

# Smjernice za prehranu i hidraciju igrača odbojke na pijesku tijekom natjecateljske sezone

---

Ovčina, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:159:458482>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Ivana Ovčina**

6811/N

**SMJERNICE ZA PREHRANU I HIDRACIJU IGRAČA ODBOJKE NA  
PIJESKU TIJEKOM NATJECATELJSKE SEZONE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Prehrana sportaša i vojnika

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

**Zagreb, 2017.**

## ZAHVALA

Htjela bih zahvaliti svom mentoru, izv. prof. dr. sc. Zvonimiru Šataliću, što je podržao moju ideju teme ovog rada te me na pravi način uputio kako da ju što bolje i kvalitetnije realiziram. Njegov način rada i pristup svome zvanju bili su mi stalna motivacija.

Velika hvala Dorotei Ćosić, Marini Ćorić, Sari Radanović, Dini Bečić, Maji Roško, Jurji Vlašić, Matiji Gracinu, Yahoru Zhukouskom, Josipu Pribaniću, Mateju Čičkoviću, Ivanu Đorđeviću, Filipu Siliću, Ivoru Božiću, Juri Peteru Bedraču i Matiji Brlasu, igračima koji su sudjelovali u istraživanju te na taj način doprinijeli saznanjima od kojih ćemo svi mi pjeskaši imati koristi. Hvala što su izdvojili svoje vrijeme i strpljivo ispunjavali moje zahtjeve.

Hvala Matiji Brlasu na brojnim savjetima, strpljenju i velikoj podršci.

Hvala Martini Kovačević s kojom sam upoznavala čari ovog sporta i zavoljela ga još više.

Hvala mojoj obitelji i prijateljima koji su bili uz mene tijekom mog dosadašnjeg školovanja i brojnih turnira na pijesku.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**

**Laboratorij za znanost o prehrani**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Nutricionizam**

## **SMJERNICE ZA PREHRANU I HIDRACIJU IGRAČA ODBOJKE NA PIJESKU TIJEKOM NATJECATELJSKE SEZONE**

Ivana Ovčina, 0058203849

**Sažetak:** Okolišni uvjeti mogu izrazito negativno utjecati na izvedbu igrača zbog mogućnosti pojave hipertermije i hipohidracije. Igračima odbojke na pijesku (n=15) mjerene su tjelesna masa i temperatura prije zagrijavanja i neposredno nakon završetka utakmice. Praćen je unos tekućine, trajanje utakmice te okolišni uvjeti. Do očekivanog porasta tjelesne temperature nije došlo, a u polovici slučajeva ona se snizila. Ekstremno visoke temperature zraka na suncu (max. 45,8°C) suprotno očekivanju nisu značajno utjecale na povećanje dehidracije koja je iznosila 0,35% i 0,73% kod žena, tj. muškaraca. Maksimalna zabilježena dehidracija iznosila je 2,14% što je vrijednost koja bi mogla narušiti izvedbu. U nekih igračica je zabilježen porast tjelesne mase što je u suprotnosti s preporukama te je moguć rizik od hiponatremije. Iako igrači odbojke na pijesku u prosjeku nadoknađuju gubitke tekućine u odgovarajućoj količini, neki započinju utakmicu neadekvatno hidrirani. Na dane s više utakmica većina se ne uspijeva rehidrirati. Potrebna je edukacija o pravilnoj hidraciji s obzirom na individualne zahtjeve i intenzitet utakmice.

**Ključne riječi:** sportska prehrana, hidracija, odbojka na pijesku

**Rad sadrži:** 35 stranica, 1 sliku, 4 tablice, 71 literaturnih navoda, 1 prilog

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

**Datum obrane:** rujan, 2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Nutrition**  
**Department of Food Quality Control**  
**Laboratory for Nutrition Science**  
**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Nutrition**

### **NUTRITION AND HYDRATION GUIDELINES FOR BEACH VOLLEYBALL PLAYERS DURING COMPETITIVE SEASON**

Ivana Ovčina, 0058203849

**Abstract:** Environmental conditions can affect players' performance negatively due to the possibility of hyperthermia and hypohydration. The analysed beach volleyball players (n=15) were subjected to body mass and temperature measurement before the warm-up and immediately after the end of the game. Fluid intake, duration of the game and environmental conditions were monitored. The expected increase in body temperature did not occur, and in half of the cases it decreased. Extremely high air temperatures in the sun (up to 45,8°C), contrary to expectations, did not have major influence on the increase in dehydration, which was 0,35% in women and 0,73% in men. The maximum recorded dehydration was 2,14% which is a value that could weaken performance. As this study shows, some female players show increase of body mass, which is contradictory to the recommendations and poses a risk of hyponatremia. Although beach volleyball players, in average, compensate fluid losses in a satisfying amount, some start the game inadequately hydrated. On days with multiple games, most of them fail to rehydrate. Education on proper hydration is required, given the individual requirements and intensity of the match.

**Keywords:** sport nutrition, hydration, beach volleyball

**Thesis contains:** 35 pages, 1 figure, 4 tables, 71 references, 1 supplement

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** PhD. *Zvonimir Šatalić*, Associate Professor

**Defence date:** September, 2017

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Teorijski dio .....	2
2.1. Odbojka na pijesku – povijest i pravila.....	2
2.2. Uvjeti igre .....	2
2.3. Prehrana u odbojci na pijesku .....	3
2.4. Energija .....	5
2.5. Makronutrijenti .....	5
2.5.1. Ugljikohidrati.....	6
2.5.2. Proteini.....	7
2.5.3. Masti .....	8
2.6. Mikronutrijenti .....	9
2.6.1. Vitamini i minerali.....	9
2.6.1.1. Vitamin C.....	9
2.6.1.2. Vitamini B kompleksa.....	10
2.6.1.3. Vitamin D .....	10
2.6.1.4. Natrij.....	11
2.6.1.5. Magnezij.....	12
2.6.1.6. Željezo .....	13
2.6.2. Nutritivna zaštita od sunca .....	13
2.7. Suplementi i dodaci prehrani.....	15
2.7.1. Kofein.....	15
2.7.2. Bikarbonat .....	16
2.7.3. Kreatin .....	16
2.7.4. Glutamin.....	17
2.8. Hidracija .....	17
3. Eksperimentalni dio.....	21
3.1. Ispitanici .....	21

3.2.	Mjerenja .....	22
3.3.	Aparatura.....	22
3.4.	Procedura .....	23
3.5.	Statistička analiza .....	23
3.6.	Rezultati .....	23
3.7.	Rasprava.....	25
4.	Zaključak .....	28
5.	Literatura .....	29
6.	Prilozi .....	

## 1. Uvod

Odbojka na pijesku atraktivan je i popularan ljetni sport koji se igra na otvorenom. Igrači su zbog toga često izloženi ekstremnim vremenskim uvjetima. Sunce i velike vrućine neizostavan su dio duge natjecateljske sezone, no pjeskašima nije nepoznata ni igra po kiši, vjetru ili hladnoći. Fizička i mentalna priprema od velike su važnosti za postizanje optimalne forme i prilagođavanje bilo kakvim uvjetima. S obzirom da se igra sastoji od isprekidanih akcija visokog intenziteta, a ukupno trajanje igre gotovo nikad nije duže od sat vremena, odbojka na pijesku pripada u skupinu kombiniranih, ali pretežno anaerobnih sportova. U odnosu na dvoransku verziju odbojke, zbog igraće podloge, vremenskih uvjeta, ali i činjenice da se tim sastoji samo od dva igrača bez mogućnosti zamjene, metabolički trošak značajno je veći (Davies i sur., 1998). Također izloženost okolišu visoke temperature i vlažnosti zraka pogoduje bržoj dehidraciji, što može predstavljati rizik za narušavanje sportske izvedbe, ali i zdravlja (Davies i sur., 1998; Racinais i sur., 2015; Adams i sur., 2016). Iz tog razloga neophodno je da se igrači hrane pravilno te da je takva prehrana periodizirana i individualizirana s obzirom na njihove potrebe. Istraživanja među odbojkašima potvrđuju da su im prehrambene navike loše (Zapolska i sur., 2014; Mielgo-Ayuso i sur., 2015a) što pokazuje značajnu potrebu za edukacijom sportaša i sportašica o principima sportske prehrane. Ipak, s obzirom da nisu primijećeni negativni utjecaji na igru ili sastav tijela moguće je da bi trebalo revidirati postojeće preporuke za odbojkaše, te ih definirati s obzirom na spol, što je vrlo zahtjevan cilj.

S obzirom na popularnost odbojke na pijesku u svijetu, istraživanja koja se bave tematikom tog sporta je vrlo malo. Konkretno smjernice i preporuke za prehranu i hidraciju igrača odbojke na pijesku ne postoje pa je informacije o potrebama za energijom, nutrijentima i tekućinom potrebno tražiti u smjernicama za sportove koji imaju dodirnih točaka s ovim sportom. Takve preporuke dane su u ovom radu, nastale kao kombinacija preporuka za odbojku, anaerobne sportove te sportove na otvorenom u vrućim klimatskim uvjetima, uz naglasak na nutrijente i prehrambene strategije od kojih bi odbojkaši na pijesku mogli imati koristi.

Drugi dio rada obrađuje temu hidracije. Provedeno je istraživanje među hrvatskim pjeskašima kako bi se ustanovilo kako se oni snalaze u zadovoljavanju potreba za tekućinom tijekom utakmica. Na taj način cilj je bio podići svijest igrača i njihovih trenera o važnosti adekvatne prehrane i hidracije te njihove uloge u što boljoj realizaciji zadanih ciljeva i postizanja vrhunskih sportskih rezultata.



## **2. Teorijski dio**

### **2.1. Odbojka na pijesku – povijest i pravila**

Smatra se da se odbojka na pijesku razvila 20-ih godina prošlog stoljeća na plažama Kalifornije. Prvenstveno je služila za zabavu i rekreaciju te je i dan danas jedan od omiljenijih ljetnih rekreativnih sportova koji se igra na obalama, ali i u unutrašnjosti, zemalja diljem svijeta. Kroz godine razvoja koje su uslijedile, potencijal odbojke na pijesku prepoznat je i od strane Olimpijskog odbora te je svoj debitantski nastup na Olimpijskim igrama ostvarila 1996. u Atlanti (FIVB, 2017). U Hrvatskoj, odbojka na pijesku svoje ozbiljnije početke bilježi 1994. godine kada je održan prvi turnir prvenstva Hrvatske. Tokom godina Hrvatska je bila domaćin svjetskoj i europskoj seriji, svjetskom i europskom prvenstvu za mlađe dobne kategorije, a posljednje tri godine (2015.-2017.) grad Poreč je domaćin Swatch Major turnira FIVB Svjetske serije. Početkom 2012. godine osnovan je i Hrvatski savez odbojke na pijesku - HSOP (HSOP, 2017).

Odbojka na pijesku timski je sport s loptom koji se igra na otvorenom. Ekipe se sastoje od dva igrača te nema mogućnosti zamjene tijekom utakmica i turnira. Tijekom utakmica nije dozvoljeno trenersko vodstvo. Teren je veličine 16x8 m podijeljen na dva jednaka dijela mrežom čija je visina 2,24 m za žene i 2,43 za muškarce. FIVB pravilnikom određeni su i razni drugi parametri kao što su dubina pijeska, veličina prostora oko terena, karakteristike lopte, mreže i linija te brojni drugi. Igrači nemaju točno definirane uloge i mjesta u polju odnosno, svaki igrač može igrati i s lijeve i s desne strane, a također će svaki od njih i primati, dizati, napadati, braniti se i servirati. Dozvoljeni broj kontakata s loptom je 3 (uključujući blok) tako da će svaki igrač imati minimalno jedan dodir s loptom u gotovo svakoj akciji. To svojstvo odbojke na pijesku predstavlja dodatne izazove igračima jer svi moraju biti što bolji u svim elementima igre. Trajanje igre nije određeno vremenski već brojem osvojenih poena.

### **2.2. Uvjeti igre**

Nestabilna i mekana podloga značajno otežava igru. Hodanje po pijesku zahtijeva 1,6-2,5 puta, a trčanje 1,5 puta više mehaničkog rada nego hodanje odnosno trčanje po čvrstoj podlozi. Posljedično, hodanje po pijesku troši 2,1-2,7, a trčanje 1,6 puta više energije nego iste radnje na čvrstoj podlozi (Lejeune i sur., 1998). Jedna od specifičnosti odbojke na pijesku je i utjecaj vremenskih uvjeta. Iako je prva asocijacija uz taj sport sunce i lijepo vrijeme, odbojka na pijesku igra se i po vjetru i kiši, sve dok ne postoji opravdana životna opasnost, npr. grmljavina, u tom slučaju igra se prekida (FIVB, 2017). Ipak, vremenski uvjeti su najčešće suhi, sunčani, vrući, a temperature na suncu iznimno su visoke. Velike vrućine zadnjih su godina globalni problem, te su sve češći valovi zatopljenja koji se ponekad javljaju i u netipično doba godine.

Rizične skupine su mala djeca, trudnice, stariji ljudi, kronično oboljeli, ali i sportaši sportova na otvorenom. Stanja povezana s vrućinama vodeći su uzrok obolijevanja i smrtnosti među srednjoškolskim sportašima Amerike (Lipman i sur., 2014). Sve je više raznih nacionalnih i internacionalnih programa koji se bave problematikom treniranja i igranja na ekstremnim vrućinama. Razvijene su smjernice za prevenciju i tretiranje stanja do kojih može doći prilikom izlaganja iznimno visokim temperaturama (Armstrong i sur., 2007; Pryor i sur., 2013; Racinais i sur., 2015). Uz povećanu tjelesnu aktivnost i znojenje, izlaganje visokim temperaturama okoliša, dovodi i do povišenja tjelesne temperature što može imati negativan utjecaj na sportsku izvedbu, ali i zdravlje. Porastom temperature i/ili vlažnosti okoliša, te gubitkom tjelesne tekućine, smanjuje se vrijeme do iscrpljenosti, a raste percepcija umora. Kombinacijom dehidracije i toplinskog stresa dolazi do kumulativnog efekta, odnosno zajedno umanjuju sportsku izvedbu više nego svaki faktor zasebno (Armstrong i sur., 2007). Kako bi se umanjio takav negativni učinak nužno je rashladiti tijelo tj. sniziti tjelesnu temperaturu (TT). Neke od strategija kojima se to postiže su konzumacija dovoljne količine tekućine, a bolji efekt se postiže onom rashlađenom odnosno konzumacijom smrvljenog leda, zatim korištenje ledenih obloga, ohlađenih ručnika ili odjeće, rashladnih fenova te rashlađivanje udova ili cijelog tijela uranjanjem u hladnu ili ledenu vodu (Racinais i sur., 2015; Tan i Lee, 2015; Adams i sur., 2016).

Što se tiče odbojke na pijesku, usprkos ekstremnim vrućinama tijekom većine turnira, od kojih bi neki trebali biti i otkazani kad bi se primjenjivale preporuke američke mornarice zbog opasnosti od toplinskih udara, nije zabilježen veći broj slučajeva igrača s problemima. Pretpostavka je da su igrači dobro aklimatizirani, svjesni okolnosti te sukladno vremenu pravilno se hidriraju i rashlađuju. Pravila igre su takva da omogućuju dovoljno vremena za konzumaciju tekućine. Ipak, FIVB prati stanje igrača i okolišnih uvjeta na terenima te se podaci šalju članovima FIVB Medicinske Komisije (FIVB, 2017).

### **2.3. Prehrana u odbojci na pijesku**

Brojna istraživanja potvrđuju manjkavo znanje sportaša i o prehrani i o hidraciji. Iako adekvatnog sastava tijela i antropometrijskih značajki prehrana poljskih (Zapolska i sur., 2014) i grčkih (Papadopoulou i sur., 2002) odbojkašica je neadekvatna. Karakterizirana je preniskim unosom energije, ugljikohidrata, prehrambenih vlakana i nezasićenih masnih kiselina, a previsokim unosom zasićenih masnih kiselina i kolesterola. Zalihe vitamina i minerala bile su iznimno niske, pogotovo željeza i kalcija (Zapolska i sur., 2014). Valliant i sur. (2012) pokazali su da edukacija zaista koristi odbojkašicama koje su nakon intervencije popravile svoje znanje

o prehrani i značajno promijenile ukupan energetske unos i unos makronutrijenata na bolje, a pozitivni učinci edukacije uočeni su i među brazilskim odbojkašicama (Daniel i sur., 2016). Potrebna je edukacija i po pitanju pravilne hidracije, kao što pokazuje i istraživanje među američkim studentima igračima američkog nogometa čije je znanje manjkavo po tom pitanju (Judge i sur., 2016). Ne samo što će uz neadekvatnu prehranu izostati dugoročni sportski uspjeh, već je povećan i rizik od ozljeda i bolesti. Iz tog razloga neophodno je da treneri i igrači spoznaju važnost pravilne prehrane kao neizostavnog dijela puta do uspjeha i zdravlja.

Sezona odbojke na pijesku je zaista duga s malim vremenskim odmakom između turnira. 2017. godine na rasporedu je 26 turnira Svjetske serije kroz 7 mjeseci, a uz to su još brojni kontinentalni i nacionalni turniri (FIVB, 2017). Na svakom turniru odigra se velik broj utakmica u svega nekoliko dana, a na nekima, češće onim nacionalnim, moguće je da se igra i više utakmica u danu. Zato igrači često biraju turnire na kojima će nastupati, a s obzirom na to tempiraju formu pri čemu su taktička, kondicijska i mentalna priprema izuzetno važne. Osim odgovarajućeg programa treninga za postizanje optimalne forme, ključne stavke su još i adekvatan odmor te pravilna prehrana. Prehrana se, isto kao i treninzi, može i treba periodizirati (Jeukendrup, 2017), a također treba trenirati tj. prilagoditi se na povećani unos tekućine kako bi se stekla tolerancija na dovoljne količine tijekom treninga ili utakmice. Brojni igrači gotovo cijelu sezonu provedu na putovanju prilikom kojih često nedostaje vremena za aklimatizacijom i privikavanjem na uvjete kao što su npr. vremenska zona, nadmorska visina, klimatski uvjeti, lokalna kuhinja, itd. Mnogi od njih po prvi puta posjete neku zemlju čija se kultura, a samim time i lokalna kuhinja može značajno razlikovati od njihove. Važno je da igrači, ukoliko žele isprobati nove namirnice i jela to nikako ne čine prije početka natjecanja kako ne bi imali probavnih smetnji, alergijske reakcije ili bilo koji drugi negativan učinak na sportsku izvedbu ili zdravlje. Prije natjecanja treba konzumirati poznatu hranu, koja je ranije isprobana i za koju je ustanovljeno da utječe pozitivno, a ne negativno na izvedbu igrača (USA Volleyball, 2014). Ukoliko igrači nemaju sportskog nutricionista, treneri ih trebaju uputiti u navedeno kako ne bi došlo do narušavanja igre. Osim toga, raspored treninga i natjecanja na putovanjima je često nepredvidiv i promjenjiv. Iz tog razloga, igrači bi uvijek trebali sa sobom imati zalihu manjih gotovih obroka, sportskih grickalica i napitaka (USA Volleyball, 2014). Neadekvatna prehrana je glavni uzrok loše sportske izvedbe tijekom natjecanja (Zoorob i sur., 2013). Zato igrače treba educirati i uputiti na pravilne izbore hrane i tekućine imajući na umu zahtjeve ovog sporta.

## **2.4. Energija**

Potrebe za energijom sportaša određuju se konceptom raspoložive energije te će ovisiti o dijelu sezone odnosno periodizaciji treninga. Raspoloživa energija je jednaka ukupnom dnevnom unosu energije umanjenom za energiju potrošenu tijekom tjelesne aktivnosti (TA) (Loucks i sur., 2011). Potrošnja energije mijenjat će se ovisno o trenažnom procesu i dijelu sezone, pa s obzirom na to treba prilagoditi i unos energije odnosno prehranu (Thomas i sur., 2016; Jeukendrup, 2017). Kojim sustavom će se energija dobivati ovisi o prirodi sporta. Odbojka na pijesku, slično kao i dvoranska odbojka, pretežno je anaerobni sport koji zahtijeva energiju proizašlu iz anaerobnog puta odnosno fosfagenog sustava i anaerobne glikolize. Glavni izvor energije za pjeskaše su energetske bogati fosfati tj. ATP i kreatin fosfat jer se igra sastoji od velikog broja brzih i kratkih akcija pa je i energija potrebna brzo. U dužim poenima, kada se ATP ne stigne regenerirati dovoljnom brzinom, trošit će se glukoza mišićnog glikogena. Tijekom pauza između poena, uključivat će se aerobni put koji će omogućavati obnovu ATP-a (Matković i Ružić, 2009). Otežavajući faktor u odbojci na pijesku u odnosu na dvoransku odbojku je nestabilna podloga koja zahtijeva veće utroške energije (Davies i sur., 1998) što je važan čimbenik u planiranju prehrane pa to treba imati na umu. Za održavanje postojeće tjelesne mase (TM) raspoloživa energija trebala bi iznositi 45 kcal/kg nemasne TM. Na tu vrijednost dodaje se količina energije potrebna za TA. Način određivanja energetske potrebe mjerenjem energetske potrošnje nije dobar način jer ne uzima u obzir fiziološke procese (Loucks i sur., 2011). Odbojkašice Španjolske unosile su manje energije i ugljikohidrata, te više proteina i masti od preporuka, ali to nije negativno utjecalo na njihov sastav tijela i snagu tijekom prvih 11 tjedana igraće sezone (Mielgo-Ayuso i sur., 2015a). U tom istraživanju navode se preporuke za energijom 50-80 kcal/kg TM na dan, a one su unosile  $40,7 \pm 5,2$  kcal/kg TM. Ipak, dok se ne utvrdi drugačije, trebalo bi težiti vrijednostima postojećih preporuka.

## **2.5. Makronutrijenti**

Potrebe za makronutrijentima ugljikohidratima i proteinima određuju se s obzirom na masu igrača, a ne kao postotak ukupnog unosa energije kao što je to slučaj za masti ili kod osoba nesportaša. Za vrijeme natjecateljske sezone važno je adekvatno rasporediti unos makronutrijenata kroz dan i obroke imajući na umu da igrač treba imati dovoljno energije prije svake utakmice, te da oporavak treba biti što brži i kvalitetniji (Thomas i sur., 2016).

### 2.5.1. Ugljikohidrati

Osnovna uloga ugljikohidrata (UGH) je osigurati energiju oksidacijom u skeletnim mišićima tijekom visoko-intenzivnih aktivnosti. U tijelu su UGH pohranjeni u obliku mišićnog i jetrenog glikogena. Te zalihe su ograničene pa ih je potrebno održavati adekvatnim unosom UGH (Beelen i sur., 2010). Preporuke za unos ugljikohidrata tijekom dana za odbojkaše prema Valliant i sur. (2012) iznose 6-10 g/kg TM dok Mielgo-Ayuso i sur. (2015a) navode da one trebaju iznositi 5-8 g/kg TM. Međutim, istraživanje tih autora pokazalo je da odbojkašice nemaju negativnih posljedica i s nešto manjim unosom ( $4,3 \pm 0,6$  g/kg TM). Za pjeskaše, važan je obrok prije TA koji bi se trebao konzumirati 1-4 h prije, a čija je svrha popunjavanje zaliha glikogena te hidracija. Takav obrok treba sadržavati onoliko grama UGH po kg TM koliko se sati prije obrok konzumira (npr. 2 sata prije, 2g/kg TM) (Zoorob i sur., 2013). Praktična preporuka je konzumirati obrok 3-4 h prije aktivnosti, a zatim manji obrok svaki sat do aktivnosti (primjer: cjelovit obrok 3 sata prije TA, banana 2 h prije, sportska pločica 1 h prije i sportski napitak neposredno prije TA). Ukoliko ovakav način nije moguć zbog okolnosti ili nelagode sportaša, može se konzumirati i samo jedan obrok. Važno je samo da on osigurava dovoljnu količinu UGH te da sadrži manje prehrambenih vlakana, proteina i masti kako ne bi došlo do odgođenog pražnjenja želuca ili probavnih smetnji (Zoorob i sur., 2013). Thomas i sur. (2016) navode smjernicu za pripremu prije TA kraćih od 90 min u vidu konzumacije 7-12 g/kg TM UGH kroz 24 sata kako bi se osigurale adekvatne količine glikogena. Ipak, to je dosta velika količina pa bi takvu konzumaciju trebalo trenirati kako ne bi došlo do probavnih smetnji. Unos UGH tijekom TA ovisi o samom tipu aktivnosti, trajanju i intenzitetu, ali i o utreniranosti igrača (Jeukendrup, 2014). Za TA koje traju manje od 1 h nema očitih koristi konzumacije UGH kao što je to kod sportova izdržljivosti. Međutim, primijećeno je da ispiranje usta otopinom UGH ima iste pozitivne učinke. Za aktivnosti visokog intenziteta u trajanju 30-60 min, u što spada i odbojka na pijesku, ispiranje usta 6%-tnom otopinom UGH može imati ergogeni učinak (Jeukendrup, 2014). Unos UGH za vrijeme sportova isprekidane aktivnosti ima utjecaj na odgodu pojave umora i stanja iscrpljenosti, a također bi mogao pozitivno utjecati na vještine kao što su agilnost ili preciznost, pogotovo pri kraju igre. Taj unos se može osigurati sportskim napitkom, gelom ili pločicom, pa je korisno nešto od navedenog imati uz sebe. Ipak, treba pripaziti da unos UGH ne bude veći od 30-60 g/h, odnosno 6-8% za napitke. U suprotnom moglo bi doći gastrointestinalnih smetnji i usporenog pražnjenja želuca što bi moglo narušiti izvedbu (Coyle, 2004). Tijekom aktivnosti u toplijem okolišu ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) ne dolazi do potpunog pražnjenja rezervi glikogena, tako da je tijekom takve aktivnosti važni obratiti pažnju na hidraciju nego na unos UGH (Galloway, 1999). Ukoliko je intenzitet utakmice manji ili su igrači manje utrenirani potrebno je smanjiti količinu konzumiranih UGH. Unos UGH potrebno je

prethodno isprobati na treningu kako na utakmici ne bi došlo do probavnih smetnji (Jeukendrup, 2014). Nakon TA s unosom UGH treba početi čim prije, do 1 h nakon TA, jer je tada najveća sinteza glikogena. Idealno je unijeti 1,2 g UGH/kg TM/h u intervalima od 15-30 minuta tijekom 4 sata nakon TA (Beelen i sur., 2010). Moguće je i kombinirati proteine s ugljikohidratima, odnosno unos 0,2-0,4 g proteina + 0,8 g ugljikohidrata po kg TM svaki sat imati će povoljan učinak na oporavak. Takva kombinacija će stimulirati endogeno otpuštanje inzulina i ubrzano popunjavanje zaliha mišićnog glikogena te stimulirati sintezu mišićnih proteina, no količina UGH ne bi trebala prelaziti 1,2 g/kg TM (Beelen i sur., 2010; Zoorob i sur., 2013). Dodatnu korist takvog obroka imaju sportaši koji imaju više utakmica u kratkom vremenskom periodu (Beelen i sur., 2010).

Izvori ugljikohidrata su uglavnom namirnice biljnog porijekla i njihove prerađevine (žitarice, kruh, tjestenina, voće, povrće, mahunarke, sjemenke,...). Jedina namirnica životinjskog porijekla koja sadrži UGH je mlijeko. Cjelovite namirnice bogate UGH također su i izvor vlakana. Preporučeni dnevni unos je 20-35 g/dan odnosno 14 g/1000 kcal. Odgovarajuća količina vlakana u prehrani povoljno će utjecati na probavni sustav i redovito pražnjenje crijeva, snizit će razinu kolesterola i triglicerida, povoljno utjecati na razinu glukoze u krvi te na imunski sustav. Ukoliko je unos prehrambenih vlakana u osobe nizak, potrebno je postupno povećavati količinu kako ne bi došlo do probavnih smetnji (Erdman i sur., 2012).

### **2.5.2. Proteini**

Proteini su molekule građene od aminokiselina (AK), a u tijelu imaju brojne funkcije. Tako mogu biti strukturni proteini, mogu imati enzimsku ili hormonalnu ulogu, a mogu biti i transportne ili imunosne molekule. Da bi se sintetizirao protein u tijelu, potrebno je da su na raspolaganju sve AK koje su zastupljene u njemu u odgovarajućoj količini. Limitirajuća AK je ona esencijalna aminokiselina (EAK) koje ima u najmanjoj količini. EAK su one koje tijelo ne može samo sintetizirati (Erdman i sur., 2012). Unos proteina trebao bi biti ravnomjeran kroz dan, a Valliant i sur. (2012) navode količinu od 1,2-1,7 g/kg TM za odbojkaše. U istraživanju Mielgo-Ayuso i sur. (2015a) navode se nešto veće preporuke od 1,6-1,8 g/kg TM također za odbojkaše, međutim nisu primijećene negativne posljedice još većeg unosa kod odbojkašica ( $2,1 \pm 0,4$  g/kg TM). Unos oko 20 g potpunih proteina, odnosno ekvivalent oko 9 g EAK, je dovoljan za sintezu mišićnih proteina tijekom prvih sati nakon TA. Unos tolikih količina 5-6 puta dnevno mogao bi povoljno utjecati na maksimalnu sintezu mišićnih proteina tijekom dana (Beelen i sur., 2010). Novije preporuke odnose se na unos određene količine proteina u sklopu jednog obroka. 0,3 g/kg TM trebalo bi se unijeti nakon TA te svakih 3-5 sati kroz više obroka

(Thomas i sur., 2016). Proteinski obrok od 30-40 g proteina 30 minuta prije spavanja povoljno utječe na oporavak mišića, sintezu mišićnih proteina i cjelokupni metabolizam (Jäger i sur., 2017). Unos proteina u slučaju oporavka od ozljede treba biti nešto viši, a Rosenbloom (2015) navodi količinu od 1,6-2,5 g/kg TM, a važno je i ne drastično smanjiti energetske unos. Ukoliko je unos hranom adekvatan, proteinski dodaci prehrani nisu potrebni. Ako se oni ipak koriste treba pripaziti da su od provjerenog proizvođača, da ne koriste zabranjene supstance, odnosno da su provjerenog i kvalitetnog sastava. Prehrambeni izvori osim proteina sadrže i druge važne komponente te su gotovo uvijek bolji izbor (Rosenbloom, 2015).

Izvori proteina mogu biti namirnice i životinjskog i biljnog porijekla. Neke od njih su meso, perad, riba, mlijeko i mliječni proizvodi, jaja, mahunarke, soja, cjelovite žitarice i sjemenke. Proteini iz životinjskih namirnica su potpuni, što znači da sadrže sve EAK. Namirnice biljnog porijekla mogu biti manjkave s obzirom na određenu AK, ali taj problem je rješiv odgovarajućim kombiniranjem namirnica čime se postiže unos svih potrebnih AK. Nije nužno da svaki obrok bude izvor svih AK, no na razni dana potrebno je postići odgovarajući unos.

### **2.5.3. Masti**

Masti su najkoncentriraniji izvor energije iz hrane. Esencijalne su za strukturu svih tkiva jer su osnovni sastojak stanične membrane. Masti su i nutritivno vrijedne jer su u njima su otopljene tvari arome, neki vitamini (A, D, E i K), fito i zookemikalije. Također, mastima se osigurava unos esencijalnih masnih kiselina, linolne ( $\omega$ -6) i  $\alpha$ -linolenske ( $\omega$ -3) (Erdman i sur., 2012.). Za sportaše ne postoje posebno definirane preporuke za unos masti pa se koriste smjernice namijenjene općoj populaciji. Preporučeni unos masti je 20-35 % ukupnog dnevnog energetskeg unosa, a ista vrijednost odnosi se i na odbojkaše (Mielgo-Ayuso i sur., 2015a). Cilj je prehranom unositi što manje zasićenih (ne više od 7% ukupnog energetskeg unosa) i transmasnih kiselina, a što više jednostruko (do 15%) i višestruko nezasićenih (do 8% ukupnog dnevnog energetskeg unosa). Nezasićene masne kiseline povoljno utječu na smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti jer poboljšavaju lipidni profil krvi, elastičnost krvnih žila te snižavaju krvni tlak. Omega-3 masne kiseline, s naglaskom na EPA i DHA koje se nalaze u ribi i proizvodima ribarstva, imaju pozitivan učinak na ubrzanje oporavka nakon sportske ozljede, ali i na prevenciju. U prehranu je potrebno uključiti takvu hranu, ili, ako iz nekog razloga to nije moguće, koristiti suplemente tj. koncentrate omega-3 (Bryhn, 2015).

Izvori masti su i biljne i životinjske namirnice. Neki od njih su ulja masline, suncokreta, sezama, kukuruza, soje, repice i lana, avokado, kokos, orašasti plodovi, te meso, mlijeko, jaja, riba i

morski plodovi (Erdman i sur., 2012).

## **2.6. Mikronutrijenti**

### **2.6.1. Vitamini i minerali**

Vitamini i minerali su esencijalni mikronutrijenti što znači da ih ljudsko tijelo ne može samo sintetizirati te ih mora unositi putem hrane. U namirnicama se nalaze u relativno malim količinama, a kako bi se zadovoljile potrebe nužno je da prehrana bude raznovrsna. Njihov utjecaj na organizam je višestruk, a očituje se kroz duže vrijeme. Primarne uloge su im koenzimske ili prohormonske. Ukupno postoji 13 vitamina koji se dijele na topive u mastima (A, D, E i K) i topive u vodi (B kompleks i C), od kojih je za odbojkaše na pijesku vrijedno spomenuti C, D i vitamine B kompleksa. Minerali se dijele na makromineralne (natrij, kalij, klor, fosfor, kalcij i magnezij) i minerale u tragovima (npr. željezo, cink, bakar, mangan) s obzirom na količinu u kojoj se nalaze u hrani (grami naprema miligramima i mikrogramima) te dnevne potrebe. Uloge uključuju prijenos kisika, funkcioniranje hormona, održavanje antioksidativnog statusa te mišićne kontrakcije (Driskell i Wolinsky, 2006). Za pješake najzanimljiviji su možda natrij i kalij zbog toga što se u odnosu na druge mikronutrijente najlakše gube znojenjem, ali i magnezij, kalcij, te željezo.

Sportaši imaju povećane potrebe za vitaminima i mineralima u odnosu na neaktivne pojedince, međutim one se zadovoljavaju i povećanim unosom hrane uslijed povećanih potreba za energijom. Adekvatan unos, osim na sveopće zdravlje organizma, imaće povoljan utjecaj i na sportsku izvedbu. Shodno tome, sportska izvedba može biti narušena ukoliko postoji deficit nekog mikronutrijenta. Odgovarajući unos ostvaruje se prvenstveno individualno prilagođenom pravilnom sportskom prehranom, međutim opravdano je koristiti dodatke prehrani ukoliko postoji valjan razlog (Driskell i Wolinsky, 2006). Za odbojkaše na pijesku takvi bi mogli biti neadekvatna prehrana, pretreniranost, igranje na ekstremnim uvjetima, ranije postignuti deficiti nekog mikronutrijenta i slično.

#### **2.6.1.1. Vitamin C**

Vitamin C ili askorbinska kiselina najpoznatiji je po svojoj ulozi u sintezi kolagena - komponente hrskavica, ligamenata, tetiva i drugih vezivnih tkiva. Osim toga, potreban je za formiranje karnitina, sintezu neurotransmitera, transport i apsorpciju ne-hem željeza, metabolizam folata i kortizola, a povrh svega je i moćan antioksidans. Preporučene dnevne vrijednosti (RDA) za vitamin C iznose 75 mg/dan za žene i 90 mg/dan za muškarce niske ili umjerene razine



aktivnosti. Za sportaše preporuke nisu definirane, no poznato je da različita stanja fiziološkog stresa povećavaju potrebe moguće na 100-1000 mg/dan (Driskell i Wolinsky, 2006). Nisu preporučljive doze iznad 2000 mg/dan (Erdman i sur., 2012). Nekoliko studija iz 70-ih godina pokazalo je da suplementacija C vitaminom može imati pozitivne učinke na sportaše koji treniraju i igraju na visokim temperaturama u vidu smanjenja rektalne temperature ili stope znojenja. Doze koje su korištene iznosile su 250 ili 500 mg/dan. Ipak, ergogeni učinak C vitamina generalno nije potvrđen. S obzirom da čak do 25% sportaša unosi preniske doze ovog vitamina potrebno je osigurati adekvatan unos prehranom koja sadrži obilje svježeg voća i povrća (Driskell i Wolinsky, 2006).

#### **2.6.1.2. Vitamini B kompleksa**

B kompleks skupina je nekoliko vitamina topivih u vodi koji imaju ulogu koenzima, a djelovanja su im međusobno isprepletena. Uključeni su u metabolizam energije i makronutrijenata, eritropoezu, održavanje i obnovu tkiva, a također utječu na živčanu funkciju pa su neophodni za pravilan rad centralnog živčanog sustava. Sportaši mogu imati povećane potrebe za ovim vitaminima, međutim ukoliko je unos energije i makronutrijenata adekvatan, a prehrana raznolika, pretpostavka je da će i unos vitamina biti zadovoljavajuć.

Nalaze se u namirnicama životinjskog porijekla (mesu, iznutricama, jajima, mlijeku), ali i biljnog (mahunarkama, žitaricama, zelenom lisnatom povrću, gljivama, orašastom voću i sjemenkama). Vitamin B<sub>12</sub> nalazi se samo u namirnicama životinjskog porijekla pa vegani trebaju koristiti suplemente (Driskell i Wolinsky, 2006).

#### **2.6.1.3. Vitamin D**

Vitamin D razlikuje se od ostalih vitamina po svojoj strukturi i izvoru. Za razliku od ostalih vitamina koje dobivamo isključivo hranom, primarni izvor vitamina D je UVB sunčevo zračenje koje potiče sintezu u tijelu, dok se u hrani, i to onoj životinjskog porijekla, nalazi u malim količinama ukoliko nije obogaćena (Cannell i sur., 2009). Osim toga uloga vitamina D je prohormonska. Aktivirani vitamin D naziva se kalcitriol i po strukturi je steroidni hormon. Primarna uloga mu je postizanje i održavanje homeostaze kalcija i fosfora (Driskell i Wolinsky, 2006), ali ima i neuromuskularnu funkciju, utječe na povećanje veličine i broja mišićnih vlakana Tip II (bijela, brza vlakna) (Cannell i sur. 2009) koja su važna za pjeskaše. Osim toga, djelovanje mu se odražava na kardiovaskularnom, endokrinom, živčanom i imunom sustavu (Krzywanski i sur., 2016).

Velik broj studija pokazao je da vitamin D poboljšava tjelesnu izvedbu, no bez obzira na iznimno jeftin i jednostavan način zadovoljavanja potreba, čini se da je zapravo velik broj ljudi diljem svijeta u opasnosti od deficita tog vitamina. Sportaši su zbog toga pod povećanim rizikom za narušavanjem sportske izvedbe, ali i mogućnosti ozljeda, pogotovo lomova kostiju (Krzywanski i sur., 2016). Sinteza ovisi o više faktora, a neki od njih su geografska širina, nadmorska visina, godišnje doba, doba dana, koncentracija melanina u koži, korištenje preparata protiv sunčevog zračenja, dob i dio tijela koji je izložen suncu (Cannell i sur., 2009; Krzywanski i sur., 2016). Dosadašnja istraživanja pokazuju da je učestalost deficita vitamina D među sportašima od 42 do čak 83 % (Krzywanski i sur., 2016). Istraživanje poljskih sportaša pokazalo je da je adekvatan status D vitamina postignut samo tijekom ljetnih mjeseci kod sportaša koji se bave sportovima na otvorenom, a taj je status održan samo ukoliko su tijekom zimskih mjeseci odlazili na pripreme u druge države gdje su bili u mogućnosti izlagati se suncu. Bez obzira što su sportaši tijekom ljetnih mjeseci boravili na otvorenom 80% njih tijekom zimskih mjeseci nije imalo adekvatan status vitamina D (Krzywanski i sur., 2016). Biciklisti koji su često izloženi suncu su također imali iznenađujuće niske razine tog vitamina (Cannell i sur. 2009). Posebno su rizična skupina sportaši dvoranskih sportova, oni koji žive u zemljama na više od 35 stupnjeva geografske širine (među kojima je i Hrvatska), koji se tijekom godine ne izlažu dovoljno suncu, čija je prehrana siromašna namirnicama koje sadrže vitamin D, koji se nikada ne izlažu suncu bez zaštitne kreme te tamnopute osobe. Tamnopusi sportaši zbog visokih koncentracija melanina trebaju i do 10 puta više vremena izlaganja UVB zrakama u odnosu na one svjetlije puti (Cannell i sur. 2009). Igrači bi trebali redovito provjeravati razine tog vitamina, barem 2 puta na godinu, kako bi se po potrebi pravovremeno mogla uključiti oralna suplementacija, a ukoliko je moguće, zimske mjesece provesti u zemljama bliže ekvatoru (Krzywanski i sur., 2016). Preporuke za unos vitamina D iznose 15 µg (600 IU) za zdravu odraslu osobu (Erdman i sur., 2012.). Prehrambeni izvori vitamina D su žumanjak jajeta, jetra, masna riba, te obogaćene namirnice poput žitarica ili mlijeka.

#### **2.6.1.4. Natrij**

Natrij je mineral koji se u najvećoj koncentraciji nalazi u znoju. Iako je uvriježeno mišljenje da su gubici natrija veliki u sportaša koji se puno znoje ili se natječu u vrućim klimatskim uvjetima, istraživanja pokazuju da nije nužno tako. Gubitak elektrolita ovisi o više faktora, a povoljno će utjecati aklimatizacija, te će se već nakon nekoliko dana treniranja na vrućini smanjiti gubici (Institute of Medicine, 2005). 1 sat dnevno na vrućini, tijekom 3 tjedna, značajno je utjecao na smanjenje koncentracije natrija u znoju (Allan i Wilson, 1971). Preporučena dnevna

vrijednost za unos natrija i za žene i muškarce iznosi 1,5 g/dan (Institute of Medicine, 2005). Prosječna koncentracija natrija u znoju je 1 g/L, odnosno 920-1150 mg/L, a ovisno o sportu uobičajena stopa znojenja tijekom aktivnosti je 0,5-2 L/h (Zoorob i sur., 2013). Zato se sportašima, posebno onima sportova izdržljivosti i na vrućini, ne preporuča smanjivati unos natrija u prehrani (Koenders i sur., 2016), no s dodatnim unosom elektrolita treba biti oprezan jer može doći do narušavanja homeostaze. Veliki gubici tekućine i natrija kod dugih napornih aktivnosti u vrućem okolišu mogu izazvati grčeve ili hiponatremiju. Bolni grčevi najčešće se javljaju u nogama, rukama ili abdomenu. U nekih pojedinaca mogu biti povezani s genetikom, metaboličkim abnormalnostima skeletnih mišića ili metabolizma lipida (Armstrong i sur., 2007). Mogu se javiti kod odbojkaša na pijesku zbog rasporeda natjecanja koji izaziva povećan umor i gubitak tekućine. Pjeskaški turniri traju po nekoliko dana tijekom kojih se odigra velik broj utakmica između kojih razmak može biti svega par sati što nije dovoljno vremena za adekvatan odmor ili rehidraciju. Veći gubitak natrija znojem može se nadoknaditi konzumacijom  $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$  čajne žličice soli (NaCl) u 300-500 mL tekućine, slanijom juhom ili grickalicama. U ozbiljnijim slučajevima najbrže rješenje je intravenozna fiziološka otopina. Kalcij, magnezij i kalij se ne gube u većim količinama znojem pa nisu povezani s ovim tipom mišićnih grčeva (Armstrong i sur., 2007). Mišići se mogu opustiti istezanjem, najčešće vrlo brzo, pa igrači mogu nastaviti s igrom, a za potpun oporavak nekad je potreban i dan odmora. Kako bi se prevenirala ovakva stanja potrebno je održavati ravnotežu tekućine i soli. Ukoliko je očekivano pojačano znojenje, te sportaš ima predispozicije za pojavu grčeva, na te dane može se povisiti unos soli na 5-10g prehranom ili suplementima. Važno je pravovremeno se aklimatizirati, minimalno 10-14 dana, a moguće čak do 12 tjedana, nakon čega se tijelo adaptira te se gubici natrija smanjuju. Analizom unosa tekućine, prehrane i soli, te odmora i aklimatizacije mogu se uvidjeti i ispraviti potencijalne manjkavosti koje pogoduju nastanku grčeva. Tijekom višednevnih turnira TM ne smije varirati više od 2% (Armstrong i sur., 2007).

#### **2.6.1.5. Magnezij**

Magnezij je četvrti najzastupljeniji kation u staničnoj tekućini i kofaktor velikog broja enzima. U neuromuskulatornoj aktivnosti ima ulogu relaksatora pri kontrakciji mišića. Između ostalog kofaktor je kreatin kinaze (enzima uključenog u fosfageni put dobivanja energije), ali nije poznato uzrokuje li veći unos i veću aktivnost enzima. Uz adekvatnije zalihe magnezija više energije će se moći proizvesti za kratke visoko-intenzivne aktivnosti poput skoka. Unos Mg je pozitivno povezan s pliometrijskim i izokinetičkim performansama košarkaša, rukometaša i odbojkaša. Suplementacija magnezijem u dozi od 350 mg/dan, u obliku magnezijevog oksida,

tijekom 4 tjedna poboljšala je alaktični anaerobni metabolizam odbojkaša što se očitovalo povećanjem vertikalnog skoka (do 3 cm). Važno je napomenuti da testirani igrači prije nisu imali deficit magnezija (Setaro i sur., 2014). Prehrambeni izvori magnezija su tamnozeleno lisnato povrće, cjelovite žitarice, leguminoze, mlijeko te orašasti plodovi (Erdman i sur., 2012).

#### **2.6.1.6. Željezo**

Željezo se u ljudskom tijelu nalazi u najvećim količinama u odnosu na druge minerale u tragovima, a najveći udio nalazi se u sklopu molekula hemoglobina. Na taj način željezo igra važnu ulogu u transportu kisika i metabolizmu energije. Zbog toga sportaši imaju povećane potrebe, a dodatno su im povećani i gubici putem znoja, urina ili gastrointestinalnog krvarenja (Driskell i Wolinsky, 2006). Manjak željeza je najčešći nutritivni manjak među sportašima, pri čemu su žene dodatno u nepovoljnijem položaju. Simptomi manjka mogu biti umor, eritropoeza, te se može razviti i anemija (Mielgo-Ayuso i sur., 2015b). Usprkos tome što se najviše istraživanja o deficitu željeza provodi među sportašima sportova izdržljivosti, deficit se može pojaviti i kod sportaša anaerobnih sportova. Već 11 tjedana treninga, uz prehranu koja je sadržavala 25,8 mg/dan željeza (više od uobičajenog i preporučenog unosa od 18 mg/dan) u 30% odbojkašica zalihe željeza su se smanjile na prelatentno stanje deficita. Intenzitet odbojke i treninzi tijekom sezone mogu rezultirati deficitom iako je konzumirana adekvatna količina. Predložena je suplemenatcija 100 mg/dan tijekom 12 tjedana u svrhu prevencije deficita i postizanja adekvatnog statusa (Mielgo-Ayuso i sur., 2015b). Prehrambeni izvori željeza su namirnice životinjskog (hem i ne-hem željezo) i biljnog podrijetla (ne-hem željezo). Hem željezo čini manju količinu ukupnog unosa, no puno bolje se iskorištava u odnosu na ne-hem (Driskell i Wolinsky, 2006). Na apsorpciju željeza negativno utječu fitati, oksalati i polifenoli, a pozitivno vitamin C (Erdman i sur., 2012.).

#### **2.6.2. Nutritivna zaštita od sunca**

Odbojkaši na pijesku, barem tijekom natjecateljske sezone, svakodnevno su u velikoj mjeri izloženi suncu. Djelovanje sunčevog zračenja (UV zraka) na ljudski organizam, osim već navedenog pozitivnog učinka omogućavanja sinteze D vitamina, ima i veoma negativan efekt izazivanja opekline, a moguće i raka kože. Koža koja se pretjerano izlaže suncu bez zaštite prije će starjeti, izgubit će na elastičnosti i vlažnosti, pojavit će se pjege i nejednaka pigmentacija. Strategije zaštite su izbjegavanja sunca, pokrivanja tijela odjećom i korištenje zaštitnih krema, no sve od njih onemogućuju sintezu vitamina D. Nužno je postići ravnotežu

umjerenog izlaganja kako bi se iskoristile sve blagodati sunca. Neki mikronutrijenti iz hrane mogu potpomoći unutarnjoj zaštiti tijela na način da rade kao svojevrsni apsorbersi UV zraka, antioksidansi ili da mijenjaju signalne puteve izazvane djelovanjem zračenja. Takav fotoprotektivni učinak mogu imati karotenoidi, retinoidi, flavonoidi i polifenoli, vitamini C i E, selen i omega-3 masne kiseline. Karotenoidi ( $\alpha$  i  $\beta$ -karoten, likopen, lutein, zeaksantin i drugi), retinoidi, flavonoidi i polifenoli su fitokemikalije te ih je moguće dobiti iz svježeg voća i povrća, kaka, čaja i crvenog vina. Likopen, crveni pigment iz rajčice djeluje zaštitno na kožu (Sies i Stahl, 2004). Dnevna konzumacija 300 g svježih rajčica ili njezinih prerađevina npr. 100 mL soka od rajčice, 150 mL pasirane rajčice ili 100 g pelata će osigurati potrebnu količinu likopena za zaštitu od opekotina izazvanih suncem. Potrebno je 7-10 tjedana ovakve prehrane kako bi se ostvarilo izraženi učinak. Osim na kožu sunce može imati negativan utjecaj i na vid. Odbojkaši na pijesku, slično kao i igrači bejzbola o kojima je riječ u radu Hammonda i Fletchera (2012.), svakodnevno su izloženi jarkom sunčevom svjetlu. Gotovo svi igrači koriste sunčane naočale i kape sa šiltom kako bi se zaštitili od jarkog svjetla koje osim što otežava igru, može dugoročno oštetiti vid. Lutein i zeaksantin su žuti karotenoidi koji se nalaze u zelenom lisnatom povrću i žumanjku jajeta. U tijelu se nalaze u tkivima oka i mozga. Neugoda i oporavak vida uslijed gledanja u sunce mogu biti kraćeg trajanja ukoliko su koncentracije ovih karotenoida u oku visoke. Osim toga, poboljšavaju kromatski kontrast pa je moguće da će odbojkaška lopta koja je plave, bijele i žute boje lakše biti uočljiva na plavom nebu (Hammond i Fletcher, 2012). Vitamini C i E su snažni antioksidansi što je i razlog njihovog povoljnog djelovanja protiv štetnog sunčevog zračenja. Nalaze se u svježem voću i povrću te orašastim plodovima. Selen je mineral u tragovima, a najbolji izvor su brazilski oraščići jer već 1-2 dnevno osiguravaju potrebnu dnevnu količinu ovog minerala antioksidativnog svojstva (Thomson i sur., 2008). Lista antioksidansa i tvari koje potpomažu unutarnju fotoprotekciju još je i duža, a kako bi se osigurao unos svih, potrebno je konzumirati svježih i cjelovite namirnice, voće i povrće, orašasto voće, mahunarke, sjemenke, ribu i morske plodove. Uz takvu prehranu suplementacija neće biti potrebna, no ukoliko do nje dođe treba imati na umu da gotovo sve ove komponente djeluju bolje sinergistički, odnosno u kombinaciji s drugima, pa su kompleksni preparati bolji izbor od izoliranog nutrijenta. Osim toga, potrebno ih je uzimati duže vrijeme što može izazvati povećane troškove, pa je bolje uložiti u raznovrsnu prehranu (Sies i Stahl, 2004). Također,  $\beta$ -karoten se ne preporučuje pušačima i osoba s povećanim rizikom od raka pluća jer taj rizik dodatno povećava (Stahl i Sies, 2012).

## **2.7. Suplementi i dodaci prehrani**

Mnoga istraživanja pokazuju da velik broj profesionalnih sportaša koristi razne suplemente i sportsku hranu. Raznolikost suplemenata koji se nude je iznimno velika, no dokazi koji potvrđuju pozitivno djelovanje odnose se samo na manji broj njih i to u specifičnim uvjetima. To su kreatin, beta alanin, bikarbonat, kofein, nitrati tj. sok od cikle, te moguće fosfat. Djelovanja ovih suplemenata potvrđena su u određenim dozama i uvjetima, no nije poznato kakvo će biti djelovanje ukoliko se konzumira više različitih proizvoda. Mogući su aditivni, neutralni ili poništavajući učinci. Također, nepoznati su ishodi konzumacije istog suplementa u sportovima koji imaju više događaja unutar 24 h. Usprkos tome, mnogi sportaši konzumiraju više različitih proizvoda bez saznanja o interaktivnim učincima kombinacija, učinku opetovanog uzimanja nekog suplemenata tijekom kratkog perioda, pa i o individualnom odgovoru (Burke, 2017). Odbojkaši na pijesku mogli bi imati koristi od konzumacije kofeina, bikarbonata te kreatina.

### **2.7.1. Kofein**

Kofein je biljni alkaloid prirodno prisutan u kavi, čaju, kakau, i guarani. Komercijalno je dostupan u čistom obliku u tabletama, ali dodaje se u razne prehrambene proizvode, energetska pića, proizvode za sportaše, a može biti i sastojak nekih lijekova i preparata za mršavljenje. Generalno se smatra sigurnim za konzumaciju, a prihvaćena je i jednokratna doza od 200 mg kao sigurna za zdravu odraslu populaciju (EFSA, 2015)

U sportu, kofein se najčešće koristi kako bi odgodio pojavu umora, a poboljšava izvedbu u sportovima izdržljivosti, no i onim kraćeg trajanja, visokog intenziteta (Eaton i sur., 2016). Najzanimljivija su ona istraživanja na odbojkašima, a ona potvrđuju da doza od 3 mg/kg<sup>TM</sup> pozitivno utječe na odbojkaše (Del Coso i sur., 2014), konzumacija kofeinskog energetskeg pića s istom količinom kofeina ergogeno djeluje na odbojkašice španjolske lige koje su imale bolje rezultate na testovima snage i agilnosti, a također je povećan broj uspješnih akcija tijekom igre (Pérez-López i sur., 2015). S druge pak strane, odbojkašice Costa Rice nisu imale koristi od akutne konzumacije energetskeg pića s kofeinom. Mogući razlog je da količina kofeina nije bila dovoljna, ali i međudjelovanje različitih sastojaka napitka (Fernández-Campos i sur., 2015). S obzirom da individualni odgovor sportaša na neki sastojak može biti značajno različit, potrebno je iste isprobati za vrijeme treninga, te krenuti s nešto manjim dozama. U istraživanjima se najčešće ispituju doze od 1-6 mg/kg <sup>TM</sup>, ali za odbojkaše na pijesku odgovarajuća doza bi mogla biti 3 mg/kg <sup>TM</sup> 30-60 min prije TA s obzirom da je takvim protokolom potvrđeno djelovanje kod odbojkaša (Del Coso i sur., 2014; Pérez-López i sur.,

2015). Treba imati na umu da bi u vrućim okolišnim uvjetima, zbog povišenja temperature tijela, termogeni učinak kofeina mogao poništiti mogući ergogeni učinak što bi se ipak moglo izbjeći konzumacijom više manjih doza (Suvi i sur., 2017). Umjeren unos kofeina nema diuretski učinak (Killer i sur., 2014), a kombinacijom s EAK u vrućem, hipoksičnom okolišu mogao bi odgoditi umor i produžiti izdržljivost (Eaton i sur., 2016). Kofein može izazvati probleme sa spavanjem ako su osobe osjetljivije na njegovo djelovanje, ili ako se konzumira kasnijim satima dana (EFSA, 2015). U odbojci na pijesku nije rijetkost održavanje utakmice u večernjem terminu pa u tom slučaju treba odvagnuti pozitivne i negativne učinke kofeina s obzirom na adekvatan odmor za utakmicu idućeg dana.

### **2.7.2. Bikarbonat**

Uslijed kratkih, intenzivnih aktivnosti anaerobnom glikolizom dolazi do nakupljanja laktata. Posljedično opada pH mišića te dolazi do zamora. Bikarbonati djeluju kao akceptori kationa i na taj način smanjuju koncentraciju vodikovog iona u stanicama. Koristi od njihovog uzimanja mogli bi imati sportaši sportova u kojima se kratke intenzivne aktivnosti ponavljaju u kraćem vremenskom periodu kao što je odbojka na pijesku. Burke (2017) navodi preporučeni protokol konzumacije od 300 mg/kg natrijevog bikarbonata u manjim dozama 2-2,5 sata prije TA. Istodobno uzimanje kofeina i bikarbonata rezultirat će poništavanjem učinaka i jednog i drugog sredstva (Burke, 2017).

### **2.7.3. Kreatin**

Kreatin je jedan od popularnijih dodataka sportskoj prehrani koji se koristi kao ergogeno sredstvo. Neesencijalna je komponenta hrane. Nalazi se u namirnicama životinjskog porijekla, ali ga i tijelo samo proizvodi od aminokiselina glicina, arginina i metionina. Uzrokuje porast tjelesne mase što nekim sportašima može predstavljati problem, a također može izazvati probavne smetnje i grčeve u mišićima (Andres i sur., 2017). Kreatin, odnosno kreatin fosfat, uključen je u metabolizam energije na način da potpomaže resintezu ATP-a iz ADP-a. Iz tog razloga, koristi od uzimanja kreatina imati će sportaši sportova snage, brzine i eksplozivnosti. Europska komisija autorizirala je zdravstvenu tvrdnju da kreatin poboljšava sportsku izvedbu tijekom kratkotrajnih, visoko-intenzivnih, ponavljajućih vježbi. Suplementacija može značajno povećati razine kreatina u mišićima. Prvo je potrebno provesti fazu punjenja od 20 g/dan tijekom 4 ili 5 dana, a zatim fazu održavanja kada se konzumira 2-3 g/dan (Andres i sur., 2017). Najčešće se koristi kreatin monohidrat, a doza od 3 g/dan smatra se sigurnom, iako neka istraživanja pokazuju da nema štetnih učinaka ni dugotrajnom konzumacijom

konzumacijom 5-10 g/dan. Pjeskaši bi mogli imati koristi jer bi suplementacija kreatinom mogla djelovati na način da se umanju smanjenje visine skoka kada se izvodi više skokova za redom, iako neće utjecati na maksimalnu visinu skoka. Takvo djelovanje dokazano je na dvoranskim odbojkašima (Lamontagne-Lacasse, i sur., 2011).

#### **2.7.4. Glutamin**

Glutamin je aminokiselina koja se nalazi u tijelu u najvećoj količini. Ima važnu ulogu u funkcioniranju imunskog i gastrointestinalnog sustava. Kronična konzumacija može prevenirati gastrointestinalnu permeabilnost te inhibirati proupalne reakcije. No i akutna konzumacija doze od 0,9 g/kg nemasne TM 2 sata prije intenzivne aktivnosti na vrućini djelovat će na isti načina (Zuhl i sur., 2015). Komercijalno je dostupan glutamin u prahu s raznim okusima pa bi dodatno mogao pomoći većem unosu tekućine i postizanju euhidracije prije TA.

Prije početka uzimanja bilo kojeg suplementa ili dodatka prehrani, važno je osvijestiti da te tvari nisu zamjena za pravilnu prehranu. Sve nutrijente prvenstveno je potrebno osigurati hranom, a tek ukoliko postoji opasnost od deficita posegnuti za suplementom. Što se tiče proizvoda koji se koriste u svrhu ergogenog učinka, važno je imati na umu da takvo djelovanje za veliku većinu komponenti nije potvrđeno. Osim toga, ukoliko je ergogeni učinak sredstva potvrđen, on može izostati uslijed utjecaja brojnih faktora (Burke, 2017). Ne treba se osloniti na djelovanje suplemenata na putu postizanja željenog rezultata već na kvalitetan trening, odgovarajuću prehranu i adekvatan odmor. Ukoliko se neki preparati ipak koriste, važno je da su od provjerenog proizvođača i kvalitetnog sastava tj. visoke čistoće jer u suprotnom bi se mogle unijeti neke štetne, potencijalno opasne ili zabranjene tvari. Potrebno je savjetovati se sa sportskim nutricionistom, a ponekad i liječnikom kako ne bi došlo do neželjenih efekata uslijed međusobnih interakcija samih suplemenata ili s komponentama hrane (NVL, 2017).

#### **2.8. Hidracija**

Voda je nutrijent koji se u ljudskom tijelu nalazi u najvećoj količini. Ima brojne funkcije zbog kojih je esencijalna za život i održavanje homeostaze. U prosjeku voda čini 59% mase tijela muškaraca od 19 do 50 godina, a žena istih godina 50% (Institute of Medicine, 2005). U tijelu se nalazi u obliku unutarstanične i izvanstanične tekućine. Unos vode odnosi se na unos vode za piće, vode iz napitaka te vodu iz hrane, a manji dio nastaje u tijelu kao produkt metabolizma i naziva se metabolička voda. Gubici se odnose na gubitke urinom, fecesom, znojem i disanjem.



Kada su unos i gubici izjednačeni tj. u ravnoteži, osoba je u stanju euhidracije. Hipohidracija je stanje smanjene količine tjelesne vode, a hiperhidracija prekomjerne. Cilj je održavati stanje euhidracije jer kronične hipo i hiper situacije mogu narušiti zdravlje (Burchfield i sur., 2015). Tijekom dana moguće su varijacije tjelesnih tekućina do 1% uslijed neravnoteže unosa i gubitaka, međutim to se smatra normalnim. Održavanje ravnoteže regulirano je hipotalamusom na način da je pojačan osjet žeđi uslijed hipohidracije odnosno pojačano izlučivanje uslijed hiperhidracije. Dio tekućine unese se nesvjesno bez obzira na osjet žeđi, npr. hranom koja može sadržavati velik udio vode, ali ju ne percipiramo kao izvor tekućine (Erdman i sur., 2012). Preporuke za unos tekućine za osobe starije od 14 godina iznose 2 L za žene tj. 2,5 L za muškarce (EFSA, 2010).

Tjelesna aktivnost i ekstremni uvjeti okoliša mogu značajno utjecati na narušavanje ravnoteže tjelesnih tekućina te povećavaju potrebe za unosom. Dehidracija je proces gubljenja tjelesne tekućine, a izražava se kao postotak gubitka tjelesne mase. Vrijednost od 2% dehidracije najčešće se navodi kao granica dozvoljenog gubitka tekućine nakon kojeg kreće pad sportske izvedbe uslijed narušavanja psihofizičkih sposobnosti što dodatno povećava i rizik od ozljeda (Zoorob i sur., 2013). Coyle (2004) tvrdi da je dehidracija do 2% dobro podnošljiva u hladnim i umjerenim uvjetima, međutim u vrućem okolišu ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) može smanjiti produkciju snage te je veća predispozicija za ozlijede uslijed vrućine. Garth i Burke (2013) toleriraju dehidraciju 1-2% jer je mali rizik od pojave stanja povezanih sa vrućinom. Međutim razlike postoje ovisno o sportu, pojedincu i okolišnim uvjetima. Također jedno te isti igrač može imati značajno različite razine dehidracije ovisno o zahtjevima utakmice. U svakom slučaju, potrebno je nadoknaditi tekućinu izgubljenu znojenjem, ali nije preporučljivo unositi veće količine i na taj način povećati TM (Coyle, 2004). I Zoorob i sur. (2013) tvrde da hiperhidracija nema pozitivne učinke na izvedbu, naprotiv može doći do trovanja vodom, odnosno hiponatremije. Osim toga svakih 1% gubitka TM povisuje tjelesnu temperaturu za  $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$  i povećava broj otkucaja srca za 3-5 po minuti (Erdman i sur., 2012).

Osnovna svrha unosa tekućine tijekom tjelesne aktivnosti je smanjenje gubitaka tekućine uslijed znojenja. Međutim za intenzivne aktivnosti, za one dulje od 45 minuta ili za one pri ekstremnim okolišnim uvjetima uz tekućinu se mogu unijeti i UGH, elektroliti ili kofein, ili se uz pomoć niže temperature tekućine hladi tijelo (Garth i Burke, 2013). U timskim sportovima tekućinu je moguće konzumirati u pauzama koje su definirane pravilima sporta te vremenski ograničene. Iz tog razloga sportaši često ne zadovolje svoje potrebe i pa se javlja dehidracija koja može negativno djelovati na sljedeću izvedbu ukoliko se sportaš ne rehidrira na vrijeme (Garth i Burke, 2013). Igrači sami mogu procijeniti svoj stupanj hidracije na način da obrate

pažnju na boju i količinu urina, suhoću usta, osjet žeđi, umor ili glavobolju. Ukoliko im je urin taman, usta suha ili je prisutan neki od ostalih simptoma vrlo je vjerojatno da im nedostaje tekućine odnosno da su u stanju hipohidracije te što prije trebaju unijeti tekućinu (NVL, 2016). Za procjenu boje urina može pomoći Armstrongova skala (1994). Svjetliji urin (1,2,3) znači adekvatnu hidraciju, a izrazito taman (7 i 8) znači značajnu dehidraciju (slika 1).



**Slika 1.** Skala za boju urina (Armstrong, 1994)

Preporučuje se prije treninga ili utakmice u vrućem okolišu konzumirati 6 mL/kg<sup>TM</sup> tekućine svaka 2-3 sata (Racinais i sur., 2015) ili 400-600 mL 2 sata prije (Galloway, 1999). Praćenjem boje i količine urina te promjene <sup>TM</sup> tijekom dana igrači samostalno mogu uvidjeti odgovara li im unos tekućine potrebama što je pogotovo korisno za natjecanja koja traju nekoliko uzastopnih dana (Racinais i sur., 2015). Opća preporuka je konzumirati 180-350 mL tekućine svakih 15-20 minuta tijekom TA (Zoorob i sur., 2013). Nakon TA potrebno je nadoknaditi tekućinu u iznosu od 100-150% izgubljene tekućine za što je potrebno određeno vrijeme (Zoorob i sur., 2013). Hladnije tekućine povoljno će djelovati na snižavanje tjelesne temperature i broja otkucaja srca (Tan i Lee, 2015). S obzirom na vrijeme trajanja utakmice odbojke na pijesku voda može biti dovoljno rehidracijsko sredstvo. Po želji igrača mogu se konzumirati i napici s umjerenim unosom UGH od 30-60 g/h, odnosno manje od 8% i natrija u količini 20-40 mmol/L. takve kombinacije ne predstavljaju rizik, a mogu potaknuti veći unos tekućine (Coyle, 2004). Tijekom aktivnosti neki igrači konzumiraju energetska pića. Takva pića u svom sastavu ima stimulanse npr. kofein ili guaranu, koji stimuliraju centralni živčani sustav. Drugi pak konzumiraju izotonične ili sportske napitke. Izotonični napici izvor su tekućine, elektrolita i ugljikohidrata, odnosno nutrijenata koji se gube znojenjem i pojačanom aktivnošću (Ostrowska i sur., 2016). Iako neka istraživanja potvrđuju ergogeno djelovanje energetskih napitaka, treba pripaziti jer neka takva komercijalno dostupna pića mogu imati previsok udio

ugljikohidrata odnosno šećera. Prekomjeren unos takvog pića možda neće imati željeni stimulativni učinak, a biti će suvišan izvor energije i moguće uzrokovati usporeno pražnjenje želuca ili druge probavne smetnje uslijed previsokog sadržaja UGH (Higgins i sur., 2010). Izotonični napici uglavnom su bolji izbor za sportaše zbog prigodnijeg sastava, no rijetko se razmišlja o posljedicama dugotrajne konzumacije. Limunska kiselina koja je uglavnom neizostavan sastojak takvih napitaka može erozivno djelovati na zubnu caklinu. Uslijed povećane stope znojenja tijekom TA, dolazi do smanjenja proizvodnje sline koja ublažava djelovanje kiselina u ustima. Komercijalno dostupna pića Powerade i Gatorade imali su izrazito negativan učinak na zubnu caklinu pri čemu bi drugi mogao bit erozivniji čak i od Coca-Cole (Ostrowska i sur., 2016). O tome govori i istraživanje Reddy i sur. (2016) u kojem je ispitivan pH velikog broja raznih napitaka.  $\text{pH} < 4$  uzrokuje dentalnu eroziju, a za usporedbu, u tablici (Tablica 1) su prikazane izmjerene pH vrijednosti nekih od popularnih napitaka. Erozivni učinak moglo bi smanjiti obogaćivanje napitaka kalcijem (Ostrowska i sur., 2016).

Tablica 1. pH napitaka (Reddy i sur., 2016)

<b>Napitak</b>	<b>pH</b>
Gatorade	2,97-3,21
Powerade	2,73-2,82
Coca-Cola	2,34-3,04
Fanta	2,67-2,84
Pepsi	2,39-3,02
7UP	3,24-3,48
Sprite	3,14-3,24
Red Bull	3,25-3,43
Nestea	2,87-2,94
S. Pellegrino	4,96
Perrier	5,25

L-citrulin u zadnje vrijeme zaokuplja pažnju sportaša kao moguće ergogeno sredstvo. Sok od lubenice kao prirodni izvor mogao bi biti funkcionalno piće koje potpomaže brži oporavak u vidu bržeg oporavka mišića i fosfokreatina te poboljšanje efikasnosti mišićne kontrakcije (Tarazona-Díaz i sur., 2013). Ipak, neka istraživanja ne potvrđuju ergogeni učinak (Cutrufelo i sur., 2015; Bailey i sur., 2016), ali rješenje možda leži u dugotrajnijoj konzumaciji (Figueora

i sur., 2017). U svakom slučaju, ohlađena lubenica kao izvor tekućine i šećera može biti zgodan način rehidracije nakon utakmice tijekom vrućih ljetnih dana. I drugi napici poput čaja ili mliječnih pripravaka mogu biti dobro sredstvo za rehidraciju. Prednosti zelenog čaja i čaja od hibiskusa su što djeluju antioksidativno zbog udjela flavonoida i polifenola (Hadi i sur., 2017), a mliječni napitak izvor je proteina i ugljikohidrata. U odnosu na sportski, mliječni napitak bolje potpomaže zadržavanje tekućine, no ne podnosi se dobro u velikim količinama tijekom kratkog vremena pa će ipak rezultirati istom količinom tekućine kao i sportski napitak. Igrači sami mogu izabrati što će konzumirati (Baguley i sur., 2016). Alkohol je ergolitičko sredstvo jer umanjuje sportske sposobnosti igrača. Negativno utječe na koordinaciju, ravnotežu, vrijeme reakcije, preciznost, jakost, snagu i oporavak. Više od 4% alkohola može odgoditi oporavak nakon vježbanja (Zoorob i sur., 2013) pa se konzumacija alkohola ne preporuča.

### 3. Eksperimentalni dio

Cilj eksperimentalnog dijela bio je procijeniti ravnotežu vode tj. odnos gubitaka vode znojem i količine unesene tekućine kod igrača odbojke na pijesku tijekom službenog turnira te usporediti dobivene rezultate s onima iz literature. Rezultati su uspoređeni i s obzirom na spol, te s obzirom na odigrani turnir, odnosno između igrača koji su nastupali na međunarodnom turniru Svjetske serije i onih koji su nastupali na nacionalnim turnirima. Slično istraživanje nije provedeno u ovom sportu među hrvatskim igračima.

#### 3.1. Ispitanici

Tablica 2. Karakteristike igrača (n=15)

Spol igrača	Broj ispitanika	Dob (god)		TM (kg)		TV (cm)		ITM (kg/m <sup>2</sup> )	
		P	SD	P	SD	P	SD	P	SD
Ž	6	23,8	3,3	69,9	5,7	177	3	22,3	1,1
M	9	29,4	4,2	91,6	9,0	193	7	24,7	2,5

Ispitanici (Tablica 2) su bili igrači koji se natječu na međunarodnim i nacionalnim turnirima odbojke na pijesku. Svi igrači dobrovoljno su sudjelovali u ovom istraživanju te su dali usmeni pristanak za sudjelovanjem, a mjerenje je provedeno po uzoru na radove Broad i sur. (1996) i Zetou i sur. (2008).

### **3.2. Mjerenja**

Mjerenja su provedena tijekom tri turnira. Prvi od njih je turnir Svjetske serije, Swatch Major (SM) koji se održao u Poreču 27.6.-2.7.2017. gdje su mjereni igrači koji su nastupali za Hrvatsku. Zatim, turnir Klupskog prvenstva Hrvatske (KPH) održan na Jarunu u Zagrebu 15.7.2017. gdje su mjereni članovi KOP Vrapča. Te naposljetku turnir Coca-Cola Open (CCO) održan u Varaždinu 6.8.2017. na kojem je mjeran jedan od parova.

Parametri koji su se mjerili odnosno bilježili su tjelesna masa (TM) igrača prije zagrijavanja i neposredno nakon završetka utakmice, tjelesna temperatura (TT) također prije i poslije utakmice, količina i vrsta konzumirane tekućine između dva mjerenja te vrijeme, temperatura i vlažnost zraka u trenutku mjerenja igrača, početka i kraja utakmice kao i svakog prekida (time-out, pauza između setova). Mjerenje okolišnih uvjeta je provedeno tako da odgovara stanju okoliša u kojem su igrači igrali, npr. na suncu ili u hladu, što je također bilo naznačeno.

Mjerenja su provedena tijekom ukupno 15 utakmica. 9 utakmica SM turnira od čega 4 ženske i 5 muških, zatim 3 muške utakmice KPH te 3 muške utakmice CCO turnira.

Iz dobivenih rezultata izračunato je koliko su igrači dehidrirali tijekom utakmice što je izraženo kao postotak gubitka tjelesne mase poslije utakmice u odnosu na masu prije zagrijavanja. Također, uz podatak o unesenoj količini tekućine i vremenu između mjerenja bilo je moguće odrediti koliki je unos tekućine u jedinici vremena te gubitak znoja i brzinu znojenja izraženu u litrama po satu. Tjelesna temperatura poslužila je kako bi se dobio uvid u ovisnost termoregulacije o dehidraciji. Također je proučena i ovisnost dehidracije, unosa tekućine i brzine znojenja o okolišnim uvjetima. Statističkom obradom uspoređeni su rezultati igračica i igrača, odnosno igrača međunarodnog turnira s onima nacionalnih.

### **3.3. Aparatura**

Za mjerenje tjelesne mase korištena je prijenosna digitalna vaga marke Beurer, GS10, proizvođača Beurer GmbH & Co., Njemačka,  $\pm 0,1$  kg. Za mjerenje tjelesne temperature korišten je toplomjer Braun, PRT 100,  $\pm 0,1$  °C između 35,5 i 42 °C., proizvođača Kaz Europe Sàrl, Švicarska. Za temperaturu i vlažnost zraka uređaj TFA MOXX Thermo-Hygrometer, TFA Dostmann GmbH & Co., Njemačka. Po potrebi je za mjerenje tekućine bila korištena vaga marke Vivax, KS-501, MS Industrial Ltd. Vrijeme trajanja je praćeno mobilnim uređajem Samsung Galaxy S5 mini, G800F, te na SM turniru uspoređeno s podacima sa službene stranice turnira.

### **3.4. Procedura**

Igrači su mjereni prije zagrijavanja te neposredno nakon završetka utakmice. Za mjerenje tjelesne mase (TM), muški igrači su bili mjereni samo u kratkim hlačicama u kojima su igrali, a igračice u gaćicama i topiću odnosno kupaćem kostimu. Svi igrači mjereni su bez dresa, kapa, sunčanih naočala i sl. Prije drugog mjerenja (nakon utakmice), igrači su se obrisali ručnikom kako bi skinuli sa sebe znoj i pijesak. Između mjerenja igrači nisu praznili mjehur ni crijeva. Mjerenje prije i poslije utakmice provedeno je na istom mjestu. Osim TM, mjerena je tjelesna temperatura (TT) aksilarno također prije zagrijavanja i neposredno nakon utakmice.

Tekućina se konzumirala *ad libitum* tijekom zagrijavanja, tijekom time-outova i između setova, ali su igrači dobili naputak da ne konzumiraju tekućinu nakon utakmice, prije mjerenja. Igrači su sami birali što i koliko konzumirati, a u Poreču im je od strane organizatora bila omogućena ohlađena voda i energetska piće Red bull. Također, svatko je pio iz svoje boce te su upozoreni da ne koriste tekućinu iz tih boca za polijevanje ili neke druge svrhe. Na kraju utakmice zabilježeno je koliko su igrači popili od trenutka prvog mjerenja do tada. Igrači su u većini slučajeva sami prijavili koliko su popili, što je uzeto u obzir ako se radilo o određivoj količini tekućine (npr. puna bočica vode od pola litre), no ukoliko im je u boci ostala neodrediva količina, to je izmjereno kuhinjskom vagom. Vrijeme i okolišni uvjeti očitani su i zabilježeni za vrijeme prvog mjerenja prije zagrijavanja, te su bilježeni za početak i kraj svakog seta i time-outa.

### **3.5. Statistička analiza**

Statistička analiza provedena je u programu MS Office Excel 2016. Ovisnosti između parametara određene su Pearsonovim koeficijentom korelacije. T-testom je provjereno postoji li razlika s obzirom na spol te između igrača s turnira Svjetske serije i onih s nacionalnih turnira, uz razinu značajnosti  $p=.05$ .

### **3.6. Rezultati**

U Tablici 3. se nalaze podaci o vremenima trajanja utakmica i okolišnih uvjeta za ženske odnosno muške utakmice.

U Tablici 4. prikazani su rezultati razlika u TM i TT između mjerenja, vrijednosti gubitka tekućine izraženo kao postotak gubitka TM (% dehidracije), gubitak znoja (L), brzina znojenja (L/h), unos tekućine (L) te unos tekućine po satu (L/h).

Tablica 3. Trajanje utakmica (n=15)\* i okolišni uvjeti

Spol	Prosjek		S.D.		Min		Max	
	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M
<b>Vrijeme trajanja utakmica (min)*</b>	29,5	38,5	0,6	8	29	29	30	53
<b>Temperatura zraka (°C)**</b>	33,1	34,2	4,8	3,8	28,1	25,1	45,8	44,4
<b>Vlažnost zraka (%)**</b>	55	38	12	11	24	20	66	63

\*4 ženske utakmice i 11 muških, \*\* srednja vrijednost svih izmjerenih temperatura i vlažnosti zraka, 3-12 mjerenja po utakmici

Tablica 4. Razlika TM i TT, dehidracija, znojenje i unos tekućine za Ž (n=6) i M (n=9)

Spol	Prosjek		S.D.		Min		Max	
	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M
<b>Razlika TM (kg)</b>	0,2	0,7	0,6	0,3	-0,5	0,1	1,4	1,5
<b>Razlika TT (°C)</b>	-0,1	0,1	0,6	0,8	-1,3	-1,5	0,5	1,4
<b>Dehidracija (%)</b>	0,35	0,73	0,85	0,34	-0,70*	0,13	2,14	1,57
<b>Gubitak znoja (L)</b>	0,9	1,6	0,4	0,6	0,6	0,5	1,9	2,9
<b>Brzina znojenja (L/h)</b>	0,9	1,4	0,5	0,4	0,4	0,7	1,9	2,2
<b>Unos tekućine (L)</b>	0,64	0,91	0,22	0,63	0,35	0,10	1,05	2,12
<b>Unos tekućine (L/h)</b>	0,61	0,72	0,16	0,38	0,35	0,15	0,85	1,57

\*došlo je do povećanja TM

Većina igrača konzumirala je samo vodu. Iznimka su dva igrača koja su uz vodu konzumirala energetska piće Red bull ponuđeno od organizatora na SM turniru, dva igrača koji su uz vodu konzumirali izotonični napitak Jamnica Pro Sport na KPH i CCO, te jedna igračica koja je konzumirala vodu s C vitaminom na SM turniru.

Upotrebom Pearsonov koeficijenta korelacije utvrđeno je da je kod žena gubitak znoja u negativnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=-.41$ ). Temperatura zraka bila je u blagoj negativnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=-.21$ ), znojenjem ( $r=-.25$ ) i dehidracijom ( $r=-.12$ ) te značajnije povezana sa vlažnosti uz koeficijent  $r=-.96$ . Vlažnost zraka još je bila u pozitivnoj korelaciji sa gubitkom znoja ( $r=.36$ ) i dehidracijom ( $r=.3$ ), a nije bilo korelacije s unosom tekućine. Dehidracija i razlika u tjelesnoj temperaturi povezane su koeficijentom korelacije  $r=.34$ .

Kod muškaraca gubitak znoja je u pozitivnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=.85$ ). Temperatura zraka povezana je sa gubitkom znoja uz korelaciju  $r=.22$ , ali ne i unosom tekućine, a također je značajnije povezana sa vlažnosti ( $r=-.82$ ). S dehidracijom je bila povezana koeficijentom  $r=.43$ . Vlažnost zraka još je bila u pozitivnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=.32$ ) i negativno s dehidracijom ( $r=-.37$ ), a nije bilo korelacije s gubitkom znoja. Dehidracija i razlika u tjelesnoj temperaturi povezane su negativno malim koeficijentom korelacije  $r=-.15$ .

T-testom utvrđeno je da nema razlike ( $p>.05$ ) između muškaraca i žena u razini dehidracije, brzini znojenja i unosa tekućine, a razlika također ne postoji ni između igrača koji su igrali turnir Svjetske serije i onih koji su igrali nacionalne turnire.

### **3.7. Rasprava**

Prosječno vrijeme trajanja ženskih utakmica praćenih na SM turniru (29,5 min) je u usporedbi sa svim ženskim utakmicama odigranim na tom turniru, ispodprosječno vrijeme. Prosječno vrijeme svih ženskih utakmica kvalifikacija i glavnog turnira, izuzev onih utakmica koje su bile prekinute zbog vremenskih uvjeta i predaje uslijed ozljede pa njihovo trajanje nije mjerodavno (ukupno 5 takvih utakmica od svih odigranih), iznosilo je 42,1 min. Prosječno trajanje svih praćenih muških utakmica (SM, KPH i CCO) (38,5 min) je također ispodprosječno uspoređujući sa svim muškim utakmicama odigranim na SM turniru (43,7 min). Uspoređujući vremena trajanja s onima iz rada Palaoa i sur. (2012) i ženske i muške utakmice su ponovno ispodprosječne. Razlog tome može biti neuravnoteženost utakmica, pogotovo na turniru Svjetske serije. U istom radu, neuravnotežene utakmice su definirane kao one u kojima je razlika u poenima između pobjedničke i gubitničke ekipe 9-12 poena, a više od toga je jako neuravnoteženo (Palao i sur., 2012).

Aдекватna hidracija prije, za vrijeme i nakon TA od iznimne je važnosti za kvalitetnu sportsku izvedbu, održavanje psihofizičkih sposobnosti na najvišoj mogućoj razini, te izbjegavanje rizika od ozljeda. S obzirom na to da se tekućina unosi dobrovoljno, u količini koju sportaš sam odredi, a to ovisi o više faktora, često se dogodi da unos ne odgovara potrebama, pogotovo za vrijeme utakmica (Zetou i sur., 2008). Na količinu konzumirane tekućine utjecat će osjet žeđi, vrijeme provedeno na odmoru (time-out, pauza između setova), temperatura okoliša te temperatura i okus same tekućine (Tan i Lee, 2015). Dehidracija više od 2% narušava sportsku izvedbu, a svakih 1% gubitka TM uslijed dehidracije povisuje TT za 0,1-0,2°C (Erdman i sur., 2012). Hrvatski igrači u prosjeku nemaju visoke razine dehidracije (žene 0,35%, muškarci 0,73%) što je još uvijek unutar raspona dnevnih promjena razine tjelesne tekućine (Racinais i



sur., 2015). Ipak, kod jednog igrača dehidracija je dosegla vrijednost 2,17%, nakon treće odigrane utakmice u danu (stanje nakon treće utakmice u odnosu na ono prije prve). To bi značilo da je važno skrenuti pažnju igrača na pravilnu rehidraciju u dane s više utakmica. Ukoliko je kratak vremenski period između dvije utakmice važno je što prije krenuti s odgovarajućim načinom rehidracije, upravo kako se ne bi dogodilo da igrač započne drugu ili treću utakmicu hipohidriran. Kod jedne igračice dehidracija je tijekom samo jedne utakmice iznosila 2,14%, a neke od igračica unijele su prevelike količine tekućine pa je došlo do povećanja TM što nije u skladu s preporukama te postoji rizik od pojave hiponatremije. Igrači trebaju znati prepoznati zahtjeve utakmice i procijeniti vlastite gubitke vode znojenjem kako bi iste nadoknadili odgovarajućom količinom tekućine.

Rezultati su pokazali da su mjereni igrači imali manje gubitke znojenjem (0,9 L/h za žene i 1,4 L/h za muškarce) u odnosu na pjeskaše praćene Zetouovim istraživanjem (1996 mL/h samo muškarci). I unos tekućine je bio niži (0,61 L/h žene i 0,72 L/h muškarci) u odnosu na 1039 mL/h za muškarce tog istraživanja (Zetou i sur., 2008). Razina dehidracije je slična, 0,73% u odnosu na 0,8%. U istoj studiji navode se podaci o brzini znojenja sportaša drugih sportova, a za vrijeme natjecanja oni iznose 786 mL/h za vaterpoliste, 1601 mL/h za košarkaše, 1209 mL/h za nogometaše. A slijede i podaci o unosu tekućine istih skupina sportaša, odnosno 380 mL/h vaterpolisti, 1097 mL/h košarkaši te 429 mL/h nogometaši (Zetou et al., 2008). Praćeni pjeskaši znoje se brže i unose više tekućine od vaterpolista i nogometaša, ali sporije se znoje i unose manje od košarkaša. Rezultati iz istraživanja Broad i sur. (1996) za natjecanja u ljetnim mjesecima za sportašice netballa, nogometa i košarke navode podatke za brzinu znojenja od 982, 761 odnosno 917 mL/h što je usporedivo sa prosječnom brzinom znojenja hrvatskih pjeskašica (0,9 L/h). Unos tekućine za iste ispitanice iznosio je 502, 408 te 599 mL/h, nešto manje od unosa pjeskašica (0,61 L/h). Razine dehidracije bile su nešto više 0,9, 1,2 i 0,7% u odnosu na 0,35% pjeskašica. Istim istraživanjem praćeni su i sportaši nogometa i košarke, a njihovi rezultati za brzinu znojenja na natjecanjima u ljetnim mjesecima iznosili su 1209 mL/h odnosno 1601 mL/h, za unos tekućine 516 tj. 1079 mL/h, a za dehidraciju 1,4 tj. 0,9 %. Pjeskaši su se i u ovom slučaju brže znojili i unosili tekućinu od nogometaša, a sporije od košarkaša. Dehidrirali su manje u odnosu na obje skupine. Također, praćena su vremena trajanja utakmica te vremenski uvjeti, a za nogomet, jedini koji se igrao na otvorenom, temperatura zraka iznosila je  $24,6 \pm 2,1$  °C, a vlažnost  $41,4 \pm 15,1$  % za muške utakmice, te  $25,5 \pm 0,4$  °C odnosno  $78,4 \pm 0,1$  % za ženske. (Broad i sur., 1996) Okolišni uvjeti na utakmicama odbojke na pijesku bili su više temperature i niže vlažnosti i na muškim i na ženskim utakmicama.

Povišena tjelesna temperatura može imati negativan učinak kako na tjelesnu tako i na mentalnu izvedbu, a temperature od 39 ili 40 °C mogu biti i opasne po život jer predstavljaju rizik od pojave toplinskog udara (Adams i sur., 2016). Tolike temperature nisu zabilježene ovim istraživanjem, a velik je i broj igrača kojima se tjelesna temperatura tijekom utakmice snizila ili je bila niža od normalne što je u suprotnosti s polaznim očekivanjima. Nije poznato uslijed čega su sportaši imali toliko nisku temperaturu, no moguće je da ima veze s mjestom mjerenja (aksilarno) te da bi rezultati bili drugačiji da je temperatura mjerena na drugi način. U usporedbi sa rektalnom temperaturom koja se smatra standardom, aksilarno mjerenje temperature značajno je različito te se ne preporuča koristiti za procjenu hipertermije u sportaša koji treniraju na otvorenom na vrućini (Casa i sur., 2007). Moguće je i da su promjene uzrokovane pogreškom mjernog uređaja ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ). Ipak, sniženje temperature je moguće uslijed konzumacije hladnije tekućine (Tan i Lee, 2015), ali temperatura konzumiranih napitaka nije praćena ovim istraživanjem.

Korelacije parametara okolišnih uvjeta i gubitka odnosno unosa tekućine koje su dobivene Pearsonovim koeficijentom, iznenađujuće su, no vrlo vjerojatno produkt malog uzorka te neuravnoteženih utakmica koje ne daju sliku stvarnog stanja. Povezanost gubitka znoja i unosa tekućine pokazuje da igrači ( $r=.85$ ), u odnosu na igračice ( $r=-.41$ ), bolje održavaju ravnotežu vode, a vjerojatno i adekvatnije hidrirani pristupaju utakmici. Samo u muškom uzorku rezultati pokazuju da će veća dehidracija rezultirati povećanjem TT, no povezanost ta dva parametra je vrlo mala ( $r=-.15$ ), zanemarujuća, pa se o tome ne može govoriti generalno. Kod žena, čini se da dehidracija uzrokuje smanjenje TT ( $r=.34$ ), ali broj mjerenja je mali, a moguća je i pogreška uslijed načina mjerenja. Od vremenskih uvjeta jedino je temperatura zraka povezana s dehidracijom ( $r=.43$ ) tijekom muških utakmica, a ostali koeficijenti korelacije između vremenskih uvjeta i gubitka znojenja odnosno unosa tekućine, nisu značajni (niti jedan drugi nije veći od  $|.4|$ ) pa se ne može sa sigurnošću potvrditi da dehidracija ovisi o okolišnim uvjetima u ovom uzorku. T-testom nisu utvrđene razlike između žena i muškaraca, ni razlike između igrača koji su nastupali na turniru Svjetske serije i onih koji su nastupali na nacionalnim turnirima čime je potvrđena hipoteza  $H_0$  da razlike ne postoje ( $p>.05$ ). Takvi rezultati, iako očekivani, trebaju se uzeti s rezervom zbog malog uzorka, pogotovo ženskih igrača.

Nedostaci istraživanja su što su igrači praćeni samo na razini utakmice, ne i dana tj. cijelog vremena trajanja turnira. Taj podatak također bi bio važan i dao bolji uvid u to u kakvom stanju su igrači započeli zagrijavanje te jesu li do iduće utakmice uspješno rehidrirali svoje tijelo. Rezultati bi bili objektivniji da su igračima svaki puta prije i poslije utakmice vagane bočice s vodom, kao što je to napravljeno u istraživanju Broad i sur. (1996). Također, podaci

bi bili vjerodostojniji da je praćen još veći broj utakmica, pogotovo ženskih, pri čemu bi se povećao udio uravnoteženijih utakmica koje bi moguće dale reprezentativnije rezultate dehidracije, stope znojenja i unosa tekućine. Naravno, i veći broj ispitanika dao bi još bolji uvid u stvarno stanje pjeskaša. Rezultati muškog uzorka bliži su polaznim očekivanjima vjerojatno upravo zbog većeg broja ispitanika i mjerenja. Bez obzira na manjkavosti, prednost ovog istraživanja svakako je podizanje svijesti igrača odbojke na pijesku o pravilnoj hidraciji. Igrači često nisu svjesni energetske i nutritivne potrošnje te nedovoljno obraćaju pozornost na adekvatnu pripremu, ali i oporavak nakon iscrpljujućih turnira. Zbog nedovoljno istraživanja teško je uopće formirati konkretne zaključke za ovaj sport, a hrvatski igrači dodatno su u nepovoljnom položaju zbog nažalost još uvijek značajne zanemarenosti odbojke na pijesku u Hrvatskoj kao profesionalnog sporta.

Odbojka na pijesku je sport koji daje veoma dobar uvid u ponašanje ljudskog tijela pred golemim izazovima snage, izdržljivosti, brzine, agilnosti, koordinacije i koncentracije u ekstremnim okolišnim uvjetima. Iz tog razloga iznimno je pogodna za istraživanja sličnog tipa kojih do ovog trenutka nedostaje. Dapače, takva istraživanja su potrebna kako sportašima tako i trenerima i nutricionistima kako bi se dobio što bolji uvid u stanje odbojkaša na pijesku s obzirom na što bi se mogli kvalitetnije programirati, planirati i periodizirati treninzi i prehrana. Budućim istraživanjima mogli bi se proučavati i neki drugi parametri povezani s (de)hidracijom i stanjem organizma kao što su koncentracija natrija i drugih elektrolita, potrošnja glikogena ili broj otkucaja srca. Takvi podaci bili bi veoma vrijedni odbojkašima na pijesku, a mogli bi se koristiti i kao polazišne informacije za slične sportove.

#### **4. Zaključak**

Odbojka na pijesku je olimpijski sport iznimno zahtjevnih karakteristika. Tehnički, taktički, kondicijski i mentalni aspekti su od velike važnosti jer su igra i izvedba pod značajnim utjecajem vremenskih uvjeta. Raznolikom prehranom, svježim i cjelovitim namirnicama trebaju se unijeti svi makronutrijenti, vitamini, minerali i bioaktivne komponente hrane. Takva prehrana sastoji se od voća i povrća, mesa, jaja, ribe i morskih plodova, žitarica, sjemenki, mahunarki, orašastih plodova te mlijeka i mliječnih proizvoda. Treba izbjegavati rafinirane proizvode, zaslađene sokove i slatkiše, brzu hranu i slično. Tijekom pripremnog perioda treba isprobavati raznu hranu u skladu s potrebama, a s ciljem pronalaska odgovarajućih namirnica koje će tijekom natjecateljske sezone osigurati potrebnu količinu energije i nutrijenata pri tom ne utječući negativno na sportsku izvedbu. Tijekom dana treba težiti stanju euhidracije. Stupanj hidracije samostalno se može pratiti praćenjem promjene TM tijekom dana i TA te boje i količine urina.

Prvi izbor uvijek bi trebala biti obična voda.

Čini se da se odbojkaši na pijesku u Hrvatskoj dobro nose s velikim vrućinama te u odgovarajućoj količini zadovoljavaju svoje potrebe za tekućinom. Ipak, nailaze na poteškoće ukoliko je broj utakmica u danu veći. Iako još uvijek zaostaju za igračima Svjetske serije i u većini slučajeva ne konkuriraju za pobjedu, važno je postaviti dobre temelje kako bi se isto u budućnosti moglo promijeniti. Za ostvarenje vrhunskih rezultata, uz optimalnu sportsku izvedbu i zdravlje važni su dobro programiran trening, adekvatan odmor te pravilna sportska prehrana i hidracija.

## 5. Literatura

- Adams W. M., Hosokawa Y., Casa D. J. (2016) Body-cooling paradigm in sport: maximizing safety and performance during competition. *Journal of Sport Rehabilitation* **25**: 382-394.
- Allan J. R., Wilson C. G. (1971) Influence of acclimatisation on the sweat sodium concentration. *Journal of Applied Physiology* **30**: 708-712.
- Andres S., Ziegenhagen R., Trefflich I., Pevny S., Schultrich K., Braun H., Schänzer W., Hirsch-Ernst K. I., Schäfer B., Lampen A. (2017) Creatine and creatine forms intended for sports nutrition. *Molecular Nutrition and Food Research* **61**: 1600772
- Armstrong L. E., Casa D. J., Millard-Stafford M., Moran D. S., Pyne S. W., & Roberts W. O. (2007) Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **39**: 556-572.
- Armstrong L. E., Maresh C. M., Castellani J. W., Bergeron M. F., Kenefick R. W., LaGasse K. E., Riebe D. (1994) Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition* **4**: 265-279.
- Baguley B. J., Zilujko J., Leveritt M. D., Desbrow B., Irwin C. (2016) The effect of *ad libitum* consumption of a milk-based liquid meal supplement vs. a traditional sports drink on fluid balance after exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **26**: 347-355.
- Bailey S. J., Blackwell J. R., Williams E., Vanhatalo A., Wylie L. J., Winyard P. G., Jones A. M. (2016) Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric Oxide* **59**: 10-20.

- Beelen M., Burke L. M., Gibala M. J., van Loon L. J. C. (2010) Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **20**: 515-532.
- Broad E. M., Burke L. M., Cox G. R., Heeley P., Riley M. (1996) Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *International Journal of Sport Nutrition* **6**: 307-320.
- Bryhn M. (2015) Prevention of sports injuries by marine omega-3 fatty acids. *Journal of the American College of Nutrition* **34**: 60-61.
- Burchfield J. M., Ganio M. S., Kavouras S. A., Adams J. D., Gonzalez M. A., Ridings C. B., Moyon N. E., Tucker M. A. (2015) 24-h void number as an indicator of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition* **69**: 638-641.
- Burke L. M. (2017) Practical issues in evidence-based use of performance supplements: supplement interactions, repeated use and individual responses. *Sports Medicine* **47**, 79-100.
- Cannell J. J., Hollis B. W., Sorenson M. B., Taft T. N., Anderson J. J. B. (2009) Athletic performance and vitamin D. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **41**: 1102-1110.
- Casa D. J., Becker S. M., Ganio M. S., Brown C. M., Yeargin S. W., Roti M. W., Siegler J., Blowers J. A., Glaviano N. R., Huggins R. A., Armstrong L. E., Maresh C. M. (2007) Validity of devices that assess body temperature during outdoor exercise in the heat. *Journal of Athletic Training* **42**: 333-342.
- Coyle E. F. (2004) Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences* **22**:39-55.
- Cutrufello P. T., Gadomski S. J., Zavorsky G. S. (2014) The effect of l-citrulline and watermelon juice supplementation on anaerobic and aerobic exercise performance. *Journal of Sports Sciences* **33**: 1459-1466.
- Davies S. E. H., Coetsee M. F., Siroky M., Leach L. Travill A. (1998) Performance indicators of elite beach volleyball players. *South African Journal of Sport Medicine* **5**: 13-17.
- Del Coso J., Pérez-López A., Abian-Vicen J., Salinero J. J., Lara B., Valadés D. (2014) Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **4**: 1013-1018.
- Driskell J., Wolinsky I. (2006) Sports Nutrition - Vitamins and Trace Elements, 2. izd., Taylor

& Francis.

Eaton T. R., Potter A., Billaut F., Panchuk D., Pyne D. B., Gore C. J., Chen T., McQuade L., Stepto N. K. (2016) A combination of amino acids and caffeine enhances sprint running capacity in a hot, hypoxic environment. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **26**: 33-45.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal* (2010) **8**: 1459

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on safety of caffeine. *EFSA Journal* (2015) **13**: 4120

Erdman J. W., Macdonald I. A., Zeisel S. H. (2012) Present Knowledge in Nutrition, 10. izd., International Life Sciences Institute, John Wiley & Sons, Inc., str. 97-117, 132-148, 199-213, 248-260, 493-505.

Fernández-Campos C., Dengo A. L., Moncada-Jiménez J. (2015) Acute consumption of an energy drink does not improve physical performance of female volleyball players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **25**: 271-277.

Figueroa A., Wong A., Jaime S. J., Gonzales J. U. (2017) Influence of L-citrulline and watermelon supplementation on vascular function and exercise performance. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* **20**: 92-98.

FIVB (2017) Fédération internationale de volleyball, <<https://www.fivb.org>> Pristupljeno 10. kolovoza 2017.

Galloway S. D. R. (1999) Dehydration, rehydration and exercise in the heat: rehydration strategies for athletic competition. *Canadian Journal of Applied Physiology* **24**: 188-200.

Garth A. K., Burke L. M. (2013) What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Medicine* **43**: 539-564.

Hadi A., Pourmasoumi M., Kafeshani M., Karimian J., Maracy M. R., Entezari M. H. (2017) The effect of green tea and sour tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) supplementation on oxidative stress and muscle damage in athletes. *Journal of Dietary Supplements* **14**: 346-357.

Hammond B. R. Jr., Fletcher L. M. (2012) Influence of the dietary carotenoids lutein and zeaxanthin on visual performance: application to baseball. *American Journal of Clinical Nutrition* **96**: 1207-1213.

- Higgins J. P., Tuttle T. D., Higgins C. L. (2010) Energy beverages: content and safety. *Mayo Clinic Proceedings* **85**: 1033-1041.
- HSOP (2017) Hrvatski savez odbojke na pijesku, <<http://www.hsop.hr>> Pristupljeno 10. kolovoza 2017.
- Institute of Medicine (2005) Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. *Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. National Academy Press, Washington DC.
- Jäger R., Kerksick C. M., Campbell B. I., Cribb P. J., Wells S. D., Skwiat T. M., Purpura M., Ziegenfuss T. N., Ferrando A. A., Arent S. M., Smith-Ryan A. E., Stout J. R., Arciero P. J., Ormsbee M. J., Taylor L. W., Wilborn C. D., Kalman D. S., Kreider R. B., Willoughby D. S., Hoffman J. R., Krzykowski J. L., Antonio J. (2017) International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of The International Society of Sports Nutrition* **14**: 20
- Jeukendrup A. (2014) A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine* **44**: 25-33.
- Jeukendrup A. E. (2017) Periodized nutrition for athletes. *Sports Medicine* **47**: 51-63.
- Judge L. W., Kumley R. F., Bellar D., Pike K. L., Pierson E. E., Weidner T., Pearson D., Friesen C. A. (2016) Hydration and fluid replacement knowledge, attitudes, barriers, and behaviors of NCAA Division 1 american football players. *Journal of Strength and Conditioning Research* **30**: 2972-2978.
- Killer S. C., Blannin A. K., Jeukendrup A. E. (2014) No evidence of dehydration with moderate daily coffee intake: A counterbalanced cross-over study in a free-living population. *Plos One* **9**: e84154
- Koenders E. E., Franken C. P. G., Cotter J. D., Thornton S. N., Rehrer N. J. (2016) Restricting dietary sodium reduces plasma sodium response to exercise in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, doi: 10.1111/sms.12748
- Krzywanski J., Mikulski T., Krysztofiak H., Mlynczak M., Gaczynska E., Ziemia A. (2016) Seasonal vitamin D status in polish elite athletes in relation to sun exposure and oral supplementation. *Plos One* **11**: e0164395
- Lamontagne-Lacasse M., Nadon R., Goulet E. D. B. (2011) Effect of creatine supplementation on jumping performance in elite volleyball players. *International Journal of Sports*

*Physiology and Performance* **6**: 525-533.

Lejeune T. M., Willems P. A., Heglund, N. C. (1998). Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *The Journal of Experimental Biology* **201**: 2071-2080.

Lipman G. S., Eifling K. P., Ellis M. A., Gaudio F. G., Otten E. M., Grissom C. K. (2014) Wilderness medical society practice guidelines for the prevention and treatment of heat-related illness: 2014 update. *Wilderness and Environmental Medicine*, **25**: 55-65.

Loucks A. B., Kiens B., Wright H. H. (2011) Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences* **29**: 7-15.

Matković B., Ružić L. (2009) Fiziologija sporta i vježbanja, Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 42

Mielgo-Ayuso J., Zourdos M. C., Calleja-González J., Urdampilleta A., Ostojic S. M. (2015) Dietary intake habits and controlled training on body composition and strength in elite female volleyball players during the season. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* **40**: 827-834.

Mielgo-Ayuso J., Zourdos M. C., Calleja-González J., Urdampilleta A., Ostojic S. (2015) Iron supplementation prevents a decline in iron stores and enhances strength performance in elite female volleyball players during the competitive season. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* **40**: 615-622.

NVL (2016) National Volleyball League, <<http://thenvl.com>> Pristupljeno 10. kolovoza 2017.

Ostrowska A., Szymański W., Kołodziejczyk Ł., Bołtacz-Rzepkowska E. (2016). Evaluation of the erosive potential of selected isotonic drinks: *in vitro* studies. *Advances in Clinical and Experimental Medicine* **25**: 1313-1319.

Palao J. M., Valades D., Ortega E. (2012) Match duration and number of rallies in men's and women's 2000-2010 FIVB World Tour Beach Volleyball. *Journal of Human Kinetics* **34**: 99-104.

Papadopoulou S. K., Papadopoulou S. D., Gallos G. K. (2002) Macro- and micro-nutrient intake of adolescent greek female volleyball players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **12**: 71-78.

Pérez-López A., Salinero J. J., Abian-Vicen J., Valadés D., Lara B., Hernandez C., Areces F., González C., Del Coso J. (2015) Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **47**:



850-856.

- Pryor R. R., Casa D. J., Adams W. M., Belval L. N., DeMartini J. K., Huggins R. A., Stearns R. L., Vandermark L. W. (2013) Maximizing athletic performance in the heat. *Strength and Conditioning Journal* **35**: 24-33.
- Racinais S., Alonso J. M., Coutts A. J., Flouris A. D., Girard O., González-Alonso J., Hausswirth C., Jay O., Lee J. K. W., Mitchell N., Nassis G. P., Nybo L., Pluim B. M., Roelands B., Sawka M. N., Wingo J., Périard J. D. (2015) Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Sports Medicine* **45**: 925-938.
- Reddy A., Norris D.F., Momeni S. S., Waldo B., Ruby J. D. (2016) The pH of beverages in the United States. *The Journal of American Dental Association* **147**: 255-263.
- Rosenbloom C. (2015) Protein Power: answering athletes' questions about protein. *Nutrition Today* **50**: 72-77.
- Setaro L., Santos-Silva P. R., Nakano E. Y., Sales C. H., Nunes N., Greve J. M., Colli C. (2014) Magnesium status and the physical performance of volleyball players: effects of magnesium supplementation. *Journal of Sports Sciences* **32**: 438-445.
- Sies H., Stahl W. (2004) Nutritional protection against skin damage from sunlight. *Annual Review of Nutrition* **24**: 173-200.
- Silva Daniel N. V., Jürgensen L. P., Padovani R. C., Juzwiak C. R. (2016) Impact of an interdisciplinary food, nutrition and health education program for adolescent Brazilian volleyball players. *Revista de Nutricao-Brazilian Journal of Nutrition* **29**: 567-577.
- Stahl W., Sies H. (2012)  $\beta$ -Carotene and other carotenoids in protection from sunlight. *American Journal of Clinical Nutrition* **96**: 1179-1184.
- Suvi S., Timpmann S., Tamm M., Aedma M., Kreegipuu K., Õõpik V. (2017) Effects of caffeine on endurance capacity and psychological state in young females and males exercising in the heat. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* **42**: 68-76.
- Tan P. M. S., Lee J. K. W. (2015) The role of fluid temperature and form on endurance performance in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* **25**: 39-51.
- Tarazona-Díaz M. P., Alacid F., Carrasco M., Martínez I., Aguayo E. (2013) Watermelon juice: potential functional drink for sore muscle relief in athletes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **61**: 7522-7528.

- Thomas D. T., Erdman K. A., Burke L. M. (2016) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of The Academy of Nutrition and Dietetics* **116**: 501-528.
- Thomson C. D., Chisholm A., McLachlan S. K., Campbell J. M. (2008) Brazil nuts: an effective way to improve selenium status. *The American Journal of Clinical Nutrition* **87**: 379-384.
- USA Volleyball (2014) USA Volleyball, <<http://www.teamusa.org>> Pristupljeno 10. kolovoza 2017.
- Valliant M. W., Emplaincourt H. P., Wenzel R. K., Hilson B., G. (2012) Nutrition education by a registered dietitian improves dietary intake and nutrition knowledge of a NCAA female volleyball team. *Nutrients* **4**: 506-516.
- Zapolska J., Witczak K., Mańczuk A., Ostrowska L. (2014) Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* **65**: 235-242.
- Zetou E., Giatsis G., Mountaki F., Komninakidou A. (2008) Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *Journal of Science and Medicine in Sport* **11**: 139-145.
- Zoorob R., Parrish M. E. E., O'Hara H., Kalliny M. (2013) Sports nutrition needs before, during, and after exercise. *Primary Care* **40**: 475-486.
- Zuhl M., Dokladny K., Mermier C., Schneider S., Salgado R., Moseley P. (2015) The effects of acute oral glutamine supplementation on exercise-induced gastrointestinal permeability and heat shock protein expression in peripheral blood mononuclear cells. *Cell Stress and Chaperones* **20**: 85-93.

## 6. Prilozi

### **PRILOG I. Smjernice za prehranu odbojkaša na pijesku**

- Za održanje TM tijekom sezone, unos energije treba odgovarati iznosu od 45 kcal/kg nemasne TM uz energiju potrebnu za trening ili utakmicu.
- Preporučena količina UGH je 5-8 g/kg TM, proteina 1,6-1,8 g/kg TM, a masti 20-35% ukupnog energetskeg unosa.
- Proteine treba unositi u količini od 0,3 g/kg TM po obroku 5-6 puta dnevno, uključujući i večernji obrok 30 min prije spavanja.
- Obrok 1-4 h prije TA treba sadržavati onoliko g/kg TM UGH koliko sati prije se obrok konzumira pri čemu unos prehrambenih vlakana, proteina i masti treba biti nešto niži.
- Nakon TA preporuča se unos 0,2-0,4 g/kg TM proteina i 0,8-1,2 g/kg TM UGH tijekom 4 h u intervalima 15-30 min.
- U većini slučajeva unos UGH tijekom utakmice nije potreban, no moglo bi biti koristi od ispiranja usta 6 %-tnom otopinom UGH. Tijekom dužih treninga ili zahtjevnijih utakmica ipak je preporučljivo imati u pripremi sportsku pločicu ili napitak, no unos UGH ne bi trebao biti veći od 30-60 g/h.
- 2-3 h prije TA treba unijeti 6 mL/kgTM tekućine za prevenciju hipohidracije. Tijekom TA treba spriječiti dehidraciju >2%, ali i povećanje TM. Nakon TA treba nadoknaditi izgubljenu tekućinu u količini od 100-150% gubitka TM.
- Stupanj hidracije samostalno se može pratiti praćenjem promjene TM i boje urina.
- Obična voda uglavnom je najbolji izbor održavanja ravnoteže tekućine.
- Sportski napici ponekad se mogu zamijeniti sokom od lubenice, nezaslađenim zelenim ili hibiskusovim čajem ili mliječnim napitkom.
- Potrebno je aklimatizirati se minimalno 10-14 dana prije intenzivnijih treninga i turnira.
- U prehrani ne treba smanjivati unos soli, a dodatan unos može pomoći ukoliko se pojave grčevi. Brzo rješenje su konzumacija ¼ žličice soli u 300-500 mL tekućine ili slanih grickalica.
- Dnevna konzumacija 300 g rajčice ili njezinih prerađevina, tijekom 7-10 tjedana potpomoći će unutarnju zaštitu od sunca. Dodatna korist osigurat će se uvrštavanjem mrkve, žumanjka jajeta, brazilskih orašćica, agruma, sjemenki i plave ribe u svakodnevnu prehranu.
- Treba provjeravati razinu vitamina D barem 2 puta godišnje.
- Tijekom turnira treba konzumirati hranu, tekućinu i suplemente koji su ranije isprobani i ne uzrokuju probavne smetnje ili na neki drugi način narušavaju izvedbu.

## Izjava o izvornosti

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



Ivana Ovčina