

# Vlakna u prehrani sportaša, smjernice na temelju kontroliranog praćenja sportskih performansi i analize dnevnika prehrane košarkaša za vrijeme sportskih priprema

---

Petričević, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:904805>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

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



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 09. 2022.

Tomislav Petričević

**VLAKNA U PREHRANI  
SPORTAŠA, SMJERNICE NA  
TEMELJU KONTROLIRANOG  
PRAĆENJA SPORTSKIH  
PERFORMANSI I ANALIZA  
DNEVNIKA PREHRANE  
KOŠARKAŠA ZA VRIJEME  
SPORTSKIH PRIPREMA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za bioinformatiku na Zavodu za biokemijsko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Antonia Starčevića, te uz pomoć asistentice Ane Ilić, mag. nutr.

## ZAHVALA

*Prije svega, želim se zahvaliti svom mentoru prof. dr. sc. Antoniu Starčeviću na bezuvjetnoj pomoći i savjetima tijekom pisanja ovog rada. Također se zahvaljujem asistentici Ani Ilić, mag. nutr. na strpljenju i žvrcima te koja je uvelike zaslužna što je ovaj rad došao na svjetlo dana i dostupnosti kada je bilo potrebno. Također se zahvaljujem i Toniju Čvrljku, mag. math. et. inf. na pomoći oko statističke obrade podataka.*

*Mojoj obitelji, roditeljima i posebice djedu i baki koja je bila mentor mome putu kroz fakultetske dane i uvijek pružala svaku vrstu potpore, a posebice akademske naravi.*

*Zahvaljujem se i svojim kolegicama i prijateljima koji su bili izvor radosti i zabave i prije svega podrške kroz studentske dane.*

*I na kraju, hvala Lei što pruža potporu svo ovo vrijeme i što je izvor ljubavi u mom životu te koja je u pravom smislu riječi pravi partner kroz sve ove godine.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za biokemijsko inženjerstvo  
Laboratorij za bioinformatiku

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Nutricionizam

**Diplomski sveučilišni studij:** Nutricionizam

**Vlakna u prehrani sportaša, smjernice na temelju kontroliranog praćenja sportskih performansi i analize dnevnika prehrane košarkaša za vrijeme sportskih priprema**

*Tomislav Petričević, univ. bacc. nutr. 0177049974*

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je dvostruko slijepom studijom utvrditi povezanost unosa prehrambenih vlakana subjektivnog osjećaja umora u sportaša tijekom treninga ili utakmica. Ispitanici su bili mladi košarkaši (n=17) iz istog tima. U ovom radu korištene su antropometrijske metode, a od dijetetičkih metoda korišteni su dnevnik prehrane i 24-satna prisjećanja o unosu hrane i pića. Prije početka istraživanja sportaši su nasumično podijeljeni u dvije grupe: interventnu grupu koja je uzimala prehrambena vlakna u obliku dodataka prehrani Nutriose® i kontrolnu grupu koja je uzimala maltodekstrin kao placebo. Prije početka intervencije analizom dnevnika prehrane utvrđeno je da nije bilo razlika između početnog unosa prehrambenih vlakana kroz uobičajenu prehranu, kao ni razlika u unosu energije i udjela makronutrijenata u dnevnom unosu između dvije grupe. Prilikom mjerenja RPE (engl. *Rate of Perceived Exertion*) vrijednosti prije i nakon intervencije dokazano je smanjenje subjektivnog osjećaja umora među ispitanicima u interventnoj grupi (p=0,0049). Ispitanici u interventnoj grupi unosili su više ukupnih proteina (p=0,030), životinjskih proteina (p=0,032) i masti (p=0,020). Nakon provedene Pearsonove korelacije ( $R^2 > 0,5625$ ) nije se izdvojio niti jedan mikronutrijent zaslužan za subjektivno smanjenje osjećaja umora. Povećani unos prehrambenih vlakana može biti mogući alat za pomoć pri subjektivnom smanjenju osjećaja umora.

**Ključne riječi:** *prehrambena vlakna, subjektivna percepcija umora, dnevnik prehrane, crijevna mikrobiota, košarkaši*

**Rad sadrži:** 50 stranica, 4 slika, 9 tablica, 128 literaturnih navoda, 0 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Antonio Starčević

**Pomoć pri izradi:** Ana Ilić, mag. nutr i Toni Čvrljak, mag. math. et inf.

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. izv. prof. dr. sc. Ivana Rumbak (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Antonio Starčević (mentor)
3. izv. prof. dr. sc. Jurica Žučko (član)\*
4. izv. prof. dr. sc. Irena Keser (zamjenski član)

**Datum obrane:** 20. rujna 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Biochemical Engineering  
Laboratory for Bioinformatics

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

**Graduate university study programme:** Nutrition

**Dietary fiber in athletes, guidelines based on tracking sports performance and analysis of food intake records of basketball players during competition stage**

*Tomislav Petričević, univ. bacc. nutr. 0177049974*

**Abstract:** This thesis' goal was to objectively assess possible correlation between intake of dietary fiber and sports performance, especially on subjective rate of perceived exertion during training and/or competition. Participants were all young basketball players (n=17) coming from the same team. Methods used in this research were the following: anthropometric tests, 3-day food records and 24-hour dietary recall. Before the beginning of the intervention athletes were divided in 2 groups (randomly): experimental group that took additional dietary fiber in the form of Nutriose® product and control group that took maltodextrin as placebo. Upon analysis of food records it was discovered that there were no significant differences between groups in the intake of dietary fiber, energy or discrepancy between ratios of macronutrients. After testing RPE (Rate of Perceived Exertion) ratings it was concluded that intake of additional soluble fiber reduced perceived exertion of the experimental group (p=0.0049). No statistical significance was observed between the groups, regarding the intake of macronutrients except that participants in the experimental group ingested more total protein (p=0.030), animal protein (p=0.032) and fat (p=0.020). After the Pearson correlation test was performed ( $R^2 > 0.5625$ ), the results indicated that none of the micronutrients had an observable effect on reducing the rate of perceived exertion. The results indicate that higher intake of dietary fiber can be a good addition for possible reduction of subjective feeling of fatigue.

**Keywords:** *dietary fiber, RPE, food records, gut microbiome, basketball players*

**Thesis contains:** 50 pages, 4 figures, 9 tables, 128 references, 0 supplements

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** Antonio Starčević, PhD, Full professor

**Technical support and assistance:** *Ana, Ilić, MSc and Toni Čvrljak, MSc*

**Reviewers:**

1. Ivana, Rumbak, PhD, Associate professor (president)
2. Antonio, Starčević, PhD, Full professor (mentor)
3. Jurica, Žučko, PhD, Associate professor (member)
4. Irena, Keser, PhD, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** September 20th, 2022

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. PREHRAMBENA VLAKNA</b> .....	<b>2</b>
2.1.1.    Podjela prehrambenih vlakana.....	2
2.1.2.    Pozitivni učinci vlakana.....	2
2.1.3.    Preporuke za unos .....	3
<b>2.2. CRIJEVNA MIKROFLORA I GASTROINTESTINALNI TRAKT</b> .....	<b>4</b>
2.2.1.    Funkcija mikroflore crijeva .....	4
2.2.2.    Disbioza u crijevnom traktu i vezane bolesti.....	6
2.2.3.    Utjecaj tjelesne aktivnosti na crijevnu mikrobiotu .....	8
<b>2.3. PREHRANA KOŠARKAŠA</b> .....	<b>12</b>
2.3.1.    Analiza prehrane košarkaša .....	13
2.3.2.    Dijetetičke metode za procjenu unosa hrane i pića.....	14
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. ISPITANICI</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2. DIZAJN ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3. MATERIJALI</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4. METODE</b> .....	<b>19</b>
3.4.1.    Antropometrijske metode .....	19
3.4.2.    Dijetetičke metode .....	20
3.4.3.    Statističke metode .....	21
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>22</b>
4.1.    Opće karakteristike ispitanika .....	22
4.2.    Unos prehrambenih vlakana i njihov utjecaj na razinu umora.....	23
4.3.    Unos energije i hranjivih tvari .....	26
4.4.    Povezanost unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora .....	29
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>33</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>34</b>



## 1. UVOD

Zbog natjecateljske naravi profesionalnog sporta danas se proučava veliki broj hranjivih tvari i drugih nenutritivnih supstanci zbog njihovog utjecaja na poboljšanje sportskih performansi. Ovo istraživanje je za cilj imalo pobliže objasniti utjecaj prehrambenih vlakana na sportske performanse, poglavito na percepciju umora u košarkaša.

Prehrambena se vlakna nakon konzumacije fermentiraju u kratkolančane masne kiseline poput butirata, propionata i acetata (Wong i sur., 2006).

Kratkolančane masne kiseline, a posebno butirat, igraju važnu ulogu u zdravlju i integritetu crijeva. Butirat je glavni supstrat za kolonocite jer zadovoljava od 60 do 70 % njihovih energetske potrebe (Suzuki i sur., 2008).

One ujedno sudjeluju u raznim fiziološkim funkcijama uključujući i pokretljivost crijeva, protok krvi kroz crijeva i sudjeluju u regulaciji pH gastrointestinalnog trakta koji može utjecati na apsorpciju elektrolita i nutrijenata (Tazoe i sur., 2008). Poznato je da je tjelesna aktivnost modulator crijevne mikrobiote i time osigurava razne benefite (Peters i sur., 2001). No, u ovom istraživanju je bio cilj provjeriti utjecaj prehrambenih vlakana na subjektivni umor u košarkaša. Istraživanja koja direktno proučavaju taj utjecaj ili barem utjecaj kratkolančanih masnih kiselina koje su krajnji metaboliti razgradnje vlakana čime indirektno ulaze u energetske bilancu, nisu dovoljno zastupljena u literaturi.

Ispitanici u ovom istraživanju su prije intervencije vodili 3-dnevni dnevnik prehrane, dok su za vrijeme intervencije imali 24-satno prisjećanje da se prekontrolira unos prehrambenih vlakana. Sportaši su podijeljeni nasumičnim odabirom u dvije grupe, u kojoj je jedna uzimala intervenciju što je bila Nutriose®, a druga skupina placebo supstancu. Košarkaši su nakon svakog treninga i utakmice zapisivali svoj subjektivan osjećaj umora (*engl. Rate of Perceived Exertion, RPE*) koji su osjećali tijekom tjelesne aktivnosti.

Istraživanje je za cilj imalo istražiti povezanost unosa vlakana na doživljeni osjećaj umora tijekom aktivnosti u košarkaša.

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. PREHRAMBENA VLAKNA**

#### **2.1.1. Podjela prehrambenih vlakana**

Optimalan unos prehrambenih vlakana je sastavni dio uravnotežene prehrane te je bitan za očuvanje zdravlja (Lichtenstein i sur., 2006; Kathleen Mahan i Escott-Stump, 2016). Europska agencija za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority*, - EFSA) definira prehrambena vlakna kao ne probavljive ugljikohidrate i lignine. Danas postoji veliki popis vlakana u koje spadaju još ne-škrobni polisaharidi, celuloza, pektini, hidrokoloidi, frukto – oligosaharidi i tzv. "rezistentni škrob" (EFSA, 2010). Kemijski gledano, prehrambena vlakna su polisaharidi ( $\geq 10$  monomera) te za razliku od jednostavnih ugljikohidrata (veličine 1 do 2 monomera glukočnih jedinica) i oligosaharida (3 do 9 monomera) većinom su neprobavljivi. Prehrambena vlakna se dijele s obzirom na topljivost u vodi. Prema tome postoje dva tipa prehrambenih vlakana, a to su ona topiva u vodi i netopiva. Glavni prehrambeni izvori topivih su voća i povrća, dok su cjelovite žitarice i njihovi proizvodi izvor netopivih vlakana (Weickert i Pfeiffer, 2008).

Vlakna, koja su topiva u vodi, kada se nađu u vodenom mediju stvaraju viskozni gel. Zaobilaze probavu u tankom crijevu i vrlo lako se fermentiraju od strane mikrobioma debelog crijeva. Sastoje se od pektina, guma, inulin- sličnih fruktana i određenih hemiceluloza. U ljudskom gastrointestinalnom traktu, vlakna koja nisu topiva u vodi ne stvaraju gelove i time je fermentacija ograničena. Primjeri vlakana netopivih u vodi su lignin, celuloza i specifične hemiceluloze (Wong i Jenkins, 2007).

#### **2.1.2. Pozitivni učinci prehrambenih vlakana**

Hipokrat je bio prvi koji je opisao laksativna svojstva cijeložrnate pšenice (Hijová i sur., 2019). Interes za vlaknima bio je relativno visok 20-tih godina prošloga stoljeća, zaslugom Kellogg kompanije koja je proizvodila žitarice i slične proizvode jer su usmjerili istraživanja na zdravstvenu dobrobit (laksativni učinak, prevencija bolesti) uslijed konzumacije mekinja (Hijová i sur., 2019). Nadalje, interes za prehrambenim vlaknima se opet povećao 70-tih godina, kroz radove Denisa Burkitta, u kojima je proučavao zaštitne faktore vlakana na razvoj dijabetesa, raka crijeva i pretilosti (Burkitt i sur., 1974; Coffin i Shaffer, 2006).

Epidemiološka istraživanja konstantno pokazuju da je preporučeni unos prehrambenih vlakana

povezan sa smanjenim rizikom od pojave kroničnih nezaraznih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti, pretilost i dijabetes tipa 2 (Anderson i sur., 2009). Mogući mehanizmi u našem organizmu u kojima prehrambena vlakna imaju pozitivne učinke su: 1) smanjena apsorpcija glukoze i LDL kolesterola; 2) veća sitost i indeks sitosti koji može pospješiti gubitak tjelesne mase; 3) indirektna sinteza kratkolančanih masnih kiselina pomoću mikrobioma naših crijeva, koje imaju imunomodulirajuća i protuupalna svojstva ; 4) povećan unos biološki aktivnih tvari poput antioksidansa i fitokemikalija (Guillon i Champ, 2000). Istraživanja na životinjskim modelima su pokazala da je unos prehrambenih vlakana posljedično povezan sa nižim koncentracijama upalnih markera kao i markera oksidativnog stresa (Xu i sur., 2014), što je vezano uz par različitih scenarija vezanih uz zdravlje uključujući rak i kardiovaskularne bolesti (Reuter i sur., 2010). Vezano za razvoj dijabetesa i pojavu pretilosti, postoje dokazi da visoki unos vlakana popravlja glikemijski indeks hrane koja je bogata ugljikohidratima i lipidima (Russell i sur., 2013). Međutim, to je većinom vezano uz unos netopivih vlakana, te su većinom ona zaslužna za smanjeni rizik od pojave dijabetesa tipa 2 (de Munter i sur., 2007). Još neki mogući učinci prehrambenih vlakana ujedno imaju utjecaj na ukupno zdravlje organizma zbog otpuštanja raznih crijevnih hormona, adipokina i žučnih kiselina (Isken i sur., 2009). Na temelju dosadašnjih znanstvenih spoznaja, može se zaključiti da su vlakna vezana uz bolju inzulinsku osjetljivost i ukupno zdravlje organizma.

### 2.1.3. Preporuke za unos prehrambenih vlakana

Kao što je prije navedeno, adekvatan unos prehrambenih vlakana, doprinosi očuvanju zdravlja. U Hrvatskoj ne postoje prehrambeni standardi kojima se definira adekvatna količina vlakana. Trenutne preporuke za unos prehrambenih vlakana u većini europskih zemalja i u SAD-u su iznad 20 g na dan, a detaljan prikaz preporuka se nalazi u Tablici 1.

**Tablica 1.** Preporuke za unos prehrambenih vlakana odraslih osoba

Smjernice	Preporuke
Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA, 2010)	Muškarci i žene: 25 g/dan
Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2003)	Muškarci i žene: 25 g/dan
D-A-CH (Wolfram, 2003)	Muškarci i žene: 30 g/dan
Nordijski standardi (NNR, 2012)	Muškarci i žene: 25-35 g/dan
UK standardi (Public Health England, 2016)	Muškarci i žene: 30 g/dan
Američki prehrambeni standardi (DRI, 2006)	Muškarci: 38 g/dan Žene: 25 g/dan

U istraživanju koje su proveli Stephen i sur., na uzorku od 140 000 pojedinaca u različitim europskim zemljama zaključili su da je stvarni unos prehrambenih vlakana kroz uobičajenu prehranu oko 18 – 24 g/dan za muškarce i oko 16 – 20 g/dan za žene, pri čemu je većina unesenih prehrambenih vlakana porijeklom iz žitarica i proizvoda od žitarica. Unos u europskim zemljama je bio za trećinu veći od unosa u SAD-u. Zaključak istraživanja je da bi svi trebali povećati unos bar 50 % u odnosu na trenutačni (Stephen i sur., 2017).

## **2.2. CRIJEVNA MIKROFLORA I GASTROINTESTINALNI TRAKT**

### **2.2.1. Funkcija mikroflore crijeva**

Pozitivan utjecaj crijevne mikroflore u ljudskom zdravlju se vidi iz njenog sudjelovanja u raznim fiziološkim funkcijama, kao što su jačanje crijevnog integriteta i formiranje crijevnog epitela (Natividad i Verdu, 2013), protektivni utjecaj protiv patogena (Bäumler i Sperandio, 2016), te u regulaciji imunološkog sustava (Gensollen i sur., 2016). Prisutnost različitih enzima u gastrointestinalnom traktu, pogotovo onih uključenih u razgradnju kompleksnih ugljikohidrata koje najčešće sadržavaju bakterije nađene u crijevima su velikim dijelom zaslužni za gore navedene benefite. Fermentacijom složenih ugljikohidrata potpomognutom mikroflorom dobivamo kratkolančane masne kiseline koje se vrlo brzo apsorbiraju od strane crijevnog epitela, te imaju ulogu u kemotaksiji, apoptozi, diferencijaciji i proliferaciji stanica crijevnog epitela. Od spomenutih masnih kiselina, propionat većinski proizvode bakterije iz koljena *Bacteroidetes*, a butirat bakterije iz koljena *Firmicutes* (Morrison i Preston, 2016).

Butirat ima i pozitivni učinak na ljudsko zdravlje jer ga povezuju sa protuupalnim i antikancerogenim djelovanjem i uz to služi kao izvor energije stanica debelog crijeva (Corrêa-Oliveira i sur., 2016). Kratkolančane masne kiseline imaju utjecaj u regulaciji homeostaze jetrenih lipida i glukoze, npr. propionat sudjeluje u glukoneogenezi, a butirat i acetat u lipogenezi. Ujedno, važan su faktor u regulaciji imunološkog sustavu i prilikom upalnog odgovora zbog direktne utjecaja na proizvodnju citokina, pošto stimuliraju nastanak IL-8 koji je odgovoran za održavanje i popravak crijevnog epitela. Kratkolančane masne kiseline ujedno imaju i utjecaj u regulaciji apetita putem receptorski posredovanih mehanizama (Chambers i sur., 2015).

Crijevna mikrobiota ujedno ima i jako važnu ulogu u sintezi esencijalnih vitamina koje ljudsko tijelo ne može proizvesti. Takav vitamin je B<sub>12</sub> u čijoj sintezi sudjeluju bakterije mliječne kiseline (Martens i sur., 2002). Bakterije iz roda *Bifidobacteria* su važne u proizvodnji folata koji ima ulogu u metaboličkim procesima poput sinteze i obnavljanja DNA molekula (Pompei i sur., 2006). Bakterije u crijevima uz ove vitamine proizvode još i : vitamin K, riboflavin, biotin, nikotinsku kiselinu, piridoksin, tiamin i pantotensku kiselinu.

Svi navedeni procesi koji igraju značajnu ulogu u homeostazi se mogu poremetiti kada dođe do disbioze tj. narušene ravnoteže crijevne mikrobiote. Zbog napretka u tehnologiji za sekvencioniranje DNA, moguće je povezati mikrobne zajednice sa crijevnim i izvan-crijevnim bolestima (Chang i Lin, 2016).

Probavni sustav ima protektivni efekt na mikrobiotu u organizmu tako što sprječava imunološkom sustavu direktan pristup čime se sprječavaju patološke promjene i omogućuje održavanje homeostaze organizma. Probavni sustav to čini uz pomoć kompleksnih i dinamičnih crijevnih barijera, a nju čine integrirane komponente koje se sastoje od fizičkih (epitelni slojevi), biokemijskih (enzimi i proteini) i imunoloških faktora (Hooper i Macpherson, 2010).

Sastav svake mikrobiote ovisi o domaćinu, ali i o okolišu, pa je jedno istraživanje pokazalo da prehrana ima vjerojatno najznačajniji utjecaj (Donaldson i sur., 2015). Tako je uočena razlika u sastavu crijevne mikrobiote između pojedinaca čija je prehrana bila većinski životinjskog podrijetla u odnosu na one čija je prehrana pretežito biljnog podrijetla. Prehrana biljnog podrijetla pogotovo ona bogata rezistentnim škrobom i neškrobnim polisaharidnim vlaknima je dovela do veće bioraznolikosti bakterijskog profila u crijevima (David i sur., 2013).

Za usporedbu, studija De Filippa i sur. 2010 pokazuje kako se kod afričke dojenčadi u čijoj su prehrani dominirali škrob, vlakna i biljni polisaharidi pronađeni rodovi bakterija *Actinobacteria* i *Bacteroidetes* u zastupljenosti 10,1% i 57,7%, dok su ti udjeli kod europske djece čija se prehrana bazirala najviše na šećerima, škrobu i životinjskim proteinima, znatno smanjeni i iznose 6,7% i 22,4%.

Polifenoli i vlakna također potiču rast bakterijskih vrsta koje imaju ulogu u proizvodnji kratkolančanih masnih kiselina te pritom suzbijaju rast bakterija koje stvaraju lipopolisaharidne enterotoksine (*E.coli*, *Enterobacter cloacae* itd.) (Moreno-Indias i sur., 2016).

Zanimljivo je i to da umjetna sladila, koja imaju manju ili čak potpuno zanemarivu kalorijsku vrijednost od običnih sladila, iako označena kao GRAS ("generally recognised as safe") status, negativno utječu na mikrobiotu.

Tako je primjerice pokazano da na životinjskim modelima konzumacija sukraloze smanjuje udio bakterija iz roda *Bacteroides*, *Clostridia* te ujedno povećava pH fecesa (Abou-Donia i sur., 2008), a potiče i ekspresiju proupalnih gena (Bian i sur., 2017).

Sulfatni spojevi u debelom crijevu također imaju važnu ulogu, bilo da su u obliku sulfita ili sulfata ili porijeklom iz aminokiselina, na način da potiču proliferaciju specifičnih bakterija koje su zabilježene u osoba s upalnim bolestima crijeva kao što su iritabilni sindrom crijeva ili karcinom debelog crijeva (Carbonero i sur., 2012). Osim sulfatnih spojeva, bitnu ulogu imaju i žučne soli koje potiču germinaciju bakterijskih spora i tako imaju mogućnost obnoviti mikrobiom nakon disbioze uzrokovane antibioticima ili toksinima (Kakiyama i sur., 2013).

Okolišni faktori koji imaju učinka na oblikovanje mikrobiote uključuju tjelesnu aktivnost, pušenje, depresiju, geografsku lokaciju, pri čemu su najznačajniji lijekovi. Od lijekova, najveći utjecaj imaju antibiotici jer modificiraju ekspresiju gena aktivne mikrobiote (Maurice i sur., 2013).

#### 2.2.2. Disbioza u crijevnom traktu i vezane bolesti

Povećani rizik od smanjene bioraznolikosti bakterija u crijevima je prisutniji kod pretilih osoba te osoba sa psorijazom, upalnim bolestima crijeva, dijabetesom tipa I i II te celijakijom. Povezanost učestalijih pojava bolesnih stanja i smanjene mikrobiološke raznolikosti je ta da bogatija crijevna mikroflora ima i bolju otpornost na okolišne utjecaje jer se funkcije onih bakterija koje nisu prisutne mogu zamijeniti s već postojećim mikrobnim vrstama. Time možemo zaključiti da je mikrobiološka raznolikost dobar pokazatelj zdravlja crijeva (Sommer i sur., 2017). Nedostatak mikrobiološke raznolikosti ujedno ima utjecaj na motilitet crijeva kojem opada funkcija prilikom slabljenja imunološkog i živčanog sustava, metabolizma žučnih kiselina ili kapaciteta fermentacije što posljedično dovodi do simptoma konstipacije i smanjene koncentracije laktobacila i bifidobakterija (Dimidi i sur., 2017). Uz to, korištenje antibiotika je jedan od najvećih rizika za infekciju od strane patogena *Clostridium difficile* koji se u normalnim uvjetima uobičajeno nalazi u crijevima, ali njegovi toksini su česti uzročnici proljeva, sepsa ili čak smrti kod pojedinaca sa izraženom disbiozom.

Neke od bolesti vezane uz poremećenu ravnotežu crijevnog mikrobioma su i upalne bolesti crijeva poput Crohnove bolesti i ulceroznog kolitisa. Crohnova bolest je karakterizirana upalom koja obuhvaća cijelu dužinu gastrointestinalnog trakta i može biti diskontinuiranog tipa, dok je kod ulceroznog kolitisa upala ograničena na debelom crijevu. Oba oblika bolesti imaju popratne simptome poput proljeva, vrućica i abdominalnih bolova, a glavni razlog pojave upale je neadekvatan imunološki odgovor domaćina. Time se pojavljuje neregulirana reakcija sustava jer dolazi do jakog odgovora T- limfocita prema antigenima nepatogeni koji su sastavni dio mikrobiote crijeva. Time dolazi do dugoročnog odumiranja određenih bakterijskih vrsta koje održavaju crijevne barijere, a to dovodi do veće izloženosti i lošijeg stanja epitelnih stanica i samim time time veće upale (Landers i sur., 2002).

Studija Nagao- Kitamota i sur. (2016) je pokazala povezanost crijevne disbioze i pojave ovih bolesti na način da su miševi kolonizirani mikrobiotom pacijenata oboljelih od crijevnih upalnih bolesti posljedično razvili kolitis. Pacijentima oboljelim od ovih bolesti je uvelike smanjena koncentracija bakterija iz roda *Firmicutes* i to posebno vrste *Faecalibacterium prausnitzii* i *Roseburia sp.*, koji su važni za upalni odgovor (Machiels i sur., 2013).

Rak debelog crijeva je bolest koja je ovisna o genetskim i okolišnim čimbenicima čiji se razvitak ujedno i povezuje s crijevnom mikrobiotom, a jedan je od 4 glavnih uzroka smrtnosti vezanih s tumorima. U studiji provedenoj na miševima, dokazano je da tzv. germ-free miševi imaju manju incidenciju raka debelog crijeva te je usporen razvoj tumora u usporedbi s konvencionalno uzgojenim miševima. Osim toga, tumorsko prerastanje unutar crijevnog lumena može uništiti crijevu barijeru što dovodi do većeg protoka crijevne mikrobiote i štetnih metabolita u unutarnja tkiva, što dovodi do imuno- upalnog odgovora i mobilizacije mijeloidnih stanica čime se može poremetiti sastav mikrobiote (Li i sur., 2012).

Pretilost je sindrom koji je uzrokovan s više čimbenika, a glavna osobina je dugotrajna neravnoteža između unosa energije i potrošnje iste, a osim prehrane i tjelesne aktivnosti, pretilost se sve češće povezuje sa sastavom crijevne mikrobiote. Metagenomske studije otkrile su znatno veći udio koljena *Firmicutes* zaslužnog za proizvodnju butirata te smanjeni udio koljena *Bacteroidetes* u mikrobiomu debelog crijeva pretilih pacijenata u usporedbi sa skupinom ispitanika normalne tjelesne mase. Ovu disbiozu prati povećana razina glikozid hidrolaze, kratkolančanih masnih kiselina (butirat i acetat) te povećana sposobnost za iskorištenje energije (Turnbaugh i sur., 2006).

To povećano iskorištenje energije tj. pojačan škrobni metabolizam posredovan crijevnom mikrobiotom, uzrokuje porast monosaharida i triglicerida u jetri što pridonosi razvoju pretilosti. S druge strane, randomizirane studije su pokazale pozitivnu korelaciju između pojačane proizvodnje kratkolančanih masnih kiselina i smanjenje pojave pretilosti uzrokovane prehranom te inzulinske rezistencije, a kod miševa je primijećen učinak butirata i propionata na kontrolu crijevnih hormona i smanjenje apetita (Lin i sur., 2012).

Crijevna disbioza može biti uzročnik pojave pretilosti i drugih metaboličkih smetnji posredovanjem više različitih mehanizama, od kojih su neki uključeni u regulaciju imunološkog sustava, promijenjenu crijevnu hormonsku i energetska regulaciju te proupalne mehanizme (Baothman i sur., 2016).

Današnja saznanja povezuju stanje crijevne mikrobiote i sa drugim poremećajima koji nisu izravno povezani sa crijevima kao npr. neurodegenerativne bolesti poput autizma, depresije, Alzheimerove i Parkinsonove bolesti. Pacijenti koji su zahvaćeni sa tim poremećajima imaju povećani udio koljena *Bacteroidetes* te roda *Clostridium sp.* i *Desulfovibrio* koji su zaslužni za proizvodnju propionskih kratkolančanih masnih kiselina ,te se uz povećanu koncentraciju nje povezuje razvoj spomenutih bolesti (Song i sur.,2004; Shultz i sur., 2015).

### 2.2.3. Utjecaj tjelesne aktivnosti na crijevnu mikrobiotu

Studije koje uključuju profesionalne igrače ragbija utvrdile su da je crijevna mikrobiota sportaša sadržavala veću alfa raznolikost i oko 40-tak različitih bakterijskih rodova više nego što je imala crijevna mikrobiota ispitanika normalne tjelesne mase koji su provodili sjedilački način života. Sportaši su ujedno imali i manju koncentraciju *Bacteroides* i *Lactobacillus* rodova nego drugi ispitanici (Clarke i sur., 2014).

Istraživanje provedeno od strane Bressa i sur. 2017 je uspoređivalo grupu aktivnih žena u kojima je jedna polovica provodila sjedilački način života, dok je druga imala bar 3 sata tjelesne aktivnosti tjedno. Grupa žena koja je provodila režim od 3 sata vježbe tjedno je imala veće razine bakterija *Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia hominis* i *Akkermansia muciniphila*. Prva dva soja su poznate butirata producirajuće bakterije (Louis i Flint, 2009), dok je *A. muciniphila* povezana s manjim indeksom tjelesne mase (ITM) i s poboljšanim funkcioniranjem cjelokupnog metabolizma (Dao i sur., 2015).



U istraživanjima vezanim s kardiorespiratornim sposobnostima pokazana je korelacija između mikrobiote i boljih rezultata vezanih uz sportove izdržljivosti. Tako je dokazano da više razine koljena *Firmicutes* i *Bacteroidetes*, dva najdominantnija soja u crijevnoj mikroflori, pozitivno koreliraju sa maksimalnim aerobnim kapacitetom (VO<sub>2</sub>max) (Durk i sur., 2019). Estaki i sur. (2016) su u svom istraživanju pronašli da mlade odrasle osobe imaju veću pozitivnu korelaciju između kardiorespiratornih mogućnosti i bioraznolikosti mikrobiote i veće količine butirata producirajućih sojeva bakterija.

S obzirom na to da su navedene studije presječnog karaktera, nemoguće je njima uspostaviti uzročno posljedičnu vezu pošto nije promatran utjecaj drugih čimbenika poput prehrambenih navika ispitanika.

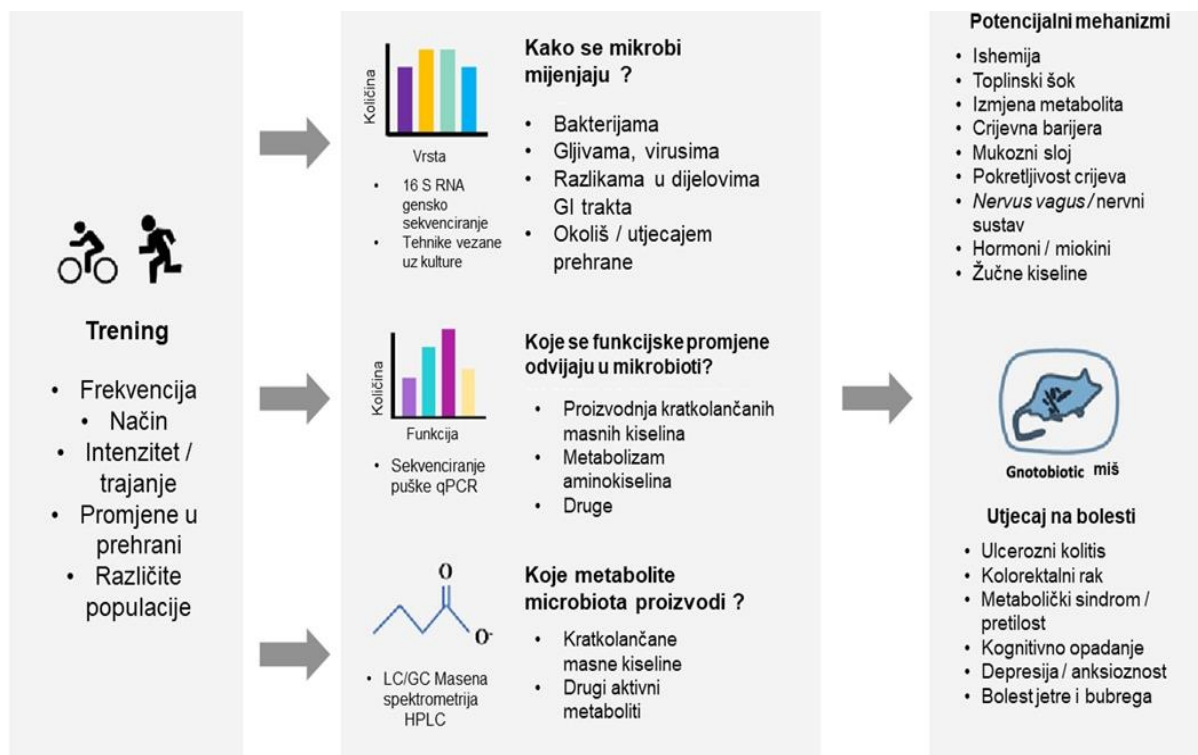
Tako je u istraživanju provedenom od strane Clarke i sur. (2014) dokazano da povećani unos proteina u elitnih ragbi igrača dovodi do značajno veće razlike u crijevnoj mikrobioti. Upravo zato je potrebna provedba neke vrste longitudinalne studije čime bi se utvrdilo da li tjelesna aktivnost direktno utječe na sastav crijevnog mikrobioma u ljudi.

Prva longitudinalna studija koja je proučavala utjecaj vježbanja na crijevnu mikrobiotu je provedena na uzorku od 32 odrasle osobe koje su provodile sjedilački način života u trajanju od 6 tjedana. Drugoj grupi koja je provodila kontrolirane treninge 3 puta tjedno izmjerene su povećane koncentracije *Faecalibacterium* bakterija, ali samo u osoba koje nisu bile pretili, dok se u pretilih ispitanika promijenila koncentracija bakterija. Najznačajnija razlika je bila u koncentraciji *Bacteroides* vrste, koja je porasla u pretilih ispitanika, dok se u ispitanika normalne tjelesne mase smanjila. Trening program u trajanju 6 tjedana je uz navedene rezultate pokazao da je došlo do povećanja zastupljenosti butirata producirajućih rodova i same razine butirata, ali samo u ispitanika koji nisu bili pretili. Interesantno je za primijetiti da su koncentracije većine bakterijski rodova i razine kratkolančanih masnih kiselina polagano opadale u vremenu koje je uslijedilo nakon perioda treninga u treniranoj skupini. Time možemo zaključiti da je utjecaj tjelesne aktivnosti na crijevnu mikrobiotu prolazan i reverzibilan (Allen i sur., 2018).

Cilj istraživanja koje su proveli Cronin i sur. (2018) je bio taj da su htjeli pokazati da li kratkotrajni plan treninga uparen s ili bez proteina sirutke dovodi do promjene u kompoziciji crijevne mikroflore. Istraživanje je provedeno na uzorku od 90 muškaraca i žena. Nakon 8 tjedana uočeno je da nije došlo do značajnih promjena u sastavu crijevne mikrobiote. Jedino što

je uočeno jest da postoji opća razlika i povećanje crijevne bioraznolikosti u grupama koje su provodile planove treninge i uzimale proteine sirutke uz treninge i one grupe koja je uzimala samo proteine sirutke. Unatoč velikoj grupi ispitanika, mane studije su bile što su ispitanici sami vodili svoje dnevnik prehrane bez nadzora i što je ujedno postojao velik raspon ITM između ispitanika (Cronin i sur., 2018).

Slična studija je provedena na pretilim ljudima koji su većinom provodili sjedilački način života. Primijenjen im je režim lakog i srednje jakog treninga izdržljivosti u trajanju od 6 tjedana s ciljem da se pokaže hoće li doći do promjene u kompoziciji crijevne mikrobiote. Uočeno je povećanje zastupljenosti *A.muciphinila* i smanjenje zastupljenosti bakterija filuma *Proteobacteria*. Takve promjene su primijećene kod polovine ispitanika, pa se moglo zaključiti da je za veće promjene u crijevnoj mikrobioti potreban režim treninga jačeg intenziteta. Još jedna stvar koja se pokazala u svim studijama jest da je veća promjena u crijevnoj mikrobioti kod osoba koje imaju normalnu tjelesnu masu i niži postotak tjelesne masti nego u pretilih osoba (Munukka i sur., 2018). Postoji nekoliko mogućih mehanizama kojima trening može utjecati na crijevnu mikrobiotu. Crijevno-vezano limfoidno tkivo (GALT), prostire se kroz tanko i debelo crijevo i sadržava oko 70 % svih imunoloških stanica tijela. Iz nekoliko studija na životinjskim modelima pronađeno je da trening utječe na gensku ekspresiju intraepitelnih limfocita, smanjivanje proupalnih citokina, povećanje razine protuupalnih citokina i antioksidantskih enzima. Ove se imunološke stanice nalaze u blizini mikrobnih zajednica i proizvode antimikrobne faktore koji su zaslužni za postizanje mikrobne homeostaze (Ismail i sur., 2011). Iako je kroz nekoliko provedenih studija pokazano da trening mijenja kompoziciju crijevne mikroflore, funkcijski kapacitet crijeva i metabolite, ostaje nepoznanica koji način treninga, kakav intenzitet i koje trajanje donosi maksimalne benefite. Ključna stavka koju treba razmotriti jest kako ukomponirati trening s različitim načinima prehrane što je obilježje različitih kultura i društava na svijetu. Na Slici 1. je prikazano kojim sve načinima tjelesna aktivnost može modificirati mikrobiotu i koji su mogući ishodi (Mailing i sur., 2019 ).



**Slika 1.** Trenutne nepoznanice i buduća moguća istraživanja vezana uz utjecaj treninga i crijevnog mikrobioma (prema Mailing i sur., 2019)

Trening ujedno podiže temperaturu tijela i rezultira toplinskim stresom, pogotovo kad ima dugo trajanje i/ ili se provodi u vrućim uvjetima (Rowell i sur., 1968). Osim toga, trening može smanjiti protok krvi u crijevima i do 50 %, sa značajnom crijevnom ishemijom unutar 10 min od početka visoko intenzivnog treninga (van Wijck et al., 2011). Stoga, treningom izazvani toplinski stres i ishemija mogu na kratko dovesti do direktnog kontakta između crijevnog mukoznog imunološkog sustava i mikrobnih organizama koji obitavaju u lumenu i mukozni crijeva, s potencijalnim posljedicama na crijevnu mikrobiotu.

Iako se crijevna permeabilnost odvija nakratko tokom akutnog treninga, kontakt između mikroba i imunološkog sustava može biti smanjen ako regularno provodimo tjelesnu aktivnost. Utrenirani sportaši imaju niže razine cirkulirajućeg endotoksina lipopolisaharida tijekom odmora nego što to imaju neaktivne osobe (Lira i sur., 2010) i imaju jači odgovor proteina toplinskog šoka na toplinski stres (Fehrenbach i sur., 2000). Pojačani se odgovor proteina toplinskog šoka u crijevima pokazao kao zaštita od raspadanja malih spojnih proteina između epitelnih stanica (Dokladny i sur., 2006). Upravo zato je moguće da vježbanje predstavlja hormetički stresor koji stimulira adaptacije koje su poželjne i unapređuje dugotrajnu otpornost

crijevne barijere.

### **2.3. PREHRANA KOŠARKAŠA**

Košarka je jedan od najpopularnijih sportova u cijelom svijetu, a igraju je i muškarci i žene svih godina i na profesionalnim i amaterskim razinama (Ziv i Lidor, 2009). Nedvojbena igrači moraju postići visoke razine fizičke, psihološke i fiziološke pripreme ako im je cilj elitni nivo igre (Scanlan i sur., 2015). Tijekom jedne utakmice igrači mogu odraditi i do 2000 eksplozivnih poteza čime dovode srce do 85% maksimalnog opterećenja te mogu podići razine laktata u mišićima sa 2,7 do 6,8 mmol (Stojanović i sur., 2017). Uz adekvatnu snagu i produkciju sile, brzina i agilnost su ključ dobrih rezultata te su zbog toga proizvodnja ATP-a i procesi glikolize prijeko potrebni. Na kraju svega bitan je i proces oporavka od stresa koji mora biti brz i efektivan zbog velikog broja utakmica u jednoj natjecateljskoj sezoni (Calleja-González i sur., 2016). Sukladno navedenom, pravilna prehrana je najčešće ključ dobrog oporavka.

Pravilna prehrana pomaže u održavanju fizičkih i kognitivnih performansi (Klody Nielsen i sur., 2020; Sygo i sur., 2019), pomaže u oporavku od ozljeda i posljedično brzom povratku na teren (Beck i sur., 2015). Zbog toga plan prehrane mora biti usko vezan s jedinstvenosti svakog igrača, pozicijama koje igrači igraju, njihovim opterećenjima i naposljetku osobnim preferencijama. (Alkahtani i sur., 2019). Generalno, košarkaši su sportaši s velikom mišićnom masom te su zbog toga njihove energetske potrebe velike i zahtijevaju unos velikih količina hrane, pa je pametna strategija podjela na više obroka dnevno zbog lakšeg unosa (Gentle i sur., 2014).

Košarkaši oba spola, kao i drugi sportaši, bi trebali biti u kalorijskom suficitu. Cjelodnevni unos energije treba biti raspoređen tako da je potrebno ugljikohidratima unijeti 55 do 58 % cjelodnevnog unosa energije, proteinima 12 do 15 % cjelodnevnog unosa energije i mastima 25 do 30 % cjelodnevnog unosa energije (American College of Sports Medicine, 2000).

Vežano uz oporavak nakon treninga ili utakmice, ugljikohidrati bi trebali biti važna komponenta u procesu rehidracije zbog uloge u poboljšanju okusa pića i zbog njihove uloge u brzom nadopuni glikogenskih rezervi (Bishop i sur., 2008). Zbog korištenja ugljikohidrata kao primarnog izvora energije, unos ugljikohidrata i proteina utječe pozitivno na oporavak nakon treninga ili utakmica (Beelen i sur., 2010). Idealna kombinacija je unos ugljikohidrata naspram proteina sirutke 3 naprema 4 (American College of Sports Medicine, 2000). Još jedan protokol koji pomaže u

resintezi mišićnog glikogena je kombinacija ugljikohidrata, proteina i aminokiseline leucina (0,3 g/kg ugljikohidrata, 0,2 g/kg proteina i 0,01 g/kg leucina). (Koopman i sur., 2005)

Iako većinu hranjivih tvari možemo osigurati iz prehrane, dodatni suplementi mogu biti poželjni tijekom natjecateljske sezone. Sportaši se najčešće odluče na uzimanje suplemenata iz nekoliko razloga: 1. Da spriječe ili isprave neki nedostatak nutrijenta, 2. Zbog jednostavnosti unosa nutrijenata ako unos hrane u tom trenutku nije moguć, 3. Zbog direktnih ergogenih benefita i 4. Mišljenja da svaki vrhunski sportaš također koristi suplemente (Burke i sur., 2009). U Tablici 2 su prikazani neki od najvažnijih suplemenata za košarkaše i količine kojima se ostvaruju ergogeni benefiti.

**Tablica 2.** Preporučeni unosi suplemenata u košarkaša (Escribano-Ott i sur., 2022)

SUPLEMENTI	KOLIČINA
Kofein	3-6 mg/kg TM ~60 min prije aktivnosti (Ganio i sur., 2009).
Kreatin	Faza punjenja- 20 g/dan od 5 do 7 dana Faza održavanja- 3 do 5 g/dan dok traje suplementacija (Lanhers I sur., 2016).
Natrijev bikarbonat	0,2-0,4 mg/kg TM , 60 do 150 min prije aktivnosti (Siegler i sur., 2012)
Beta-alanin	65 mg/kg TM/dan podijeljeno na nekoliko dnevnih doza, suplementacija u trajanju od 10 do 12 tjedana (Saunders i sur., 2016).

### 2.3.1. Analiza prehrane košarkaša

Uz normalne nedostatke i probleme dijetetičkih metoda kao što je neprijavljanje uzimanja grickalica, preuveličavanja i podcjenjivanje unosa energije, sportaši se susreću s nekim problemima svojstvenim njima prilikom analize prehrane. U obzir treba uzeti periodizaciju sportaša (vrijeme treninga i vrijeme hranjenja), njihov unos tekućine, vegetarijanski način prehrane, gastrointestinalne probleme, suplemente i drugo. Sportaši najčešće zanemare ili zaborave ovakve stvari prilikom evaluacije njihove prehrane (Driskell i Wolinsky, 2016) .

Prilikom analize dnevnika prehrane španjolskih košarkaša i košarkašica starijih od 18 godina uviđena je velika razlika između spolova u unosu željeza i vlakana. Prilikom analize unosa makronutrijenata muškarci su konzumirali  $2,7 \pm 0,8$  g/kg/dan ugljikohidrata dok je unos proteina

bio  $1,4 \pm 0,4$  g/kg/dan. Za žene su te vrijednosti bile oko  $1,4 \pm 0,4$  g/kg/dan ugljikohidrata dok su proteini isto bili  $1,4 \pm 0,5$  g/kg/ dan. Tablica 3 pokazuje srednje vrijednosti dobivene iz 24-satnog prisjećanja. U njoj je prikazano kako je većim dijelom stvarni unos makro- i mikronutrijenata većinom manji od preporučenog. (Zamora i Belmonte, 2020)

**Tablica 3.** Postotak košarkaša koji su unosili svoje preporučene unose makro i mikronutrijenata (Zamora i Belmonte, 2020)

	Preporučen unos ( % )	Muškarci	Žene
Energija	<100	82.4	92.9
	≥100	17.6	7.1
Proteini	<100	82.4	71.4
	≥100	17.6	28.6
Ugljikohidrati	<100	100.0	92.9
	≥100	0	7.1
Folna kiselina	<100	76.5	86.7
	≥100	23.5	13.3
Kalcij	<100	82.4	86.7
	≥100	17.6	13.3
Cink	<100	76.5	80.0
	≥100	23.5	20.0
Vlakna	<100	52.9	86.7
	≥100	47.1	13.3
Fosfor	<100	0	6.7
	≥100	100	93.3
Željezo	<100	11.8	66.7
	≥100	88.2	33.3
Magnezij	<100	64.7	73.3
	≥100	35.3	26.7
Niacin	<100	5.9	6.7
	≥100	94.1	93.3
Vitamin A	<100	82.4	60.0
	≥100	17.6	40.0
Vitamin B	<100	11.8	26.7
	≥100	88.2	73.3
Vitamin B12	<100	5.9	20.0
	≥100	94.1	80.0
Vitamin B2	<100	41.2	6.7
	≥100	58.8	93.3
Vitamin B6	<100	5.9	13.3
	≥100	94.1	86.7
Vitamin C	<100	29.4	26.7
	≥100	70.6	73.3
Vitamin D	<100	76.5	100.0
	≥100	23.5	0
Vitamin E	<100	41.2	40.0
	≥100	58.8	60.0

### 2.3.2. Dijetetičke metode za procjenu unosa hrane i pića

Metode procjene prehrane ili dijetetičke metode se mogu provoditi u različite svrhe, za istraživanje, razvoj novih proizvoda, pri procjeni različitih programa za poboljšanje zdravlja ljudi i druge. Procjena prehrane pojedinca se može provoditi i za usporedbu prosječnog unosa hranjivih tvari između različitih skupina ljudi ili u svrhu procjene unosa samog pojedinca. Dijetetičke metode se dijele na direktne i indirektne metode. Indirektne koriste sekundarne podatke poput zalihe hrane ili izdatke za hranu da bi se procijenila dostupnost hrane. Direktne metode uzimaju u obzir podatke o prehrani pojedinca (Šatalić i Jirka Alebić, 2008). Retrospektivne metode uključuju 24- satno prisjećanje), upitnik o učestalosti konzumiranja hrane i pića (engl. *Food frequency questionnaire, FFQ*) i povijest prehrane. Ovisi o pamćenju pojedinca i njihovoj sposobnosti da se sjete svega što su konzumirali. S druge strane

prospektivne metode se provode u realnom vremenu i uključuju duplikat dijetu, dnevnik prehrane i dnevnik prehrane uz vaganje i zahtijevaju veliku predanost i posvećenost ispitanika. Budući da se dijetetičke metode provode u različite svrhe, prije odabira prikladne metode potrebno je definirati vrstu, dizajn i cilj istraživanja te razinu tehničkih i financijskih uvjeta. Najbitnije je uzeti u obzir da izabrana metoda ne izaziva preveliko opterećenje, ali da istovremeno polučiti pouzdane i točne informacije o prehrani pojedinca (Štalić i Jirka Alebić, 2008).

Jedna od dijetetičkih metoda za praćenje unosa hrane je dnevnik prehrane. Dnevnik prehrane se provodi na način da ispitanik zapisuje količinu i vrstu konzumirane hrane neposredno prije ili nakon konzumacije. Dnevnici prehrane se najčešće provode 1 do 7 dana, a najčešće se provode 3 dana od čega su dva kroz tjedan te 1 vikendom. U dnevniku prehrane unos hrane i pića se može iskazati prema porcijama (npr. 1 jabuka srednje veličine, 1 limenka soka...) i prema kućanskom posuđu (npr. 1 šalica mlijeka, 1 žlica ulja...). Međutim, najpreciznije je da se hrana i piće važe kuhinjskom vagom što zahtijeva veću suradnju samih ispitanika. Procjena koristeći posuđe i porcije se pokazalo dovoljno učinkovito prilikom istraživanja, jer postoji mogućnost da vaganje hrane nekim ispitanicima može biti naporno (Lee i Nieman, 2012). Dnevnik prehrane ne ovisi o memoriji ispitanika jer u idealnim uvjetima ispitanik zapisuje sve što je popio i pojeo. Ujedno dnevnik od više dana je vjerniji pokazatelj stvarnog unosa nego što je to metoda 24-satnog prisjećanja ili jednodnevni dnevnik prehrane (Thompson i Subar, 2017). Dnevnici prehrane imaju neke nedostatke, zahtijevaju pismenog i voljnog ispitanika koji može odvojiti vrijeme i napor za pažljivije praćenje svega što jede i pije. Upravo zato takva osoba možda nije pravi primjer za populaciju. Čak i najmotiviraniji ispitanici nakon nekoliko dana mogu smanjiti količinu hrane i pića koje su konzumirali ili pojednostaviti recepte radi lakšeg zapisivanja namirnica. Zato dnevnik prehrane može prikazati značajno manji unos energije i nutrijenata (van Staveren i Ocke, 2006).

Još jedna metoda bilježenja unesene hrane i pića je 24-satno prisjećanje. Ne mora nužno biti prisjećanje prijašnjeg dana već može biti i unazad 7 dana, ali tada dolazi do mogućnosti zaboravljanja neke hrane ili pića koja je bila konzumirana (Thompson i Subar, 2017). Uz zapisivanje odgovora ispitanika, sami istraživač pomaže sudionicima da se prisjete svega što su unijeli postavljajući im pitanje i predlažući veličine porcije koje su pojeli i popili. Ova metoda najčešće počinje tako da se provjeri što je ispitanik konzumirao neposredno nakon buđenja te

kroz cijeli dan do odlaska na spavanje. Postavljanjem pitanja o provedenim aktivnostima toga dana pomaže da se ispitanici sjete nekih grickalica ili hrane i pića koje se lako zametnu, a često budu vezane upravo uz tu aktivnost, kao npr. konzumacija grickalica dok se gleda televizija (Lee i Nieman, 2012). Nekoliko je prednosti ove metode, a to su što je jeftina, jednostavno i brzo se provodi (unutar 20 minuta). Vrlo lako se mogu dobiti informacije o hrani koja se pojela i često uz bilježenje brendova hrane te se tako lako može provjeriti nutritivna deklaracija. Ovisi o kratkotrajnom pamćenju i vrlo je prihvaćena jer ne zahtjeva veliku predanost od strane ispitanika (Zimmerman i sur., 2009). Uz te očite prednosti, ova metoda ima i neke nedostatke. Ispitanici mogu promijeniti neke informacije ili zadržati za sebe određenu hranu i piće ili zbog loše memorije ili zbog neugodnosti jer im je cilj zadiviti ili udovoljiti osobe koje provode ispitivanje. Najčešće osobe umanje količinu hrane ako su imali fazu prejedanja ili smanje količinu alkohola koju su stvarno popili. Ujedno, ispitanici često kažu da su jeli više hrane neke poznate marke ili jeli skuplji i bolji komad mesa (Lee i Nieman, 2012). Hrana koja je pojedena, a ne bude zapisana je hrana koja nedostaje, dok onu koja je zapisana, a nije pojedena se zove fantomska hrana. Unos energije često bude i veći nego što je prijavljen jer se umaci, pića i dresinzi često zaborave ili njihov unos potcijeni (Lee i Nieman, 2012).



### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. ISPITANICI

U ovom istraživanju je sudjelovalo 17 zdravih, odraslih muških profesionalnih košarkaša iz iste košarkaške ekipe, prosječne dobi  $18,44 \pm 0,70$  godina, prosječne tjelesne visine  $193,6 \pm 6,35$  cm i prosječne tjelesne mase  $85,28 \pm 7,65$  kg. Ispitanici koji su uzimali antibiotike u zadnja 3 mjeseca, sudionici sa tip 1 i tip 2 dijabetesom i ispitanici koji su koristili neka druga ergogena sredstva u zadnjih 30 dana od početka istraživanja su isključeni iz eksperimenta. Sudionici su odabrani iz jednog kluba, bez mogućnosti dodavanja drugih ispitanika ili dodavanja dodatnih i odvojenih treninga tijekom natjecateljske sezone da bi se uspješno eliminirala subjektivnost eksperimenta.

Svi ispitanici su imali i jutarnje i popodneve treninge. Jutarnji treninzi su se većinom bazirali na treninzima unutar teretane u trajanju od 60 do 90 minuta (ponedjeljak, utorak, četvrtak i petak) dok su popodnevni treninzi bili vezani uz timski rad na teretanu u trajanju 90 do 120 minuta (ponedjeljak, utorak i srijeda), a 80 do 90 minuta četvrtkom i petkom. Plan treninga je ispisan u Tablici 4.

**Tablica 4.** Raspored tjednih treninga

DANI	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
	Vrijeme	Vrijeme	Vrijeme	Vrijeme	Vrijeme	Vrijeme	Vrijeme
Prvi trening	9:00-10:30	9:00-10:30	-	9:00-10:00	9:00-10:00	-	-
Drugi trening	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-19:30	18:00-19:30	18:00-19:20	Utakmica	-

Svake subote je bila jedna utakmica, a nedjeljom je bio isplaniran odmor. Ako je neki ispitanik morao preskočiti neki od planiranih treninga, taj se trening nadoknađivao subotom, a volumen i intenzitet treninga je morao biti isti kao u preskočenom treningu. Intenzitet treninga je bio veći u treninzima na početku tjedna, a smanjivao bi se kako bi se približavala utakmica.

Zbog sličnih tjelesnih masa i visina ispitanika u grupama koja je uzimala placebo i kontrolna grupa, mogućnost da antropometrijski parametri utječu na rezultate se višestruko smanjenje. Zbog COVID-19 mjera koje su postojale tijekom istraživanja, bilo je lakše pratiti ponašanje ispitanike dok nisu na terenu ili na treningu. Niti jedan ispitanik nije bio u izolaciji tijekom istraživanja uslijed zaraze COVID-19. Ispitanici su se trebali držati uputa prema kojima nije poželjno mijenjati prehranu 2 tjedna prije početka, a ni tijekom trajanja istraživanja. Svi ispitanici su dali svoje privole da budu dio ovog istraživanja. Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije grupe: eksperimentalna koja je suplementirana s vlaknima i kontrolna grupa koja je uzimala placebo.

### **3.2. DIZAJN ISTRAŽIVANJA**

Ovo je bilo duplo slijepo istraživanje gdje je neovisni statističar bio zadužen za nasumičnu podjelu ispitanika u dvije grupe, kao i dodjelu aktivne komponente odnosno placeba svakom od ispitanika. Istraživanje je trajalo ukupno 4 tjedna, tijekom kojih su obje grupe bile neprestano suplementirane s prehranbenim vlaknima ili placebo ( maltodekstrin). Početna testiranja prije početka suplementacije su bila sastavljena od antropometrije, testova kojima su se procjenjivali eksplozivna snaga i aerobne i anaerobne mogućnosti. Nakon 4 tjedna suplementacije vlaknima tijekom natjecateljske sezone provedene su ta ista mjerenja da bi se uočile moguće razlike prije i poslije primijenjenog protokola. Suplementacija vlaknima je provedena tijekom natjecateljske sezone da se smanji mogućnosti poboljšanja aerobnih i anaerobnih performansi koje je moguće tijekom mijenjanja volumena i intenziteta treninga u pred natjecateljskoj fazi sezone. Nakon svakog treninga ili utakmice sudionici su poslali svoj subjektivni osjećaj umora (*RPE*) na skali koja je bila vezana s tim treningom ili utakmicom, poslanoj preko mobilne aplikacije za dopisivanje (Williams, 2017 ; Arney i sur., 2019). Borgova CR10 je imala skalu od 0 do 10. *RPE* skala je alat koji se koristi kako bi se pratio subjektivan odgovor na trening, kao metoda određivanja fizičkog napora tijekom treninga (Hampson i sur., 2001). Originalna *RPE* skala je prvi put razvijena prije 40-tak godina i primarno je korištena da bi se pratio aerobno opterećenje, ali sada se uvelike koristi za različita opterećenja kod sportaša (Borg, 1970; Crawford i sur., 2018).

### 3.3. MATERIJALI

Grupa koja je konzumirala prehrambena vlakna je uzimala proizvod komercijalnog naziva Nutriose® dobiven iz kukuruza i koji je općenito vrlo dobro podnošljiv u gastrointestinalnom traktu te nisu dosad uočene nikakve alergijske reakcije na njega. Ovo se topivo prehrambeno vlakno (na 10 g) sastoji od manje od 0,3 % proteina, 0 g masti, manje od 15% mono i disaharida, manje od 0,5 % sulfatnog pepela te 8,5 g dekstrina. Svi sudionici su bili odabrani nasumičnim odabirom. Eksperimentalna je grupa (n = 9) konzumirala ukupno 20 g ovog proizvoda podijeljeno u dvije doze od po 10 g i tako 4 tjedna ukupno. Kontrolna grupa (n = 8) uzimala ugljikohidrate u obliku maltodekstrina na isti način i u istim pakiranjima. Ključno je bilo i odabrati kontrolni suplement koji je sličan i teksturom, topljivošću, okusom i konzistencijom kao što je Nutriose®.

U ovom radu maltodekstrin i Nutriose® su uzimani nakon svakog treninga (2 treninga dnevno) i to uz prisustvo istraživača koji nije bio upoznat sa sastavom svake vrećice u kojoj se nalazio određeni suplement. U slučaju kada ispitanici nisu imali trening ili na dan odmora (nedjelja), ispitanici su trebali uzimati suplement sami uz prilaganje slike prazne vrećice u kojoj se nalazila prebiotička vlakna ili maltodekstrin prema instrukcijama koje su dobili dan ranije, a komunikacija se odvijala preko mobilnih aplikacija za dopisivanje.

### 3.4. METODE

#### 3.4.1. Antropometrijske metode

Od antropometrijskih mjerenja provedena su mjerenja tjelesne mase, tjelesne visine i debljine kožnih nabora prema standardnim metodama. Ispitanicima je izmjerena tjelesna visina i tjelesna masa u donjem rublju. Tjelesna masa je izmjerena na oktopolarnoj vagi (OMRON BF – 511) preciznošću  $\pm 0,1$  kg, a visina na antropometru preciznošću  $\pm 0,1$  cm.

Mjere kožnih nabora uzete pomoću kalipera s preciznošću od  $\pm 0,2$  mm (Harpenden), na desnoj strani tijela. Kožni nabor je mjeran na 7 mjernih točaka: subskapularni nabor, nabor na bicepsu, nabor prsa, nabor abdomena, suprailiačni nabor, nabor bedra i aksilarni nabor.

Udio masnog tkiva dobiveno je preko formule za gustoću tijela (Jackson i Pollock, 1985) te formule Brozek i sur. (2006). Formula za gustoću tijela:

$$G = 1,11200000 - 0,00043499*(X_1) + 0,00000055*(X_1)^2 - 0,00028826*(\text{god}) \quad [1]$$

G = gustoća tijela

X<sub>1</sub> = sumu 7 kožnih nabora

GOD = starosna dob u godinama ispitanika

Formula za udio masnog tkiva:

$$\text{masno tkivo (\%)} = \left( \frac{4,57}{G} - 4,142 \right) * 100 \quad [2]$$

G = gustoća tijela

### 3.4.2. Dijetetičke metode

Kako bi se analizirala povezanost unosa prehrambenih vlakana sa smanjenom ili povišenom percepcijom umora potrebno je bilo zabilježiti prehranu svih sportaša koji su sudjelovali u ovom eksperimentu. Za to su bile korištene dvije dijetetičke metode.

Prva metoda je bio dnevnik prehrane koja se provodila tri uzastopna dana prije provođenja istraživanja. Ispitanicima su date upute za vođenje dnevnika prehrane vaganjem ili kako da izražavaju količinu konzumirane hrane kuhinjskim posuđem (šalica, žlica, tanjur, zdjelica). Ujedno, ako su konzumirali već gotovu hranu koja je zapakirana ili mjerena na komade i takve proizvode su zapisivali u svoj dnevnik (npr. banana, proteinske pločice). Za sve prehrambene proizvode bilo je potrebno navesti proizvođača. Druga metoda koja je korištena jest 24-satno prisjećanje u dva uzastopna dana tijekom intervencije. Dobiveni podaci koristili su se kao kontrola za unos količine vlakana. Ispitanici su bili kontaktirani za potrebe provođenja eksperimenta i eventualnih nejasnoća putem mobilnih mreža za dopisivanje ili preko e-maila.

Unos vlakana procijenjen dnevnikom prehrane i 24-satnim prisjećanjem analiziran je pomoću Američkih tablica s kemijskim sastavom hrane (USDA, 2015). Dobiveni podaci su korišteni za procjenu povezanosti unosa vlakana sa subjektivnom osjećajem umora. Nadalje, unos energije i hranjivih tvari, izuzev vlakana, iz dnevnika prehrane i 24-satnog prisjećanja analiziran je pomoću računalnog programa „Prehrana“ ( Infosistem d.d. , Zagreb, Hrvatska ) koji se bazira na nacionalnim tablicama s kemijskim sastavom hrane i pića (Kaić Rak i Antonić, 1990). Po potrebi baza je suplementirana vrijednostima hranjivih tvari iz danske tablica sa kemijskim sastavom hrane (Danish Food Composition Database). Nutritivne vrijednosti svih prehrambenih proizvoda s hrvatskog tržišta koje su ispitanici konzumirali, a ne nalaze se u nacionalnim tablica

s kemijskim sastavom hrane i pića namirnice, nadopunjene su s deklaracije proizvoda u program Prehrana.

### 3.4.3. Statističke metode

Sve numeričke varijable su izražene kao srednja vrijednost i standardna devijacija, a kategorijske su kao postotci. ANOVA 2x2 test je bio korišten za analizu varijabli između prvog i zadnjeg mjerenja unutar svake grupe i između grupa. Statistički program Statistica ver. 13.0 (Tulsa, OK, United States) je korišten za sve analize. RPE varijable su analizirane sa višefaktorskim ANOVA testom s ponavljanjem. Razlika između grupa u unosu makro i mikronutrijenata je mjerena Studentskim t-testom sa zajedničkom varijancom te je provjeravan preduvjet toga, a to je da omjer varijanci ne premašuje graničnu F vrijednost. U svim testiranjima je  $p < 0,05$ . Pearsonova korelacije je provedena između unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora, pri čemu su značajne varijable bile ako je  $R^2 > 0,5625$ .

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Opće karakteristike ispitanika

Svi košarkaši, ispitanici u obje grupe su bili slične dobi oko 18 god. i u prosjeku imali više od 80 kg te prosječne visine 190 cm. Svojim indeksom tjelesne mase spadaju u normalni stupanj uhranjenosti (Tablica 5), a udjelom masnog tkiva mjerenim kaliperom u normalan raspon za košarkaše njihove dobi (Sansone i sur., 2022). Po svim antropometrijskim parametrima (visinom, masom i udjelom masnog tkiva) su slični drugim košarkašima iz sličnih istraživanja (Boone i Bourgois, 2013). Razlike između eksperimentalne grupe i kontrolne grupe prije početka intervencije nisu bile značajne.

**Tablica 5.** Opis ispitanika

Varijabla	POČETAK	
	Eksperimentalna grupa	Kontrolna grupa
Godine (god)	Medijan $\pm$ SD 18,33 $\pm$ 0,22	Medijan $\pm$ SD 18,56 $\pm$ 0,69
Tjelesna masa (kg)	87,7 $\pm$ 9,31	82,86 $\pm$ 4,95
Tjelesna visina (cm)	195,5 $\pm$ 30,72	191,61 $\pm$ 32,59
Udio masnog tkiva (%)	8,93 $\pm$ 2,57	8,97 $\pm$ 2,34
ITM	22,94 $\pm$ 2,19	22,62 $\pm$ 1,94

## 4.2. Unos prehrambenih vlakana i njihov utjecaj na razinu umora

Dijetetičke metode kao što je dnevnik prehrane i 24- satno prisjećanje su korištene kako bi se odredio ukupan unos prehrambenih vlakana prije i tijekom intervencije (Tablica 6).

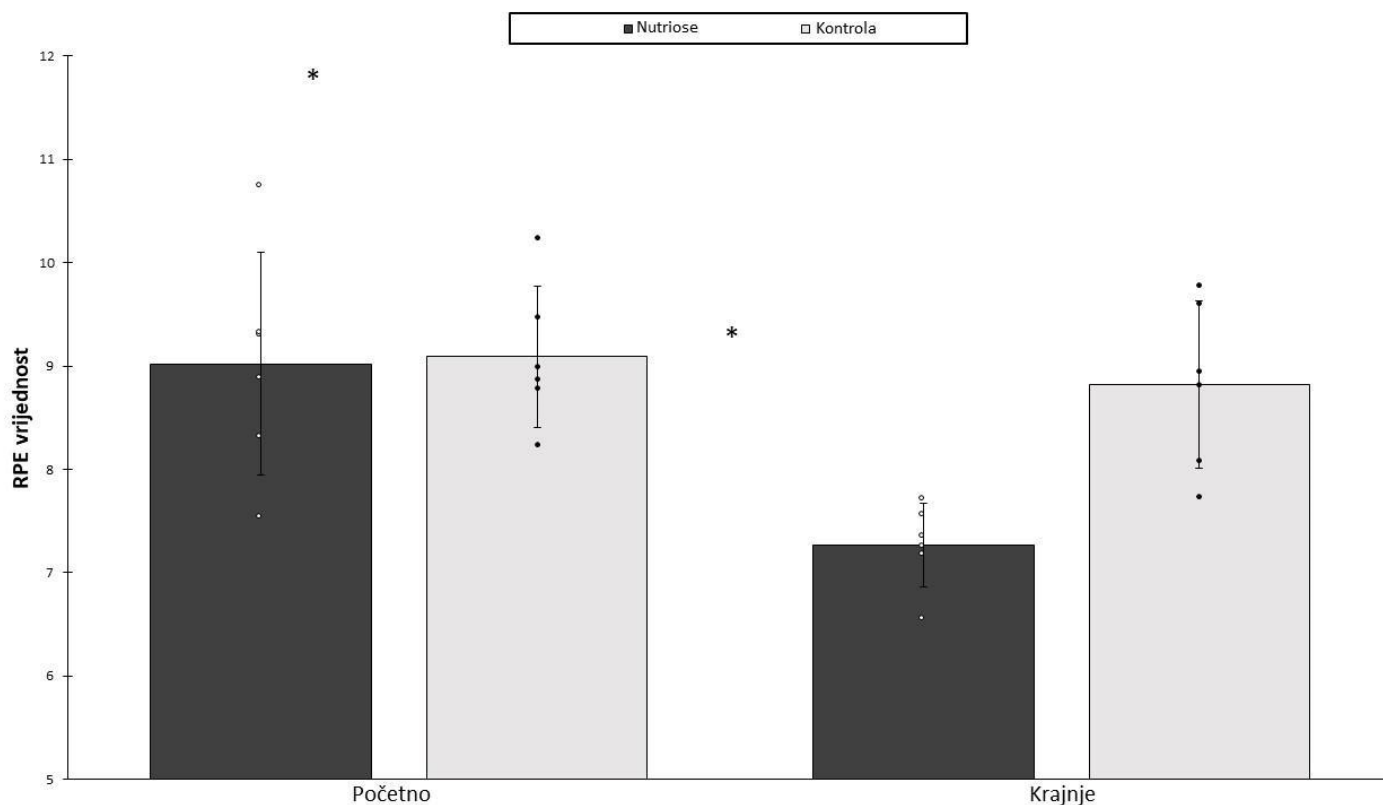
**Tablica 6.** Unos vlakana kroz cijelo istraživanje

	Ukupna prehrambena vlakna (1)	Ukupna prehrambena vlakna (2)	Ukupna prehrambena vlakna + Nutriose® (3)
	Medijan ± SD	Medijan ± SD	Medijan ± SD
Intervencijska grupa	28,43 ± 11,76	29,63 ± 11,25	46,63 ± 11,25
Kontrolna grupa	24 ± 8,39	22,42 ± 8,15	22,42 ± 8,15

(1) – Prosječan ukupan unos prehrambenih vlakana izračunat iz 3- dnevnog dnevnika prehrane prije početka intervencije , (2) – prosječan ukupan unos prehrambenih vlakana izračunat iz 24-satnih prisjećanja provedenih u sredini intervencije , (3) – Ukupan unos prehrambenih vlakana tijekom intervencije s suplementacijom (Nutriose® ili kontrola u obliku maltodekstrina).

Razlika u unosu prehrambenih vlakana između eksperimentalne i kontrolne grupe je zanemariva i nije statistički značajna. Obe grupe sa svojim unosom prehrambenih vlakana spadaju u normalan preporučeni raspon za unos prehrambenih vlakana (U.S. Department of Agriculture, 2015). Suplementacijom je eksperimentalna grupa povećala svoj unos prehrambenih vlakana na preporučene ili više od preporučenih vrijednosti, dok je unos kontrolne grupe bio na prosječnoj razini.

Analizom dnevnika prehrane i 24-satnih prisjećanja se može zaključiti da je njihov unos bio malo veći nego u drugih košarkaša na njihovoj razini (Zamora i Belmonte, 2020). Što se tiče prehrambenih vlakana, preporuke se za sportaše ne razlikuju od opće populacije i nijedna istraživanje ne pokazuju značajni utjecaj prehrambenih vlakana na povećanje mišićne mase ili smanjenje potkožnog masnog tkiva (USDA, 2015).



\*Statistička značajnost u eksperimentalnoj grupi \*  $p < 0,05$  naspram kontrolne grupe  
Vrijednosti su prikazane kao medijan i kao zasebni podaci.

**Slika 2.** Utjecaj Nutriose® na subjektivni osjećaj umora (RPE), kraj i početak istraživanja .

Utjecaj Nutriose® prehrambenih vlakana i kontrole u obliku maltodekstrina na osjećaj umora (RPE) tijekom intervencije je prikazano na slici 2. RPE vrijednosti u eksperimentalnoj grupi se razlikuju prije i poslije intervencije ( $9,02 \pm 1,08$  , a poslije  $7,27 \pm 0,40$ ) i razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe na kraju intervencije ( $7,27 \pm 0,40$  naspram  $8,82 \pm 0,81$ ). Višefaktorski ANOVA test s ponovljenim mjerenjem je pokazao da je grupa imala značajni utjecaj na rezultate ( $p=0,0193$ ,  $F=6,472$  s  $F_{crit}=4,351$ ). Također, u slučaju RPE-a, prikazana je značajna razlika u rezultatima prije i poslije intervencije ( $p=0,0049$ ,  $F=10,019$  s  $F_{crit}=4,351$ ). Ujedno, postojala je i značajna interakcije između grupa prije i poslije ( $p=0,0313$ ,  $F=5,3607$  s  $F_{crit}=4,351$ ).

U posljednjim godinama upotreba nove tzv. funkcionalne hrane je dobila dosta pozornosti zbog moguće prevencije i liječenja pretilosti i njegovih komorbiditeta. Među njima su se našli i neprobavljiva prebiotička vlakna koja su fermentirana od strane crijevne mikroflore i povezana su s poboljšanjem u zdravlju, a pogotovo su posebno proučavani fruktani poput inulina i



galaktooligosaharidi (Gibson i sur., 2017). Fruktani su lanci od 3 do 60 molekula D-fruktoze, koje su povezane  $\beta(2,1)$  glukozidnim vezama i većinom imaju D-glukoznu jedinicu na jednom kraju (Carabin i Flamm, 1999). Fruktani s manje od 10 fruktoznih jedinica se većinom zovu oligofruktozom ili fruktooligosaharidima. Ova prebiotska vlakna se fermentiraju u kratkolančane masne kiseline koje se mogu vezati na receptore u stanicama crijeva i mogu izazvati pojačano lučenje crijevnih hormona (Cummings i sur., 1987 ; Corrêa-Oliveira i sur., 2016). Posljedično, ovi hormoni mogu regulirati apetit tako da utječu na mozak i na gastrointestinalni trakt. Različita prebiotička vlakna mogu različito utjecati na razne bakterijske kulture u crijevima pa je zato različita jačina utjecaja na regulaciju apetita. Randomizirana kontrolirana istraživanja su pokazala poželjan učinak prebiotika na regulaciju apetita, supresiju unosa kalorija i na gubitak tjelesne mase (Liber i Szajewska, 2013 ; John i sur., 2018).

Neka istraživanja su uočila da intervencija s prebiotičkim vlaknima može ovisiti o početnom stanju mikrobiote i metaboličkom fenotipu te da inzulin rezistentni pojedinci mogu imati drugačije rezultate od inzulin ovisnih ispitanika (Blaak i sur., 2020). Topiva vlakna zbog svog utjecaja na metabolizam i mikrobiote i domaćina mogu pospješiti rast „zdravih“ bakterija u crijevima i proizvodnju metabolita poput kratkolančanih masnih kiselina (Adams i sur., 2018). Kratkolančane masne kiseline mogu biti signal za poticanje metabolizma nekih drugih supstrata (Carey i Montag, 2021). U jedinom istraživanju koje je mjerilo koncentraciju kratkolančanih masnih kiselina u fecesu je zaključeno da sportaši imaju veću koncentraciju masnih kiselina u fecesu nego što je imala kontrolna grupa u kojoj su se nalazili predstavnici normalne populacije (Morrison i Preston, 2016). Poznato je da se kratkolančane masne kiseline također koriste izravno u skeletnim mišićima kao gorivo i da postoje receptori za njih kroz cijeli živčani sustav (Barton i sur., 2017).

Utjecaj topivih vlakana na RPE u sportaša dosad nije bila tema prevelikog broja istraživanja (Burgess i sur., 1991; Prusaczyk i sur., 1992). Ovo istraživanje je pokazalo statistički značajno smanjenje RPE-a vrijednosti unutar eksperimentalne grupe u odnosu na kontrolnu grupu kao posljedicu suplementacije vlaknima. Stoga se da zaključiti da unos Nutriose® topivih prehrambenih vlakana u trajanju od 4 tjedna , 2 puta dnevno po 10 g ( ukupno sadržava 17 g prehrambenih vlakana) dovodi do smanjenja subjektivnog osjećaja umora u grupi koja je konzumirala prehrambena vlakna. Jedno od mogućih objašnjenja ovih rezultata nalazi se u učinku kratkolančanih masnih kiselina na metabolizam, ali interesantno bi bilo i izmjeriti

količine masnih kiselina u krvi tijekom treninga i natjecanja dok traje intervencija.

Kontrolna grupa je koristila maltodekstrin koji je u nekim novijim istraživanjima također mogući modulator crijevne mikroflore (Arnold i Chassaing, 2019), pa bi i to trebali ispitati u budućem radu. Istraživanja su pokazala da maltodekstrin isto može imati utjecaj na crijevnu mikrobiotu (Almutairi i sur., 2022 ; Laudisi i sur., 2019), ali svejedno je najkorišteniji placebo ili kontrolni suplement kada se istražuju svojstva prebiotičkih vlakana (Kolida i sur., 2007). Maltodekstrin povećava populaciju *Escherichia coli* bakterija u ileumu i potiče enterokolitis, što je uočeno na animalnim studijama (Thymann i sur., 2009). Uz to, zapaženo je da maltodekstrin povećava staničnu adheziju *E.coli* i u *in vivo* istraživanjima se pokazalo da povećava količinu bakterija slijepog crijeva u miševa, ali da nije maltodekstrin zaslužan za poticanje bolesti (Nickerson i sur., 2014).

Iako sportska aktivnost ima pozitivni utjecaj na kompoziciju crijevne mikrobiote, manjak istraživanja na ljudima dovodi u pitanje poveznicu zdravlja crijeva i utjecaja na sportske performanse. Mogući nedostatak ovog istraživanja može biti i količina topivih vlakana koju su konzumirali ispitanici u eksperimentalnoj grupi, koja može biti ispod individualnih potreba crijevne mikrobiote nekih ispitanika.

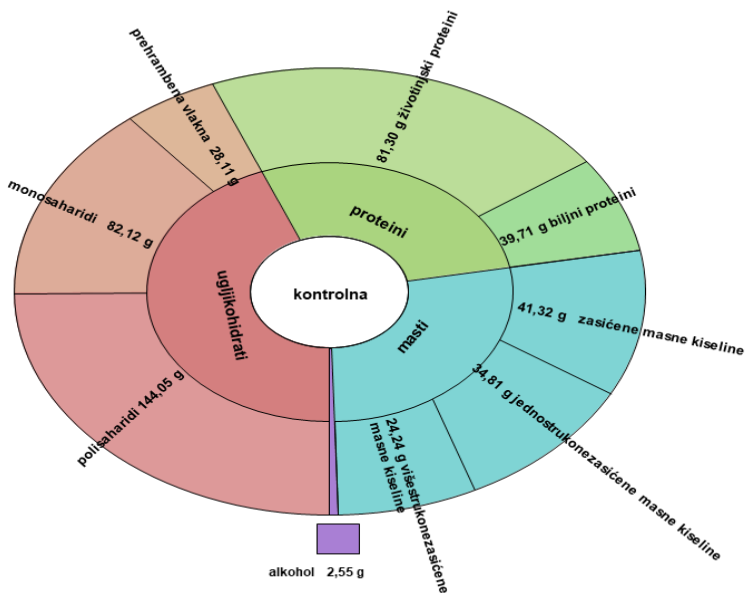
### **4.3. Unos energije i hranjivih tvari**

Dnevni unos energije u ispitanika u ovom istraživanju u kontrolnoj grupi je bio  $2890,55 \pm 972,48$  kcal dok unos u interventnoj skupini je iznosio  $3709,60 \pm 893,67$  kcal. Ispitanici u intervencijskoj i kontrolnoj skupini su se razlikovali s obzirom na prosječan dnevni unos energije.

Na Slici 3. i Slici 4. prikazan je prosječan dnevni unos makronutrijenata i alkohola u kontrolnoj i intervencijskoj skupini. Nije uočena statistički značajna razlika pri unosu većine makronutrijenata i alkohola, izuzev u unosu ukupnih proteina, životinjskih proteina i masti. Naime, ispitanici u intervencijskoj skupini u prosjeku dnevno unose više ukupnih proteina ( $172,5 \pm 48,9$  g na dan vs.  $122,5 \pm 35,1$  g na dan;  $p=0,030$ ), životinjskih proteina ( $124,6 \pm 46,3$  g na dan vs.  $81,3 \pm 25,0$ ;  $p=0,032$ ) i masti ( $175,4 \pm 34,9$  g na dan vs.  $127,6 \pm 41,0$  g na dan;  $p=0,020$ ).



**Slika 3.** Prosječan dnevni unos makronutrijenata i alkohola u ispitanika (n=9) u intervencijskoj skupini



**Slika 4.** Prosječan dnevni unos makronutrijenata i alkohola u ispitanika (n=8) u kontrolnoj skupini

Prilikom analize dnevnika prehrane velikog broja elitnih sportaša adolescentne dobi koji su trenirali košarku rezultati su pokazali sličnost sa prehranom košarkaša u ovom istraživanju (Ghiasvand i sur., 2017). U drugom istraživanju provedenom na uzorku od 252 ispitanika od kojih je bilo 45 % ženskih i muških košarkaša, gdje su se analizirali njihovi dnevnici prehrane, uočeno je sličnost njihovog unosa energije i makronutrijenata s unosom košarkaša iz ovog istraživanja. Omjeri makronutrijenata koje su konzumirali u tom istraživanju su bili (52 % ugljikohidrata, 32 % masti i 15 % proteina ) i time je pokazana sličnost s unosom ispitanika iz ovog istraživanja.

U Tablici 7 prikazan je prosječan dnevni unos odabranih vitamina i mineralnih tvari na osjećaj umora. Iz priloženih rezultata primjećuje se da ispitanici u intervencijskoj skupini ( $1357,37 \pm 477,22$  mg na dan) prosječno dnevno unose značajno više ( $p=0,024$ ) kalcija naspram ispitanika u kontrolnoj skupini ( $873,03 \pm 275,44$  mg na dan). Unos ostalih vitamina u mineralnih tvari se ne razlikuje značajno između skupina.

**Tablica 7.** Unos mikronutrijenata u interventnoj i kontrolnoj skupini <sup>1</sup>

<i>Hranjive tvari</i>	<b>Interventna skupina (n=8)</b>	<b>Kontrolna skupina (n=9)</b>	<b>p-vrijednost<sup>2</sup></b>
<i>Natrij (mg)</i>	6636,23 ± 2436,98	4900,74 ± 1986,96	0,131
<i>Kalcij (mg)</i>	1357,37 ± 477,11	873,03 ± 275,44	0,024
<i>Magnezij (mg)</i>	592,75 ± 233,25	416,30 ± 167,70	0,097
<i>Željezo (mg)</i>	18,04 ± 8,26	12,68 ± 5,63	0,144
<i>Tiamin (vitamin B<sub>1</sub>) (mg)</i>	1,67 ± 0,66	1,07 ± 0,50	0,054
<i>Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) (mg)</i>	1,93 ± 1,01	1,29 ± 0,60	0,139
<i>Niacin (vitamin B<sub>3</sub>) (mg)</i>	28,2 ± 12,80	19,94 ± 7,77	0,134
<i>Piridoksin (vitamin B<sub>6</sub>) (mg)</i>	2,41 ± 1,27	1,98 ± 0,98	0,455

<sup>1</sup> Varijable su prikazane kao srednja vrijednost ± standardna devijacija. <sup>2</sup> Razlika između grupa testirana je pomoću Studentovog t-testa.

Prosječan unos svih mikronutrijenata je iznad preporučenih unosa, neki u većoj količini iznad neki u manjoj, ali ne predstavljaju nikakav rizik za zdravlje u ovom slučaju kod sportaša (USDA, 2015).

U istraživanju Nikić i sur. (2014) , gdje su ispitanici također bili košarkaši na juniorskoj razini je pokazano kako su unosi mikronutrijenata jako slični sa unosom ispitanika u ovom istraživanju, tako da time ne odstupaju od opće populacije košarkaša.

#### **4.4. Povezanost unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora**

U Tablicama 8 i 9 prikazana je povezanost unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora s obzirom na vrstu trenažnog procesa ispitanika tj. je li umor subjektivno procjenjivan nakon timskog treninga ili kondicijskog treninga. Iz priloženih podataka može se primijetiti da unos energije i odabranih hranjivih tvari nije povezan s osjećajem umora.

**Tablica 8.** Povezanost unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora nakon timskog treninga <sup>1</sup>

<b>Parametri</b>	<b>Intervencijska skupina (n=9)</b>	<b>Kontrolna skupina (n=8)</b>
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Energija	0,0448	0,0097
Ukupni protein	0,1501	0,3286
Životinjski protein	0,1508	0,5557
Biljni protein	0,0031	0,0006
Masti	0,0405	0,0134
Zasićene masne kiseline	0,0548	0,0065
Jednostrukonezasićene masne kiseline	0,0857	0,0332
Višestrukonezasićene masne kiseline	0,0200	0,0433
Ugljikohidrati	0,0079	0,0056
Monosaharidi	0,0351	0,0266
Polisaharidi	0,0180	0,1785
Vlakna	0,1544	0,0724
Alkohol	0,0034	0,0557
Natrij	0,2407	0,0828
Kalcij	0,0082	0,0015
Magnezij	0,006	1E-06
Željezo	0,126	0,0229
Tiamin	0,1131	0,0668
Riboflavin	0,0322	0,0641
Niacin	0,0001	0,3263

<sup>1</sup> Povezanost između parametara s osjećajem umora testirana je pomoću Pearsonove korelacije ( $R^2 > 0,5625$ )

**Tablica 9.** Povezanost unosa energije i hranjivih tvari s osjećajem umora nakon kondicijskog treninga <sup>1</sup>

<b>Parametri</b>	<b>Intervencijska skupina (n=9)</b>	<b>Kontrolna skupina (n=8)</b>
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Energija	0,0113	0,0175
Ukupni protein	0,2996	0,0274
Životinjski protein	0,2962	0,0052
Biljni protein	0,0081	0,0403
Masti	0,2014	0,0029
Zasićene masne kiseline	0,1497	0,0142
Jednostrukonezasićene masne kiseline	0,2495	0,1319
Višestrukonezasićene masne kiseline	0,3545	0,0013
Ugljikohidrati	0,016	0,0137
Monosaharidi	0,089	0,0007
Polisaharidi	0,0254	0,0939
Vlakna	0,0023	0,2137
Alkohol	0,0138	0,0388
Natrij	0,0407	0,1019
Kalcij	0,1983	0,0149
Magnezij	0,0255	0,1239
Željezo	0,049	0,4282
Tiamin	0,0822	0,307
Riboflavin	0,0011	0,5608
Niacin	0,1476	0,0098

<sup>1</sup> Povezanost između parametara s osjećajem umora testirana je pomoću Pearsonove korelacije ( $R^2 > 0,5625$ )

U metabolizmu, makronutrijenti služe kao gorivo da bi se održao biokemijski i strukturalni integritet tijela, za obavljanje fizičke aktivnosti i za stvaranje novog tkiva (Ross i sur., 2012). Svi vitamini B skupine osim folata su uključeni u barem jedan dijelova sustava za proizvodnju energije unutar stanice (Depeint i sur., 2006). Željezo je dio porfirinskog prstena hem enzima i bitan je za proizvodnju energije u stanicama (Ross i sur., 2012). Magnezij ima bitnu ulogu u proizvodnji i korištenju ATP-a. Svaka se molekula ATP veže za magnezijev ion da bi se stvorio njegov najiskoristiviji biološki oblik (Ross i sur., 2012). Upravo zato su ovi makronutrijenti i uz

njih mikronutrijenti bili izabrani da bi se provjerilo ima li neki od njih utjecaja na percepciju umora u sportaša, ali korelacijom se pokazalo da nisu imali nikakav značajan utjecaj na smanjenje osjećaja umora. Velika prednost ovog istraživanja je bila da je jedno od rijetkih koje proučavaju utjecaj i povezanost unosa prehrambenih vlakana na subjektivni osjećaj umora. Ne samo to, već se analizom prehrane košarkaša htjela i provjeriti korelacija nekih drugih makro i mikronutrijenata na osjećaj umora uz sama prehrambena vlakna.



## 5. ZAKLJUČCI

- Ispitanici su sportaši, košarkaši prosječne dobi  $18,44 \pm 0,70$  godina, prosječne tjelesne visine  $193,6 \pm 6,35$  cm i prosječne tjelesne mase  $85,28 \pm 7,65$  kg.
- Analizom prehrane ispitanika uočen je unos prehrambenih vlakana malo veći nego unos vlakana njima sličnih sportaša košarkaša ( $28,43 \pm 11,76$  g za interventnu skupinu i  $24 \pm 8,39$  g), dok je unos među interventnom i kontrolnom skupinom sličan i unutar preporuka za unos prehrambenih vlakana.
- Sportaši koju su bili u interventnoj skupini i uzimali dodatna prehrambena vlakna su imali statistički značajno manju vrijednost na skali za subjektivni osjećaj umora (RPE).
- Također, u slučaju RPE-a, prikazana je značajna razlika u rezultatima prije i poslije intervencije ( $p=0,0049$ ,  $F=10,019$  s  $F_{crit}=4,351$ ). Nije uočena statistički značajna razlika u unosu makronutrijenata između skupina za vrijeme intervencije osim da su ispitanici u interventnoj skupini unosili više ukupnih proteina ( $p=0,030$ ), životinjskih proteina ( $p=0,032$ ) i masti ( $p=0,020$ ).
- Zaključeno je da unos energije i odabranih hranjivih tvari nije povezan s osjećajem umora. Osjećaj umora je povezan samo s unosom prehrambenih vlakana, a ne unosom drugih hranjivih tvari.

## 6. LITERATURA

Abou-Donia, M.B., El-Masry, E.M., Abdel-Rahman, A.A., McLendon, R.E. and Schiffman, S.S. (2008). Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. *Journal of Toxicology and Environmental health. Part A*, **71**(21), pp.1415–29. doi:10.1080/15287390802328630.

Adams, S., Sello, C., Qin, G.-X., Che, D. and Han, R. (2018). Does Dietary Fiber Affect the Levels of Nutritional Components after Feed Formulation? *Fibers*, **6**(2), p.29. doi:10.3390/fib6020029.

Alkahtani, S., Aldayel, A. and Hopkins, M. (2019). Effects of Acute Eccentric Exercise on Appetite-Related Hormones and Food Preferences in Men. *American Journal of Men's Health*, **13**(4), p.155798831986158. doi:10.1177/1557988319861587.

Allen, J.M., Mailing, L.J., Niemiro, G.M., Moore, R., Cook, M.D., White, B.A., Holscher, H.D. and Woods, J.A. (2018). Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **50**(4), pp.747–757. doi:10.1249/mss.0000000000001495.

Almutairi, R., Basson, A.R., Wearsh, P., Cominelli, F. and Rodriguez-Palacios, A. (2022). Validity of food additive maltodextrin as placebo and effects on human gut physiology: systematic review of placebo-controlled clinical trials. *European Journal of Nutrition*, **61**(6). doi:10.1007/s00394-022-02802-5.

American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada (2000). Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **32**(12), pp.2130–2145. doi:10.1097/00005768-200012000-00025.

American Heart Association Nutrition Committee, Lichtenstein, A.H., Appel, L.J., Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, H.A., Franklin, B., Kris-Etherton, P., Harris, W.S., Howard,

B., Karanja, N., Lefevre, M., Rudel, L., Sacks, F., Van Horn, L., Winston, M. and Wylie-Rosett, J. (2006). Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, **114**(1), pp.82–96. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176158.

Anderson, J.W., Baird, P., Davis Jr, R.H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V. and Williams, C.L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, **67**(4), pp.188–205. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x.

Arney, B.E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., de Koning, J.J., van Erp, T., Jaime, S., Mikat, R.P., Porcari, J.P. and Foster, C. (2019). Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) Scales for Session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **14**(7), pp.994–996. doi:10.1123/ijsp.2018-0637.

Arnold, A.R. and Chassaing, B. (2019). Maltodextrin, Modern Stressor of the Intestinal Environment. *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, **7**(2), pp.475–476. doi:10.1016/j.jcmgh.2018.09.014.

Baothman, O.A., Zamzami, M.A., Taher, I., Abubaker, J. and Abu-Farha, M. (2016). The role of Gut Microbiota in the development of obesity and Diabetes. *Lipids in Health and Disease*, **15**(1). doi:10.1186/s12944-016-0278-4.

Barton, W., Penney, N.C., Cronin, O., Garcia-Perez, I., Molloy, M.G., Holmes, E., Shanahan, F., Cotter, P.D. and O’Sullivan, O. (2017). The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects in composition and particularly at the functional metabolic level. *Gut*, **67**(4), p.gutjnl-2016-313627. doi:10.1136/gutjnl-2016-313627.

Bäumler, A.J. and Sperandio, V. (2016). Interactions between the microbiota and pathogenic bacteria in the gut. *Nature*, **535**(7610), pp.85–93. doi:10.1038/nature18849.

Beck, K., Thomson, J.S., Swift, R.J. and von Hurst, P.R. (2015). Role of Nutrition in Performance Enhancement and Postexercise Recovery. *Open Access Journal of Sports Medicine*, **6**(6), p.259. doi:10.2147/oajsm.s33605.

Beelen, M., Burke, L.M., Gibala, M.J. and van Loon, L.J.C. (2010). Nutritional Strategies to Promote Postexercise Recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **20**(6), pp.515–532. doi:10.1123/ijsnem.20.6.515.

Bian, G., Gloor, G.B., Gong, A., Jia, C., Zhang, W., Hu, J., Zhang, H., Zhang, Y., Zhou, Z., Zhang, J., Burton, J.P., Reid, G., Xiao, Y., Zeng, Q., Yang, K. and Li, J. (2017). The Gut Microbiota of Healthy Aged Chinese Is Similar to That of the Healthy Young. *mSphere*, **2**(5). doi:10.1128/msphere.00327-17.

Bishop, P.A., Jones, E. and Woods, A.K. (2008). Recovery From Training: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **22**(3), pp.1015–1024. doi:10.1519/jsc.0b013e31816eb518.

Blaak, E.E., Canfora, E.E., Theis, S., Frost, G., Groen, A.K., Mithieux, G., Nauta, A., Scott, K., Stahl, B., van Harsselaar, J., van Tol, R., Vaughan, E.E. and Verbeke, K. (2020). Short chain fatty acids in human gut and metabolic health. *Beneficial Microbes*, **11**(5), pp.411–455. doi:10.3920/bm2020.0057.

Boone, J. and Bourgois, J. (2013). Morphological and Physiological Profile of Elite Basketball Players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **8**(6), pp.630–638. doi:10.1123/ijsp.8.6.630.

Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, **2**(2), pp.92–98. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5523831/>.

Bressa, C., Bailén-Andrino, M., Pérez-Santiago, J., González-Soltero, R., Pérez, M., Montalvo-Lominchar, M.G., Maté-Muñoz, J.L., Domínguez, R., Moreno, D. and Larrosa, M. (2017). Differences in gut microbiota profile between women with active lifestyle and sedentary women. *PLOS ONE*, **12**(2), p.e0171352. doi:10.1371/journal.pone.0171352.

Brožek, J., Grande, F., Anderson, J.T. and Keys, A. (2006). Densitometric Analysis Of Body Composition: Revision Of Some Quantitative Assumptions\*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **110**(1), pp.113–140. doi:10.1111/j.1749-6632.1963.tb17079.x.

Burgess, M.L., Robertson, R.J., Davis, J.M. and Norris, J.M. (1991). RPE, blood glucose, and carbohydrate oxidation during exercise: effects of glucose feedings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **23**(3), pp.353–359. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2020274/>.

- Burke, L.M., Castell, L.M. and Stear, S.J. (2009). BJSM reviews: A-Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 1. *British Journal of Sports Medicine*, **43**(10), pp.728–729. doi:10.1136/bjsem.2009.063941.
- Burkitt, D.P., Walker, A.R. and Painter, N.S. (1974). Dietary fiber and disease. *JAMA*, [online] **229**(8), pp.1068–1074. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4407955/> [Pristupljeno 30.8. 2022].
- Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, J., Delextrat, A., Jukic, I., Vaquera, A., Torres, L., Schelling, X., Stojanovic, M. and Ostojic, S.M. (2016). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *The Physician and sportsmedicine*, **44**(1), pp.74–8. doi:10.1080/00913847.2016.1102033.
- Carabin, I.G. and Flamm, W.Gary. (1999). Evaluation of Safety of Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **30**(3), pp.268–282. doi:10.1006/rtp.1999.1349.
- Carbonero, F., Benefiel, A.C., Alizadeh-Ghamsari, A.H. and Gaskins, H.R. (2012). Microbial pathways in colonic sulfur metabolism and links with health and disease. *Frontiers in Physiology*, **3**(448). doi:10.3389/fphys.2012.00448.
- Carey, R.A. and Montag, D. (2021). Exploring the relationship between gut microbiota and exercise: short-chain fatty acids and their role in metabolism. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, **7**(2), p.e000930. doi:10.1136/bmjsem-2020-000930.
- Chambers, E.S., Morrison, D.J. and Frost, G. (2015). Control of appetite and energy intake by SCFA: what are the potential underlying mechanisms? *Proceedings of the Nutrition Society*, **74**(3), pp.328–336. doi:10.1017/S0029665114001657.
- Chang, C. and Lin, H. (2016). Dysbiosis in gastrointestinal disorders. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, **30**(1), pp.3–15. doi:10.1016/j.bpg.2016.02.001.
- Clarke, S.F., Murphy, E.F., O’Sullivan, O., Lucey, A.J., Humphreys, M., Hogan, A., Hayes, P., O’Reilly, M., Jeffery, I.B., Wood-Martin, R., Kerins, D.M., Quigley, E., Ross, R.P., O’Toole, P.W., Molloy, M.G., Falvey, E., Shanahan, F. and Cotter, P.D. (2014). Exercise and associated

dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, **63**(12), pp.1913–20. doi:10.1136/gutjnl-2013-306541.

Coffin, C.S. and Shaffer, E.A. (2006). The Hot Air and Cold Facts of Dietary Fibre. *Canadian Journal of Gastroenterology*, **20**(4), pp.255–256. doi:10.1155/2006/390953.

Corrêa-Oliveira, R., Fachi, J.L., Vieira, A., Sato, F.T. and Vinolo, M.A.R. (2016). Regulation of immune cell function by short-chain fatty acids. *Clinical & Translational Immunology*, **5**(4), p.e73. doi:10.1038/cti.2016.17.

Crawford, D., Drake, N., Carper, M., DeBlauw, J. and Heinrich, K. (2018). Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training Loads during High Intensity Functional Training. *Sports*, **6**(3), p.84. doi:10.3390/sports6030084.

Cronin, O., Barton, W., Skuse, P., Penney, N.C., Garcia-Perez, I., Murphy, E.F., Woods, T., Nugent, H., Fanning, A., Melgar, S., Falvey, E.C., Holmes, E., Cotter, P.D., O’Sullivan, O., Molloy, M.G. and Shanahan, F. (2018). A Prospective Metagenomic and Metabolomic Analysis of the Impact of Exercise and/or Whey Protein Supplementation on the Gut Microbiome of Sedentary Adults. *mSystems*, **3**(3), pp.e00044-18. doi:10.1128/mSystems.00044-18.

Cummings, J.H., Pomare, E.W., Branch, W.J., Naylor, C.P. and Macfarlane, G.T. (1987). Short chain fatty acids in human large intestine, portal, hepatic and venous blood. *Gut*, **28**(10), pp.1221–1227. doi:10.1136/gut.28.10.1221.

Danish Food Composition Database – version 7 (2009) National Food Institute, Technical University of Denmark. Izvor: [http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb\\_default.asp](http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp)

Dao, M.C., Everard, A., Aron-Wisnewsky, J., Sokolovska, N., Prifti, E., Verger, E.O., Kayser, B.D., Levenez, F., Chilloux, J., Hoyles, L., Dumas, M.-E., Rizkalla, S.W., Doré, J., Cani, P.D. and Clément, K. (2015). *Akkermansia muciniphila* and improved metabolic health during a dietary intervention in obesity: relationship with gut microbiome richness and ecology. *Gut*, **65**(3), pp.426–436. doi:10.1136/gutjnl-2014-308778.

David, L.A., Maurice, C.F., Carmody, R.N., Gootenberg, D.B., Button, J.E., Wolfe, B.E., Ling, A.V., Devlin, A.S., Varma, Y., Fischbach, M.A., Biddinger, S.B., Dutton, R.J. and Turnbaugh,

P.J. (2013). Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*, **505**(7484), pp.559–563. doi:10.1038/nature12820.

de Munter, J.S.L., Hu, F.B., Spiegelman, D., Franz, M. and van Dam, R.M. (2007). Whole Grain, Bran, and Germ Intake and Risk of Type 2 Diabetes: A Prospective Cohort Study and Systematic Review. *PLoS Medicine*, **4**(8), p.e261. doi:10.1371/journal.pmed.0040261.

Depeint, F., Bruce, W.R., Shangari, N., Mehta, R. and O'Brien, P.J. (2006). Mitochondrial function and toxicity: Role of the B vitamin family on mitochondrial energy metabolism. *Chemico-Biological Interactions*, **163**(1-2), pp.94–112. doi:10.1016/j.cbi.2006.04.014.

Dimidi, E., Christodoulides, S., Scott, S.M. and Whelan, K. (2017). Mechanisms of Action of Probiotics and the Gastrointestinal Microbiota on Gut Motility and Constipation. *Advances in Nutrition: an International Review Journal*, **8**(3), pp.484–494. doi:10.3945/an.116.014407.

Dokladny, K., Moseley, P.L. and Ma, T.Y. (2006). Physiologically relevant increase in temperature causes an increase in intestinal epithelial tight junction permeability. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, **290**(2), pp.G204–G212. doi:10.1152/ajpgi.00401.2005.

Donaldson, G.P., Lee, S.M. and Mazmanian, S.K. (2015). Gut biogeography of the bacterial microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, **14**(1), pp.20–32. doi:10.1038/nrmicro3552.

Driskell, J.A. and Wolinsky, I. (2016). *Nutritional assessment of athletes: Second edition. Nutritional Assessment of Athletes: Second Edition*, pp.1–393.

Durk, R.P., Castillo, E., Márquez-Magaña, L., Grosicki, G.J., Bolter, N.D., Lee, C.M. and Bagley, J.R. (2019). Gut Microbiota Composition Is Related to Cardiorespiratory Fitness in Healthy Young Adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **29**(3), pp.249–253. doi:10.1123/ijsnem.2018-0024.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 2010; **8**( 3):1462 [77 pp.]. doi:[10.2903/j.efsa.2010.1462](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1462).

Escribano-Ott, I., Calleja-González, J. and Mielgo-Ayuso, J. (2022). Ergo-Nutritional Intervention in Basketball: A Systematic Review. *Nutrients*, **14**(3), p.638. doi:10.3390/nu14030638.

Estaki, M., Pither, J., Baumeister, P., Little, J.P., Gill, S.K., Ghosh, S., Ahmadi-Vand, Z., Marsden, K.R. and Gibson, D.L. (2016). Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. *Microbiome*, **4**(1). doi:10.1186/s40168-016-0189-7.

Fehrenbach, E., Niess, A.M., Schlotz, E., Passek, F., Dickhuth, H.H. and Northoff, H. (2000). Transcriptional and translational regulation of heat shock proteins in leukocytes of endurance runners. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, **89**(2), pp.704–710. doi:10.1152/jappl.2000.89.2.704.

Ganio, M., Klau, J., Casa, D., Armstrong, L. and Maresh, C. (2009). *Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review*. Journal of strength and conditioning research. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19077738/>.

Gensollen, T., Iyer, S.S., Kasper, D.L. and Blumberg, R.S. (2016). How colonization by microbiota in early life shapes the immune system. *Science (New York, N.Y.)*, **352**(6285), pp.539–544. doi:10.1126/science.aad9378.

Gentle, H., Love, T., Howe, A. and Black, K. (2014). A randomised trial of pre-exercise meal composition on performance and muscle damage in well-trained basketball players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, **11**(1), p.33. doi:10.1186/1550-2783-11-33.

Ghiasvand, R., Hosseinzadeh, J., Maghsoudi, Z., Abbasi, B., Daneshvar, P. and Hojjati, A. (2017). Evaluation of Dietary Intakes, Body Composition, and Cardiometabolic Parameters in Adolescent Team Sports Elite Athletes: A Cross-sectional Study. *Advanced Biomedical Research*, **6**(1), p.107. doi:10.4103/2277-9175.213667.

Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K. and Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP)



consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, **14**(8). doi:10.1038/nrgastro.2017.75.

Guillon, F. and Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, **33**(3-4), pp.233–245. doi:10.1016/s0963-9969(00)00038-7.

Hampson, D.B., Gibson, A.S., Lambert, M.I. and Noakes, T.D. (2001). The Influence of Sensory Cues on the Perception of Exertion During Exercise and Central Regulation of Exercise Performance. *Sports Medicine*, **31**(13), pp.935–952. doi:10.2165/00007256-200131130-00004.

Hijová, E., Bertková, I. and Štofilová, J. (2019). Dietary fibre as prebiotics in nutrition. *Central European Journal of Public Health*, **27**(3), pp.251–255. doi:10.21101/cejph.a5313.

Hinton, P.S., Sanford, T.C., Davidson, M.M., Yakushko, O.F. and Beck, N.C. (2004). Nutrient Intakes and Dietary Behaviors of Male and Female Collegiate Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **14**(4), pp.389–405. doi:10.1123/ijsnem.14.4.389.

Hooper, L.V. and Macpherson, A.J. (2010). Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota. *Nature Reviews Immunology*, **10**(3), pp.159–169. doi:10.1038/nri2710.

Institute of Medicine. 2006. *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11537>.

Isken, F., Weickert, M.O., Tschöp, M.H., Nogueiras, R., Möhlig, M., Abdelrahman, A., Klaus, S., Thorens, B. and Pfeiffer, A.F. (2009). Metabolic effects of diets differing in glycaemic index depend on age and endogenous glucose-dependent insulinotropic polypeptide in mice. *Diabetologia*, **52**(10), pp.2159–2168. doi:10.1007/s00125-009-1466-9.

Ismail, A.S., Severson, K.M., Vaishnava, S., Behrendt, C.L., Yu, X., Benjamin, J.L., Ruhn, K.A., Hou, B., DeFranco, A.L., Yarovinsky, F. and Hooper, L.V. (2011). Intraepithelial lymphocytes are essential mediators of host-microbial homeostasis at the intestinal mucosal surface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**(21), pp.8743–8748. doi:10.1073/pnas.1019574108.

Jackson, A.S. and Pollock, M.L. (1985). Practical Assessment of Body Composition. *The Physician and sportsmedicine*, **13**(5), pp.76–90. doi:10.1080/00913847.1985.11708790.

John, G.K., Wang, L., Nanavati, J., Twose, C., Singh, R. and Mullin, G. (2018). Dietary Alteration of the Gut Microbiome and Its Impact on Weight and Fat Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Genes*, **9**(3), p.167. doi:10.3390/genes9030167.

Kaić-Rak, A., AntoniĆ, K. (1990): Tablice o sastavu namirnica i pića, Zagreb, Hrvatska: Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske

Kakiyama, G., Pandak, W.M., Gillevet, P.M., Hylemon, P.B., Heuman, D.M., Daita, K., Takei, H., Muto, A., Nittono, H., Ridlon, J.M., White, M.B., Noble, N.A., Monteith, P., Fuchs, M., Thacker, L.R., Sikaroodi, M. and Bajaj, J.S. (2013). Modulation of the fecal bile acid profile by gut microbiota in cirrhosis. *Journal of Hepatology*, **58**(5), pp.949–955. doi:10.1016/j.jhep.2013.01.003.

Kloby Nielsen, L.L., Tandrup Lambert, M.N. and Jeppesen, P.B. (2020). The Effect of Ingesting Carbohydrate and Proteins on Athletic Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, **12**(5), p.1483. doi:10.3390/nu12051483.

Kolida, S., Meyer, D. and Gibson, G.R. (2007). A double-blind placebo-controlled study to establish the bifidogenic dose of inulin in healthy humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, **61**(10), pp.1189–1195. doi:10.1038/sj.ejcn.1602636.

Koopman, R., Wagenmakers, A.J.M., Manders, R.J.F., Zorenc, A.H.G., Senden, J.M.G., Gorselink, M., Keizer, H.A. and van Loon, L.J.C. (2005). Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **288**(4), pp.E645–E653. doi:10.1152/ajpendo.00413.2004.

L Kathleen Mahan and Escott-Stump, S. (2016). *Krause's food & nutrition therapy*. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier.

Landers, C.J., Cohavy, O., Misra, R., Yang, H., Lin, Y., Braun, J. and Targan, S.R. (2002). Selected loss of tolerance evidenced by Crohn's disease-associated immune responses to auto- and microbial antigens. *Gastroenterology*, **123**(3), pp.689–699. doi:10.1053/gast.2002.35379.

Lanthers, C., Pereira, B., Naughton, G., Trousselard, M., Lesage, F.-X. and Dutheil, F. (2016). Creatine Supplementation and Upper Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, **47**(1), pp.163–173. doi:10.1007/s40279-016-0571-4.

Laudisi, F., Fusco, D.D., Dinallo, V., Stolfi, C., Grazia, A.D., Marafini, I., Colantoni, A., Ortenzi, A., Alteri, C., Guerrieri, F., Mavilio, M., Ceccherini-Silberstein, F., Federici, M., MacDonald, T.T., Monteleone, I. and Monteleone, G. (2019). The Food Additive Maltodextrin Promotes Endoplasmic Reticulum Stress–Driven Mucus Depletion and Exacerbates Intestinal Inflammation. *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, **7**(2), pp.457–473. doi:10.1016/j.jcmgh.2018.09.002.

Lee, R. and Nieman, D. (2012). *Nutritional assessment: Sixth edition*. MCGRAW-HILL US HIGHER ED. Available at: <https://books.google.hr/books?id=qdI0AAAAQBAJ>.

Li, Y., Kundu, P., Seow, S.W., de Matos, C.T., Aronsson, L., Chin, K.C., Kärre, K., Pettersson, S. and Greicius, G. (2012). Gut microbiota accelerate tumor growth via c-jun and STAT3 phosphorylation in APC Min/+ mice. *Carcinogenesis*, **33**(6), pp.1231–1238. doi:10.1093/carcin/bgs137.

Liber, A. and Szajewska, H. (2013). Effects of Inulin-Type Fructans on Appetite, Energy Intake, and Body Weight in Children and Adults: Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Annals of Nutrition and Metabolism*, **63**(1-2), pp.42–54. doi:10.1159/000350312.

Lin, H.V., Frassetto, A., Kowalik Jr, E.J., Nawrocki, A.R., Lu, M.M., Kosinski, J.R., Hubert, J.A., Szeto, D., Yao, X., Forrest, G. and Marsh, D.J. (2012). Butyrate and Propionate Protect against Diet-Induced Obesity and Regulate Gut Hormones via Free Fatty Acid Receptor 3-Independent Mechanisms. *PLoS ONE*, **7**(4), p.e35240. doi:10.1371/journal.pone.0035240.

Lira, F.S., Rosa, J.C., Pimentel, G.D., Souza, H.A., Caperuto, E.C., Carnevali, L.C., Seelaender, M., Damaso, A.R., Oyama, L.M., de Mello, M.T. and Santos, R.V. (2010). Endotoxin levels correlate positively with a sedentary lifestyle and negatively with highly trained subjects. *Lipids in Health and Disease*, **9**(1). doi:10.1186/1476-511x-9-82.

Louis, P. and Flint, H.J. (2009). Diversity, metabolism and microbial ecology of butyrate-producing bacteria from the human large intestine. *FEMS Microbiology Letters*, **294**(1), pp.1–8. doi:10.1111/j.1574-6968.2009.01514.x.

Machiels, K., Joossens, M., Sabino, J., De Preter, V., Arijs, I., Eeckhaut, V., Ballet, V., Claes, K., Van Immerseel, F., Verbeke, K., Ferrante, M., Verhaegen, J., Rutgeerts, P. and Vermeire, S. (2013). A decrease of the butyrate-producing species *Roseburia hominis* and *Faecalibacterium prausnitzii* defines dysbiosis in patients with ulcerative colitis. *Gut*, **63**(8), pp.1275–1283. doi:10.1136/gutjnl-2013-304833.

Mailing, L.J., Allen, J.M., Buford, T.W., Fields, C.J. and Woods, J.A. (2019). Exercise and the Gut Microbiome. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, **47**(2), pp.75–85. doi:10.1249/jes.0000000000000183.

Martens, H. Barg, M. Warren, D. Jah, J.-H. . (2002). Microbial production of vitamin B 12. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **58**(3), pp.275–285. doi:10.1007/s00253-001-0902-7.

Maurice, C., Haiser, H. and Turnbaugh, P. (2013). Xenobiotics Shape the Physiology and Gene Expression of the Active Human Gut Microbiome. *Cell*, **152**(1-2), pp.39–50. doi:10.1016/j.cell.2012.10.052.

Moreno-Indias, I., Sánchez-Alcoholado, L., Sánchez-Garrido, M.Á., Martín-Núñez, G.M., Pérez-Jiménez, F., Tena-Sempere, M., Tinahones, F.J. and Queipo-Ortuño, M.I. (2016). Neonatal Androgen Exposure Causes Persistent Gut Microbiota Dysbiosis Related to Metabolic Disease in Adult Female Rats. *Endocrinology*, **157**(12), pp.4888–4898. doi:10.1210/en.2016-1317.

Morrison, D.J. and Preston, T. (2016). Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism. *Gut Microbes*, **7**(3), pp.189–200. doi:10.1080/19490976.2015.1134082.

Munukka, E., Ahtiainen, J.P., Puigbó, P., Jalkanen, S., Pahkala, K., Keskitalo, A., Kujala, U.M., Pietilä, S., Hollmén, M., Elo, L., Huovinen, P., D’Auria, G. and Pekkala, S. (2018). Six-Week Endurance Exercise Alters Gut Metagenome That Is not Reflected in Systemic Metabolism in

Over-weight Women. *Frontiers in Microbiology*, **9**(2323), p.2323. doi:10.3389/fmicb.2018.02323.

Natividad, J.M.M. and Verdu, E.F. (2013). Modulation of intestinal barrier by intestinal microbiota: Pathological and therapeutic implications. *Pharmacological Research*, **69**(1), pp.42–51. doi:10.1016/j.phrs.2012.10.007.

Nickerson, K.P., Homer, C.R., Kessler, S.P., Dixon, L.J., Kabi, A., Gordon, I.O., Johnson, E.E., de la Motte, C.A. and McDonald, C. (2014). The Dietary Polysaccharide Maltodextrin Promotes Salmonella Survival and Mucosal Colonization in Mice. *PLoS ONE*, **9**(7), p.e101789. doi:10.1371/journal.pone.0101789.

Nikić, M., Pedišić, Ž., Šatalić, Z., Jakovljević, S. and Venus, D. (2014). Adequacy of Nutrient Intakes in Elite Junior Basketball Players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **24**(5), pp.516–523. doi:10.1123/ijsnem.2013-0186.

*Nordic Nutrition Recommendations 2012 | Nordic cooperation*. [online] Available at: <https://www.norden.org/en/publication/nordic-nutrition-recommendations-2012>.

Peters, H.P.F., De Vries, W.R., Vanberge-Henegouwen, G.P. and L M Akkermans, L.M. (2001). Potential benefits and hazards of physical activity and exercise on the gastrointestinal tract. *Gut*, **48**(3), pp.435–439. doi:10.1136/gut.48.3.435.

Pompei, A., Cordisco, L., Amaretti, A., Zanoni, S., Matteuzzi, D. and Rossi, M. (2006). Folate Production by Bifidobacteria as a Potential Probiotic Property. *Applied and Environmental Microbiology*, **73**(1), pp.179–185. doi:10.1128/aem.01763-06.

Prusaczyk, W.K., Cureton, K.J., Graham, R.E. and Ray, C.A. (1992). Differential effects of dietary carbohydrate on RPE at the lactate and ventilatory thresholds. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **24**(5), pp.568–575. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1569853/> [Pristupljeno 31 .8. 2022].

Public Health England (2016). *Government Dietary Recommendations Government Recommendations for Energy and Nutrients for Males and Females Aged 1 - 18 Years and 19+ Years*. GOV.UK. Public Health England. Available at:

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/618167/government\\_dietary\\_recommendations.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/618167/government_dietary_recommendations.pdf).

Reuter, S., Gupta, S.C., Chaturvedi, M.M. and Aggarwal, B.B. (2010). Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked? *Free radical biology & medicine*, **49**(11), pp.1603–1616. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2010.09.006.

Ross, AC, Caballero, BH, Cousins, RJ, Tucker, KL & Ziegler, TR 2012, *Modern nutrition in health and disease: Eleventh edition*. Wolters Kluwer Health Adis (ESP).

Rowell, L.B., Brengelmann, G.L., Blackmon, J.R., Twiss, R.D. and Kusumi, F. (1968). Splanchnic blood flow and metabolism in heat-stressed man. *Journal of Applied Physiology*, **24**(4), pp.475–484. doi:10.1152/jappl.1968.24.4.475.

Russell, W.R., Baka, A., Björck, I., Delzenne, N., Gao, D., Griffiths, H.R., Hadjilucas, E., Juvonen, K., Lahtinen, S., Lansink, M., Loon, L.V., Mykkänen, H., östman, E., Riccardi, G., Vinoy, S. and Weickert, M.O. (2013). Impact of Diet Composition on Blood Glucose Regulation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **56**(4), pp.541–590. doi:10.1080/10408398.2013.792772.

Sansone, P., Makivic, B., Csapo, R., Hume, P., Martínez-Rodríguez, A. and Bauer, P. (2022). Body Fat of Basketball Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open*, **8**(1). doi:10.1186/s40798-022-00418-x.

Saunders, B., Elliott-Sale, K., Artioli, G.G., Swinton, P.A., Dolan, E., Roschel, H., Sale, C. and Gualano, B. (2016).  $\beta$ -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, **51**(8), pp.658–669. doi:10.1136/bjsports-2016-096396.

Scanlan, A.T., Tucker, P.S., Dascombe, B.J., Berkemans, D.M., Hiskens, M.I. and Dalbo, V.J. (2015). Fluctuations in Activity Demands Across Game Quarters in Professional and Semiprofessional Male Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **29**(11), pp.3006–3015. doi:10.1519/jsc.0000000000000967.

Schroder, H., Navarro, E., Mora, J., Seco, J., Torregrosa, J.M. and Tramullas, A. (2002). The type, amount, frequency and timing of dietary supplement use by elite players in the First

Spanish Basketball League. *Journal of Sports Sciences*, **20**(4), pp.353–358. doi:10.1080/026404102753576134.

Shultz, S.R., Aziz, N.A.B., Yang, L., Sun, M., MacFabe, D.F. and O'Brien, T.J. (2015). Intracerebroventricular injection of propionic acid, an enteric metabolite implicated in autism, induces social abnormalities that do not differ between seizure-prone (FAST) and seizure-resistant (SLOW) rats. *Behavioural Brain Research*, **278**, pp.542–548. doi:10.1016/j.bbr.2014.10.050.

Siegler, J.C., Marshall, P.W.M., Bray, J. and Towlson, C. (2012). Sodium Bicarbonate Supplementation and Ingestion Timing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **26**(7), pp.1953–1958. doi:10.1519/jsc.0b013e3182392960.

Sommer, F., Anderson, J.M., Bharti, R., Raes, J. and Rosenstiel, P. (2017). The resilience of the intestinal microbiota influences health and disease. *Nature Reviews Microbiology*, **15**(10), pp.630–638. doi:10.1038/nrmicro.2017.58.

Song, Y., Liu, C. and Finegold, S.M. (2004). Real-Time PCR Quantitation of Clostridia in Feces of Autistic Children. *Applied and Environmental Microbiology*, **70**(11), pp.6459–6465. doi:10.1128/aem.70.11.6459-6465.2004.

Stephen, A.M., Champ, M.M.-J. ., Cloran, S.J., Fleith, M., van Lieshout, L., Mejbourn, H. and Burley, V.J. (2017). Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*, **30**(2), pp.149–190. doi:10.1017/s095442241700004x.

Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A.T., Dalbo, V.J., Berkelmans, D.M. and Milanović, Z. (2017). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine*, **48**(1), pp.111–135. doi:10.1007/s40279-017-0794-z.

Suzuki, T., Yoshida, S. and Hara, H. (2008). Physiological concentrations of short-chain fatty acids immediately suppress colonic epithelial permeability. *British Journal of Nutrition*, **100**, pp.297–305. doi:10.1017/S0007114508888733.

Sygo, J., Kendig Glass, A., Killer, S.C. and Stellingwerff, T. (2019). Fueling for the Field: Nutrition for Jumps, Throws, and Combined Events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **29**(2), pp.95–105. doi:10.1123/ijsnem.2018-0272.

Štalić Z, Jirka Alebić I (2008) Dijetetičke metode i planiranje prehrane. *Medicus* **17** (1), 27-36. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/38032>

Tazoe, H., Otomo, Y., Kaji, I., Tanaka, R., Karaki, S.-I. and Kuwahara, A. (2008). Roles of short-chain fatty acids receptors, GPR41 and GPR43 on colonic functions. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, **59** Suppl 2, pp.251–62.

Thompson, F.E. and Subar, A.F. (2017). Dietary assessment methodology.

Thymann, T., Møller, H.K., Stoll, B., Støy, A.C.F., Buddington, R.K., Bering, S.B., Jensen, B.B., Olutoye, O.O., Siggers, R.H., Mølbak, L., Sangild, P.T. and Burrin, D.G. (2009). Carbohydrate maldigestion induces necrotizing enterocolitis in preterm pigs. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, **297**(6), pp.G1115–G1125. doi:10.1152/ajpgi.00261.2009.

Turnbaugh, P.J., Ley, R.E., Mahowald, M.A., Magrini, V., Mardis, E.R. and Gordon, J.I. (2006). An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*, **444**(7122), pp.1027–1031. doi:10.1038/nature05414.

U.S. Department of Agriculture (2015) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28.

van Staveren, WA & Ocke, MC 2006, Estimation of dietary intake. in BA Bowman & RM Russell (eds), *Present knowledge nutrition volume II*. ILSI Press, Wahington DC, pp. 795-806.

van Wijck, K., Lenaerts, K., van Loon, L.J.C., Peters, W.H.M., Buurman, W.A. and Dejong, C.H.C. (2011). Exercise-Induced Splanchnic Hypoperfusion Results in Gut Dysfunction in Healthy Men. *PLoS ONE*, **6**(7), p.e22366. doi:10.1371/journal.pone.0022366.



Weickert, M.O. and Pfeiffer, A.F.H. (2008). Metabolic Effects of Dietary Fiber Consumption and Prevention of Diabetes. *The Journal of Nutrition*, **138**(3), pp.439–442. doi:10.1093/jn/138.3.439.

Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*, **67**(5), pp.404–405. doi:10.1093/occmed/kqx063.

Wolfram, G. (2003). New reference values for nutrient intake in Germany, Austria and Switzerland (DACH-Reference Values). *Forum of Nutrition*, **56**, pp.95–97. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15806815/> [Pristupljeno 30. 8. 2022].

Wong, J.M.W. and Jenkins, D.J.A. (2007). Carbohydrate Digestibility and Metabolic Effects. *The Journal of Nutrition*, **137**(11), pp.2539S–2546S. doi:10.1093/jn/137.11.2539s.

Wong, J.M.W., de Souza, R., Kendall, C.W.C., Emam, A. and Jenkins, D.J.A. (2006). Colonic Health: Fermentation and Short Chain Fatty Acids. *Journal of Clinical Gastroenterology*, **40**(3), pp.235–243. doi:10.1097/00004836-200603000-00015.

World Health Organization. Regional Office for Europe (2003). *Food-based dietary guidelines in the WHO European Region*. apps.who.int. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107490> [Pristupljeno 30.8. 2022].

Xu, H., Huang, X., Risérus, U., Krishnamurthy, V.M., Cederholm, T., Ärnlov, J., Lindholm, B., Sjögren, P. and Carrero, J.J. (2014). Dietary Fiber, Kidney Function, Inflammation, and Mortality Risk. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, **9**(12), pp.2104–2110. doi:10.2215/CJN.02260314.

Zamora, A.J. and Belmonte, M.L. (2020). Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, **37**(198), pp.244–252. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7660868> [Pristupljeno 31 .8. 2022].

Zimmerman, T.P., Hull, S.G., McNutt, S., Mittl, B., Islam, N., Guenther, P.M., Thompson, F.E., Potischman, N.A. and Subar, A.F. (2009). Challenges in converting an interviewer-administered food probe database to self-administration in the National Cancer Institute automated self-

administered 24-hour recall (ASA24). *Journal of Food Composition and Analysis*, **22**, pp.S48–S51. doi:10.1016/j.jfca.2009.02.003.

Ziv, G. and Lidor, R. (2009). Physical Attributes, Physiological Characteristics, On-Court Performances and Nutritional Strategies of Female and Male Basketball Players. *Sports Medicine*, **39**(7), pp.547–568. doi:10.2165/00007256-200939070-00003.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja , Tomislav Petričević, izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis