

# GUBITAK TEKUĆINE TIJEKOM NOGOMETNE UTAKMICE PRI VISOKIM TEMPERATURAMA

---

**Dadić, Martina**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:077067>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje stručnog naziva:

stručna specijalistica trenerske struke kondicijske pripreme sportaša)

**Martina Dadić**

**GUBITAK TEKUĆINE TIJEKOM NOGOMETNE  
UTAKMICE PRI VISOKIM TEMPERATURAMA**

Stručni rad

**Mentor:**

**Prof. dr. sc. Igor Jukić**

Zagreb, rujan 2022.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

---

Prof.dr.sc. Igor Jukić

Student:

---

Martina Dadić

Ovo istraživanje je dio doktorskog projekta Dolores Reyzis koji je organiziran u suradnji Instituta za preventivnu sportsku medicinu Sveučilišta Saarland, Akademije Njemačkog nogometnog saveza (DFB-Akademie), Njemačkog Sportskog Sveučilišta Keln te Dijagnostičkog centra Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## ZAHVALA

Hvala nogometnim klubovima Sesvete i Trnje na dobrovoljnom sudjelovanju u istraživanju te doprinosu znanosti i struci.

Zahvaljujem mentoru na podršci i stručnom usmjeravanju u mom radu i putu povezivanja dvije ljubavi nutricionizma i kineziologije.

Veliko hvala komentorici ovog rada i prijateljici Dolores Reyzis koja je sa mnom nesebično dijelili svoje znanje, podržava me i motivira.

Hvala mom treneru na strpljenju, podršci u svim usponima i padovima te veliko praktično znanje o sportu.

Hvala mojoj obitelji i prijateljima.

# GUBITAK TEKUĆINE TIJEKOM NOGOMETNE UTAKMICE PRI VISOKIM TEMPERATURAMA

## Sažetak

Utakmice za vrijeme vrućina predstavljaju veliki izazov organizmu u regulaciji tjelesne temperature. Dobro je poznato da u uvjetima visokih temperatura stope znojenja kod sportaša mogu biti visoke, dok povećani gubitci vode i elektrolita mogu negativno utjecati na sportsku izvedbu, ali i na zdravlje igrača. Dehidracija dovodi do povećanog naprežanjem kardiovaskularnog sustava, zamora mišića, smanjene sposobnosti oporavka što rezultira padom brzine, izdržljivosti i koncentracije sportaša. Problematika gubitka tekućine kod sportaša privukla je pozornost, no malo je istraživanja provedeno u natjecateljskim uvjetima za vrijeme nogometne utakmice. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti status hidracije nogometaša prije i nakon nogometne utakmice, gubitak tekućine znojem i količinu unesene tekućine tijekom nogometne utakmice pri visokim temperaturama. U istraživanju je sudjelovalo 20 poluprofesionalnih igrača seniorskog uzrasta koji su odigrali dvije prijateljske utakmice: prvu pri 29,4°C, uz vlažnost zraka 75 %, a drugu pri 23,4°C, uz vlažnost zraka 62 %. Rezultati istraživanja pokazali su da je prosječan gubitak tjelesne mase igrača tijekom utakmice bio  $-1,06 \pm 0,88$  kg a varirao je između  $-2,45$  kg i  $0,8$  kg. Dehidracija je u prosjeku iznosila  $1,4 \pm 1,2$  %. Kod 30 % igrača dehidracija bila je veća od 2 % tjelesne mase što se smatra granicom nakon koje zbog dehidracije dolazi do pada sportskih performansi. Gubitak znoja u prosjeku iznosio je oko 650 ml, a stopa znojenja oko 600 ml/h. Praćenjem specifične težine urina utvrđeno je da je 35 %, odnosno 7 od 20 igrača na utakmicu došlo dehidrirano. Postoji statistički značajna razlika za podatak specifične težine urine prije i poslije ( $p < 0,05$ ). Specifična težina urina prije utakmice bila je 1.020 a nakon utakmice 1.025. 13 od 20 igrača bila su dehidrirana nakon utakmice, odnosno 65 % igrača. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je potrebno educirati igrače i trenere o važnosti hidracije s naglaskom na individualne potrebe svakog sportaša pri visokim temperaturama budući da je dio igrača na utakmicu došao dehidriran a nakon utakmice je većina njih bila dehidrirana.

**Ključne riječi:** nogomet, dehidracija, visoke temperature

## FLUID LOSS DURING A SOCCER MATCH AT HIGH TEMPERATURES

### **Abstract:**

Matches held in hot weather represent a great challenge for the body in terms of regulating body temperature. It is well known that in conditions of high temperatures, athletes' sweat rates can be high, while increased loss of water and electrolytes can negatively affect sports performance, as well as the health of players. Dehydration leads to an increased strain on the cardiovascular system, muscle fatigue, reduced ability to recover, which in turn results in a decrease in speed, endurance and focus of athletes. The issue of fluid loss in athletes has sparked some interest, but little research has been conducted during a football match in competitive conditions. The aim of this research was to assess the hydration status of football players before and after a football match, fluid loss through sweat and the amount of fluid ingested during a football match at high temperatures. The research was done on a sample of 20 senior semi-professional players who played two friendly matches: the first one at 29.4°C, with 75 % air humidity, and the second one at 23.4°C, with 62 % air humidity. The results of the research revealed that the players' average body mass loss during a match was  $-1.06 \pm 0.88$  kg, and it varied between -2.45 kg and 0.8 kg. Dehydration averaged  $1.4 \pm 1.19$  %. 30% of players displayed dehydration greater than 2 % of their body mass, which is considered the limit after which sports performance decrease due to dehydration. The average sweat loss amounted to 650 ml, and the sweating rate was 600 ml/h. By monitoring the weight gravity of urine, it was determined that 35 % of the players, 7 out of 20 showed up to the match dehydrated. The difference between the data was statistically significant: the specific weight of urine before the match was 1.020, and 1.025 after the match. 13 out of 20 players were dehydrated after the match, i.e., 65 % of the players. We can conclude from the obtained results that it is necessary to educate players and coaches about the importance of hydration with an emphasis on the individual needs of each athlete, since some of the players came to the match dehydrated, and after the match most of them were dehydrated.

**Key words:** soccer, dehydration, high temperatures

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 1.1. NOGOMET- ZAHTJEVI IGRE .....                      | 2  |
| 1.2. PREHRANA NOGOMETAŠA .....                         | 3  |
| 1.3. HIDRACIJA .....                                   | 6  |
| 1.4. PROCJENA STUPNJA HIDRACIJE .....                  | 9  |
| 1.5. TJELESNA AKTIVNOST PRI VISOKIM TEMPERATURAMA..... | 10 |
| 1.6. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....                     | 13 |
| 2. CILJEVI I HIPOTEZE .....                            | 14 |
| 3. METODE ISTRAŽIVANJA .....                           | 15 |
| 3.1. Uzorak ispitanika.....                            | 15 |
| 3.2. Opis protokola .....                              | 15 |
| 3.3. Mjerni instrumenti i varijable.....               | 16 |
| 3.4. Metode obrade podataka .....                      | 17 |
| 4. REZULTATI .....                                     | 17 |
| 5. RASPRAVA .....                                      | 22 |
| 6. ZAKLJUČAK.....                                      | 27 |
| 7. PRAKTIČNA PRIMJENA .....                            | 28 |
| 8. LITERATURA .....                                    | 31 |



## 1. UVOD

Nogomet je svjetski ekipni sport koja se neprestano razvija uz znatno povećanje fizičkih i tehničkih zahtjeva utakmica. Treninzi su postali fizički zahtjevniji kako bi igrači bili spremni nositi se s ovim razvojem i kako bi se zadovoljile individualne potrebe igrača. Prehrana može igrati važnu ulogu u optimiranju fizičke i mentalne izvedbe vrhunskih igrača tijekom treninga i utakmice kao i u održavanju cjelokupnog zdravlja igrača tijekom duge sezone (Collins i sur., 2020). Iznimno važan dio nutricionističke strategije je hidracija sportaša koja je često zapostavljena u praksi.

Utakmice za vrijeme vrućina predstavljaju veliki izazov organizmu u regulaciji tjelesne temperature. Dobro je poznato da u uvjetima visokih temperatura stope znojenja kod sportaša mogu biti visoke, a povećani gubitci vode i elektrolita mogu negativno utjecati na sportsku izvedbu, kao i na zdravlje igrača. Dehidracija dovodi do povećanog naprežanja kardiovaskularnog sustava, zamora mišića, smanjene sposobnosti oporavka što rezultira padom brzine, izdržljivosti i koncentracije sportaša.

Važne nogometne utakmice često se igraju u uvjetima visokih temperatura, primjerice utakmice UEFA Lige prvaka. U takvim uvjetima dolazi do smanjenja ukupne pretrčane udaljenosti igrača, smanjena intenziteta i uspješnosti tehničke izvedbe. Problematika gubitka tekućine kod sportaša je privukla pozornost stručnjaka (Aragón-Vargas i sur., 2009; Shirreffs i sur., 2006; Da Silva i sur., 2012; Duffield i sur., 2012; Maughan i sur., 2007; Mohr i sur., 2012) ali je malo istraživanja provedeno u natjecateljskim uvjetima za vrijeme utakmice.

Glavni je cilj ovog rada procijeniti gubitak tekućine u specifičnim uvjetima nogometne utakmice pri toplim i vrućim vremenskim prilikama, istražiti koliki je unos tekućine kod igrača za vrijeme utakmice i procijeniti stupanj hidracije prije i nakon utakmice praćenjem specifične težine urina.

## 1.1. NOGOMET- ZAHTJEVI IGRE

Nutricionističke strategije u sportu započinju razumijevanjem fizičkih i fizioloških zahtjeva pojedinog sporta. Nogomet je timski sport visokog i promjenjivog intenziteta kojeg karakteriziraju različite kretne strukture i učestale promjene smjera kretanja (Poulios i sur., 2018). Kako bi suvremeni, vrhunski nogometaš bio u mogućnosti izvesti sve zahtjeve koje mu nogomet postavlja, mora prije svega posjedovati potrebni stupanj izdržljivosti (opće aerobne, aerobne-aciklične i anaerobne, laktatne i nelaktatne komponente), snage (maksimalne eksplozivne i brzinske, kao i njihove komponente), brzine (brzina reakcije, startna brzina, maksimalna brzina, brzinska izdržljivost), koordinacije u općem i specifičnom tipu (koja se u funkcionalnom smislu oslanja na prethodne tri dimenzije funkcionalno-motoričkog prostora), agilnost i gipkost (Idrizović, 2016).

Na profesionalnoj razini, nogometaši obično prijeđu oko 11-13 km po utakmici ovisno o poziciji, pri čemu središnji vezni igrači pokrivaju najveće a središnji obrambeni igrači najmanje udaljenosti. Od ukupne udaljenosti, oko 1150 m pretrči se brzinama iznad 20 km/h, s otprilike 60 sprintova, ovisno o poziciji. Igrači ukupno izvedu više od 1200 nepredvidivih promjena aktivnosti, koje se sastoje od oko 700 okreta i 30-40 hvatanja te skokova (Hulton i sur., 2022).

Aerobni sustav nogometaša jako je opterećen, s prosjekom i vršnim brojem otkucaja srca od ~ 85 do 98 % maksimalnih vrijednosti, što odgovara prosječnom primitku kisika od oko 70 % maksimalne vrijednosti (Bonnici i sur., 2019). Tijekom 90 minuta utakmice ~ 90 % aktivnosti izvodi se niskim do umjerenim intenzitetom. To se obično smatra kretanjem  $\leq 15$  km/h kod vrhunskih igrača. Primarni energetski put čine glikogenoliza i oksidacija glukoze (Bonnici i sur., 2019).

Razina aerobnog fitnesa (maksimalni primitak kisika) kod vrhunskih nogometaša povezana je s udaljenošću prijašnjem visokim intenzitetom za vrijeme utakmice (Redkva i sur., 2018).

Važniji podatak od prosječnog primitka kisika tijekom igre brzina je porasta primitka kisika tijekom mnogih kratkih intenzivnih kretanja. Tijekom utakmice otkucaji srca igrača rijetko su ispod 65 % maksimalne vrijednosti, ukazujući na to da je protok krvi u mišiće nogu kontinuirano veći nego u mirovanju što znači da je doprema kisika visoka (Bangsbo i sur., 2006).

Poznato je da visoka razina aerobnog metabolizma daje značajan doprinos kvalitetnim izvedbama nogometaša, odnosno da su visoka razina intenziteta trčanja pri aerobnom i anaerobnom pragu i aerobni energetski kapacitet značajno povezani s većim pretrčanim udaljenostima za vrijeme utakmice, većim brojem sprintova te bržim i kvalitetnijim oporavkom nakon utakmice (Vučetić, 2017).

Vrhunski vanjski igrači tijekom utakmica prijeđu udaljenosti od 10-13 km. Međutim, veći dio udaljenosti prijađen je hodanjem i trčanjem niskim intenzitetom. Količina trčanja velikom brzinom je ono je što razlikuje vrhunske igrače od onih na nižoj razini. Računalna analiza vremenskog kretanja

pokazala je da vrhunski igrači izvode 28 % više trčanja visokim intenzitetom (2,43 prema 1,90 km) i 58 % više sprinta (650 prema 410 m) od profesionalnih igrača na nižoj razini (Bangsbo, 2014).

Iako čine mali udio u ukupno prijeđenoj udaljenosti, aktivnosti visokog intenziteta, karakterizirane kao trčanje velikom brzinom (>18 km/h) ili sprint (~ 30 km/h) ključni su elementi u vrhunskom nogometu, budući da se u ovoj kategoriji često izvode najodlučnije akcije utakmice. Visoko intenzivne aktivnosti zahtijevaju korištenje anaerobnih sustava koji osiguravaju energiju za napad, skakanje, sprint i posjed lopte. Vrhunski igrači odigraju oko 150-250 napada visokim intenzitetom u trajanju do 4 s, do kojih može doći svakih 40-70 s, ali 98 % ovih napada u trajanju je ispod 10 s (Bonnici i sur., 2019).

Prosječne koncentracije laktata u krvi zabilježene tijekom nogometne utakmice su 2-10 mmol/L, s pojedinačnim vrijednostima iznad 12 mmol/L. Ovi podaci ukazuju na visoku stopu proizvodnje mišićnog laktata tijekom utakmice (Bangsbo, 2014).

## 1.2. PREHRANA NOGOMETAŠA

Pravilne prehrambene navike mogu podržati zdravlje i sportske performanse nogometaša: vrsta, količina, vrijeme konzumiranja hrane i tekućine te dodaci prehrani mogu utjecati na performanse igrača, kao i oporavak za vrijeme i nakon utakmice (Collins i sur., 2020).

Nogometaši mogu ostati zdravi, izbjeći ozljede i postići svoje ciljeve usvajanjem pravilnih prehrambenih navika. Igrači bi trebali odabrati hranu koja podržava konzistentan, intenzivan trening i koji optimira izvedbu na utakmici. Ono što igrač jede i pije u danima i satima prije utakmice, kao i tijekom same utakmice, može utjecati na rezultat smanjenjem umora i stvaranjem mogućnosti da se maksimalno iskoriste fizičke i taktičke sposobnosti. Hrana i tekućina koje se konzumiraju nakon utakmice i treninga optimiraju oporavak. Svi igrači trebali bi imati plan prehrane koji uzima u obzir njihove individualne potrebe (FIFA 2007, Collins i sur., 2020).

Fizički zahtjevi nogometne igre povećali su se unatrag nekoliko desetljeća. Moderna utakmica uključuje više dodavanja, trčanja s loptom, driblinga i križanja (en.*crosses*), što je dovelo do povećanja „tempa“ utakmice. Broj utakmica po sezoni također se povećao, a elitni klubovi često igraju više od 60 natjecateljskih utakmica tijekom sezone. Razdoblja natrpanog rasporeda s puno utakmica (1-3 utakmice tjedno) česta su u elitnom nogometu i mogu biti dodatno otežana problemima zbog putovanja tijekom europskih/svjetskih natjecanja i/ili utakmica reprezentacije, što dovodi do povećanog umora nogometaša (Oliveira i sur., 2017).

U kombinaciji s neadekvatnim oporavkom, potencijalno može doći do slabe izvedbe i/ili povećanog rizika od ozljeda. Postizanje najviših performanci tijekom treninga i natjecanja, poboljšanje i ubrzavanje

oporavka, postizanje i održavanje optimalne tjelesne mase i tjelesne kondicije te minimiziranje rizika od ozljeda i bolesti ključni su problemi suvremenog elitnog nogometa. Različita polja znanstvenih spoznaja bavila su se svim tim pitanjima, uključujući područje prehrane, unutar kojeg su razvijene posebne preporuke za nogometaše (Oliveira i sur., 2017).

Intenzitet nogometne igre ima utjecaj na potrošnju energije, stoga su potrebne nutritivne strategije koje podržavaju energetske zahtjeve. Mnogi čimbenici pridonose uspjehu, pri čemu prehrana igra malu, no vitalnu ulogu, u odnosu na utjecaj genetike, talenta, treninga, motivacije itd. Pažljivo planirana prehranbena strategija koja zadovoljava ukupne energetske zahtjeve, može optimizirati energetske zalihe, smanjiti umor, podržati trening, održavati optimalnu tjelesnu masu i kondicijsku spremu, ubrzati oporavak te osigurati adekvatnu hidrataciju. Pravilna prehrana može pružiti dodatne dobrobiti za igrača i osigurati prednost u odnosu na konkurenciju (Bonnici i sur., 2019).

Malo je istraživanja o prehrani provedeno specifično za nogomet, a laboratorijski modeli razvijeni za simulaciju igre generalno ne uspijevaju replicirati zahtjeve utakmice. Takve rezultate potrebno je ekstrapolirati iz različitih sportova i jednostavnijih protokola vježbanja. Znanstvene studije provedene na nogometašima uglavnom su uključivale igrače na rekreativnoj razini. Vrlo je malo informacija izvedenih iz studija s vrhunskim igračima (Collins i sur., 2020).

Stručnjaci Svjetske nogometne federacije u Zürichu 2005. godine iznijeli su stav da se energetske i metaboličke zahtjevi treninga i nogometne utakmice razlikuju tijekom sezone, sukladno standardima natjecanja i individualnim karakteristikama (FIFA, 2007). Energetski unos seniorskih igrača kreće se oko 2200-3000 kcal na dane treninga. Kada se uzme u obzir period treninga i utakmica, vrijednost se povećava na oko 3100-3900 kcal (Hulton i sur., 2022). Niska dostupnost energije uzrokuje poremećaje u hormonalnoj, metaboličkoj i imunološkoj funkciji, kao i zdravlju kostiju (FIFA, 2007). Za vrhunske nogometaše jako je važno osigurati adekvatnu količinu energije koja zadovoljava izazove visoko intenzivnih, intervalnih aktivnosti. Nekoliko je studija uključivalo procjenu i mjerenje ukupne energetske potrošnje kod nogometaša oslanjajući se na metodu dvostruko označene vode, frekvencije srca, video analizu igre i praćenje aktivnosti (Oliveira i sur., 2017).

Osim optimalnog energetskeg unosa, za sportaše je važna je adekvatna konzumacija ugljikohidrata, proteina i masti kako bi optimizirali svoj trening i izvedbu (Kerksick i sur., 2018). Ugljikohidrati su primarno gorivo za mišiće tijekom visoko intenzivnih aktivnosti te su stoga ključan makronutrijent u pripremi igrača za utakmicu (Collins, 2020). U studiji Hills i Russell, 2018. igrači koji su započeli utakmicu s visokim razinama mišićnog glikogena (400 mmol/kg suhe mase) postižu veće intenzitete kretanja i mogu pretrčati veću udaljenost između poluvremena od onih koji su počeli utakmicu s oko 200 mmol/kg suhe mase.

Svakodnevni nogometni trening uzrokuje stanje stresa u mišićno-koštanom sustavu i tetivnim tkivima, stoga postoji potreba za rekonstrukcijom i oporavkom ovih struktura kako bi se poboljšala i održala njihova funkcija i integritet. Unos proteina veći od preporučenog za opću populaciju, RDA za proteine je 0,8 g/kg tjelesne mase dnevno u Europi, može imati povoljne učinke na igrače jer konzumacijom proteina iznad 1,6–2,2 g/kg tjelesne mase dnevno povećava se adaptacija na trening. Ova preporuka može se lako osigurati raznolikom prehranom pod uvjetom da je ostvaren energetske unos potreban za zahtjeve treninga. Ankete o prehrani pokazuju da većina profesionalnih igrača zadovoljava ili prelazi preporučeni unos proteina za nogometaše od 1,6–2,2 g/kg tjelesne mase dnevno (Collins i sur., 2020).

Idealna konzumacija je tri do četiri obroka koja sadrže ~0,3-0,4 g po kilogramu tjelesne mase proteina što osigurava ~1,6 g proteina/kg tjelesne mase dnevno. Ova strategija zahtijeva plan prehrane koji je bogat proteinima u svakom obroku kako bi se osigurala dovoljna količina za stimulaciju sinteze proteina. Za igrače je važna i kvaliteta proteina, primjerice sadržaj aminokiseline leucin, koja služi kao okidač za sintezu mišićnih proteina, a optimalan unos je ~2.5 g leucina po obroku (Collins i sur., 2020).

Masti su hranjive tvari važne u brojnim tjelesnim funkcijama kao što su očuvanje tjelesne topline, zaštita vitalnih organa od mehaničkih udaraca, pohrana i opskrba tijela energijom. Iako masti nisu primarni izvor energije u nogometu, neophodne su za aerobne aktivnosti niskog intenziteta i za oporavak nakon treninga ili utakmice visokog intenziteta (Bonnici i sur., 2019).

Preporuka za nogometaše je da konzumiraju manje od 30% ukupnog energetske unosa iz masti, s distribucijom od 7% iz zasićenih masti, 10% iz polinezasićenih masti i 13% iz mononezasićenih masti. Hrana koja sadrži omega-3 masne kiseline, kao što je masna riba, losos, skuša, sardina može biti korisna u smanjenju upale i bolova u mišićima nakon treninga. (Bonnici i sur., 2019.)

Međunarodno društvo sportske prehrane (eng. ISSN) 2008. je godine iznijelo stav o vremenskom unosu nutrijenata, koji je naknadno revidiran. Jedna od točaka govori o tome da obrok prije i poslije treninga (ugljikohidrati uz proteine ili sami proteini) može biti učinkovita nutricionistička strategija za ubrzanje sinteze glikogena i poboljšanje anaboličkog profila koji može ubrzati oporavak. Preporuka je da sportaši konzumiraju ugljikohidrate i proteine (npr. 1 g/kg ugljikohidrata i 0,5 g/kg proteina) unutar 30 min nakon vježbanja i obrok s visokim sadržajem ugljikohidrata unutar 2 h nakon aktivnosti (Kerkisk i sur., 2018).

Mikronutrijenti esencijalni su vitamini i minerali potrebni u malim količinama u prehrani za održavanje gotovo svih staničnih i molekularnih funkcija (AND, 2018). Mikronutrijenti sudjeluju u metabolizmu energije, sintezi hemoglobina, održavanju zdravlja kostiju, a osim toga omogućavaju adekvatan imunološki sustav, štite od oksidacijskog stresa i sudjeluju u procesima oporavka mišića nakon tjelesne aktivnosti ili oporavka nakon ozljeda (Štalić i sur., 2015)

Trening izaziva stres u mnogim metaboličkim putevima za koje su potrebni mikronutrijenti, a rezultira biokemijskim prilagodbama mišića koje povećavaju potrebu za određenim mikronutrijentima. Sportaši koji često ograničavaju unos energije, prakticiraju dijetu za mršavljenje, eliminiraju jednu ili više skupina namirnica iz svoje prehrane ili imaju nutritivno siromašnu prehranu, mogu imati deficit mikronutrijenata. To se najčešće događa s kalcijem, vitaminom D, željezom i nekim antioksidansima (AND, 2016). Uz adekvatnu i raznoliku prehranu te ostvarenja unosa energije koja održava stabilnu tjelesnu masu nisu potrebni vitaminsko-mineralni dodaci; njihovo uzimanje nema erogeni učinak među pojedincima čija je prehrana adekvatna te je nutritivni status pojedinog mikronutrijenta adekvatan (Štalić i sur., 2015).

### 1.3. HIDRACIJA

Voda je esencijalni i kvantitativno najvažniji nutrijent, ali nažalost često zanemaren. Funkcije vode su brojne: voda omogućava homeostazu stanice jer je otapalo za biokemijske reakcije, održava kardiovaskularni volumen, omogućava transport hranjivih tvari i uklanjanje otpadnih metabolita. Jedinstvene značajke vode poput visokog specifičnog toplinskog kapaciteta omogućavaju apsorpciju topline nastale metabolizmom, stoga voda ima vitalnu ulogu u termoregulaciji. Zatim, stupanj hidracije stanice signal je koji regulira metabolizam stanice i ekspresiju gena. Euhidracija je potrebna za sprečavanje kroničnih bolesti i ima, primjerice znatan utjecaj na kognitivne funkcije i uspjeh djece u školi, a učestalost kronične blage dehidracije u općoj je populaciji visoka (Štalić i sur., 2015).

Prikaz osnovne terminologije bitne za razumijevanje ovog rada (McDermott i sur., 2017):

**Euhidracija** stanje je optimalne količine vode u tijelu pri kojoj tjelesni sustavi najučinkovitije funkcioniraju s minimalnim fiziološkim prilagodbama.

**Hiperhidracija** stanje je povećane količine vode u tijelu.

**Hiponatremija** definira se kao serumska koncentracija natrija manja od 135 mmol/L tijekom ili unutar 24 sata od tjelesne aktivnosti.

**Hipohidracija** nedostatak je vode u tijelu uzrokovan akutnom ili kroničnom dehidracijom.

**Dehidracija** proces je gubitka tjelesne vode. No u praksi (posebici u komunikaciji s igračima i trenerima) se često koristi kao istoznačnica za hipohidraciju.

Hidracija još je jedno područje nogometa u kojem je potrebno poboljšanje u razumijevanju principa prehrane. Iako su dani konzumiranja naranči ili ispijanja šalice čaja u poluvremenu zamijenjeni profesionalnijim pristupom, odnosno adekvatnijom konzumacijom vode i sportskih napitaka, neki ključni problemi ostaju. Igrači su na kraju utakmica često u stanju hipertermije, a gubici znoja mogu

doseći ili čak premašiti 3 do 4 L. Smrtni slučajevi uzrokovani vrućinom na sreću su vrlo rijetki, ali grčevi u mišićima i druge poteškoće povezane s hidratacijom poprilično su česte. Na temelju procjene urinarnih parametara, može se zaključiti da značajan dio nogometaša počinje trenirati i igrati utakmice već u stanju dehidracije. Preporuka je da igrači povećaju unos tekućine nekoliko sati prije treninga ili utakmice. Većina igrača iskoristi priliku tijekom pauze na utakmici ili treningu za konzumaciju vode ili sportskih napitaka, ali unos tekućine rijetko odgovara njezinom gubitku te većina igrača završava trening i utakmicu s manjkom tekućine (Maughan i Shirreffs, 2006).

Mehanizmi kojima hipohidracija potencijalno narušava nogometne performance nisu u potpunosti objašnjeni, ali mogu uključivati povećano kardiovaskularno naprezanje, oštećenu kognitivnu funkciju, povećanu percepciju napora, smanjenu fizičku funkciju i smanjene tehničkih sposobnosti. Osjetljivost na hipohidraciju tijekom aktivnosti individualna je na razini svakog igrača (Sawka i sur., 2007).

Teška klinička stanja hipohidracije kao i hiperhidracije mogu degradirati sportske performance i potencijalno biti smrtonosne. Rani znakovi i simptomi ovih stanja mogu se preklapati, uključujući žeđ, opću slabost, umor, glavobolju, povraćanje. Kasniji znakovi i simptomi hipohidracije (npr. žeđ, gastrointestinalni grčevi, osjećaj vrućine ili zimice) i hiperhidracije (npr. oticanje ekstremiteta, promijenjeno mentalno stanje, promjene raspoloženja, napadaji) počinju razlikovati ta dva stanja, ali brza analiza krvi i mjerenje tjelesne mase mogu ubrzati točnu dijagnozu (McDermott i sur., 2017).

Dnevna bilanca vode ovisi o neto razlici između dobivanja i gubitka vode. Dobivanje vode nastaje uslijed unosa putem tekućine i hrane konzumacijom i proizvodnjom (metabolička voda), dok gubici vode nastaju zbog respiratornih, gastrointestinalnih, bubrežnih gubitaka i znojenja. Volumen metaboličke vode proizvedene tijekom staničnog metabolizma (~0,13 g/kcal) približno je jednak gubicima vode disanjem (~0,12 g/kcal), što rezultira prometom vode bez neto promjene ukupne vode u tijelu. Gubici vode u gastrointestinalnom traktu mali su (~100-200 mL/dan), osim u slučaju dijareje. Znojenje predstavlja primaran način gubitka vode za vrijeme aktivnosti i stresa izazvanog toplinom. Bubrezi reguliraju ravnotežu vode prilagođavajući izlučivanje urina, s minimalnim i maksimalnim izlučivanjem urina od približno 20 odnosno 1000 mL/h. Tijekom aktivnosti i stresa izazvanog toplinom, glomerularna filtracija i bubrežni protok krvi značajno su smanjeni, što rezultira smanjenim izlučivanjem mokraće. Stoga, kada se tijekom vježbanja u prevelikoj količini konzumira tekućina (hiperhidracija), može doći do smanjene sposobnosti proizvodnje urina za izlučivanje viška volumena (Sawka i sur., 2007).

Gubitak tekućine može doseći 3 % do 5 % kod nekih igrača, pri čemu je vjerojatno da će utjecati na fiziološku i termoregulacijsku funkciju, a moguće i na neke aspekte kognitivne funkcije. Nije potrebno nadoknaditi svu izgubljenju tekućinu, ali igrači bi, kao opće pravilo, trebali piti dovoljno da ograniče neto gubitak tekućine veći od oko 2 % tjelesne mase. Gubici natrija tijekom znojenja mogu biti visoki

kod nekih igrača i mogu biti uzročni (predisponirajući) faktor u slučajevima grčeva u mišićima. Brzina znojenja i koncentracija soli u znoju uvelike variraju među pojedincima, a gubici soli znojem mogu biti manji od 1 g ili veći od 10 g na treningu ili utakmici. Igrači koji imaju velike gubitke soli znojem skloniji su grčevima u mišićima i mogu im koristiti sportski napitci s većim udjelom natrija od većine komercijalnih sportskih pića (obično oko 20-25 mmol/L) (Maughan i Shirreffs, 2007).

Gubici elektrolita znojenjem ovise o ukupnim gubicima znojenjem i koncentraciji elektrolita u znoju. Prosječna koncentracija natrija u znoju iznosi ~35 mEq/L (raspon 10-70 mEq/L) i varira ovisno o genetskoj predispoziciji, prehrani, stopi znojenja i aklimatizaciji. Koncentracija kalija u znoju prosječno iznosi 5 mEq/L (raspon 3–15 mEq/L), kalcija 1 mEq/L (raspon 0,3–2 mEq/L), magnezija u prosjeku 0,8 mEq/L (raspon 0,2–1,5 mEq/L), klorida 30 mEq/L (raspon 5-60 mEq/L) (Sawka i sur., 2007).

Žlijezde znojnice reapsorbiraju natrij i klorid, ali sposobnost reapsorpcije ne raste proporcionalno brzini znojenja pa se koncentracija natrija u znoju povećava pri visokim stopama znojenja. Aklimatizacija povećava sposobnost reapsorpcije natrija i klorida, stoga osobe aklimatizirane na toplinu mogu imati niže koncentracije natrija u znoju (smanjenje za 50 %) (Sawka i sur., 2007).

Stope znojenja mijenjaju se ovisno o temperaturi okoliša i mogu iznositi  $1.13 \pm 0.30$  L/h pri niskim temperaturama ( $5 \pm 1$  °C) i  $1.46 \pm 0.24$  L/h pri visokim temperaturama ( $37 \pm 3$  °C) (Abreu i sur., 2021).

Postoje značajne varijacije u stopama znojenja među pojedincima, čak i u istim uvjetima okoline, intenzitet vježbanja, razine kondicije i stupnja privikavanja na toplinu. Stopa znojenja, a time i ukupna količina izgubljenog znoja, značajno se razlikuje iz dana u dan kod istih osoba, uglavnom zbog razlika u okolini, intenzitetu i trajanju aktivnosti te vrsti odjeće. Zbog gubitka znoja i unos tekućine tijekom tjelesne aktivnosti toliko varira da će neki pojedinci doživjeti značajnu dehidraciju, dok će drugi završiti istu aktivnost uz minimalnu dehidraciju (Murray, 2007).

U nogometnoj utakmici, stope znojenja bit će različite među igračima ovisno o njihovoj poziciji u ekipi, stilu igranja te o ukupnom vremenu provedenom na terenu (Sawka i sur., 2007).

Ako se uzme u obzir da je prosječna stopa znojenja 0,5-2 L/h tijekom treninga, smanjenje performanci zbog gubitka vode može nastati nakon 60-90 minuta vježbanja. Također, gubitak veći od 4% tjelesne mase tijekom vježbanja može dovesti do toplinskog udara, iscrpljenosti i potencijalno opasnih posljedica po život. Stoga je jako važno da sportaši usvoje navike za prevenciju dehidracije (Kerksick i sur., 2018).

Sportaši se ne trebaju oslanjati na osjećaj žeđi jer obično ljudi postanu žedni tek kada izgube značajnu količinu tekućine (Kerksick i sur., 2018).

Igrači bi trebali utakmicu započeti euhidrirani unosom 5-7 mL/kg tjelesne mase tekućine 2-4 sata prije početka utakmice. Tako se omogućava izbacivanje viška tekućine prije vježbanja te se postiže



blijedožuta boja urina (Collins i sur., 2020). Preporuka je da igrači piju dovoljno tekućine kako bi spriječili gubitak tjelesne mase prije vježbanja veći od 2 % – 3 %, istovremeno izbjegavajući povećanje tjelesne mase (hiperhidracija) i osiguravajući energetske potrebe za gorivom (Collins i sur., 2020).

Kada je riječ o nogometu, prozor mogućnosti za unos tekućine ograničen je na poluvrijeme ili neplanirane pauze tijekom utakmice, primjerice kada ozlijeđeni igrač prima medicinsku pomoć (Laitano i sur., 2014). Zanimljivo je da je Svjetska nogometna organizacija (FIFA) izmijenila pravila koja se odnose na mogućnost unosa tekućine kod igrača nakon dodjele svjetskog kupa u područjima tople klime kao što su Brazil 2014. i Katar 2022. Točnije, dodane su dvije „pauze za hlađenje“ (u trajanju ~1 min 30 s) nakon 30 minuta prvog i drugog poluvremena, kada temperatura prijeđe 31°C (stranica FIFA-e). Stoga bi igrači, u suradnji s nutricionistom, trebali razviti prikladnu strategiju hidratacije kako bi se iskoristila ova mogućnost i izbjegla značajna dehidracija, osobito kada se igra u vrućoj klimi (Laitano i sur., 2014). Igračima je zgodno ponuditi tekućinu koja je ukusna i ohlađena kako bi bila dodatni poticaj za konzumaciju. Primjerice zaleđeni napitci s dodatkom ugljikohidrata koji su odlična strategija za hlađenje, rehidraciju i nutritivnu nadopunu (Collins i sur., 2020).

#### **1.4. PROCJENA STUPNJA HIDRACIJE**

Najjednostavnija metoda za procjenu stupnja hidracije cijelog tijela je putem promjene tjelesne mase tijekom vježbanja. Međutim, valja uzeti u obzir faktore koji potencijalno mogu izazvati grešku kao što su drugi gubici tjelesne mase koji nisu uzrokovani znojenjem ili pak znoj zaostao na odjeći sportaša. Izračun stope znojenja treba korigirati s obzirom na unos tekućine i gubitak tekućine urinom. Osim toga, treba uzeti u obzir konzumiraju li sportaši hranu ili prazne crijeva tijekom treninga. Također je važno napomenuti da dio gubitka tjelesne mase tijekom aktivnosti dolazi zbog kombinacije gubitka metaboličke mase (oksidacija supstrata) i gubitka vode iz dišnog sustava (otprilike 5-15%) (Baker, 2017).

Uzimanje uzorka urina također je korišten i istraživani marker za procjenu stupnja hidracije. Armstrong i suradnici (1994) utvrdili su da se mjere osmolalnosti urina mogu naizmjenično koristiti sa specifičnom težinom urina kao potencijalni marker. Boja urina određena je količinom urokroma prisutnog u njemu. Kad se izluče velike količine urina, urin je razrijeđen i otopljene tvari izlučuju se u velikom volumenu. To mokraći daje vrlo blijedu boju. Kada se izlučuju male količine urina, urin se koncentrira, a otopljene tvari izlučuju se u malom volumenu što mokraći daje tamnu boju (Shirreffs, 2003).



Slika 1. Skala za boju urina (Gunawan i sur.,2018)

Tablica 1. Biomarkeri stupnja hidracije (Šatalić i sur.,2015)

| Biomarker                     | Euhidracija | Dehidracija |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Ukupna voda u tijelu ( L)     | < 1%        | ≥ 3%        |
| Osmolalnost plazme ( mmol/kg) | < 290       | ≥ 297       |
| Specifična težina urina       | < 1,020     | ≥ 1,025     |
| Osmolalnost urina ( mmol/kg)  | < 700       | ≥ 831       |
| Boja urina                    | < 4         | ≥ 5,5       |
| TM (kg)                       | < 1%        | ≥ 2%        |

## 1.5. TJELESNA AKTIVNOST PRI VISOKIM TEMPERATURAMA

Stav je sportskih dijetetičara Australije (SDA, 2020) da aktivnosti pri visokim temperaturama i vlažnom okruženju predstavljaju značajan izazov za nutritivni status sportaša, njihovo zdravlje i performance. Toplinski stres pri naporu, osobito ako je dugotrajan, može poremetiti termoregulaciju, kardiovaskularni i gastrointestinalni sustav. Prilagodba na toplinu ili aklimatizacija pružaju brojne benefite i treba ih poduzeti kada god je to moguće (McCubbin i sur., 2020).

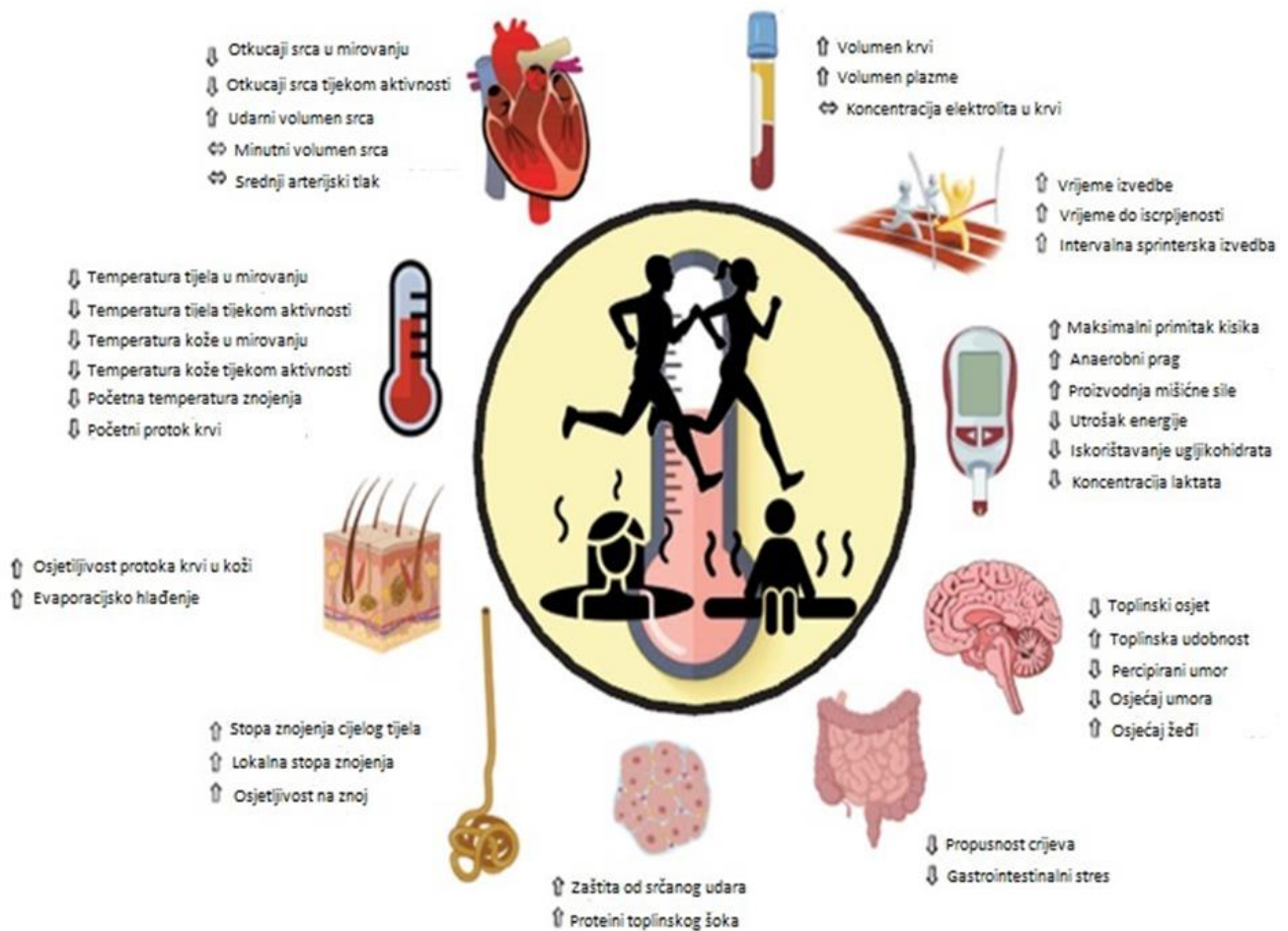
Važne utakmice često se igraju u uvjetima visokih temperatura, kao što je finale UEFA Lige prvaka (u svibnju svake godine), Europsko nogometno prvenstvo ili finale Svjetskog prvenstva (u lipnju i srpnju svake 4 godine). Nogometne utakmice u vrućem okolišu rezultiraju smanjenjem ukupne pređene udaljenosti i udaljenosti prijeđene visokim intenzitetom, što je djelomično kompenzirano izmijenjenim tehničkim angažmanom, na primjer, povećanim brojem uspješnih dodavanja. (Collins i sur., 2020).

Pri visokim temperaturama, dehidracija potencira hipertermiju, povećava kardiovaskularno naprezanje i podiže percipirani napor. Gubitak tjelesne težine od 3 % do 4 % uzrokovan dehidracijom može smanjiti mišićnu jakost za 2 %, snagu za 3 % i izdržljivost u visokointenzivnoj aktivnosti za 10%. Terenska mjerenja gubitka znoja za vrijeme nogometnog treninga pokazuju povećanje stope znojenja recipročno rastu temperature okoline (Collins i sur., 2020).

Za vrijeme tjelesne aktivnosti, veliku količinu topline proizvode mišići koji se kontrahiraju kao nusprodukt metabolizma što dovodi do povećanja tjelesne temperature. Ako je temperatura okoliša veća od temperature kože, toplina se prenosi iz zraka na tijelo. Takvo povećanje temperature jezgre tijela dolazi do središnjih i kožnih termoreceptora koji tu informaciju obrađuju u preoptičkoj hipotalamičnoj regiji mozga da bi se stimuliralo znojenje i vazodilatacija kože za oslobađanje topline. Evaporacija (isparavanje) znoja primaran je način gubitka topline tijekom vježbanja. Znojenjem se toplina tijela prenosi na vodu odnosno znoj na površini kože. Kad ta voda dobije dovoljno topline, pretvara se u vodenu paru, čime se uklanja toplina iz tijela (580 kcal topline na 1 kg isparenog znoja) (Baker, 2017).

Naknadna povećanja tjelesne temperature izazivaju fiziološke prilagodbe kako bi se olakšao prijenos topline iz unutrašnjosti tijela na kožu, odakle se može otpustiti u okolinu (Sawka i sur., 2007). Slika 2 prikazuje empirijski podržane prilagodbe na termoregulaciju, percepciju i fiziologiju do kojih dolazi nakon ponovljenih napadaja toplinskog stresa tjelovježbom. Primjerice kardiovaskularne adaptacije uključuju smanjenje broja otkucaja srca i veći udarni volumen (Gibson i sur., 2019).

Kada su hipohidrirani, nogometaši imaju značajno veći broj otkucaja srca, veću ocjenu percipiranog napora, razine laktata u krvi i tjelesnu temperaturu (Chapelle i sur., 2019).



Slika 2. Prikaz adaptacija na termoregulaciju i fiziologiju za vrijeme tjelesne aktivnosti pri visokim temperaturama okoline (Gibson i sur., 2019)

Malo je informacija dostupno o dehidraciji i termoregulaciji tijekom utakmice, posebno pri visokim temperaturama. U usporedbi s treningom, očekivalo bi se da će dehidracija biti značajno drugačija tijekom nogometne utakmice zbog ograničenih mogućnosti za piće tijekom utakmice. Situacija se može pogoršati kada domaći timovi s toplih i vlažnih mjesta zakažu utakmice oko podneva (kada je sunčevo zračenje i opći toplinski stres okoliša najveći) u pokušaju da iskoriste prednost svoje toplinske aklimatizacije. Ova praksa je kritizirana jer dugo, a često i bez zaštite, izlaže javnost na stadionu ultraljubičastim zrakama a i toplinski stres može imati negativan utjecaj i na performance igrača (Aragón-Vargas i sur., 2009).

Sportaši mogu vjerovati da se potreba za nadoknadom tekućine smanjuje ako se prilagode na vrućinu, no toplinska aklimatizacija zapravo povećava potrebe za tekućinom zbog pojačanog odgovora na znojenje. Sportaši mogu naučiti tolerirati dehidraciju u smislu da se manje žale, ali čini se da ne dolazi do fiziološke adaptacije na dehidraciju, dok je pokušaj da se namjerno ograniči unos tekućine je uzaludan i može biti opasan (Maughan i Shirreffs, 2004).

Svaki sportaš različito reagira na toplinski stres, stoga čak ni iskusni trener vjerojatno neće moći predvidjeti kako će pojedinac reagirati i osmisliti strategiju koja najbolje odgovara potrebama tog pojedinca. Potreba za brigom oko unosa tekućine i praćenje ravnoteže tekućine nauči se osobnim iskustvom. Najučinkovitiji program aklimatizacije za svakog pojedinca može se naučiti samo kroz pokušaje i pogreške. Tako da revizija strategije koja se prvi put iskušava na velikom prvenstvu neće biti moguća zbog ograničenosti vremenom. Sportaši mogu koristiti kampove za trening u toplim vremenskim uvjetima, manja natjecanja pri visokim temperaturama, pa čak i ljetne praznike kako bi eksperimentirali s različitim pristupima (Maughan i Shirreffs, 2004).

## **1.6. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA**

Brojni radovi znanstvenih organizacija i pregledni radovi sveobuhvatno su saželi utjecaj dehidracije na sportske performance s konzistentnim zaključkom da dehidracija može značajno narušiti performance, posebice kod dužih aktivnosti u uvjetima visokim temperatura (Murray, 2007).

Provedena su istraživanja o gubitku znoja i elektrolita za vrijeme treninga (Duffield i sur., 2012; Gibson i sur., 2012; Kilding i sur., 2009; Shirreffs i sur., 2005; Williams i Blackwell, 2012.) u kojima su se najčešće prikupljali uzorci urina prije treninga kako bi se odredila specifična težina urina (USG), osmolalnost urina te kako bi se pratila tjelesna masa prije i nakon treninga.

Na kampu za trening Arnaoutis i suradnici (2013) proveli su istraživanje nad 107 mladih nogometaša (dob  $13 \pm 2$  godine, 11-16 godina) pri temperaturi 27-29 °C i relativnoj vlažnosti zraka 54-61 %. Prema rezultatima uzorka prvog jutarnjeg urina zaključili su da je 89 % igrača dehidrirano (USG > 1.020 g/ml). Nakon treninga, 96 % igrača je bilo dehidrirano prema analizi specifične težine urina, a došlo je i do smanjenja tjelesne mase kod više od 75 % igrača unatoč tome što su imali pristup tekućini za vrijeme treninga.

Za vrijeme utakmice istraživanje su proveli Aragón-Vargas i suradnici (2009) u kojem su se bavili procjenom statusa hidracije mjerenjem specifične težine urina, mjerenjem tjelesne mase prije i poslije utakmice, praćenjem unosa tekućine, prikupljanjem uzoraka urina i mjerenjem tjelesne temperature. U istraživanju je sudjelovalo 17 igrača koji su igrali utakmicu pri temperaturi od 34.98 °C te su rezultati pokazali da su mnogi igrači bili značajno dehidrirani, prosječno 3,38 % dehidracije.

Da Silva i suradnici (2012) proveli su istraživanje u Brazilu na vrhunskim mladim igračima, također za vrijeme utakmice. Rezultati istraživanja pokazali su da su mladi igrači utakmicu započeli hipohidrirani i da su nadoknadili oko 50 % izgubljenog znoja. Svi igrači izgubili su na tjelesnoj masi za vrijeme utakmice, a količina unesene tekućine rijetko je odgovarala gubitcima tekućine.

Utjecaj visokih temperatura na fizičke performance i fiziološki odgovor za vrijeme utakmice istraživali su Mohr i suradnici (2012). Igrale su se dvije utakmice pri umjerenoj temperaturi od 21 °C i visokoj

temperaturi od 43 °C. Fizičke performance procijenjene su analizom 17 igrača za vrijeme utakmice i testom ponovljenih sprintova nakon utakmice. Ukupna pretrčana udaljenost i broj intenzivnih trčanja (>14 km/h) smanjili su se kada je utakmica odigrana pri visokoj temperaturi od 43 °C, relativnoj vlažnosti 55 % u odnosu na umjerenu temperaturu od 21 °C, relativnu vlažnost 12 %. Stope znojenja također su bile veće na utakmici održanoj pri visokim temperaturama ( $4.1 \pm 0.1$  L/h) u odnosu na umjerenu temperaturu ( $2.6 \pm 0.1$  L/h).

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti status hidracije nogometaša prije i nakon nogometne utakmice, gubitak tekućine znojenjem, količinu unesene tekućine tijekom nogometne utakmice, utvrditi postoji li razlika u količini znojenja ovisno o poziciji igrača te usporediti dobivene rezultate s onima iz literature.

Sukladno glavnim ciljevima istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze :

H1: Igrači koji prijeđu veću udaljenost za vrijeme utakmice imati će veći gubitak znoja i stopu znojenja.

H2: Specifična težina urina igrača će se povećati na kraju utakmice s obzirom na specifičnu težinu urina prije utakmice.

H3: Veći unos tekućine za vrijeme utakmice rezultirati će manjom dehidracijom nakon utakmice.

### 3. METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Uzorak ispitanika

U ovom istraživanju sudjelovalo je 20 igrača seniorskog uzrasta (dob  $24,3 \pm 4,7$  godina, tjelesna visina  $184 \pm 5,5$  cm, tjelesna masa  $75,3 \pm 5,6$  kg, indeks tjelesne mase  $22,3 \pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup>), koji igraju u drugoj (n=10) i trećoj (n=10) nogometnoj lizi.

#### 3.2. Opis protokola

Istraživanje je provedeno u fazi predsezona tijekom dviju prijateljskih utakmice u dva različita kluba. Trajanje prve utakmice bilo je 45 minuta, a druge 75 minuta s poluvremenom od 15 minuta. Temperatura na prvoj utakmici bila je 29,4°C, vlažnost zraka 75 %, tlak zraka 1013 mBar, a na drugoj 23,4°C, vlažnost zraka 62 %, tlak zraka 1007 mBar.

Mjerenje je provedeno tako da se minimalno utječe na ponašanje sportaša kako se ne bi narušila njihova rutina prije utakmice. Sportaši su dobili individualnu preporuku o sportskoj prehrani za dan prije utakmice i dan utakmice sa povećanim udjelom ugljikohidrata (6-8 g/kg TM) u skladu s preporukama (Collins i sur., 2020). Igrači su dobili i preporuku da unesu dovoljno tekućine (uz provjeru boje urina) kako bi na utakmicu došli euhidrirani.

Prije odlaska na zagrijavanje igrači su dobili uputu da daju uzorak urina i da se izvažuju na digitalnoj vagi (Tanita RD-545). Igrači su se mjerili u nogometnoj opremi koja je uključivala: majicu, kratke hlače, čarape bez tenisica, a težina opreme iznosila je u prosjeku 0,3 kg. Inicijalni status hidracije procijenjen je specifičnom težinom urina uz pomoć Combur<sup>10</sup> testa. Isti istraživač mjerio je sve uzorke urina dok je drugi mjerio tjelesnu masu igrača. Tijekom utakmice igračima je bilo dopušteno konzumirati vodu iz unaprijed pripremljenih bočica s imenom svakog igrača kako bi se mogao mjeriti unos tekućine za vrijeme utakmice. Ukupan unos tekućine izračunat je oduzimanjem završne količine vode u boci od početne količine vode u boci.



Slika 3. Prikaz određivanja specifične težine urina ispitanika Combur<sup>10</sup> testom



Slika 4. Prikaz boje urina ispitanika nakon utakmice

Dehidracija nastala za vrijeme utakmice izračunata je kao postotak tjelesne mase prije utakmice korištenjem razlike inicijalne (prije utakmice) i završne (poslije utakmice) tjelesne mase. Gubitak znoja izračunat je kroz promjene u tjelesnoj masi. Igrači su praćeni i pomoću GPS uređaja kojim su dobiveni podaci o ukupno prijeđenoj udaljenosti, prosječnoj brzini, maksimalnoj brzini, broju ubrzanja i *metabolic power*.

*Metabolic power* (MP) nam daje podatke o procijenjenim energetskeim zahtjevima akceleracije i deakceleracije dobivene GPS-om jer se pretpostavlja da su linearna ubrzanja i usporavanja primarni potrošači energije. Pomoću GPS-a praćeno je 13 igrača.

Na kraju utakmice sve su se boce odmah prikupile te sportaši nisu smjeli piti ništa drugo do mjerenja njihove tjelesne mase nakon utakmice. Ispitanici su zatraženi da predaju uzorak urina nakon utakmice kako bi se procijenila specifična težina urina. Gubitak tekućine procijenjen je mjerenjem tjelesne mase. Sportaše smo također pitali da ocjene subjektivni osjećaj opterećenja koristeći Borgovu modificiranu skalu (CR-10) od 1 do 10 odmah nakon završetka utakmice i 30 minuta nakon završetka utakmice.

### 3.3. Mjerni instrumenti i varijable

Parametri koji su se mjerili su tjelesna masa (TM) igrača neposredno prije zagrijavanja i nakon završetka utakmice, specifična težina urina, količina unesene tekućine za vrijeme utakmice, temperatura i vlažnost zraka. Ukupna prijeđena udaljenost, prosječna brzina, maksimalna brzina i broj ubrzanja dobiveni su pomoću GPS uređaja, Catapult vector s7.

Za mjerenje tjelesne mase korištena je digitalna vaga Tanita RD-545 (Tanita Europe B.V Amsterdam). Specifična težina urina određivana je s pomoću Combur<sup>10</sup> testa.



### 3.4. Metode obrade podataka

Statistička analiza provedena je u programu IBM SPSS Statistics 27. Ovisnosti između parametara određene su Pearsonovim koeficijentom korelacije. T-testom provjereno je postoji li razlika između grupe euhidriranih i dehidriranih igrača s obzirom na prijedenu udaljenost na utakmici, uz razinu značajnosti  $p=0.05$ . ANOVA testom provjereno je postoji li razlika u proizvedenoj količini znoja po pozicijama igrača.

Rezultati istraživanja prikazani su kao minimalne i maksimalne vrijednosti (raspon), srednja vrijednost medijan i standardna odstupanja.

## 4. REZULTATI

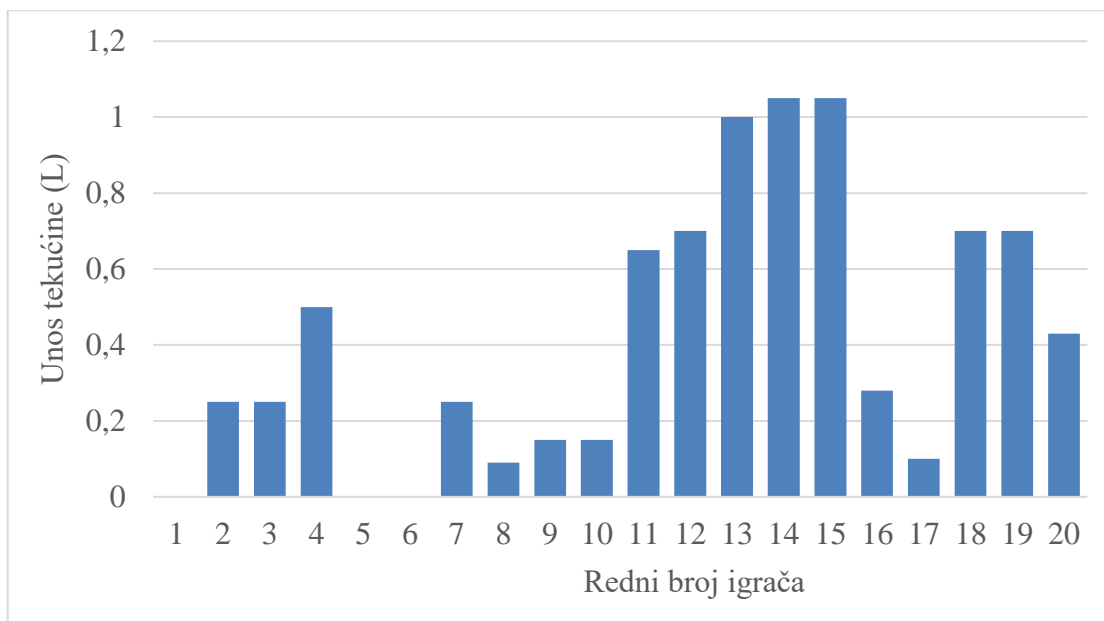
Dobiveni podaci istraživanja analizirani su skupno za sve igrače. U tablici 2. prikazani su podaci ispitanika ( $n=20$ ) koji odražavaju razliku tjelesne mase prije i nakon utakmice obje utakmice, gubitak tekućine izražen kao postotak gubitka tjelesne mase (% dehidracije), gubitak znoja, stopu znojenja odnosno brzina znojenja, unos tekućine i unos tekućine po minuti.

Tablica 2. Promjene u tjelesnoj masi, gubitak znoja, stopa znojenja i unos tekućine kod ispitanika ( $n=20$ )

|                        | Prosjek | Medijan | Standardna devijacija | Min   | Max  |
|------------------------|---------|---------|-----------------------|-------|------|
| Razlika TM (kg)        | -1,06   | -1,27   | 0,88                  | -2,45 | 0,8  |
| Dehidracija (%)        | 1,4     | -1,71   | 1,19                  | -3,46 | 1,13 |
| Gubitak znoja (L)      | 0,65    | -0,68   | 0,82                  | -1,85 | 1,05 |
| Stopa znojenja (L/h)   | 0,60    | 0,84    | 0,84                  | -1,75 | 1,40 |
| Unos tekućine (L)      | 0,415*  | 0,265   | 0,36                  | 0,0   | 1,05 |
| Unos tekućine (ml/min) | 6,26    | 5,56    | 4,66                  | 0,0   | 14,0 |

\*( $p < 0,05$ ) za podatak o unosu tekućine

Tri ispitanika uopće nisu unijela tekućinu za vrijeme utakmice, kod 8 ispitanika unos tekućine je bio do 0,3 L tekućine, 2 ispitanika unijela su 0,3-0,5 L tekućine, 4 ispitanika 0,5-1 L a tri ispitanika više od 1 L tekućine (slika 3).



Slika 3. Grafički prikaz unosa tekućine kod igrača (n=20)

Tablica 3. Specifična težina urina ispitanika prije i nakon utakmice (n=20)

|            | Prosjek | Standardna devijacija | Min    | Max   |
|------------|---------|-----------------------|--------|-------|
| SG prije   | 1.020   | 0.007                 | 1.000  | 1.030 |
| SG poslije | 1.023*  | 0.005                 | 1.010  | 1.030 |
| SG razlika | 0.004   | 0.007                 | -0.100 | 0.025 |

\*  $p < 0,05$  za specifičnu težinu urina poslije utakmice

Mjerenje specifične težine urina prije utakmice pokazalo je da je 13 ispitanika bilo euhidrirano ( SG <1.020) a 7 ispitanika dehidrirano ( SG  $\geq$  1.025). Nakon utakmice podaci analize specifične težine urina pokazali su da je 8 ispitanika bilo euhidrirano a njih 12 dehidrirano.

Tablica 4. GPS podaci o sportskoj izvedbi ispitanika (n= 13)

|                                    | AS    | SD   | Min  | Max  |
|------------------------------------|-------|------|------|------|
| Pređena udaljenost po min (km/min) | 0,12  | 0,02 | 0,08 | 0,14 |
| Prosječna brzina (km/h)            | 6,05* | 0,68 | 3,5  | 7,0  |
| Max brzina                         | 27,65 | 2,49 | 22,0 | 31,0 |
| Broj ubrzanja                      | 3,25  | 0,92 | 1,4  | 4,5  |
| MP po minuti (kcal/min)            | 10,46 | 2,22 | 6    | 14   |

\* $p < 0,05$  za prosječnu brzinu kretanja

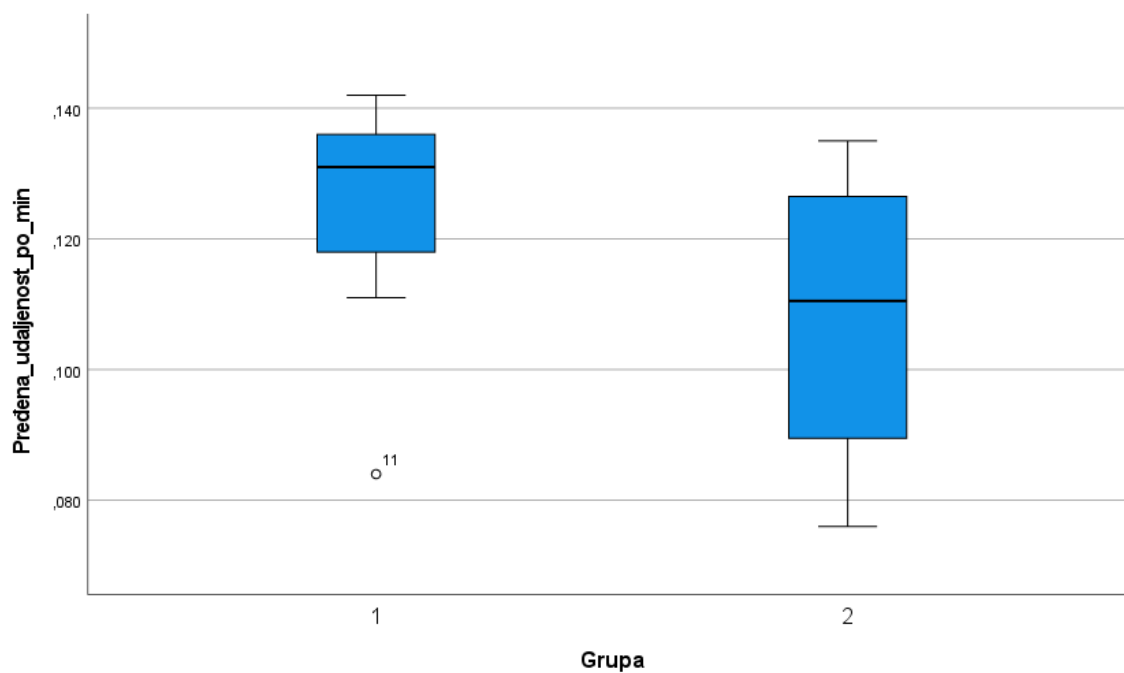
Ukupna pređena udaljenost na utakmici koja je trajala 45 minuta bila je 5-6,4 km a na utakmici koja je trajala 75 minuta između 5,7-10,1 km. Prosječan broj ubrzanja na utakmici trajanja 45 minuta bio je 164 a na utakmici trajanja 75 minuta 194. Prosječna energetska potrošnja u utakmici od 45 min je bila  $514 \pm 70$  kcal a u utakmici od 75 min  $647 \pm 153$  kcal.

Upotrebom Pearsonovog koeficijenta korelacije utvrđeno je da nema statistički značajne razlike između parametara. Kod igrača je dehidracija u negativnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=-0,396$ ). Unos tekućine u pozitivnoj je korelaciji sa stopom znojenja ( $r=0,129$ ). Stopa znojenja u negativnoj je korelaciji s prijeđenom udaljenošću po minuti ( $r=-0,160$ ) i nije statistički značajna. Gubitak znoja u negativnoj je korelaciji s prijeđenom udaljenost za 45 min ( $r=-0,203$ ). Unos tekućine u pozitivnoj je korelaciji sa specifičnom težinom urina nakon utakmice ( $r=0,263$ ), ali bez statističkog značaja. Unos tekućine nije povezan s varijablom specifične težine urina prije i poslije utakmice ( $r=0,065$ ), no smjer korelacije je pozitivan (tablica 5).

Tablica 5. Korelacija između parametara za procjenu stupnja hidracije (n= 20)

|                                | Dehidracija     | Unos tekućine  | Stopa znojenja  | Prijeđena udaljenost | Gubitak znoja | SG urina nakon | SG urina razlika |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------|------------------|
| <b>Dehidracija</b>             | 1,00            |                |                 |                      |               |                |                  |
| <b>Unos tekućine</b>           | -,396<br>p=,084 | 1,00           |                 |                      |               |                |                  |
| <b>Stopa znojenja</b>          | -               | ,129<br>p=,588 | 1,0             |                      |               |                |                  |
| <b>Prijeđena udaljenost</b>    | -               | -              | -,160<br>p=,601 | 1,0                  |               |                |                  |
| <b>Gubitak znoja</b>           | -               | -              | -               | -,203<br>p=,506      | 1,0           |                |                  |
| <b>SG urina nakon utakmice</b> | -               | ,263<br>p=,262 | -               | -                    | -             | 1,0            |                  |
| <b>SG urina razlika</b>        | -               | ,065<br>p=,787 | -               | -                    | -             | -              | 1,0              |

T-testom utvrđeno je da nema statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) između euhidriranih i dehidriranih ispitanika prije utakmice na sportsku izvedbu odnosno prijeđenu udaljenost iskazanu po minuti (slika 3). Također je utvrđeno da nema statistički značajne razlike u unosu tekućine između euhidriranih i dehidriranih ispitanika nakon utakmice (tablica 6.) . Prva grupa euhidriranih igrača unijela je  $312 \pm 260$  ml a druga grupa dehidriranih  $483 \pm 404$  ml tekućine.



Slika 4. Grafički prikaz utjecaja stupnja hidracije na pređenu udaljenost po minuti

Tablica 6. T test (n= 20)

|                                    | <b>F</b> | <b>p</b> |
|------------------------------------|----------|----------|
| <b>Prijeđena udaljenost po min</b> | ,595     | ,457     |
| <b>Unos tekućine (ml)</b>          | 3,714    | ,070     |

Anova testom utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) u proizvedenoj količini znoja s obzirom na igraču poziciju kao ni značajna razlika u količini unesene tekućine s obzirom na igračku poziciju (tablica 7).

Tablica 7. ANOVA (n= 20)

|  | <b>F</b> | <b>p</b> |
|--|----------|----------|
| <b>Proizvedena količina znoja (ml)</b> | ,671     | ,582     |
| <b>Unos tekućine (ml)</b>              | ,294     | ,829     |



*Slika 5. Prikaz dresova igrača natopljenih znojem*

## **5. RASPRAVA**

Rezultati istraživanja pokazali su da je prosječan gubitak tjelesne mase igrača tijekom utakmice bio -  $1,06 \pm 0,88$  kg, a varirao je između -2,45 kg i 0,8 kg. Izuzev tri igrača, ostalih sedamnaest izgubilo je na tjelesnoj masi. Akutna promjena tjelesne mase predstavlja gubitak od 1 ml vode po 1 g gubitka tjelesne mase. Međutim, na promjenu tjelesne mase utječe unos tekućine, izlučivanje mokraćne i stolice, gubitak respiratorne vode, metaboličke vode i znoj zaostao u odjeći pa ovi faktori trebaju biti mjereni i uračunati kada je to moguće (Baker, 2016). Mjerenje igrača bez odjeće često nije praktično na terenu što je bio slučaj i u ovom istraživanju. Stoga treba imati na umu da je dio znoja ostao zarobljen u odjeći, što je pak dovelo do pogreške koju možemo vidjeti na tome da tri igrača nisu izgubila na tjelesnoj masi i možemo pretpostaviti da je gubitak tekućine zapravo podcijenjen. Na slici 4. prikazani su dresovi igrača i može se vidjeti kako su majice natopljene njihovim znojem. Masa mokrog dresa (kratke hlače, majica, čarape) iznosila je u prosjeku 0,6 kg, što je 0,3 kg teže od suhog dresa. Kavouras i suradnici (2002) ističu da se promjene u tjelesnoj masi mogu se koristiti za evaluaciju dehidracije u kombinaciji s drugim markerima.

Dehidracija je u prosjeku iznosila  $1,4 \pm 1,2$  %. Kod 30% igrača dehidracija je bila veća od 2 % tjelesne mase što se smatra granicom nakon koje zbog dehidracije dolazi do pada sportskih performansi. Svaki 1% gubitka TM uslijed dehidracije povisuje TT za 0,1-0,2 °C (Erdman i sur., 2012). Slično promjenama tjelesne temperature kardiovaskularne promjene također su proporcionalne gubitku vode. Primjerice, frekvencija srca povećava se za 3-5 otkucaja po minuti za svakih 1 % gubitka tjelesne mase. Smanjenje

udarnog volumena srca uočenog kod dehidracije posljedica je sniženog venskog tlaka zbog smanjenog volumena krvi i hipertermije uzrokovane dehidracijom (Casa i sur., 2000). Shirreffs i suradnici (2005) dobili su slične rezultate testiranjem 26 igrača za vrijeme treninga. Gubitak tjelesne mase bio je statistički značajan,  $1,23 \pm 0,5$  kg (raspon od 0,5 do 2,55 kg), što je ekvivalentno dehidraciji od  $1,59 \pm 0,61$  % tjelesne mase prije treninga.

Rezultati istraživanja pokazali su da je gubitak znoja u prosjeku bio 647 ml a stopa znojenja 595 ml/h. Ovi rezultati manji su od podataka dobivenih istraživanjem Aragon-Vargas i suradnika (2015) gdje je gubitak znoja u prosjeku iznosio 4447 ml a stopa znojenja 1483 ml/h (n=17). To se može objasniti time što su igrači u istraživanju Aragon-Vargas i suradnika praćeni unutar 3 h odnosno mjerenje tjelesne mase na početku i na kraju utakmice vršeno je u razmaku od 3 sata zbog tehničkih zahtjeva s obzirom na to da je istraživanje provedeno na profesionalnom natjecanju. Temperatura zraka od  $34,9^{\circ}\text{C}$  i relativna vlažnost 35,4 % također su bile veće kao i trajanje utakmice (95 minuta) koja se igrala na profesionalnoj razini prve nogometne lige Costa Rice. Unos tekućine također je bio 415 ml niži u odnosu na 1948 ml za igrače praćene u Aragon-Vargas istraživanju. Razina dehidracije u ovom istraživanju također je bila 3,4 % veća u odnosu na 1,4 %.

Gubitak znoja od  $1.68 \pm 0.40$  L i unos tekućine  $0.84 \pm 0.47$  L dobili su Maughan i sur. (2007) u istraživanju na 20 igrača za vrijeme prijateljske utakmice pri temperaturi zraka od  $6-8^{\circ}\text{C}$  i relativnoj vlažnosti zraka 50-60 %. Ovi podaci također su veći od rezultata dobivenih ovim istraživanjem; gubitak znoja od  $0.65 \pm 0.82$  L i unos tekućine  $0.265 \pm 0.36$  L a treba imati na umu da se utakmica igrala pri puno nižim temperaturama.

Gubitak vode putem znojenja kroz kožu igrača ima veliku termoregulacijsku ulogu. Za svaku litru znoja koja se ispari, iz tijela se može raspršiti 58 kcal topline u okoliš. Gubici znoja sekrecijom hipotoničnog znoja obično su oko 500 ml/dan. Međutim, gubici znoja putem kože značajno se povećavaju za vrijeme tjelesne aktivnosti. Primjerice, trenirani sportaši mogu se znojiti 1500 do 2000 ml/h za vrijeme intenzivne tjelesne aktivnosti pri visokim temperaturama a pojedinci i do 3700 ml/h (Kavouras, 2002). Nogometaši mogu izgubiti 0.5-3 L/h tjelesne tekućine za vrijeme treninga i utakmice, ovisno o intenzitetu aktivnosti i okolišnim uvjetima (Mohr i sur., 2021). Toje u skladu s podacima dobivenim ovim istraživanjem u kojem je stopa znojenja u prosjeku iznosila  $0,6 \pm 0,8$  L/h.

Praćenjem inicijalnog statusa hidracije putem specifične težine urina utvrđeno je kako je 35 % , odnosno 7 od 20 igrača na utakmicu došlo dehidrirano. Razlika među podacima je bila statistički značajna, specifična težina urina prije utakmice bila je 1.020, a nakon utakmice 1.025. Od dvadeset igrača njih trinaest je bilo dehidrirano nakon utakmice, odnosno njih 65 %. Specifičnu težinu urina kao parametar za praćenje statusa hidracije koristili su Mohr i suradnici (2021) u istraživanju na igračima (n=31) koji su predstavljali nacionalne timove iz Europske nogometne asocijacije (UEFA) na kampovima za

trening. Dobiveni rezultati vrlo su slični rezultatima ovog istraživanja. Prvog dana kampa specifična težina urina igrača bila je  $1.025 \pm 0.005$ , odnosno dvadeset od dvadeset tri igrača (83 %) bilo je dehidrirano. Tijekom trajanja kampova igrači su bili educirani o poboljšanju strategije hidracije. Rezultati istraživanja pokazali su da se specifična težina urina progresivno i značajno smanjivala tijekom trajanja kampova s manje dehidriranih i više dobro hidriranih igrača. Tako je prije zadnje utakmice kampa broj dehidriranih igrača pao na sedam. Istraživanje Castro-Sepúlveda i sur. (2015) pokazalo je da je od 156 profesionalnih igrača iz šest čileanskih klubova njih 141 započelo trening u hipohidriranom stanju.

Specifičnu težinu urina pratili su Philips i sur. (2014) za vrijeme tri uzastopna treninga ( $n=14$ ). Većina igrača bila je hipohidrirana pri buđenju ( $SG > 1.020$ ; 77 % igrača prvi i treći dan te 62 % igrača drugi dan). Nije bilo značajne razlike u specifičnoj težini prvog urina i urina prije treninga ( $p=0.11$ ). Statistički značajnu razliku između inicijalne specifične težine urina i unosa tekućine za vrijeme utakmice pronašli su u svom istraživanju Aragon-Vargas i suradnici (2015). Igrači koji su bili više hipohidrirani prije utakmice imali su veću tendenciju unosa tekućine za vrijeme utakmice.

Dehidraciju igrača potvrđuju i boje urina nakon utakmice. Na slici 4. prikazane su boje urina igrača nakon utakmice druge ekipe iz kojih možemo vidjeti da su svi igrači nakon utakmice bili dehidrirani prema Armstrongovoj skali za boju urina. Boja urina svih igrača na skali bila je iznad četiri, od čega su tri igrača pokazala visoku dehidraciju (razina 7 na skali) i dva alarmantnu dehidraciju (razina 8 na skali). Naime, Armstrong i suradnici (1994) predstavili su skalu za boju urina od osam razina kako bi istražili može li se stupanj hidracije procijeniti na temelju boje urina. Uzeli su uzorke urina od 54 muškarca i žene koji su bili dobro hidrirani, euhidrirani i hipohidrirani za vrijeme vježbanja, a mjerili su boju urina, osmolalnost i specifičnu težinu urina. Zaključili su da je boja urina razuman indeks hidracije te da se može koristiti u sportskim i industrijskim uvjetima (Kavaouras, 2002). Za sada još nije provedeno istraživanje za vrijeme nogometne utakmice koje bi pratilo boju urina igrača kao parametar za procjenu statusa hidracije.

Korelacije parametara dobivene su Pearsonovim koeficijentom korelacije kojima je utvrđeno da je dehidracija u negativnoj korelaciji s unosom tekućine ( $r=-0,396$ ) što znači da postotak dehidracije pada s rastom unosa tekućine, kao što je i očekivano. Unos tekućine u pozitivnoj je korelaciji sa stopom znojenja ( $r=0,129$ ), odnosno stopa znojenja blago je veća ako je veći unos tekućine. Da Silva i suradnici (2012) u istraživanju na profesionalnim mladim igračima u Brazilu za vrijeme utakmice nisu pronašli statistički značajnu povezanost između unosa tekućine i gubitka znoja kod igrača ( $r=0.5$ ) što pripisuju malom uzorku ispitanika. Zanimljiv podatak dobiven u ovim istraživanju jest da su igrači konzumirali tekućinu s kojom su nadoknadili samo 50 % gubitka znojenjem, što je rezultiralo dehidracijom od  $1,6 \pm 0,7\%$ . Istraživanja Aragón-Vargas i sur., 2009 te Shirreffs i sur., 2006 također su pokazala da igrači nadoknade oko 50 % tekućine koju su izgubili za vrijeme treninga i natjecanja.



Stopa znojenja u negativnoj je korelaciji s prijeđenom udaljenošću po minuti ( $n=13$ ,  $r=-0,160$ ), kao i gubitak znoja s prijeđenom udaljenošću za 45 min ( $n=13$ ,  $r=-0,203$ ). Iz rezultata možemo iščitati da stopa znojenja, odnosno gubitak znoja, nije povezana s prijeđenom udaljenošću. To se može objasniti individualnim unosom tekućine, individualnim stopama znojenja, kao i malim uzorkom ispitanika ( $N=13$ ). Unos tekućine u pozitivnoj je korelaciji sa specifičnom težinom urina nakon utakmice ( $r=0,263$ ), kao i s razlikom specifične težine urina ( $r=0,065$ ), ali bez statističkog značaja. Što je bio veći unos tekućine, veća je bila i specifična težina urina nakon utakmice.

T-testom nisu utvrđene razlike između grupe euhidriranih i dehidriranih igrača, međutim iz grafičkog prikaza na slici 3. može se vidjeti da su euhidrirani igrači prešli veću udaljenost iako ona nije statistički značajna. Dobiveni rezultati vjerojatno su posljedica malog uzorka ispitanika jer je samo 13 igrača nosilo GPS uređaj kao i nejednakog trajanja utakmica što onda ne daje realnu sliku stanja. T-testom također je utvrđeno da unos tekućine nema utjecaj na stupanj hidracije nakon utakmice jer nije bilo statistički značajne razlike u unosu tekućine između euhidriranih i dehidriranih ispitanika nakon utakmice.

Iako je jako važno za igrače da trening ili utakmicu započnu dobro hidrirani, mnogi igrači započinju trening i utakmicu hipohidrirani. Pregledni radovi upućuju da se hipohidracija prije aktivnosti kod nogometaša kreće između 37,4 % i 63,5 % ovisno o metodi za procjenu stupnja hidracije. Iako razlozi za to uključuju čimbenike poput nadmorske visine i visoke temperature, pokazalo se da je nedostatak znanja i razumijevanje važnosti euhidracije kod igrača još jedan odlučujući čimbenik. Također, najčešće korišten osjećaj žeđi nije dobar pokazatelj stupnja hidracije. Nedostatak odgovarajućih smjernica i razvijenog te dobro planiranog rasporeda hidracije mogao bi doprinijeti hipohidraciji sportaša (Mohr i sur., 2021).

Zanimljivu tablicu pripremili su u svom radu Belval i suradnici (2019) u kojoj su sistematizirali sve sportove u tri kategorije s obzirom na faktore koji utječu na hipohidraciju na treningu i natjecanju (visoki, umjereni i niski) (tablica 7). Zaključili su da je kod nogometa dostupnost tekućine za vrijeme treninga umjerena a za vrijeme utakmice niska s obzirom na to da je unos tekućine vremenski ograničen pravilima i dinamikom sporta. Faktor okolišnih uvjeta umjereno utječe na hipohidraciju s obzirom na to da je promjenjiv od hladnog do vrućeg okoliša, intenzitet aktivnosti umjeren je na treningu, ali visok na natjecanju, dok je rizik od hipohidracije je umjeren na treningu, a visok na utakmici.

Tablica 7. Faktori timskih sportova koji utječu na hipohidraciju ( Belval i sur.,2019)

| SPORT                   | DOSTUPNOST TEKUĆINE |            | OKOLIŠNI UVJETI |            | INTENZITET |            | HIPOHIDRACIJSKI RIZIK |            |
|-------------------------|---------------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|
|                         | Trening             | Natjecanje | Trening         | Natjecanje | Trening    | Natjecanje | Trening               | Natjecanje |
| <b>Košarka</b>          | Visoko              | Visoko     | Nisko           | Nisko      | Umjereno   | Umjereno   | Nisko                 | Nisko      |
| <b>Hokej na ledu</b>    | Visoko              | Visoko     | Nisko           | Nisko      | Umjereno   | Visoko     | Umjereno              | Umjereno   |
| <b>Američki nogomet</b> | Visoko              | Visoko     | Umjereno        | Umjereno   | Umjereno   | Visoko     | Umjereno              | Umjereno   |
| <b>Baseball</b>         | Visoko              | Visoko     | Umjereno        | Umjereno   | Nisko      | Nisko      | Nisko                 | Nisko      |
| <b>Softball</b>         | Visoko              | Visoko     | Umjereno        | Umjereno   | Nisko      | Nisko      | Nisko                 | Nisko      |
| <b>Odbojka</b>          | Visoko              | Visoko     | Nisko           | Nisko      | Nisko      | Nisko      | Nisko                 | Nisko      |
| <b>Nogomet</b>          | Umjereno            | Nisko      | Umjereno        | Umjereno   | Umjereno   | Visoko     | Umjereno              | Visoko     |
| <b>Lacrosse</b>         | Visoko              | Visoko     | Umjereno        | Umjereno   | Umjereno   | Umjereno   | Umjereno              | Umjereno   |
| <b>Rugby</b>            | Visoko              | Nisko      | Umjereno        | Umjereno   | Umjereno   | Visoko     | Umjereno              | Visoko     |

Nedostaci istraživanja su to što tjelesna masa igrača nije mjerena bez dresova, a osim toga izostaju informacija o gubitku tekućine putem mokrenja za vrijeme pauze i broj ispitanika koji su nosili GPS uređaj za detaljnije podatke o sportskoj izvedbi na terenu bio je malen. Bez obzira na mane, istraživanje pokazuje koliko je potrebno educirati igrače i trenere o važnosti hidracije. Upravo nemogućnost pronalaska korelacije između grupa ispitanika i raspršenost podataka ukazuju na to da su mnogi čimbenici individualni, od prijedene udaljenosti na utakmici i unosa tekućine do stopa znojenja, stoga je nužan individualan plan hidracije za svakog igrača bez obzira na to što se radi o timskom sportu.

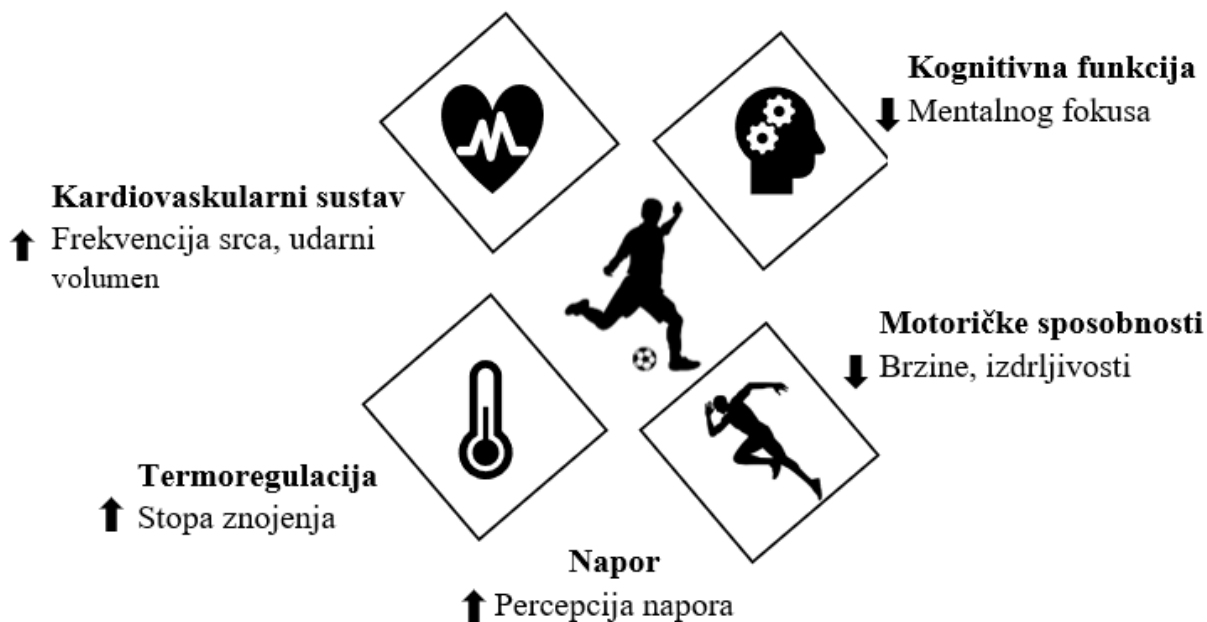
## 6. ZAKLJUČAK

Nogomet je kompleksan ekipni sport koji zahtjeva cijeli niz fizioloških i mentalnih sposobnosti za sportske performace. Personalizirane strategije hidracije igraju ključnu ulogu u optimiranju sportskih performanci i očuvanju zdravlja igrača za vrijeme treninga i utakmice. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je potrebno educirati igrače i trenere o važnosti hidracije s naglaskom na individualne potrebe svakog sportaša, budući da je dio igrača na utakmicu došao dehidriran, a nakon utakmice većina igrača bila je dehidrirana. Preporuka je praćenje boje urina prije treninga i utakmice koja treba biti svjetlo žuta (boja limunade). Također, preporučuje se praćenje tjelesne mase prije i nakon aktivnosti u različitim okolišnim uvjetima da bi se ustanovile individualne stope znojenja te i korištenje trakica za praćenje specifične težine urina.

Sportaši i treneri trebaju biti svjesni fizioloških izazova koje predstavljaju visoke temperature jer se pod tim uvjetima često održavaju važna natjecanja. Adekvatna hidracija može minimizirati ili čak eliminirati negativne učinke visokih temperatura i tako doprinijeti boljoj pripremljenosti sportaša. Igrači trebaju unositi dovoljno tekućine kako bi spriječili dehidraciju veću od 2 %. Potrebna su daljnja istraživanja za bolje razumijevanje utjecaja hidracije na sportske performace igrača u specifičnim natjecateljskim uvjetima.

## 7. PRAKTIČNA PRIMJENA

Adekvatan status hidracije podupire zdravlje i sportsku izvedbu igrača. Tjelesna aktivnost u vrućem okolišu može izazvati hipertermiju koja je povezana s povećanom stopom znojenja što može dovesti do dehidracije. Stopa znojenja varira od igrača do igrača stoga je teško dati generalnu preporuku već je potrebno izraditi individualni plan hidracije za svakog igrača. Igrači ne trebaju se oslanjati na osjećaj žeđi jer to nije pouzdan pokazatelj jesu li unijeli dovoljno tekućine.



### Utjecaj dehidracije na zdravlje i sportske performanse igrača

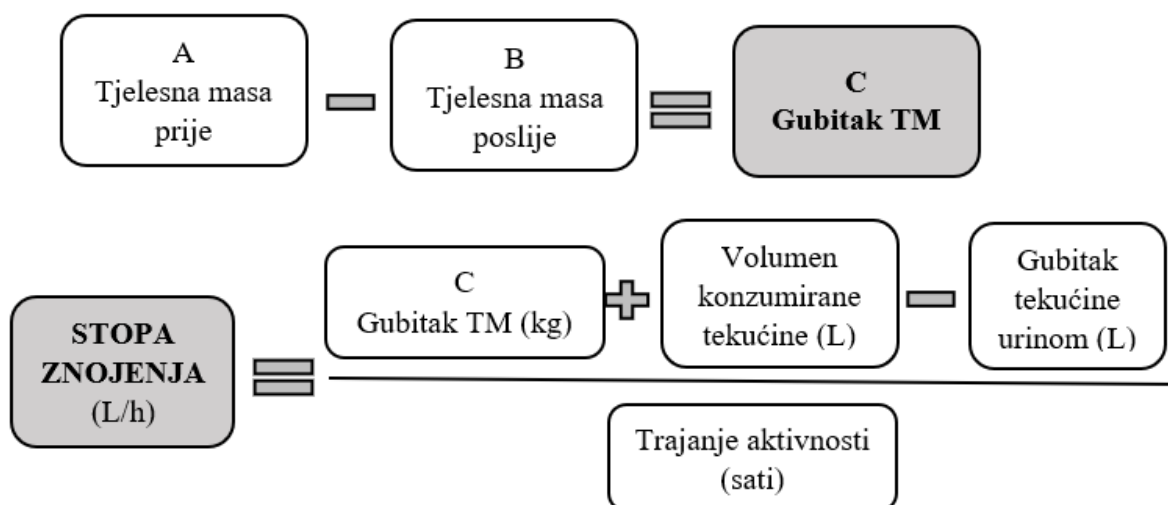
**STATUS HIDRACIJE** može se jednostavno utvrditi na tri načina:

**1.Promjenom u tjelesne mase** tijekom aktivnosti: izračunajte gubitak znoja kako bi znali koliko tekućine treba unijeti za adekvatnu hidraciju

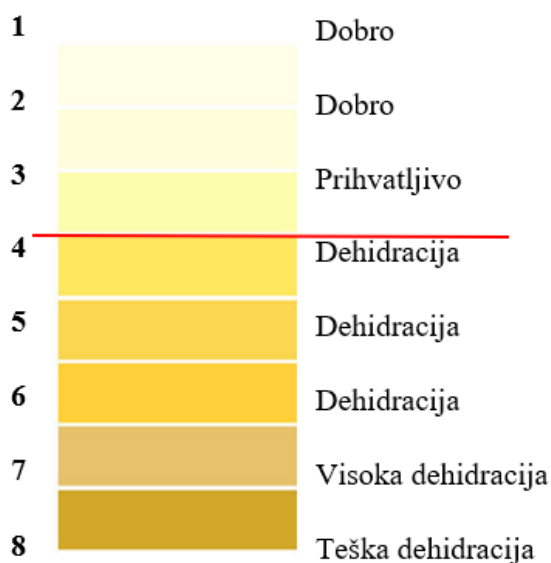
- Izmjerite tjelesnu masu s minimalno odjeće neposredno prije početka aktivnosti. Idealno bi bilo isprazniti mjehur prije vaganja.
- Izmjerite tjelesnu masu nakon tjelesne aktivnosti s minimalno odjeće na sebi.
- Razlika između tjelesne mase prije i nakon aktivnosti jednaka je gubitku znoja.
- Ukoliko se tijekom aktivnosti konzumirala tekućina potrebno je ispraviti razliku u tjelesnoj masi za unesenu količinu tekućine.
- Za adekvatnu rehidraciju potrebno je unijeti 150% količine izgubljenog znoja. Primjerice ako igrač izgubi 1 L znoja, potrebno je unijeti 1,5 L tekućine za adekvatnu rehidraciju.

## KAKO IZRAČUNATI STOPU ZNOJENJA

\*Gubitak urina ako nije mjeren, može se koristiti procjena od 0,3 L

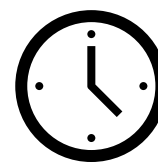


**2. Pratite boju urina** koja treba biti svjetlo žuta (boja limunade), tamnije boje urina upućuju na dehidraciju zbog nedovoljnog unosa tekućine. U slučaju tamnije boje urina, popijte 500 mL vode, pričekajte 1-2 sata te ponovo provjerite boju urina. Po potrebi ponovite postupak.



**3. Izmjerite specifičnu težinu urina i/ili osmolaritet** za detaljniju analizu. Marker za status euhidracije ili adekvatne hidracije trebaju biti: specifična težina urina <1.020 i osmolaritet <700 mOsmol/kg

## KAKO SE HIDRIRATI



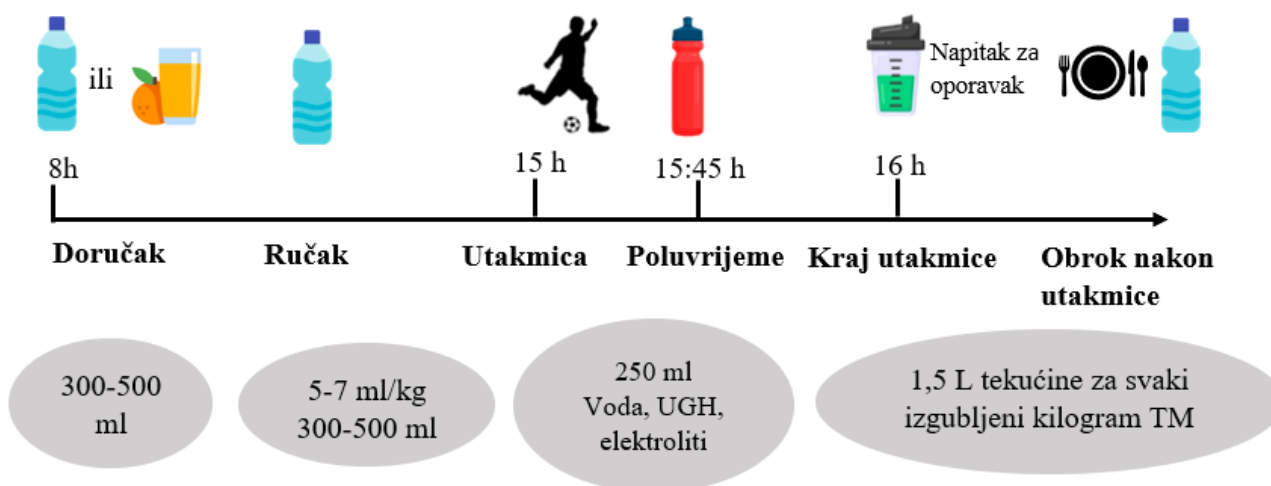
Za igrače je iznimno važno započeti trening/utakmicu u euhidriranom stanju.

**Prije treninga/utakmice** – konzumirajte **5-7 ml tekućine po kilogramu tjelesne mase (za igrača od 70 kg, 5-7 x 70 = 350-490 mL)** tekućine minimalno 2-3 sata prije aktivnosti. Praktično je konzumirati vodu tijekom i nakon obroka prije treninga/ utakmice, u svlačionici, tijekom i nakon zagrijavanja. Napitke s dodatkom ugljikohidrata i elektrolita konzumirati tek nakon zagrijavanja i 5-10 minuta prije utakmice.

**Za vrijeme treninga/utakmice**- primarni cilj je nadoknaditi tekućinu i elektrolite te spriječiti dehidraciju veću od 2-3 % tjelesne mase prije aktivnosti (npr. za igrača od 70 kg to je gubitak od 1,4 kg). Preporuka je konzumirati tekućinu poput vode, napitka s elektrolitima i ugljikohidratima, čaja ili voćnog soka, u poluvremenu i u dodatnim pauzama kao što su prekidi zbog ozljeda.

**Nakon treninga/utakmice**- preporuka za rehidraciju u idućih nekoliko sati je nadoknada 150 % gubitka tjelesne mase ili 1,5 L tekućine za svaki izgubljeni kilogram tjelesne mase. Dodatno razmotriti unos natrija u obliku napitaka s ugljikohidratima i elektrolitima ili odabirom slane hrane i vode. Nogometaši bi trebali trenirati adekvatnu i učestalu konzumaciju tekućine posebice u uvjetima vrućeg okoliša.

## PRIMJER HIDRACIJE NA DAN UTAKMICE



## 8. LITERATURA

Abreu, R., Figueiredo, P., Beckert, P., Marques, J. P., Amorim, S., Caetano, C., ... & Brito, J. (2021). Portuguese Football Federation consensus statement 2020: nutrition and performance in football. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(3)

Academy of Nutrition and Dietetics (2018) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Micronutrient Supplementation. *J. Acad. Nutr. Diet.* 118, 2162 - 2173.

Academy of Nutrition and Dietetics Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine (2016) Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543-568.

American College of Sports Medicine (2007) Position stand: Exercise and Fluid Replacement

Bangsbo, J. , Mohr, M., Krstrup, P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24, 665 – 674

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 and Exercise Metabolism*, 4(3), 265-279.

Arnautis, G., Kavouras, S. A., Kotsis, Y. P., Tsekouras, Y. E., Makrillos, M., & Bardis, C. N. (2013). Ad libitum fluid intake does not prevent dehydration in suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(3), 245-251.

Aragón-Vargas, L. F., Moncada-Jiménez, J., Hernández-Elizondo, J., Barrenechea, A., & Monge-Alvarado, M. (2009). Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *European Journal of Sport Science*, 9(5), 269-276.

Baker, L. B. (2017). Sweating rate and sweat sodium concentration in athletes: a review of methodology and intra/interindividual variability. *Sports Medicine*, 47(1), 111-128.

Bangsbo, J., Mohr, M., Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.

Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.

- Bonnici, C.D., Greig, M., Akubat, I., Sparks, S.A., Bentley, D., Mc Naughton, L.R. (2019) Nutrition in Soccer: A Brief Review of the Issues and Solutions. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1, 3–12.
- Chapelle, L., Tassignon, B., Rommers, N., Mertens, E., Mullie, P., & Clarys, P. (2019). Pre-exercise hypohydration prevalence in soccer players: A quantitative systematic review. *European journal of sport science*, 20(6), 744-755.
- Collins, J., Maughan, R.J., Gleeson, M., Bilborough, J., Jeukendrup, A., Morton, J.P., Phillips, S.M., Armstrong, L., Burke, L.M., Close, G.L., Duffield, R., Larson-Meyer, E., Louis, J., Medina, D., Meyer, F., Rollo, I., Sundgot-Borgen, J., Wall, B.T., Boulosa, B., Dupont, G., Lizarraga, A., Res, P., Bizzini, M., Castagna, C., Cowie, C.M., D'Hooghe, M., Geyer, H., Meyer, T., Papadimitriou, N., Vouillamoz, M., McCall, A. (2020) UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *Br J Sports Med*, 0, 1–27.
- Castro-Sepúlveda, M., Astudillo, S., Álvarez, C., Zapata-Lamana, R., Zbinden-Foncea, H., Ramírez-Campillo, R., & Jorquera, C. (2015). Prevalence of dehydration before training in PROFESIONAL CHILEAN soccer players. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 308-311.
- Consensus, F. I. F. A. (2006). Nutrition for football: the FIFA/F-MARC consensus conference. *J. Sports Sci*, 24, 663-664.
- Da Silva, R. P., Mündel, T., Natali, A. J., Bara Filho, M. G., Alfenas, R. C., Lima, J. R., ... & Marins, J. C. (2012). Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *Journal of sports sciences*, 30(1), 37-42.
- Ersoy, N., Ersoy, G., & Kutlu, M. (2016). Assessment of hydration status of elite young male soccer players with different methods and new approach method of substitute urine strip. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1-6.
- Gibson, O.R., James, C.A., Mee, J.A., Willmott, A.G.B., Turner, G., Hayes, M., Maxwell, N.S. (2019) Heat alleviation strategies for athletic performance: A review and practitioner guidelines, *Temperature*
- Gunawan, A. A., Brandon, D., Puspa, V. D., & Wiweko, B. (2018). Development of urine hydration system based on urine color and support vector machine. *Procedia Computer Science*, 135, 481-489.
- Hills, S. P., & Russell, M. (2017). Carbohydrates for soccer: A focus on skilled actions and half-time practices. *Nutrients*, 10(1), 22.
- Hulton, A. T., Malone, J. J., Clarke, N. D., & MacLaren, D. P. (2022). Energy Requirements and Nutritional Strategies for Male Soccer Players: A Review and Suggestions for Practice. *Nutrients*, 14(3), 657.



- Idrizović, K. (2016) Metaboličke kondicijske strukture u nogometu, Kondicijski trening, volumen 14, broj 2, 31-39.
- Judelson, D. A., Maresh, C. M., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Kraemer, W. J., & Volek, J. S. (2007). Hydration and muscular performance. *Sports medicine*, 37(10), 907-921.
- Kenefick, R. W., Cheuvront, S. N. (2012) Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutr. Rev.* 70, S2, S137–142.
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Ryan, A. S., Kleiner, S. M., Jäger, R., Colli, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., Kreider, R. B. (2018) ISSN exercise & sports nutrition review update: research and recommendations. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 1 - 57.
- Laitano, O., Runco, J. L., & Baker, L. (2014). Hydration science and strategies in football. *Sport Science Exchange*, 27(128), 1-7.
- Maughan, R. J. (2012) Investigating the associations between hydration and exercise performance: methodology and limitations. *Nutr. Rev.* 70, S2, S128–S131.
- Maughan, R. *Nutrition and Football: The FIFA/FMARC Consensus on Sports Nutrition*; Routledge: Abingdon, UK, 2006
- Maughan, R., Shirreffs, S. (2004). Exercise in the heat: challenges and opportunities. *Journal of sports sciences*, 22(10), 917-927.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M. (2007). Nutrition for soccer players. *Current sports medicine reports*, 6(5), 279-280.
- McCubbin, A. J., Allanson, B. A., Odgers, J. N. C., Cort, M. M., Costa, R. J., Cox, G. R., ... & Burke, L. M. (2020). Sports dietitians Australia position statement: nutrition for exercise in hot environments. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30(1), 83-98.
- McDermott, B. P., Anderson, S. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Cheuvront, S. N., Cooper, L., ... & Roberts, W. O. (2017). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for the physically active. *Journal of athletic training*, 52(9), 877-895.
- Mohr, M., Nybo, L., Grantham, J., & Racinais, S. (2012). Physiological responses and physical performance during football in the heat. *PloS one*, 7(6)
- Murray, B. (2007). Hydration and physical performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(sup5), 542S-548S.

Oliveira, C. C., Ferreira, D., Caetano, C., Granja, D., Pinto, R., Mendes, B., & Sousa, M. (2017). Nutrition and supplementation in soccer. *Sports*, 5(2), 28.

Phillips, S. M., Sykes, D., & Gibson, N. (2014). Hydration status and fluid balance of elite European youth soccer players during consecutive training sessions. *Journal of sports science & medicine*, 13(4), 817.

Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R., & da-Silva, S. G. (2018). Correlation between match performance and field tests in professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 62, 213.

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 377-390.

Shirreffs, S. M. (2003). Markers of hydration status. *European journal of clinical nutrition*, 57(2), S6-S9.

Štalić, Z., Sorić, M., Mišigoj-Duraković, M. (2016) *Sportska prehrana*, Znanje d.o.o., Zagreb