodatak prehrani vitamin D3 potreban je kada je izlaganje suncu ograničeno, kada se pripreme odvijaju na većim nadmorskim visinama ili po zimi (Kopec A. i sur., 2013). Faktori poput vremena treniranja, pigmentacije, količine odjeće i nanošenje krema za sunčanje također mogu utjecati na proizvodnju vitamina D (Hamilton, B i sur., 2014). Poželjno je provjeravati status vitamina D dva do 3 puta godišnje, a poželjna razina za sportaše je  $>75$  nmol/L. Status vitamina D može se poboljšati i konzumacijom plave ribe, žumanjaka i mliječnih proizvoda (Larson-Meyer i sur., 2010).

### 2.9.3. Antioksidansi

Tjelesna aktivnost povećava potrošnju kisika 10 – 15 puta, opskrba mišića kisikom povećava se za 200 puta, a oko 2 – 5 % unesenog kisika reducira se do superoksid radikala (O<sub>2</sub><sup>-</sup>). Oksidacijski stres više je određen intenzitetom TA nego energetsom potrošnjom, odnosno utroškom kisika (Peternej i sur., 2011). Zbog nedovoljnih dokaza za preporuku uzimanja antioksidativnih suplemenata sportašima se savjetuje izbalansirana, energetska adekvatna prehrana koja obiluje voćem, povrćem, cjelovitim žitaricama i ribom (Sousa i sur., 2014). Vitamin C važan je za strukturu i funkcioniranje mišića jer je kofaktor enzimima sinteze kolagena i karnitina. Oko 2/3 ukupnog vitamina C skladišti se u mišićima, pa mišići predstavljaju labilnu zalihu askorbata osjetljivu na prehrambeni unos; unos kojim se osigurava zasićenje iznosi 70-100 mg, a unos od 20 mg je neadekvatan (American Dietetic Association, 2009; Peternej i sur., 2011). Slowinska-Lisowska i sur. (2014) provode istraživanje na vrhunskim poljskim kajakašima o utjecaju karnozina na status antioksidansa i dokazuju kako se značajno smanjuje gubitak glutaciona izazvanog vježbanjem, smanjeni su bili i markeri oksidacije/nitracije i aktivnost superoksid dismutaze. Ti rezultati ukazuju da bi karnozin mogao pružati antioksidativnu zaštitu kod vrhunskih kajakaša. Za nadodati je kako nova istraživanja u vezi akutnog uzimanja nekih antioksidansa poput vitamina E i N-acetilcisteina izgledaju obećavajuće te da imaju pozitivan učinak na sportsku izvedbu, ali su potrebna dodatna istraživanja (Braakhuis i sur., 2015).

### 2.9.4. Minerali: kalcij, cink i magnezij

Neadekvatan unos kalcija u kombinaciji s neadekvatnim statusom vitamina D povećava rizik od kasnijeg razvoja osteoporoze i prijeloma zamora (stres frakture) uslijed prenaprezanja ili pogreške u treningu (pogotovo kod žena). Radi prevencije preporučeni unos kalcija je < 1500 mg, a dobri prehrambeni izvori su mlijeko i mliječni proizvodi, kelj, naranče, riba s kostima, bademi itd. (American Dietetic Association, 2009).

Neadekvatan status cinka ima negativan utjecaj na kardiorespiratornu funkciju, mišićnu snagu i izdržljivost. Neophodan je za rast i razvoj, imunološki odgovor, neurološku funkciju i reprodukciju. Nepotrebno uzimanje dodataka prehrani snižava HDL kolesterol i ometa apsorpciju željeza (UL iznosi 40 mg) (American Dietetic Association, 2009). Prehrambeni izvori cinka su plodovi mora, meso i u manjoj mjeri i mliječni proizvodi.

Manjak magnezija ima negativan utjecaj na izvedbu vježbi izdržljivosti, pa dodatci prehrani mogu biti korisni ako je status magnezije neadekvatan. Suplementacija magnezijem (350 mg/dan može imati ergogeni učinak i pri adekvatnom statusu magnezija, vjerojatno zbog uloge magnezija kao kofaktora kreatin kinaze, enzima ključnog za fosfageni sustav dobivanja

### 2.9.5. Željezo

Sportaši koji se bave sportovima izdržljivosti imaju povećan rizik od manjka željeza zbog mnogih razloga, uključujući nedovoljan unos željeza, lošu bioiskoristivost i povećane gubitke. Najviše željeza sportaši gube znojem, kožom, urinom, gastrointestinalnim traktom i menstrualnom krvlju (Hinton, 2014). Zabrinjava visoka učestalost kliničkog i subkliničkog nedostatka željeza među sportašima, a osobito sportašicama zbog značajnog utjecaja koji nedostatak željeza može imati na zdravlje i radnu sportsku izvedbu. Obrazovanjem i pravilnom prehranom može se poprilično dobro spriječiti i/ili liječiti. Modifikacija prehrane, a ne korištenje dodataka prehrani preferirana je strategija za osiguravanje odgovarajućeg unosa željeza među sportašima, jer velike doze željeza mogu biti opasne i toksične (Hinton, 2014). Dodatci prehrani se željezom potrebni su prije i kod pojave anemije (npr. 100 mg željezo-sulfata tijekom 4 – 6 tjedana), ali važno je istaknuti da uzimanje dodataka prehrani sa željezom treba početi isključivo po preporuci liječnika. Popravljanje statusa željeza ima povoljan utjecaj na izdržljivost, koncentraciju laktata i pojavu umora (Dellavalle i Haas, 2014). Adekvatan status željeza među rizičnim skupinama; vegetarijancima i veganima, adolescentima, sportašicama, dobrovoljnim davateljima krvi, početnicima u programu vježbanja itd. ponajprije se preporučuje postići cjelovitom hranom, koja je najbolji izvor željeza (Šatalić i sur., 2016). Hrana bogata željezom je meso, žitarice obogaćene željezom, suho voće, orašasti plodovi, soja, riba, zeleno lisnato povrće, mahunarke i jaja. Važno je naglasiti kako bioraspoloživost znatno niža kod biljnih izvora zbog ne-hem željeza i prisustva inhibitora apsorpcije (fitati, fosfati, polifenoli), stoga vegetarijanci trebaju obratiti dodatnu pažnju (Hinton, 2014). Vitamin C u dozama većim od 500 mg poništava inhibitorni učinak fitata i polifenola.

Također inhibitorni učinak imaju i čaj, kava, bijelo vino i čokolada, ali u manjoj mjeri (Knutso, 2010).

### 2.10. Hidracija

Tijekom tjelesne aktivnosti, kada se tjelesna temperatura podigne, glavni mehanizam koji doprinosi smanjenju topline je aktivacija znojnih žlijezda. Doista, isparavanje vode kroz znoj na površini kože vrlo je učinkovit mehanizam za uklanjanje topline iz tijela (Jequier i sur., 2010). Gubitci znojenjem uvelike variraju među pojedincima, a ovise o okolišnim uvjetima (Shapiro i sur., 1982), ali i o individualnim karakteristikama kao što su tjelesna masa, genetske predispozicije, stanje aklimatizacije topline (Sawka i sur., 2010) te metaboličke efikasnosti (koliko tijelo troši energije za određeni zadatak). Značajniji gubitak tekućine kod kajakaša je

moguć tijekom dužeg veslanja (Horvath & Finney 1969). Noakes i sur. (1985) uočavaju da je stopa znojenja kod kajakaša između 0.5 i 1.0 L/h, dok Tesch i sur. (1984) primjećuju smanjenje od 1 kg kroz sat vremena veslanja pri temperaturama od 12 do 13 °C. Pretpostavlja se da je dio tog gubitka voda vezana za glikogen, ali postoji mogućnost od dehidracije koja može značajno utjecati na sportsku izvedbu, pogotovo pri višim temperaturama. Ako pije vode iz čamca nekada nije praktična opcija preporučuje se unos 500 mL 6 - 8% otopine glukoze 30 minuta prije aktivnosti (Shephard, 1987). Uobičajeno korištena tehnika mjerenja promjena u hidratacijskom statusu je mjerenje promjena tjelesne težine koje se događaju tijekom kratkih vremenskih razdoblja (Bergeron, 2003), što je zato što kada je pojedinac u energetskej ravnoteži, gubitak tjelesne težine bitno je jednak gubitku vode. Mjerenja tjelesne težine moraju se provoditi u standardnim uvjetima, po mogućnosti ujutro na tašte, nakon mokrenja i defekacije (Jequier i Constant, 2010). Bitno je naglasiti da treba započeti tjelesnu aktivnost u stanju euhidracije, a unos vode bi trebao biti kroz najmanje 4 h prije aktivnosti od 5 do 7 mL/kg (Gigou i sur., 2010). Znakovi umjerene dehidracije uključuju suha usta, osjećaj pospanosti i umora, smanjena količina urina, slabost mišića, glavobolje itd. (Jequier i Constant, 2010). Povišenje u osmolalnosti plazme i izvanstanične tekućine te smanjenja volumena plazme potiče osjećaj žeđi kod gubitka vode koji odgovara gubitku 1 – 3% tjelesne mase. To znači da u procesu rehidracije žeđ može nestati prije stanja euhidracije (Jequier i Constant, 2010). Osim vode, dolazi do gubitka elektrolita, a posebno natrija i klora. Što se ostalih elektrolita tiče dolazi i do gubitka kalija, kalcija, magnezija i drugih ali u znatno manjoj mjeri (Shirreffs i Maughan, 1997).

### **2.10.1. Nadoknada tekućine i elektrolita**

Aklimatizacija u trajanju od 10 dana smanjuje gubitke Na, ali ne i Ca, Cu, Mg, Zn. Znoj je prilično razrijeđen s obzirom na količinu ovih minerala i ovi gubici nisu značajna stavka u definiranju dnevnih potreba stoga sportskim napicima osim Na nije nužno dodavati druge elektrolite (Ely i sur., 2013). Suplementacija natrijem u pravilu nije potrebna, ali postoje iznimke kao što su dugotrajno obilno znojenje te tijekom prvih nekoliko dana aklimatizacije na topli/vrući okoliš jer su tada gubici natrija znojem povećani. Adekvatno rješenje je dosoljavanje hrane u skladu s osobnim preferencijama ili rehidracija s tekućinama koje sadrže natrij (Burke, 2001). Sportski napitak trebao bi sadržavati vodu, ugljikohidrate i elektrolite. Potrebe za vodom i potrebe za ugljikohidratima se usklađuju variranjem udjela ugljikohidrata i volumena napitka, zbog utjecaja na brzinu pražnjenja želuca. Koncentracija ugljikohidrata bi trebala biti između 6 i 8%, ali ne više od 10% ugljikohidrata se ne preporučuje. Većina popularnih sportskih napitaka je izotonočno, međutim, prednost ima hipotonični napitak kad je cilj brza rehidracija.

Također senzorska percepcija napitka je vrlo važna zbog konačnog volumena popijene tekućina, a različita je za isti napitak (s ugljikohidratima i elektrolitima) konzumiran prije, tijekom i nakon tjelesne aktivnosti, te tijekom trajanja aktivnosti (Ali i sur., 2011).

Što se tiče općenitih preporuka za odrasle s umjerenom tjelesnom aktivnošću preporučuje se povišenje unosa s 2 – 2.5 L (preporuka za neaktivne pojedince) na 3.2 L. Aktivnim sportašima potrebe mogu rasti i do 6 L/ dan, ali sigurno je da tjelesna aktivnost povećava potrebe za vodom (Sawka i sur., 2010).

### **2.10.2. Hiponatremija**

Hiponatremija se događa tijekom ili nakon TA zbog pretjeranog volumena tekućine ili nedovoljnog nadomještanja izgubljenog natrija. Razrjeđuje se koncentracija natrija u plazmi do opasno niskih razina, a zatim se voda premješta iz izvanstanične tekućine u stanicu. Simptomi su konfuznost, dezorijentacija, glavobolja, mučnina, povraćanje, otežan govor i mišićna slabost. Komplikacije mogu biti grčevi, oticanje pluća, koma, zastoj rada srca i pluća (Burke, 2001).

### **2.11. Suplementacija**

Sportaši se odlučuju za suplementaciju iz nekoliko razloga: prevencija ili rješavanje pretpostavljenog ili utvrđenog manjka (hranjive) tvari, zadovoljenje povećanih nutritivnih potreba, praktičnije i jednostavnije opskrba hranjivim tvarima, ostvarivanje ergogenog učinka (poboljšanje izvedbe i rezultata), zbog uvjerenja da je to obavezna praksa vrhunskog sportaša, zbog bržeg oporavka, poboljšanja zdravlja, kompenzacija nepravilne prehrane, regulacija TM i sastava tijela itd. Odluku o uzimanju suplementacije treba temeljiti na kvalitetnim znanstvenim dokazima o djelotvornosti, podacima o sigurnosti uporabe i podacima o djelotvornoj dozi (Šatalić i sur., 2016). Iako većina sportaša učestalo uzima dodatke prehrani, većina ih nije svjesna mogućih rizika koji mogu nastati zbog uzimanja dodataka prehrane (Braun i sur., 2009). Isti dodatak prehrani u nekim okolnostima može biti koristan, ali štetan u drugim (Maughan i sur., 2011). Regulacija dodataka prehrani razlikuje se od zemlje do zemlje, a rastuće tržište internetske prodaje omogućuje ogromnu ponudu različitih proizvoda, ponekad upitnog podrijetla (Maughan i sur., 2011). Postoje izvješća o kontaminacijama te neprijavljenim alergenima (Maughan, 2013), a najveću brigu predstavljaju kontaminacije suplemenata nedozvoljenim supstancama od strane WADA-e (Svjetske agencije za anti-doping)(Geyer i sur., 2008). Iako postoje proizvodi koji namjerno sadržavaju supstance zabranjene od strane WADA-e, 15 (Geyer i sur., 2004) do 25% (Burke i sur., 2009) suplemenata sadrži nedozvoljene supstance koje nisu navedene na ambalaži. Stoga se

sportašima preporučuje provjera u bazama podataka o dodatcima prehrani proizvođača s visokim standardima kontrole kvalitete koji su testirani na prisutnost zabranjenih tvari (Štalić i sur., 2016; Baylis i sur., 2001). Od 2016. Akademija nutricionista i dijetetičara, Dijetetičara Kanade i Američki koledž sportske medicine (Thomas i sur., 2016) svrstava dodatke prehrane u 3 kategorije: sportska hrana (sportska pića, energetske pločice, gelovi), zdravstveni suplementi (željezo, kalcij, vitamin D i n-3 masne kiseline) i specifične suplemente vezane za sportsku izvedbu (kreatin, kofein, bikarbonati, beta- alanin i nitrati).

### 2.11.1. Kreatin

Kreatin je endogeni spoj koji se sintetizira iz arginina, glicina u metionina, a najvećim se dijelom (95%) skladišti u skeletnim mišićima, u slobodnoj formi ili kao kreatin fosfat (Tarnopolsky, 2010). Upravo zbog povećanja količine kreatin fosfata u mišićima sportaši kreatin često unose u obliku dodatka prehrani, a namirnice bogate kreatinom su meso i riba (Harris i sur., 1997; Štalić i sur., 2016). Preporučeni protokol tijekom prvog tjedna je 20 – 30 g kreatina dnevno, podijeljena u 4 – 5 manjih obroka. Ta faza se naziva fazom punjenja jer je ujedno i faza s najvećim prirastom tjelesne mase pri uporabi kreatin monohidrata. Nakon tog slijedi faza održavanja povećanih kreatinskih zaliha u kojoj se unosi 2 – 5 g dnevno (Izquierdo i sur., 2002). McNaughton i sur. (1998) pokazuju da suplementacija kreatinom može značajno povećati brzinu veslanja na kajakaškom ergometru kod intervala u trajanju od 90 do 300 s. Također postoje prilično jaki dokazi da suplementacija kreatinom povećava apsolutnu snagu i mišićnu jakost sportaša (Anomasiri i sur., 2004; Vandebuerie i sur., 1998; Becque i sur., 2000). Nakon prvog tjedna suplementacije dolazi do zamjetnog povećanja tjelesne mase, što je najvećim dijelom posljedica retencije vode u unutarstaničnom prostoru. Nakon razdoblja od 5 – 7 dana bilježi se povećanje težine od 1 – 1,5 kg u muškaraca te 500 – 700 g u žena (Mihčić i sur., 2000). Suplementacija kreatinom trebala bi dati najbolje rezultate kada bi se uzimao nakon tjelesne aktivnosti (Syrotuik i Bell, 2004; Antonio i Ciccone, 2013). Čini se da suplementacija kreatinom nije obilježena čestim nuspojavama (Poortmans i Francaux, 1999). Najčešće nuspojave su gastrointestinalne smetnje poput mučnine, povraćanja i proljeva. Takve nuspojave nalazimo u 5 – 10% korisnika, a mogu se smanjiti uzimanjem hrane uz obroke (Tarnopolsky, 2010; Anomasiri i sur., 2004). Istraživanja pokazuju kako suplementacija od čak 5 godina suplementacije kreatinom nemaju negativan učinak na bubrege, barem kod zdravih osoba (Poortmans i sur., 1997; Tarnopolsky i sur., 2007; Kreider i sur., 2003). Valja napomenuti i da ne postoje kontrolirana ispitivanja uzimanja kreatina u djece, pa uzimanje nije preporučljivo djeci, adolescentima te osobama s oštećenom funkcijom bubrega (Štalić i sur., 2016).



### 2.11.2. Bikarbonati

Anaerobna glikoliza je osnovni izvor energije za postizanje gotovo maksimalnog intenziteta koji traje duže od 20 – 30 sekundi. Ukupni kapacitet tog sustava ograničen je progresivnim porastom kiselosti unutar stanice zbog nakupljanja laktata i vodikovih iona te dolazi do usporavanja daljnjih energetske procesa i samim time smanjenja intenziteta aktivnosti (Burke i Pyne, 2007). Bikarbonat je izvanstanični pufer koji ima ulogu očuvanja stabilnog gradijenta elektrolita unutar i izvan stanice. Primarni cilj uzimanja bikarbonata prije aktivnosti je povećati izvanstanični mišićni puferski kapacitet te se tako riješiti dijela vodikovih iona nastalih tijekom anaerobne glikolize. Prednosti uzimanja bikarbonata za kajakaša mogu biti značajne, pogotovo u disciplini sprint gdje se utrke odvijaju tako da se prvi voze dvije vožnje te dan nakon finale te ekipna utrka. Suplementacija se najčešće provodi s natrijevim bikarbonatom u obliku praha – soda bikarbona (Šatalić i sur., 2016). Uobičajena doza je od 0.3 do 0.5 g bikarbonata po kilogramu TM 60 – 90 minuta prije aktivnosti (McNaughton, 1990). Preporučuje se polako uzimanje bikarbonata otopljenog u pola litre vode. Zbog tolike količine bikarbonata moguće nuspojave su nadutost, proljev, mučnina, bol i grčevi u trbuhu. Za smanjenje nuspojave preporučuje se uzimanje manje doze ili uzimanje bikarbonata 3 do 5 dana prije natjecanja 3 do 4 puta dnevno u dozama od 0.3 – 0.5 g/kg TM. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se detaljnije odredio najbolji protokol uzimanja bikarbonata, a kod teških nuspojave ne preporučuje se suplementacija bikarbonatom (Burke i Pyne, 2007).

### 2.11.3. Kofein

Ergogeni učinci kofeina, jednog od najpopularnijih ergogenih sredstava, relativno su dobro istražena. Prve studije u kasnim 1970-im pokazuju kako uzimanje 5 mg/kg TM kofeina poboljšava izdržljivost u sportovima dužeg (Costill i sur., 1978) i kraćeg trajanja (Ivy i sur., 1979.). Zatim, mnoge studije pokazuju ili veću snagu u zadanom vremenskom periodu ili produženo vrijeme do umora (Graham, 2001; Tarnopolsky, 1994). Froskett i sur. (2009) dokazuju da je nakon unosa 6 mg/kg TM kofeina 60 minuta prije aktivnosti poboljšala koncentraciju sportaša te njihovu sportsku izvedbu. Velika većina istraživanja koristi doze od 3 do 6 mg/kg TM 60 minuta prije tjelesne aktivnosti. Novija istraživanja pokazuju i kako puno manje doze kofeina (1.0–2.0 mg/kg TM) poboljšavaju izvedbu, pogotovo kada se uzimanju u nakon početka tjelesne aktivnosti (Cox, 2002). Ipak, mnoga istraživanja kazuju kako kofein nema značajan utjecaj na aktivnosti koje traju kraće od 30 sekundi, a manjka dokaza o njegovom pozitivnom učinku i kod jednokratnih napora (Tarnopolsky, 1994; Beck i sur., 2008; Beck i sur., 2006). uz to kofein bi, zbog svog analgetskog učinka mogao imati blagotvoran učinak na ublažavanje simptoma tzv. bolnih mišića odgođenog početka (Šatalić i

sur., 2016) te bi tijekom aktivnosti mogao smanjivati osjećaj boli u mišićima (Jackman i sur., 1996).

Negativni učinci kofeina su nervoza, razdražljivost, tremor, glavobolje, nemir i nesanica. Treba naglasiti i da izaziva blagu tjelesnu ovisnost pa se ne preporučuje prestanak uzimanja kofeina na dan natjecanja ako ste redoviti konzument (Tarnopolsky, 2010). Valja napomenuti kako je letalna doza negdje iznad 5 g kofeina. Najčešće spominjan negativni učinak kofeina je njegov diuretski učinak koji bi mogao dovesti do dehidracije, ali tjelesna aktivnost poništava taj učinak pa razlika u količini urina nije značajna (van der Merwe, 1992). Najvažniji negativni učinak ipak je mogućnost otežanog spavanja, kraćeg trajanja sna i utjecaj na kvalitetu sna (Beck i sur., 2006).

Kofein je uklonjen s WADA-ine liste 2004. godine uz obrazloženje da se ergogeni učinak postiže dozama koje se ne razlikuju previše od uobičajenog i društveno prihvatljivog unosa, a njegovo praćenje unosa razinom u urinu nije se pokazalo sasvim pouzdanim (Šatalić i sur., 2016).

**Tablica 5.** Količina kofeina u kavama vodećeg hrvatskog proizvođača (Food Chem (2012) 134: 187)

<b>Kava</b>		<b>Kofein(mg)</b>
Espresso	1 espresso	87 – 96
Espresso (100% Arabica)		58
Espresso bez kofeina		4
Turska kava	1 žlica mljevene kave	97 - 133
Kava za filter aparate		52
Instant kava	1 žlica instant kave	46 - 50
Instant cappucino (klasični ili s aromom čokolade ili vanilije)	1 vrećica (14-18 g)	65 - 88

#### 2.11.4. Nitrati

Nitrati su dodatak prehrani o kojem se sve više istražuje. Neorganski nitrati su prisutni u zelenom lisnatom povrću i cikli. Nakon konzumacije nitrati cirkuliraju u plazmi, a dio (25%) se koncentrira u slini (Spiegelhalder i sur., 1976). Anaerobne bakterije na površini jezika reduciraju nitrate u nitrite (Duncan i sur., 1995), a dio nitrita se u želucu reducira do NO. U uvjetima s malo dostupnog kisika nitriti se mogu prevoditi u NO koji ima mnoge uloge u modulaciji skeletnih mišića (Jones, 2014). Nitrati uneseni hranom povećavaju koncentraciju nitrita u plazmi i smanjuju krvni tlak u stanju mirovanja. Također smanjuju trošak kisika pri submaksimalnim naporima i mogu pozitivno utjecati na sportsku izvedbu (Jones, 2014; Bailey i sur., 2015). Protokol uzimanja se sastoji od konzumiranja 5 – 9 mmola nitrata (npr. 500 ml soka od cikle ima otprilike 5.2 mmola) 2 do 3 sata prije tjelesne aktivnosti. Produžena

konzumacija nitrata (duža od 3 dana) također ima pozitivan utjecaj na sportsku izvedbu (Thompson i sur., 2015; Thompson i sur., 2016). Zamjećeni su i manji pozitivni učinci kod više utreniranih pojedinaca (Thompson i sur., 2015). nadalje, Peeling i sur. (2015) dokazuju kako sok od cikle poboljšava vrijeme na 500 m za 1.7% te snižava utrošeni  $VO_2$ , a Muggeridge i sur. (2013) dokazuju kako jednokratno uzimanje koncentriranog soka od cikle usred treninga smanjuju  $VO_2$ , ali nemaju pozitivni učinak na sprint od 1 km kod utreniranih kajakaša. Trenutni dokazi ne pokazuju česte nuspojave kod konzumacije hrane i pića bogatih nitratima. Moguće su gastrointestinalne smetnje kod osjetljivijih osoba te osjećaj mučnine zbog većeg unosa tekućine i okusa. Okus se može popraviti dodatkom limuna i meda, a količine piti u manjim obrocima. Čini se da postoji gornja granica koja ima pozitivan učinak, a Wylie i sur. (2015) utvrđuju da 16.8 mmol ne daje veću prednost od unosa 8.4 mmol.

### **2.11.5. Beta - alanin**

Beta alanin je postao čest dodatak prehrani među vrhunskim sportašima u mnogim sportovima (Bellinger, 2014). Između ostalog suplementacija beta – alaninom povećava koncentracije karnozina (40-80%) u mišićima, a ergogeni učinak se očituje u povećanju kapaciteta anaerobnog metabolizma energije jer je karnozin unutarstanični pufer. Djeluje tako da prihvaća protone tijekom acidoze izazvane kontrakcijom mišića (Begum i sur., 2005). Sinteza karnozina odvija se u mišićima iz  $\beta$ -alanina i histidina pri čemu je limitirajući faktor količina  $\beta$ -alanina, a koncentracija mišićnog karnozina uvelike ovisi o koncentraciji te dvije aminokiseline u krvotoku (Hill i sur., 2007). Dnevna konzumacija od otprilike 65 mg/kg unesena raspoređeno kroz svakih 3-4 h, kroz 10-12 tjedana bi trebala dati pozitivne rezultate (Saunders i sur., 2017). Rezultati su mogući u vidu napretka za 0.2-0.3% tijekom kontinuiranog ili isprekidanog vježbanja u trajanju od 30 sekundi do 10 minuta (Saunders i sur., 2017; Baguet i sur., 2010; Chung 2012). Ipak, pozitivni učinci nisu zamijećeni u svim istraživanjima, Bech i sur. (2018) u ispitivanju na 17 kajakaša nisu zamijetili značajne napretke suplementacijom beta – alanina kroz 8 tjedana. Također kod utreniranih sportaša manji je učinak suplementacije, a česte nuspojave mogu biti parestezija (osjećaj trnaca, iglica, mravinjanja, bockanja, žarenja ili pečenja kože) lica, vrata, leđa i ruku. Intenzitet se dodatno pojačava kod većih doza (Harris i sur., 2006).

### **2.12. Prehrana kajakaša, razgovor s mr. Mimi Vurdeljom u HOO-u**

Mr. ph. Mimi Vurdelja je nutricionistica i voditeljica zdravstvene skrbi sportaša u Hrvatskom Olimpijskom odboru preko 20 godina. Svi vrhunski hrvatski kajakaši i kanuisti traže savjete mr. Vurdelje vezane uz prehranu i zdravstvo. Principe zdrave prehrane mr. Vurdelja prenosi

kajakašima već po ulasku u juniorsku kategoriju (14 godina) te na izrazito jasan način prenosi informacije sportašu, a po potrebi i roditelju. Posljednjih 15 mjeseci obavljam stručnu praksu kod mr. Vurdelje, a navedeni su neki postupci koje koristi u razgovoru s kajakašima. Razgovor nerijetko počinje jednostavnim pitanjem: „Što doručkuješ?“, a zatim se ističe važnost raznolike prehrane i prave mjere hranjenja. Sportašu se savjetuje da ima barem 4 – 5 obroka dnevno, bez preskakanja doručka te da pokušava brinuti o kvaliteti namirnica te da je hrana svježije pripremljena. Često se naglašava važnost ribe, povrća, voća, fermentiranih mliječnih proizvoda, mahunarki, maslinovog ulja i ostalog zbog često loših prehrambenih navika sportaša. Nakon toga individualno se pristupa sportašu te se daju savjeti specifični za dob, spol, sport, genetiku, zdravstvene probleme i dr. Također mr. Vurdelja piše individualne jelovnike sportašima ako oni to zatraže. Kod kajakaša naglašava se važnost hidracije tijekom dana, a posebice prije, tijekom i nakon aktivnosti. Nadalje, zbog uvjeta u kojima se odvijaju kajakaški treninzi i utrke posebna pažnja pridaje se hidraciji i higijeni, kajakaš ni u kojim uvjetima ne bi trebao piti vodu iz rijeka zbog velike mogućnosti kontaminiranosti vode. Kajakaši moraju izrazito dobro zaštititi kožu, pogotovo glave i ruku od Sunca, a preporučuje se i nošenje majica s UV zaštitom. Zbog velikog broja putovanja diljem svijeta uobičajena praksa prije putovanja je korištenje probiotika 2 tjedna prije puta te tijekom njega. Tijekom dužih treninga preporučuje se nošenje izotoničkog napitka u čamcu i/ili energetske gela, a nakon aktivnosti savjetuje se što ranija konzumacija ugljikohidrata i proteina. Također kajakašima se nikako ne preporučuje veliki skok u kilaži van sezone, već kontinuirani kontrolirani porast najčešće mišićne mase zbog velikih problema sa skidanjem kilaže tijekom sezone. Mr. Vurdelja je također odgovorna za nabavu suplemenata i lijekova vrhunskim kajakašima, a dodatci prehrani i lijekovi uzimaju se samo od provjerenih proizvođača koji dokazano ne sadrže doping. Također intenzivno se radi na edukaciji trenera i sportaša o načelima i koristima čistog i pravednog sporta, a magistra je uvijek telefonski dostupna sportašima za sve upite i edukaciju vezanu uz prehranu i lijekove.

### ***3. ZAKLJUČCI***

Prehrana ima važnu ulogu u kajaku i kanuu, a direktno utječe na sportsku izvedbu, adaptacije tijela treningom i oporavak. Iako većina kajakaša prepoznaje važnost prehrane i suplementacije, zbog malog broja istraživanja i preglednih radova nije lako doći do relevantnih informacija vezanih uz prehranu i kajak. U ovom radu prikazane su detaljne informacije i najnovije preporuke za unos mikro i makronutrijenata, vode i dodataka prehrani. Naglašava se važnost pravilne i uravnotežene prehrane, a kada je postignuta dodatci prehrani mogu dodatno poboljšati izvedbu kajakaša. Mogu se pronaći prehrambene smjernice vezane uz vrijeme i količinu unosa nutrijenata te nove strategije poboljšanja sportske izvedbe kroz manipulaciju unosa makronutrijenata s obzirom na mišićne potrebe i metaboličke adaptacije. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se doznalo djeluju li standardne preporuke i na kajakašima te posebno kajakašicama i mlađim kajakašima. Iako se ovo čine najnovije preporuke treba naglasiti da je nutricionizam znanost u razvoju te da će nova istraživanja učvrstiti neke od prevladavajućih praksi, a neke odbaciti i vjerovatno uvesti neke nove poboljšanje prehrambene pristupe.

## ***4. LITERATURA***

- Ackland T.R., Ong K.B., Kerr D.A. and Ridge B. (2003). Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *Journal of Science and Medicine in Sport* **6 (3)**: 285 - 294.
- Ainsworth B.E., Haskell W.L., Herrmann S.D., Meckes N., Bassett D.R. Jr., Tudor-Locke C., Greer J.L., Vezina J., Whitt-Glover M.C., Leon A.S. (2011) Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med. Sci Sports. Exerc.* **43(8)**:1575-81
- Alia A., Duizerb L., Fostera K., Grigora J., Weia W.(2011) Changes in sensory perception of sports drinks when consumed pre, during and post exercise. *Physiol & Behavior* **102**: 437-443.
- Alves C.R., Pasqua L., Artioli G.G., Roschel H., Solis M., Tobias G. (2012) Antropometric, performance and nutritional profile of Brasil Canoe Polo Team. *J of Sport Sci* **30(3)**: 305-311
- American Dietetic Association, Dietetics of Canada and American College of sport Medicine – Joint Position Statement (2009) Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **41**: 709-731.
- Andersen S.H. (1987) Mesolithic dugouts and paddles from Tybrind Vig. *Denmark Acta Archaeologica* **57**: 87-106.
- Anomasiri W., Sanguanrungsirikul S., Saichandee P. (2004) Low dose creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming performance. *J. Med. Assoc. Thai.* **87(2)**:S228–S232
- Antonio J., Ciccone V. (2013) The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **10**: 36.
- Areta J.L., Burke L.M., Ross M.L., Camera D.M., West, D.W.D., Broad E.M., Jeacocke N.A., Moore, D.R., Stellingwerff T., Phillips S.M. et al. (2013) Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J. Physiol.* **591**, 2319–2331.
- Baguet A., Bourgois J., Vanhee L. et al. (2010) Important role of muscle carnosine in rowing performance. *J Appl Physiol* **109**:1096–101.
- Bailey S.J., Varnham R.L., DiMenna F.J. et al. (2015) Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O<sub>2</sub> uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. *J. Appl. Physiol.* **118**: 1396–405.
- Baylis A., Cameron-Smith D., Burke L. (2001) Inadvertent doping through supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* **11(3)**:365-83.
- Beck T.W., Housh T.J., Malek M.H., Mielke M. and Hendrix R. (2008) The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to exhaustion. *J. Strength Cond. Res.* **22**: 1654–1658.
- Becque M.D., Lochmann J.D., Melrose D.R. (2000) Effects of oral creatine supplementation on



- muscular strength and body composition. *Med. Sci. Sports Exerc.* **32**: 654–658.
- Beelen M., Koopman R., Gijsen A.P., Vandereydt H., Kies A.K., Kuipers H., Saris W.H., van Loon L.J. (2008) Protein coingestion stimulates muscle protein synthesis during resistance-type exercise. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* **295**: 70–77.
- Beelen M., Tieland M., Gijsen A.P., Vandereydt H., Kies A.K., Kuipers H., Saris W.H., Koopman R., van Loon L.J. (2008) Coingestion of carbohydrate and protein hydrolysate stimulates muscle protein synthesis during exercise in young men, with no further increase during subsequent overnight recovery. *J. Nutr.* **138**: 2198–2204.
- Begum G., Cunliffe A., Leveritt M. (2005) Physiological role of carnosine in contracting muscle. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **15**: 493–514.
- Bellinger P.M. (2014) Beta-Alanine supplementation for athletic performance: An update. *J. Strength Cond. Res.* **28**:1751–1770.
- Bergeron, M.F. (2003) Heat cramps: Fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J. Sci. Med. Sport* **6**: 19–27.
- Betts J.A., Williams C. (2010) Short-term recovery from prolonged exercise: Exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. *Sports Med.* **40**: 941–959.
- Braakhuis A.J., Hopkins W.G. (2015) Impact of Dietary Antioxidants on Sport Performance: A Review. *Sports Med.* **45**: 939–955.
- Braun H., Koehler K., Geyer H., Kleinert J., Mester J., Schänzer W. (2009) Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **19**: 97–109.
- Burke L., Deakin V. (2010) *Clinical sports nutrition 4th edition*: 84-88.
- Burke L., Deakin V. (2010) *Clinical Sports nutrition 4. izd.*, McGraw- Hill
- Burke L.M. (2001) Nutritional needs for exercise in heat. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A.* **128**: 735-748.
- Burke L.M. (2010) Fueling strategies to optimize performance: training high or training low? *Scand. J. Med. Sci. Sports.* **20 (2)**:48-58.
- Burke L.M., Castell L.M., Stear S.J. (2009) A-Z of supplements: Dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance—Part 1. *Br. J. Sports Med.* **43**: 728–729.
- Burke L.M., Collier G.R., Beasley S.K., Davis P.G., Fricker P.A., Heeley P., Walder, K., Hargreaves M. (1995) Effect of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J. Appl. Physiol.* **78**: 2187–2192.
- Burke L.M., Pyne D.B. (2007) Bicarbonate loading to enhance training and competitive performance. *Int. J. Sports Physiol. Performance* **2**: 7 – 93.

- Burke, L.M., van Loon L.J., Hawley J.A. (2016) Post-exercise muscle glycogen resynthesis in humans. *J. Appl. Physiol.* **122**: 1055–1067.
- Bussau V.A., Fairchild T.J., Rao A., Steele P., Fournier P.A. (2002) Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur J Appl Physiol* **87**: 290-295.
- carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J. Sports Sci.* **13**: 283–290.
- Carlsohn A., Scharhag-Rosenberger F., Cassel M., Mayer F. (2011) Resting Metabolic Rate in Elite Rowers and Canoeists: Difference between Indirect Calorimetry and Prediction. *Ann. Nutr. Metab.* **58**:239–244.
- Carter J., Ross W.D., Aubry S.P., Hebbelinck M. and Borms J. (1982) Anthropometry of Montreal Olympic Athletes. Part I: Physical Structure of Olympic Athletes: The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sport Sci.* **16**: 25 – 52.
- Chalcarz W., Popierz-Rydlewska N., Wudarski T. (2011) Evaluation of Poznan kayakers nutritional knowledge on rich sources of vitamins and minerals. *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.* **62(4)**:403-8.
- Chung W., Shaw G., Anderson M.E. et al. (2012) Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. *Nutrients* **4**: 1441–53.
- Costill D.L., Dalsky G.P., Fink W.J. (1978) Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med. Sci. Sports* **10**: 155–158.
- Cox G.R. et al. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J. Appl. Physiol.* **93**: 990–999.
- Dellavalle D.M., Haas J.D. (2014) Iron supplementation improves energetic efficiency in iron-depleted female rowers. *Med. Sci. Sports Exerc.* **46**: 1204- 1215.
- Duncan C., Dougall H., Johnston P., et al. (1995) Chemical generation of nitric oxide in the mouth from the enterosalivary circulation of dietary nitrate. *Nat. Med.* **1**:546–51.
- Dunford M. (2006) Sports Nutrition: A practice manual for professionals, 4. izd., American Dietetic Association
- Dunkin JE, Phillips SM. (2017) The Effect of a Carbohydrate Mouth Rinse on Upper-Body Muscular Strength and Endurance. *J Strength Cond Res.* **31(7)**:1948-1953.
- Ely M.R., Kenefick R.W., Cheuvront S.N., Chivevere T., Lacher C.P., Lukaski H.C. and Scott J. Montain S.J. (2013) The Effect of Heat Acclimation on Sweat Microminerals: Artifact of Surface Contamination. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **23**: 470 -479.
- Erdman J.W., MacDonald I.A., Zeisel S.H. (2012) Present Knowledge in Nutrition, 10th Edition. International Life science Institute, John Wiley & Sons, Inc.

- Esmarck B., Andersen J., Olsen S., Richter E., Mizuno M., Kjaer M. (2001) Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J. Physiol.* **535**: 301–311.
- Forbes S.C. i Sheykhlovand (2016) M. A Review of the Physiological Demands and Nutritional Strategies for Canoe Polo Athletes. *Sports Nutr. Ther.* **1**:3
- Foskett A., Ali A., Gant N. (2009) Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* **19(4)**:410-23.
- Foster C. and Lucia A. (2007) Running economy: The forgotten factor in elite performance. *Sports Med.* **37**: 316–319.
- Garcia-Pallarés J., García-Fernández M., Sánchez-Medina L., Izquierdo M. (2010) Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *Eur. J. Appl. Physiol.* **110(1)**:99-107.
- Geyer H., Parr M.K., Koehler K., Mareck U., Schänzer W., Thevis M. (2008) Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *J. Mass Spectrom.* **43**: 892–902.
- Geyer H., Parr M.K., Mareck U., Reinhart U., Schrader Y., Schänzer W. (2004) Analysis of Non-Hormonal Nutritional Supplements for Anabolic-Androgenic Steroids—Results of an International Study. *Int. J. Sports Med.* **25**: 124–129.
- Gigou P.Y., Lamontagne-Lacasse M., Goulet E.D.B. (2010) Meta-analysis of the Effects of Pre-Exercise Hypohydration on Endurance Performance, Lactate Threshold and  $VO_{2max}$ : 1679
- Graham T.E. (2001) Caffeine, coffee and ephedrine: impact on exercise performance and metabolism. *Can. J. Appl. Physiol.* **26**(suppl):S103 –S119.
- Hamilton B., Whiteley, R., Farooq A., Chalabi H. (2014) Vitamin D concentration in 342 professional football players and association with lower limb isokinetic function. *J. Sci. Med. Sport* **17**: 139–143.
- Harris R.C., Tallon M.J., Dunnett M., Boobis L.H., Coakley J., Kim H.J., Fallowfield J.L., Hill C.A. Sale C., Wise J.A. (2006) The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids* **30**:279–289.
- Heller J., Bunc V., Kuta M. (1983) Functional predisposition for top canoe and kayak performance. *International Congress on Sports and Health* p.15
- Hill C.A., Harris R.C., Kim H.J., Harris B.D., Sale C., Boobis L.H., Kim C.K., Wise J.A. (2007) Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids* **32**: 225- 233
- Hinton P.S. (2014) Iron and the endurance athlete. *Appl Physiol Nutr Metab.* **39(9)**:1012-8.

- Horvath S.M., Finney B.R. (1969) Paddling experiments and the question of Polynesian voyaging. *American Anthropologist* **71**: 271-276
- Hrvatski kajakaški savez < <https://www.kajak.hr/> > pristupljeno 9.rujna 2019.
- IOC consensus statement on sports nutrition 2010. *J. Sports Sci.* **29**: 3–4.
- Ivy J.L. et al (1979) Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med. Sci. Sports* **11**: 6–11.
- Ivy J.L., Lee M.C., Brozinick J.T. Jr., Reed M.J. (1988) Muscle glycogen storage after different amounts of carbohydrate ingestion. *J Appl. Physiol.* **65**: 2018–2023.
- Izquierdo M., Ibañez J., González-Badillo J.J., Gorostiaga E.M.(2002) Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* **34(2)**:332-43.
- Jackman M. et al. (1996) Metabolic catecholamine and endurance responses to caffeine during intense exercise. *J. Appl. Physiol.* **81**: 1658–1663.
- Jequier E., Constant F. (2010) Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. *Eur. J. Clin. Nutr.* **64**: 115–123.
- Jeukendrup A.E., Killer S.C. (2010) The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. *Ann. Nutr. Metab.* **57 (2)**: 18–25.
- Jeukendrup A.E., Saris W.H., Schrauwen P., Brouns F., Wagenmakers A.J. (1995) Metabolic availability of medium-chain triglycerides coingested with carbohydrates during prolonged exercise. *J Appl Physiol* **79(3)**:756-62.
- Jones A.M. (2014) Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Medicine* **44**: 35–45.
- Knutson M.D. (2010) Iron- sensing proteins that regulate hepcidin and enteric iron absorption. *Annu. Rev. Nutr.* **30**: 149-171.
- Kopec A., Solarz K., Majda F., Słowinska-Lisowska M., Medra´s M. (2013) An evaluation of the levels of vitamin D and bone turnover markers after the summer and winter periods in polish professional soccer players. *J. Hum. Kinet.* **38**: 135–140.
- Kreider R.B. et al (2003) Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol. Cell Biochem.* **244**: 95–104.
- Larson-Meyer D.E., Willis K.S.(2010) Vitamin D and athletes. *Curr. Sports Med. Rep.* **9**: 220–226.
- Maughan R.J.(2013) Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. *J. Nutr.* **143**: S1843 – S1847
- Maughan R.J., Greenhaff P.L., Hespel P. (2011) Dietary supplements for athletes: Emerging trends and recurring themes. *J. Sports Sci.* **29**: S57–S66

- McNaughton L.R., Dalton B., Tarr J. (1998) The effects of creatine supplementation on high-intensity exercise performance in elite performers. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **78(3)**:236-40.
- Misigoj-Durakovic M & Heimer S. (1992) Characteristics of the morphological and functional Morton R.W., McGlory C., Phillips S.M. (2015) Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front. Physiol.* **6**: 245.
- Muggeridge D. J., Howe C.F.C., Spendiff O., Pedlar C., James P.E., Easton C. (2013) The Effects of a Single Dose of Concentrated Beetroot Juice on Performance in Trained Flatwater Kayakers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **23**:498 -506.
- Nicholas C.W., Williams C., Lakomy H.K., Phillips G., Nowitz A. (1995) Influence of ingesting a Noakes T.O., Nathan M., Irving R.A., Van Zyl Smit R., Meissner P. (1985) Physiological and biochemical measurements during a 4-day surf-ski marathon. *South African Medical Journal* **67**:212-216.
- Oliveira C.C., Ferreira D., Caetano C., Granja D., Pinto R., Mendes B. and Sousa M. (2017) Nutrition and Supplementation in Soccer. 1-35.
- Papandreou A., Philippou A., Zacharogiannis E., Maridaki M. (2018) Physiological Adaptations to High-Intensity Interval and Continuous Training in Kayak Athletes. *J. Strength Cond. Res.* **25**: 1-8.
- Peeling P., Cox G.R., Bullock N., Burke L.M. (2015) Beetroot Juice Improves On-Water 500 M Time-Trial Performance, and Laboratory-Based Paddling Economy in National and International-Level Kayak Athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **25(3)**:278-84.
- Peoples G.E., McLennan P.L., Howe P., Groeller H. (2000) Fish oil reduces apparent myocardial oxygen consumption in trained cyclists but does not change time to fatigue. *Fourth International Conference on Nutrition and Fitness, Ancient Olympia* pp. 25–29.
- Peternelj T.T., Coombes J.S. (2011) Antioxidant supplementation during exercise training: Beneficial or detrimental? *Sports Med.* **41**: 1043–1069.
- Poortmans J.R., et al (1997) Effect of short-term creatine supplementation on renal responses in men. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **76(6)**:566-7.
- Poortmans J.R., Francaux M. (1999) Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* **31**: 1108–1110.
- Potgieter S. (2013) Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *S. Afr. J. Clin. Nutr.* **26**: 6–16.
- Reid K. (2016) Case Study: The Role of Milk in a Dietary Strategy to Increase Muscle Mass and Improve Recovery in an Elite Sprint Kayaker. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **26(2)**:179-84.

- Res P.T., Groen B., Pennings B., Beelen M., Wallis G.A., Gijzen A.P., Senden J.M.G., Van Loon L.J.C. (2012) Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.* **44**: 1560–1569.
- Roy B.D., Tarnopolsky M.A. (1998) Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* **84**: 890–896.
- Saunders B., Elliott-Sale K., Artioli G.G. et al. (2017)  $\beta$ -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* **51**.
- Sawka M.N., Wenger C.B., Pandolf K.B. (1996) Thermoregulatory Responses to Acute Exercise-Heat Stress and Heat Acclimation. *Handbook of physiology: Environmental Physiology*: 157 – 180.
- Setaro L., Santos-Silva P.R., Nakano E.Y., Sales C.H., Nunes N., Greve J.M., Colli C. (2014) Magnesium status and the physical performance of volleyball players: effects of magnesium supplementation. *J Sports Sci.* **32(5)**:438-45.
- Shapiro Y., Pandolf K.B., Goldman R.F. (1982) Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **48**: 83–96.
- Shephard R.J. (1987) Science and Medicine of Canoeing and Kayaking. *Sports Medicine* **4**: 19-33.
- Shirreffs S.M., Maughan, R.J. (1997) Whole body sweat collection in humans: An improved method with preliminary data on electrolyte content. *J. Appl. Physiol.* **82**: 336–341.
- Simopoulos A.P. (2007) Omega-3 fatty acids and athletics. *Curr. Sports Med. Rep.* **6**: 230–236.
- Slowinska-Lisowska M., Zembron-Lacny A., Rynkiewicz M., Rynkiewicz T., Kopec W. (2014) Influence of l-carnosine on pro-antioxidant status in elite kayakers and canoeists. *Acta Physiol Hung.* **101(4)**:461-70.
- Sousa M., Teixeira V.H., Soares J. (2014) Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **65**: 151–163.
- Spiegelhalter B., Eisenbrand G., Preussmann R. (1976) Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. *Food Cosmet Toxicol.* **14 (6)**:545–8.
- status of kayakers and canoeists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **32**: 45-50.
- Stellingwerff T., Maughan R.J. & Burke L.M. (2011) Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of Sports Sciences* **29 (1)**: 79-89.
- Syrotuik D.G., Bell G.J. (2004) Acute creatine monohydrate supplementation: A descriptive

- physiological profile of responders vs. nonresponders. *J. Strength Cond. Res.* **18**: 610–617
- Štalić Z., Sorić M., Miškoj-Duraković M. (2016) Sportska prehrana. Str. 14 – 255.
- Tarnopolsky M. et al (2007) Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *PLoS One* **2**:e991.
- Tarnopolsky M.A. (1994) Caffeine and endurance performance. *Sports Med.* **18**: 109–125.
- Tarnopolsky M.A.(2010) Caffeine and Creatine Use in Sport. *Ann. Nutr. Metab.* **57**: 1–8.
- Teixeira V.H., Valente H.F., Casal S.I., Marques F.P., Moreira P.A. (2013) Blood antioxidant and oxidative stress biomarkers acute responses to a 1000-m kayak sprint in elite male kayakers. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **53(1)**:71-9.
- Tesch P., Piehl K., Wilson G., Karlsson J. (1984) Bases physiologiques du canoe-kayak. M. Robin University of St Etienne
- Tesch P.A. (1983) Physiological characteristics of elite kayak paddlers. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences* **8**: 87-91.
- Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. (2016) American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **48**: 543–568.
- Thompson C., Vanhatalo A., Jell H. et al. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide* **61**:55–61.
- Thompson C., Wylie L.J., Fulford J. et al. (2015) Dietary nitrate improves sprint performance and cognitive function during prolonged intermittent exercise. *Eur. J. Appl. Physiol* **115**: 1825–34.
- van der Merwe P.J., Luus H.G., Barnard J.G. (1992) Caffeine in sport. Influence of endurance exercise on the urinary caffeine concentration. *Int. J. Sports Med.* **13 (1)**:74-6.
- Van Loon L.J. (2014) Is there a need for protein ingestion during exercise? *Sports Med.* **44**: 105–111.
- Vandebuerie F. et al (1998) Effect of creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclists. *Int. J. Sports Med.* **19**: 490– 495.
- Woolf K., Manoroe M.M. (2006) B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **16**: 453-484.
- Wylie L.J., Kelly J., Bailey S.J, et al. (2013) Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *J. Appl. Physiol.* **115**: 325–36.

***5. PRILOZI***



## 5. Prilozi

### Letak za kajakaše s preporučenim unosom makronutrijenata i vode

Vrijeme	Preporuke	Praktični savjeti
Dnevne potrebe	UGH: 5-10 g/kg/dan	Odredite količinu koja Vam odgovara i rasporedite unos s obzirom na potrebe tijekom aktivnosti. Kod treninga niskog intenziteta preporuča se niska dostupnost UGH kako bi se poboljšali metabolički učinci vježbanja
	Proteini: 1.2–2.0 g/kg/dan	Po potrebi povećati unos u predsezoni, nakon ozljeda, nakon napornih treninga i/ili pri nižem energetskeg unosu
	Hidracija: konzumirajte dovoljno tekućine prije, tijekom i nakon tjelesne aktivnosti. Stupanj hidracije možete provjeravati i bojom urina Masti: preporučeni unos je 20 % ukupnog energetskeg unosa	
Prije treninga i utrka	UGH: 1–4 g/kg	Prilagoditi prema potrebama i individualnoj toleranciji. Smanjite unos ako ste na restriktivnoj dijeti.
	Proteini: 0.25–0.4 g/kg	Budite bliži gornjoj granici ako unosite manje energije i/ili prije treninga izdržljivosti.
	Hidracija ~5–7 mL/kg—barem 4 sata prije aktivnosti. Ako se ne stvara urin, ili je urin taman ili visoko koncentriran: ~3–5 mL/kg—oko 2 sata prije aktivnosti.	Poboljšanje okusa tekućine potaknut će veći unos. Preferirana temperatura tekućine je od 15 do 21°C
Tijekom treninga i utrka	UGH	Lagani trening: nema potrebe za unosom ako su UGH unešeni prije treninga Teži trening/drugi trening u danu: 30 – 60 g/h u obliku 6 – 7% otopine UGH
	Hidracija: unos dovoljno tekućine kako bi se izbjegao gubitak tjelesne mase veći od 2% početne kilaže	Obratite pozornost na stupanj znojenja. Po potrebi dodajte soli u napitak tijekom dužih treninga po vrućini
	UGH	Lagani trening: osigurati dnevne potrebe za UGH Teži trening/drugi trening u danu: 1.0-1.2 g/kg/h Osigurajte visoku dostupnost UGH odmah nakon treninga
Nakon treninga i utrka	Hidracija: unos 125-150% izgubljene tekućine	Slana pića pomažu zadržavanju unešene vode. Pijte redovito u manjim količinama
	Proteini: 0.25–0.4 g/kg	Budite bliži gornjoj granici ako unosite manje energije i/ili nakon treninga izdržljivosti

### SUPLEMENTACIJA KAJAKAŠA

- Suplementacija **kreatinom** može dovesti do povećanja brzine tijekom veslanja kod intervala u trajanju od 90 do 300 s. Također postoje prilično jaki dokazi da suplementacija kreatinom povećava apsolutnu snagu i mišićnu jakost sportaša.
- Suplementacija **kreatinom** nije preporučljivo djeci, adolescentima te osobama s oštećenom funkcijom bubrega
- Prednosti uzimanja **bikarbonata** za kajakaša mogu biti značajne, pogotovo u disciplini sprint zbog mogućeg većeg broja vožnji u jednom danu
- Moguće nuspojave konzumacije **bikarbonata** su nadutost, proljev, mučnina, bol i grčevi u trbuhu
- Istraživanja pokazuju i kako doze **kofeina** (1.0–2.0 mg/kg TM) poboljšavaju izvedbu, pogotovo kada se uzimaju u nakon početka tjelesne aktivnosti. Kofein bi, zbog svog analgetskog učinka mogao imati blagotvoran učinak na ublažavanje simptoma tzv. bolnih mišića odgođenog početka te bi tijekom aktivnosti mogao smanjivati osjećaj boli u mišićima
- Negativni učinci **kofeina** su nervoza, razdražljivost, tremor, glavobolje, nemir i nesаница
- **Nitrati** uneseni hranom povećavaju koncentraciju nitrata u plazmi i smanjuju krvni tlak u stanju mirovanja. Također smanjuje trošak kisika pri submaksimalnim naporima i mogu pozitivno utjecati na sportsku izvedbu
- Čini se da postoji gornja granica **nitrata** koja ima pozitivan učinak, a 16.8 mmol ne daje veću prednost od unosa 8.4 mmol
- Suplementacija **beta – alaninom** povećava koncentracije karnozina (40-80%) u mišićima, a ergogeni učinak se očituje u povećanju kapaciteta anaerobnog metabolizma energije jer je karnozin unutarstanični pufer
- Kod utreniranijih sportaša manji je učinak suplementacije **beta – alaninom**, a česte nuspojave mogu biti osjećaj trnaca, bockanja, žarenja ili pečenja kože. Intenzitet se dodatno pojačava kod većih doza

Zadnja stranica završnog rada

(uključiti u konačnu verziju završnog rada u pdf formatu, kao skeniranu potpisanu stranicu)

Izjava o izvornosti

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

*Jachran Lazić*  
ime i prezime studenta