# Nadoknada tekućine pri sportovima dugotrajne izdržljivosti

**Kos, Neven**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:728181

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**




*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP









SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
(studij za stjecanje visoke stručne spreme
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Neven Kos

# NADOKNADA TEKUĆINE PRI SPORTOVIMA DUGOTRAJNE IZDRŽLJIVOSTI

(diplomski rad)

Mentor:
Prof.dr.sc. Marjeta Mišigoj-Duraković

Zagreb, lipanj 2016.

**SADRŽAJ** **STR:**

SAŽETAK
1. UVOD ..... 1
2. KARAKTERISTIKE SPORTOVA AEROBNE IZDŽLJIVOSTI ..... 2
2.1. MARATON ..... 2
2.2. BICIKLIZAM ..... 3
2.3. TRIATLON ..... 4
3. FIZIOLOŠKI ASPEKTI HIDRACIJE ..... 6
3.1. VODA ..... 6
3.2. ELEKTROLITI ..... 7
3.3. UGLJIKOHIDRATI ..... 9
3.4. APSORPCIJA TEKUĆINE ..... 9
4. HIDRACIJA SPORTAŠA - TERMINOLOGIJA I PROCJENA ..... 12
5. RAVNOTEŽA VODE ..... 16
5.1. ČIMBENICI GUBITKA VODE ..... 16
5.2. ČIMBENICI UNOSA VODE ..... 17
6. AKLIMATIZACIJA, ADAPTACIJA I PRIPREMLJENOST SPORTAŠA ..... 18
7. UTJECAJ OKRUŽENJA - TOPLO, UMJERENO I HLADNO ..... 19
8. STRATEGIJE HIDRACIJE PRIJE, TIJEKOM I NAKON AKTIVNOSTI
8.1. OPĆE PREPORUKE ..... 22
8.1.1. NADOKNADA TEKUĆINE PRIJE AKTIVNOSTI ..... 23
8.1.2. NADOKNADA TEKUĆINE TIJEKOM AKTIVNOSTI ..... 24
8.1.3. NADOKNADA TEKUĆINE NAKON AKTIVNOSTI ..... 25
8.2. SPECIFIČNE PREPORUKE ..... 28
8.2.1. MARATON ..... 28
8.2.2. TRIATLON ..... 32
8.2.3. BICIKLIZAM ..... 35
8.2.4. PLIVANJE NA OTVORENOM ..... 37
9. ZDRAVSTVENI PROBLEMI PRI SPORTOVIMA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI ..... 41
10. SPORTSKI NAPITCI, ENERGETSKA PIĆA, GELOVI I PLOČICE, VOĆE ..... 49
11. PRIMJERI IZ PRAKSE - JELOVNIK VRHUNSKOG SPORTAŠA ..... 55
12. ZAKLJUČAK ..... 56
13. POPIS LITERATURE ..... 57

# NADOKNADA TEKUĆINE PRI SPORTOVIMA DUGOTRAJNE IZDRŽLJIVOSTI

**SAŽETAK:**

Voda je esencijalan nutrijent s višestruko izraženom ulogom u tijelu čovjeka. Potrebe za unosom vode još su izraženije kod dugotrajnih aerobnih aktivnosti. Mnogobrojna istraživanja potvrđuju da dehidracija smanjuje radnu sposbnost, dovodi do preuranjenog umora i zamora živčanog sustava.

Ovaj rad bazirat će se na smjernicama danima od strane Američkog koledža sportske medicine (American College of Sports Medicine) i na preglednim radovima vezanima za temu hidracije. Sportovi aerobne aktivnosti se generalno smatraju submaksimalnim aktivnostima duljeg trajanja. Takve aktivnosti oslanjaju se prvenstveno na aerobni metabolizam i na rad velikih mišićnih skupina. Cilj ovog rada je prikazati dosadašnje spoznaje i preporuke vezane uz hidraciju sportaša prije, tijekom i nakon natjecanja konkretno za sportove maraton, biciklizam, triatlon i plivanje na otvorenom. Sportski napitci igraju važnu ulogu u vrhunskom sportu i optimizaciji sportske izvedbe posebno kod aktivnosti duljeg trajanja. Sportska pića su dobro prepoznata od strane sportaša kao važan čimbenik njihova uspjeha, stoga će biti iznesene smjernice i po tome pitanju. Postoji velika varijabilnost među pojedincima u čimbenicima koji utječu na individualne potrebe. Za svakog sportaša potrebno je utvrditi individualne nutritivne potrebe i potrebe za nadoknadom tekućine s obzirom na aktivnost i ostale čimbenike utjecaja u pojedinim segmentima trenažnih ciklusa i natjecanja. Uz dugotrajne aktivnosti vežu se i neki zdravstveni problemi o kojim će više biti u radu.

Ključne riječi: hidracija, dugotrajna aerobna aktivnost, sportska izvedba, voda, natrij, sportski napitci...

# FLUID REPLACEMENT IN ENDURANCE SPORTS

**SUMMARY:**

Water is an essential nutrient with multiple significant role in the human body. The need for water intake is even more pronounced during prolonged aerobic activities. Numerous studies confirm that dehydration reduces work capacity, leads to premature fatigue and fatigue of the nervous system. This work will be based on the guidelines given by the American College of Sports Medicine and review articles related to the topic of hydration. Aerobic sports activities are generally considered submaximal activities of longer duration. Such activities rely mainly on aerobic metabolism and on work of large muscle groups. The aim of this work is to show the recent findings and recommendations related to the hydration of athletes before, during and after the competition, in particular for sports like marathon, cycling, triathlon and outdoor swimming. Sports drinks play an important role in professional sport and optimization of sports performance particularly in activities of long duration. Sports drinks are well recognized by athletes as an important factor in their success, therefore, guidelines will be presented in this regard. There is great variability among individuals in factors affecting individual fluid needs. For every athlete is necessary to determine individual nutritional needs and needs for fluid intake with respect to activity and other impacting factors in certain segments of the training cycle and competition. Long-term activities are linked to some health problems which will also be presented in this work.

Key words**:** hydration, long-term aerobic activity, sport performance, water, sodium, sports drinks..

## 1. UVOD

Kako sportovi izdržljivosti postaju sve popularniji, sportaši na svim razinama natjecanja nastoje pronaći načine kako poboljšati izvedbu putem dostupnih sredstava pa tako i putem pravilne prehrane. Kada su u pitanju aktivnosti duljeg trajanja najznačajniji faktori koji će dovesti do zamora su dehidracija i iscrpljenost zaliha glikogena, dok gastointestinalni problemi, i ostali zdravstveni problemi koje vežemo uz aktivnosti ovog tipa mogu smanjiti učinkovitost izvedbe i potencijalno su opasni za zdravlje, pogotovo kod dugotrajnih natjecanja (>4h). Opća preporuka dana od Američkog koledža sportske medicine je da sportaši dugotrajnih aktivnosti trebaju minimizirati dehidraciju i gubitak tjelesne mase putem znojenja do 2% ukupne tjelesne mase. Gastrointestinalne smetnje su česta pojava, pogotvo kod utrka na duge staze. Taj problem je čini se djelomično genetski uzrokovan ali može biti povezan s unosom napitaka s visokom koncentracijom ugljikohidrata, hiperosmotskih napitaka kao i s unosom masti, vlakana i proteina.

Hiponatremija se katkad pojavljuje kod aktivnosti duljeg trajanja, posebice među sporijim natjecateljima s visokim unosom vode ili napitaka s niskom koncentracijom natrija. Opće je poznato i postoje mnoga istraživanja koja potvrđuju da je potrebno napuniti rezerve glikogena prije same aktivnosti, osobito kada je riječ o dugotrajnim aktivnostima.

Svaki sport ima svoje zahtjeve pa tako i potrebe sa stajalište unosa tekućine. Potrebe varijaju od osobe do osobe te samim time zahtjevaju individualnu strategiju nadomještanja tekućine i po potrebi elektrolita. Smjernice dane od strane Američkog koledža sportske medicine mogu poslužiti kao okvir koji služi kao pomoć svakome sportašu da odredi individualne potrebe i način nadoknade tekućine unutar sporta kojim se bavi.

## 2. KARAKTERISTIKE SPORTOVA AEROBNE IZDŽLJIVOSTI

Na sportske aktivnosti s naglaskom na aerobnu izdržljivost generalno možemo gledati kao submaksimalne aktivnosti s duljim vremenskim trajanjem. Za te aktivnosti karakteristično je kontinuirano izvođenje same aktivnosti ovisne o oksidativnom energetskom kapacitetu i uključenost većih mišičnih skupina. Prethodno navedeno rezultira većom stopom iskorištavanja supstrata u tijelu i pod nekim okolnostima može doći do iscrpljivanja zaliha glikogena u aktivnim mišićima. Značajne razlike u odgovoru tijela na aktivnost mogu se primjetiti u ovisnosti intenziteta same aktivnosti. Tijekom dugotrajnih aktivnosti postoji rizik od različitih zdravstvenih problema, neki od njih su vezani za gastrointestinalni sustav u tijelu. Problemi obično nisu teški ali poneki simptomi mogu biti veoma ozbiljni i ne samo što utječu na izvedbu već su i prijetnja za zdravlje. Naprimjer, maratonci i triatlonci povremeno imaju gubitke krvi u stolici satima nakon maratona (Jeukendrup, 2011).Ovo poglavlje obuhvatiti će 3 sportske dicipline aerobnog karaktera – maraton, biciklizam, triatlon.

### 2.1. MARATON

Maraton je jedan od najzahtjevnijih natjecanja izdržljivosti; to je masovna trka submaksimalnog intenziteta koja se održava u varijabilnim uvjetima okruženja i temperaturama koje ponekad značajno variraju između starta i završetka utrke. Toplo vrijeme tijekom maratona ide na štetu trkačima i često se na njega gleda kao glavnog čimbenika u ograničenoj termoregulaciji tijela. Češće su medicinske pritužbe na povišenu tjelesnu temperaturu (temperatura tijela >39°C) prilikom natjecanja u toplijem okolišu, dok je snižena tjelesna temperatura (<35°C) ponekad slučaj tijekom natjecanja po hladnijem vremenu (Helou i sur., 2012).

Trčanje maratona u vremenu od 2h i 30min zahtijeva stalnu opskrbu s približno 4L kisika u minuti tijekom cijele utrke, za trkača tjelesne mase 70kg, što odgovara opterećenju toplinom od približno 1kW.

Kada je temperatura okoline viša od temperature kože, toplina će se preuzimati iz okoline. Usprkos tome, rektalna temperatura maratonca pokazuje da temperatura tijela ne raste više od 2-3°C iznad temperature tijela u mirovanju, što pokazuje da se toplina gubi iz tijela gotovo istom brzinom kojom se i stvara.

Za maratonca koji trči 2h i 30min, a čija tjelesna masa iznosi 70kg, isparavanje tekućine znojenjem kroz kožu treba biti u vrijednosti od oko 1,6 litara na sat kako bi se održala ravnoteža između proizvodnje topline i isparavanja tekućine kroz kožu. Pri tako visokoj razini znojenja, tekućina se cijedi s kože bez isparavanja, i potrebna je sekrecija od oko 2 litre znoja na sat da bi se postigla odgovarajuća razina gubitka topline preko isparavanja. To je

izvedivo, ali kao rezultat gubitka 5L tekućine iz tijela dolazi do gubitka više od 7% tjelesne mase (Mišigoj - Duraković, 1995).

Podaci u tablici 1. pokazuju prilično značajnu razliku u ukupnoj potrošnji kisika za prijeđenih 1km u odnosu na tjelesnu masu među maratoncima, npr. najsporiji od sporih trkača potroše 240ml/kg/km, što je mnogo više od najboljih elitnih trkača. Evidentne su razlike unutar populacije u sve tri grupe trkača. Na primjer kod elitne grupe, razlike su čak oko 20% ako uporedimo one koji troše manje (165.2 ml/kg/km) s onima koji potroše više (197.6 ml/kg/km). Iz ovoga se da zaključiti da s istom količinom kisika, trkač veće efikasnosti pređe svaki kilometar bržim tempom (3min i 20sec/km) dok oni manje efikasni trče sporijim tempom (4 min/km) (Pavlović i sur., 2015).

Tablica 1. Podijela maratonaca na osnovu potrošnje kisika i brzine kretanja (Sjodin & Svedenhag, 1995. Cit. prema Pavlović i sur., 2015).

| | Prosječno vrijeme u maratonu | Prosječna potrošnja energije (ml/kg/km) | Rang potrošnje (ml/kg/km) |
|---|---|---|---|
| Elitni trkači | 2:21’ | 181.6 | između 165.2 i 197.6 |
| Dobri trkači | 2:37’ | 194.4 | između 174.4 i 206.4 |
| Spori trkači | 3.24’ | 205.6 | između 190.0 i 240.0 |

**2.2. BICIKLIZAM**

Biciklizam je također jedan od najnapornijih sportova današnjice. Biciklisti na jednodnevnim utrkama znaju provesti mnogo sati na biciklu, izloženi kako intenzivnim psiho-fizičkim naporima, tako i uvjetima prirode (kiša, snijeg, hladnoća i vrućina). Utrke traju i po 7 sati dnevno, čime se prelazi udaljenosti od 250 i više kilometara.

Za cestovni biciklizam karakteristična je velika izdržljivost, brza mogućnost oporavka kako tijekom samog natjecanja tako i neposredno nakon njega, tj. iz dana u dan (etapne utrke), te svi aspekti specifične snage (nagla ubrzanja; kratki intervalni napori – 1 do 2 min; te duge tempo vožnje na aerobno anaerobnom pragu – kronometri). Najveći zahtjevi postavljeni su pred one koji sudjeluju u najprestižnijim biciklističkim utrkama poput “Tour de France”- gdje sama trka traje 22 dana, pokrivajući udaljenost od približno 4000 km, što iznosi prosječno 200km na dan. Organizam biciklista izložen je velikom naporu ne samo tijekom utrke već i tijekom treninga. Svakodnevnim intenzivnim treninzima biciklisti godišnje prolaze i po 35000 km (Desnica, 2000).

Pod utjecajem napornih treninga kod muškaraca je zabilježen visok unos energije (>250kJ/kg na dan) i unos ugljikohidrata od 8-11g/kg na dan. Zbog visokog energetskog unosa potrebe za proteinima i mikronutrijentima obično zadovoljavaju preporučeni dnevni

unos. Podatci o ženama u biciklizmu su oskudni. Tijekom utrke povećane su potrebe za energijom i ugljikohidratima s dnevnom energetskom potrošnjom koja često nadilazi 25000kJ (Burke, 2001).

Da bi zadovoljili velike energetske zahtjeve ove sportske discipline te tako utrošili što manje vlastitih tjelesnih rezervi i izbjegli potpuno iscrpljivanje tjelesnih zaliha sportaši trebaju pomno voditi računa o prehrani za vrijeme treninga i utrka. Prosječna energetska potrošnja kod biciklista je od 3600-5000kcal na dan, a u vrijeme utrke povećava se za 100%. U brdskim etapama biciklisti za pet do sedam sati utroše 12500kcal, a u klasičnim etapama i na treningu kada voze 200 do 250km, utroše 6000 do 8000kcal (Fitness.com.hr., 2009). Vrhunski sportaši potencijalno mogu potrošiti dva do tri puta više kalorija nego slabije treninrani, po tjelesnoj masi jednaki natjecatelji (Fink, Mikesky, & Burgoon, 2011).

### 2.3. TRIATLON

Triatlon je sport koji se sastoji od 3 discipline: plivanja, vožnje bicikla i trčanja. Od sva tri sporta s kojima se možemo susresti u triatlonu, plivanje je tehnički najzahtjevnije te stoga najčešće iziskuje i najviše treninga. Za razliku od npr. trčanja, pokreti koje koristimo u plivanju nisu prirođeni. Zanimljiv je podatak da vrhunski plivači imaju efikasnost od 9% - toliko se potrošene energije pretvara u gibanje prema naprijed, dok se ostatak troši za svladavanje otpora u različitim oblicima. Loši plivači pretvaraju svega 2% napora u gibanje prema naprijed. Vrhunski triatlonci dnevno treninraju 5-6 sati, a ponekad i više, jer je samo uz takav pristup moguće ostvariti vrhunske rezultate. Postoje razne vrste natjecanja u triatlonu a njihov prikaz možemo vidjeti u tablici 2.

Tablici 2. Prikaz disciplina triatlona prema pravilniku Hrvatskog triatlon saveza (Kolac, 2013).

| DISCIPLINA | Plivanje | Biciklizam | Trčanje |
|---|---|---|---|
| Supersprint | 400m | 10 km | 2,5 km |
| Sprint | 750m | 20 km | 5 km |
| Olimpijski | 1500m | 40 km | 10 km |
| Srednji (2x olimpijski) | 3000m | 80 km | 20 km |
| Dugi (3x olimpijski) | 4000m | 120 km | 30 km |

Triatlon, kao jedan od najnapornijih sportova dugotrajne izdržljivosti, zahtijeva kvalitetan rad tj. stručno, dugoročno planiranje i programiranje trenažnog procesa. Za vrhunske rezultate u triatlonu potrebne su sljedeće fiziološke karakteristike (u zagradi vrijednosti za žene): maksimalni primitak kisika (VO2maks/kg) viši od 65 (60) ml/kg/min, dostignuta maksimalna brzina saga (Vmaks) viša od 18 (16) km/h (pri 5% nagiba), maksimalna koncentracija mliječne kiseline u krvi viša od 12 (11) mmol/l, brzina trčanja pri anaerobnom pragu (AP) viša od 15 (13) km/h, te %VO2maks pri AP viši od 82.5 % (Vučetić i sur., 2006).

Kako bi stekli bolji dojam o zahtjevima ovog sporta možemo pogledati prosječne brzine kretanja po pojedinim sportovima unutar olimpijskog triatlona, koji se sastoji od 1500m plivanja, 40km vožnje bicikla i 10km trčanja s očekivanim vremenom završetka natjecanja između 1h45min - 2h25min. Sportaši unutar ove discipline često, prvih 200m plivanja prelaze za dvije minute, 1500m za manje od 18 minuta i tada, brzom izmjenom kroz takozvanu zonu tranzicije, bez stanke ili predaha kreću na biciklistički segment. Po pitanju vožnje bicikla prosječne brzine na ravnim stazama iznose više od 45km/h.

Nakon druge tranzicije kreće se na trkaću dionicu te je potrebno biti u stanju otrčati prvi kilometar za manje od tri minute. Jakim trkačkim kapacitetom, reagirati na promjene ritma trčanja koje nameće konkurencija i biti u stanju otrčati 10km za 30-31 minutu. Zadnji kilometar utrke pretrči se tempom 2.30 - 2.40min/km (Pavliša i sur., 2009).

Koliki su trenažni zahtjevi pred trkačima na duge staze i triatloncima prikazano je u tablici 3. koja slijedi.

Tablica 3. Usporedba volumena treninga u pripremi trkača na duge pruge i triatlonaca u segmentu trčanja (Santos, 2008. Cit. prema Pavliša i sur., 2009).

| Trčanje | Sezona | Tjedan | Trening | Maks. treninga tj. | Min. treninga tj |
|---|---|---|---|---|---|
| 10km/maraton | 6000-8000km | 120-250km | 12-40km | 12-13 | 6-8 |
| Triatlon | 2500-2800km | 50-120km | 6-25km | 7-8 | 2 |

## 3. FIZIOLOŠKI ASPEKTI HIDRACIJE

Kako bismo bolje razumjeli zahtjeve koje predstavlja dugotrajna aerobna aktivnost na organizam sportaša potrebno je razumijevanje osnovnih čimbenika koji istom omogućuju da se natječe i trenira na optimalnoj razini.

### 3.1. VODA

Voda je bistra tekućina bez okusa i mirisa koja se kemijski sastoji od dva atoma vodika i jednog kisika ($H_2O$).

Jednostavne značajke vode poput visokog specifičnog toplinskog kapaciteta omogućavaju apsorpciju topline nastale metabolizmom, pa voda ima vitalnu ulogu u termoregulaciji. Stupanj hidracije stanice signal je koji regulira metabolizam stanice i ekspresiju gena (Šatalić i sur., 2016).

Voda je esencijalni nutrijent. Razloga za navedenu tvrdnju ima više:

- svi kemijski procesi organizma odvijaju se u vodi
- u vodi se otapaju svi nutrijenti uneseni u organizam osim vitamina topivih u mastima
- vodom se prenose kisik, glukoza, željezo, elektroliti
- voda održava tjelesnu temperaturu
- podmazuje zglobove i mišiće
- voda je sastavni dio svih tjelesnih tkiva (krv 83%, bubrezi 82%, mišići 75- 80%, mozak 74%, jetra 69%, masno tkivo do 25%, kosti 22%, zubi 10%)

Ukupna tjelesna voda kod muškaraca iznosi 55-65%, a kod žena 50-55% tjelesne mase i za pojedinu osobu taj omjer je relativno stalan (Sekulić, 2007).

Stupanj hidracije mišićne (nemasne) tjelesne mase prilično je konstantan -73,2% vode neovisno o dobi i spolu. Varijabilnost u količini tjelesne vode ponajprije je određena sastavom tijela, ali superkompenzacija glikogenom može povećati količinu tjelesne vode za 200ml, jer je svaki gram glikogena popraćen s 3ml vode. Promjene osmotskog tlaka tjelesnih tekućina i volumena tjelesne vode dovode do ponovnog uspostavljanja ravnoteže zahvaljujući neuroendokrinim mehanizmima (osmoreceptori hipotalamusa reagiraju na promjenu osmolalnosti krvi, tj. koncentraciju natrija, baroreceptori krvnih žila reagiraju na promjene krvnog tlaka) i regulatornoj funkciji bubrega, a važni su i neregulatorni sociobihevioralni čimbenici (većina tekućine konzumira se spontano u sklopu obroka i međuobroka neovisno o osjetu žeđi). Dnevne varijacije tjelesne vode manje su od 1% (0,22-0,48%), ali dugotrajna tjelesna aktivnost i ekstremne temperature okoliša rezultiraju izrazitim narušavanjem homeostaze (Šatalić i sur., 2016:200-201*).

### 3.2. ELEKTROLITI

Tijekom dugotrajne aktvnosti velike količine soli (natrijevog klorida) mogu biti izgubljene znojem. Čovjekov znoj prosječno sadrži 40-50mmol natrija po litri (920-1150 mg/L). Primjereno nadomještanje natrijevog klorida tijekom tjelesne aktivnosti može potaknuti unos tekućine, održati volumen plazme i smanjiti proizvodnju urina. Drugim riječima učiniti sve što promovira hidraciju (Murray, 2007).

Pri znojenju voda se gubi iz staničnog i izvanstaničnog prostora. Gubitkom vode gube se i elektroliti (Na+ i Cl- prevladavaju u izvanstaničnoj tekućini, a K+ se pretežno nalazi u staničnoj tekućini). Elektroliti sudjeluju u regulaciji acidobazne ravnoteže, održavanju volumena plazme, membranskog potencijala, u transportnim procesima i prijenosu živčanih impulsa. Ako se ne uspostavi nadoknada tekućine, dolazi do povećane osmolarnosti i smanjenja volumena plazme, usporenih metabolitičkih procesa, što organizam doživljava kao stresno stanje, a sportaši ne mogu postići željeni rezultat (Legović i sur., 2007).

Sastav elektrolita u znoju je različit i koncentracija pojedinih elektrolita, uz cjelokupni gubitak volumena znoja, utjecat će na težinu dehidracije u pojedinca. Vrijednosti normalne koncentracije pojedinih iona u plazmi i u intracelularnoj tekućini prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Koncentracija glavnih elektrolita u plazmi i intracelularnoj tekućini u ljudi (Mišigoj-Duraković, 1995).

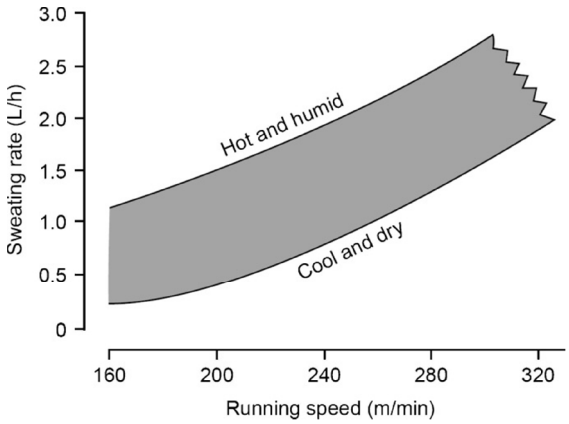
| Elektroliti | Plazma (mg/l) | Intracelularna tekućina (mg/l) |
|---|---|---|
| Natrij | 40 | 137 |
| Kalij | 4 | 3,5 |
| Kalcij | 3 | 4,4 |
| Magnezij | 1 | 1,5 |
| Kloridi | 30 | 100 |

Sastav znoja varira među pojedincima, ali također može varirati i u jedne osobe ovisno o razini sekrecije, treniranosti i aklimatizaciji na toplinu. Kao odgovor na toplinski stres, razina znojenja se povećava treningom i aklimatizacijom, ali se sastav elektrolita u tom znoju smanjuje (Mišigoj - Duraković, 1995).

Znojne žlijezde reapsorbiraju natrij aktivnim transportom, ali sposobnost reapsorpcije ne povećava se proporcionalno povećanju stope znojenja, pa se koncetracija natrija u znoju povećava pri visokim stopama znojenja. Znoj je prilično razrijeđen s obzirom na količinu magnezija, kalcija i bakra, pa ti gubitci nisu važna stavka u definiranju dnevnih potreba. Zato sportskim napitcima osim natrija nije nužno dodavati druge elektrolite.

Smatra se da sportaši unose dovoljne količine natrija i ostalih mikronutrijenata potrebnih za obavljanje tjelesne aktivnosti ako njihov dnevni unos hrane prati kalorijsku potrošnju. Postoje međutim situacije kada to nije slučaj. Sportaši koji se znoje stopama značajno većima od prosječnih i s većom koncetracijom natrija u samom znoju moraju pronaći način kako nadoknaditi povećanu potrošnju, a to je moguće primjerice dosoljavanjem hrane prema vlastitim afinitetima ili s tekućinama koje sadrže 20mEq/L natrija. Isto vrijedi i za sportaše u procesu aklimatizacije na topli okoliš tijekom prvih nekoliko dana kada su povećane potrebe za natrijem. Značajne su individualne razlike u gubitcima vode i elektrolita tijekom sličnih aktivnosti u istim uvjetima okoliša. Primjerice, tijekom dugotrajnog treninga od 90min mogu se primjetiti gubici soli u rasponu 2-10g. Praktičan test procjene gubitka soli je nošenje crne odjeće tijekom aktivnosti. Treba imati na umu da povišena koncentracija soli u znoju nije uzrokovana visokim unosom iste (Šatalić i sur., 2016:209*). Na slici 1. vidljiv je veliki raspon znojenja po satu ovisno o različitim uvjetima okoliša i brzini trčanja.

Slika 1. Procjenjene vrijednosti stope znojenja ovisne o uvjetima okoline i brzine trčanja (Peronnet, 2010).




Količina minerala u znoju je mnogo manja nego u plazmi (natrij 20-90 mmol/L u znoju naspram 140 mmol/L u plazmi). Stoga znojenje povećava osmolanost plazme. Za razliku od primjerice konja koji proizvodi znoj veoma bogat solju, prilikom znojenja kod ljudi gubi se više vode nego nego minerala (Peronnet, 2010). Prema Coombesu i Hamiltonu (2000) sportski napitci ne sadrže veliku količinu mineralnih soli. Koncentracije su u rasponu 4 i 19 mmol/L za natrij (naspram 140 mmol/L u plazmi), 0 do 9 mmol/L za klor (100 mmol/L u plazmi), i 3 do 16 mmol/L za kalij (5 mmol/L u plazmi). U usporedbi s plazmom napitci su izotonični ili hiperosmotični zbog velike količine ugljikohidrata (Peronnet, 2010).

Ukupan gubitak znoja i koncetracija elektrolita u znoju određuju gubitke elektrolita putem znoja. Koncentracija natrija u znoju je u prosjeku 35mEq/L (u rasponu 10-70mEq/L) i varira u ovisnosti o genetskoj predispoziciji, prehrani, stopama znojenja i aklimatiziranosti.

Koncentracija kalija u znoju je u prosjeku 5 mEq/L (u rasponu 3–15 mEq/L), kalcija prosječno 1 mEq/L (u rasponu 0.3–2 mEq/L), magnezija u prosjeku 0.8 mEq/L (u rasponu 0.2–1.5 mEq/L), i klora u prosjeku 30 mEq/L (range 5–60 mEq/L). Obilježja poput spola, zrelosti, ili godina nemaju značajan utjecaj na koncentracije elektrolita u znoju (Brouns, 1991. Cit. prema Sawka i sur., 2007).

### 3.3. UGLJIKOHIDRATI

Tijekom aktivnosti mišići uglavnom upotrebljavaju masti i ugljikohidrate za proizvodnju energije s razmjerno malim sudjelovanjem proteina (oko 5%). Što je intenzitet vježbanja veći, veći broj supstrata oksidira, a također je veći doprinos ugljikohidrata u tim procesima. Zalihe ugljikohidrata u tijelu su u obliku glikogena smještene u jetri i u mišićima, ali su razmjerno male, oko 80g u jetri te oko 300-400g u skeletnim mišićima. Nešto dodatne glukoze osigurava se procesom glukoneogeneze u jetri, ali je taj učinak mali. Kod aktivnosti kao što je maratonska utrka, najbrži trkači će upotrebljavati oko 3 g/min ugljikohidrata. Obično je upravo dostatna količina glikogena upotrebljiva da se stigne do cilja. Jednom kada količina glikogena u mišićima postane vrlo niska, više se ne može održati visok intenzitet aktivnost. U praksi to izgleda tako da trkači smanjuju brzinu trčanja i time omogućuju tijelu da se „prebaci“ sa sagorijevanja prvenstveno ugljikohidrata kao izvora metaboličke energije na aerobni proces oksidacije masnih kiselina u istu svrhu. Uobičajena je praksa punjenje ugljikohidratima prije samog natjecanja kako bi zalihe ugljikohidrata u jetri i mišićima bile popunjene na dan natjecanja (Mišigoj - Duraković, 1995).

Tijekom aktivnosti razina metabolizma, a s tim povezana i razina produkcije temperature može biti i nekoliko puta povećana u odnosu na iste parametre tijekom mirovanja. Pri visokim temperaturama okoline jedini način na koji se toplina gubi iz tijela jest isparavanje. Isparavanjem 1 litre vode preko kože uklonit će se 2400kJ (580 kcal) topline iz tijela (Mišigoj - Duraković, 1995).

### 3.4. APSORPCIJA TEKUĆINE

Pražnjenje želuca opisuje količinu hrane ili pića koja napušta želudac u jedinici vremena. Hrani i piću sa sporijim pražnjenjem želuca je potrebno dulje da u potpunosti napuste želudac (Benardot, 2012:105-106*; vlastiti prijevod).

Prva prepreka iskorištenosti unesene tekućine jest razina želučanog pražnjenja, koja regulira razinu ulaska tekućine u crijeva i dužinu izloženosti unijete tekućine gastričnim sekretima. Kod aktivnosti visokog intenziteta razina želučanog pražnjenja je smanjena, ali vježbanje srednjim intenzitetom nema velik utjecaj na taj proces. Razina pražnjenja je određena volumenom i sastavom uzete tekućine. Razrijeđena otopina glukoze napustit će želudac gotovo istom brzinom kao i voda dok se brzina pražnjenja želuca proporcionalno smanjuje s

povećanjem koncentracije glukoze. Povećana osmolalnost želučanog sadržaja odgoditi će pražnjenje i postoje dokazi da zamjena slobodne glukoze s polimerom glukoze rezultira smanjenjem osmolalnosti uz istu koncentracije ugljikohidrata, što može pozitivno djelovati na povećan dotok volumena tekućine i energenata u crijeva. Rezultati su različiti, ali nema izvještaja o tome da se polimerska tekućina sporije prazni iz želuca od slobodne otopine glukoze s istom energetskom komponentom. I kad razlika nije statistički značajna, postoji tendencija bržeg pražnjenja polimernih otopina. Iako je često naglašavano da se hladna pića brže prazne, novija istraživanja pokazuju da to nije tako. Apsorpcija glukoze odvija se u tankomu crijevu, a riječ je o aktivnom procesu koji iskorištava energiju i vezan je uz transport natrija. Voda prelazi preko crijevne mukoze u oba smjera, ovisno o lokalnom osmotskom gradijentu. Razina uzimanja glukoze ovisi o koncentraciji glukoze i natrija. Razrijeđena otopina glukoza-elektroliti s osmolalnošću koja je nešto malo hipotonična u odnosu na plazmu (oko 220-250 mOsmol/kg), maksimalno će povisiti razinu resorpcije vode. Otopine koje sadrže veliku koncentraciju glukoze neće povisiti resorpciju glukoze u odnosu na razrjeđenije otopine, ali će, zbog njihove visoke osmolalnosti, uzrokovati ulazak tekućine kroz membranu u lumen crijeva. To rezultira gubitkom tjelesne tekućine, i ubrzat će razvoj dehidracije. Ostali ugljikohidrati kao što su saharoza ili glukoza polimeri, mogu se iskoristiti u zamjenu za glukozu bez ikakva utjecaja na protok glukoze tekućine. Nekoliko je studija pokazalo da vježbanje intenzitetom manjim od oko 70% kapaciteta pojedinca ima mali utjecaj na crijevnu funkciju, premda i želučano pražnjenje kao i crijevna apsorpcija mogu biti smanjeni kad intenzitet vježbanja prijeđe tu razinu (Mišigoj - Duraković, 1995).

Postoje značajne razlike kod pojedinaca u stopama znojenja, čak i pod istim utjecajem okoline, intenziteta aktivnosti, razine pripremljenosti i aklimatiziranosti. Stope znojenja te ukupna količina izgubljenog znoja, razlikuje se primjetno od dana do dana kod istog pojedinca zbog razlika u okruženju, intenzitetu vježbanja, trajanja vježbanja te vrsti odjeće i nošene opreme. Stoga ne čudi da tijekom lagane aktivnosti u umjerenoj temperaturi okoliša stope znojenja mogu iznositi 100ml/h, no tijekom naporne aktivnosti u toplom okolišu, isti pojedinac može prozvoditi stope znojenja preko 3L/h. Visoke stope znojenja (npr. >1,5 L/h) čine značajnu dehidraciju i pogoršavaju izvedbu jer je čak i motiviranim pojedincima teško unositi toliko velike količine tekućine tijekom aktivnosti. To je također otežano granicom maksimalne stope pražnjenja želuca. Granica pražnjenja želuca je dosta varijabilna među pojedincima (Murray, 2007).

Koncentracija otopine ugljikohidratima: sportski napitci i ostali napitci konzumirani od strane sportaša obično sadrže ugljikohidrate. Kada koncentracija otopine ugljikohidrata nadilazi 7%, smanjuje se vrijeme napuštanja želuca. Koncentracije ispod 7% ne utječu značajno na

vrijeme napuštanja želuca, pokazujući karakteristike jednake kao i voda. Neki sportaši ultra izdržljivosti treniraju svoje tijelo da tolerira veće koncentracije zbog velike potrebe za adekvatnom nadoknadom ugljikohidratima.

Količina unesene tekućine prilikom jednog unosa ima velik utjecaj na vrijeme pražnjenja želuca. Kod konzumacije veće količine tekućine, pražnjenje želuca je u početku brže, a kada se smanji količina tekućine u želucu usporava se vrijeme pražnjenja. Učestalo unošenje tekućine tijekom aktivnosti potrebno je da bi se održao volumen tekućine u želucu te samim time i stopa pražnjenja želuca.

Temperatura napitka u manjoj mjeri utječe na vrijeme pražnjenja želuca. Sportaši ipak preferiraju rashlađene tekućine. Progresivna dehidracija i više temperature tijela povezane s visoko intenzivnim aktivnostima uzrokuju sporije pražnjenje. Stoga je racionalno za sportaša održati razinu hidriranosti tijekom aktivnosti. Dehidracija čini gotovo nemogućim sportašu da se adekvatno vrati na stanje hidriranosti tijekom aktivnosti. Ako se hidracija nastoji postići unosom velikih količina tekućina, vjerojatno će rezultat biti osjećaj nelagode, prije nego brža rehidracija.

Mentalni stres i anksioznost povezani s natjecanjem sportaša su važni čimbenici u pražnjenju crijeva. Veće količine mentalnog stresa i anksioznosti su povezane s manjim stopama pražnjenja želuca. Trening mentalnih tehnika koji se može provesti sa sportskim psihologom  važan je za smanjenje fizioloških efekata stresa i anksioznosti.

Vrsta aktivnosti (trčanje, plivanje, bicikliranje) čini se ne utječe u velikoj mjeri na stopu pražnjenja želuca (Benardot, 2012:105-106*; vlastiti prijevod).

## 4. HIDRACIJA SPORTAŠA - TERMINOLOGIJA I PROCJENA

Slijedi prikaz osnovne terminologije bitne za razumijevanje ovog poglavlja te cjelokupnog rada.

Hidracija – unos tekućine

Euhidracija - biti u ravnoteži vode

Hiperhidracija - prekomjerna količina vode u tijelu ili pozitivna ravnoteža

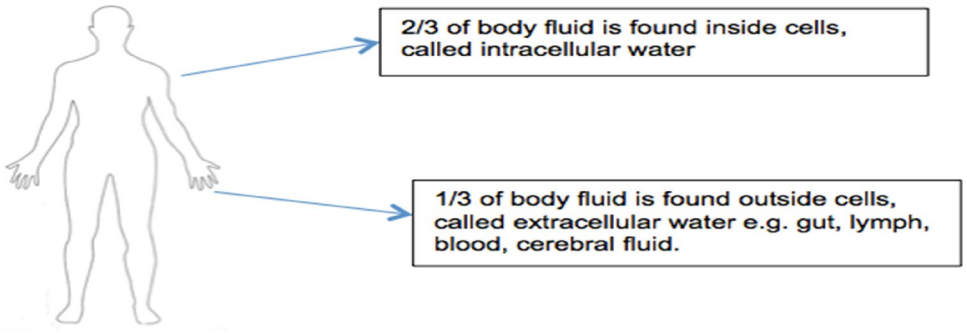
Hipohidracija - negativna ravnoteža vode ili nedostatak vode

Dehidracija - proces gubljenja tjelesne vode

Rehidracija - proces nadoknade tjelesne vode

Na slici 2. je prikazana podjela vode u tijelu. Iz nje vidimo da je većina vode u tijelu (2/3) unutar stanice, koja se još naziva unutarstanična voda, a manji dio (1/3) čini tjelesna tekućina izvan stanice ili izvanstanična voda (European hydration institute, 2016).

Slika 2. Prikaz vode u tijelu (European hydration institute, 2016).




---

Biomarkeri hidracije nam omogućuju procjenu stanja hidriranosti tijela.

Trebali bi biti dovoljno senzitivni i precizni da zamjete fluktuacije ukupne tjelesne vode od 3%, što odgovara promjeni od 2% tjelesne mase kod prosječne osobe. Biomarkeri bi također trebali biti praktični (vremenski, cijenovno i tehnički) za uporabu od strane pojedinaca i sportaša. Metode razrijeđivanja ukupne tjelesne vode s mjerama osmolanosti plazme predstavljaju najvaljanije i preciznije metode mjerenja stanja hidriranosti, ali za većinu nisu praktični. Biomarkeri poput volumena plazme, hormona koji reguliraju tekućinu i metoda biolektrične impedancije znaju davati zbunjujuće rezultate.

Osobe mogu utvrditi stanje hidriranosti koristeći nekoliko jednostavnih biomarkera (urin i tjelesna masa), koji zasebno imaju značajno ograničenje, ali u kombinaciji mogu dati koristan uvid (Sawka i sur. 2007).

Mjerenje tjelesne mase odmah nakon ustajanja i obavljanja nužde u kombinaciji s mjerenjem koncetracije urina bi trebalo imati dovoljnu senzitivnost za zapažanje promjena u ravnoteži tekućine. Specifična težina urina i osmolalnost se mogu kvantificirati dok su boja urina i njegov volumen subjektivni i mogu zbunjivati. Vrijednosti urina mogu dati zavaravajuće informacije po pitanju stanja hidracije ako je urin prikupljen tijekom perioda rehidracije. Naprimjer ako dehidrirana osoba konzumira velike količine hipotonične tekućine imati će i veću produkciju urina mnogo prije nego što je uspostavljena euhidracija. Takav urin će biti svijetle boje sa specifičnom težinom i osmolanosti koje su karakteristične za stanje euhidriranosti, dok je osoba zapravo još uvijek dehidrirana. Stoga bi uzorke nakon aktivnosti trebalo uzimati nekoliko sati nakon uspostavljene euhidracije.
Dobro hidrirane osobe u energetskoj ravnoteži mogu koristiti jutarnje mjerenja tjelesne mase bez odjeće odmah nakon ustajanja i uriniranja. Potrebno je napraviti barem 3 uzastopna jutarnja mjerenja kako bi se utvrdila početna vrijednost koja je približna euhidraciji. Ovo vrijedi za aktivnu mušku populaciju dok je ženama potrebno više uzastopnih mjerenja zbog menstruacija. Akutne promjene u tjelesnoj masi tijekom aktivnosti mogu biti od koristi za izračunavanje stope znojenja i promjena stanja hidriranosti u različitim okolišima. Ovakav pristup polazi od pretpostavke da 1ml gubitka znoja predstavlja 1g gubitka tjelesne mase, jer je specifična gustoća znoja 1.0 g/mL. Koriste se mjerenja tjelesne mase prije i poslije aktivnosti s korekcijom za gubitke tekućine urinom i količinom unesene tekućine. Kada je moguće mjerenje bi trebalo obavljati bez odjeće zbog znoja koji se zadržava na njoj (Sawka i sur. 2007).

Stanje hidriranosti tijela je promjenjivo i postoje razlike na individualnoj bazi. Jedan od problema mjerenja hidriranosti tijela je taj da mnogi testovi mjere njenu promjenu a ne njeno apsolutno stanje. Zbog individualnih varijacija europski institut za hidraciju predlaže korištenje više metoda procjene iste. Jer kako navode, u jednoj studiji su ispitanicima koji su bili dehidrirani 2-7% tjelesne mase određene vrijednosti osmolalnosti plazme bile manje više u granicama normale (European hydration institute, 2016).

**Krv**

Krv sadrži tekućinu unutar crvenih krvnih zrnaca (unutarstanična) kao i plazmi (izvanstanična) te se može lako prikupiti. Promjene u volumenu krvi i njenom sastavu pokazatelj su stanja hidriranosti. Krvni testovi za hidraciju uključuju: Koncentracija hemoglobina i hematokrita (postotak koncentracije crvenih krvnih zrnca u ukupnom volumenu krvi), koncetracije natrija, osmolalnost (European hydration institute, 2016). Normalne vrijednosti prethodnih parametara navedene su u tablici 5.

Tablica 5. Normalne vrijednosti krvi kod muškaraca i žena (European hydration institute, 2016).

| | |
|---|---|
| Hemoglobin<br>Muškraci<br>Žene | –<br>14.0-17.0g/dL<br>11.5-16.0 g/dL |
| Hematokrit<br>Muškraci<br>Žene | –<br>42-54%<br>38-46% |
| Serumski natrij | 132-142 mmol/L |
| Serumska osmolalnost | 280-300 mosmol/kg |

**Urin**

Urin se također lako prikuplja, međutim 24-satni uzorak urina može dati pogrešne rezultate. Bubrezi su odgovorni za promjene u hidracijskom statusu smanjivanjem ili povećanjem volumena urina. Time pomažu održavanju normalnog volumena krvi i krvnog tlaka. Testovi urina za hidraciju su: Osmolarnost, specifična težina, konduktivnost, boja, volumen, frekvencija uriniranja. Neki od navedenih prikazani su u tablici 6.

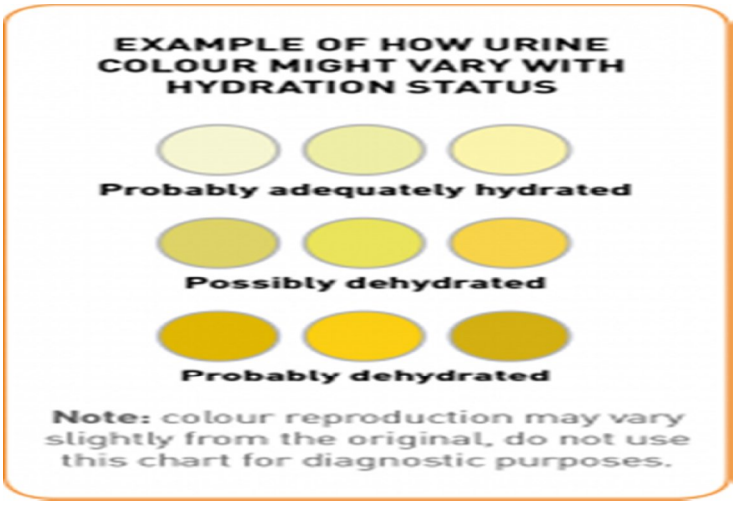
Tablica 6. Normalne vrijednosti urina (European hydration institute, 2016).

| | |
|---|---|
| Osmolarnost | 300-1200 mosm/kg |
| Specifična težina | 1.010-1.025 g/ml |
| Volumen | 30-300 mL/h |
| Kreatinin | 9-16 mmol/24h |

Boja urina se koristi često, a determinirana je primarno količinom prisutnog mokraćnog pigmenta. Kada se izlučuju velike količine urina, urin ima jako svijetlu boju i bude razrijeđen,

dok je tamne boje kada je koncentriran i izlučuju se male količine urina. Istraživanja su pokazala linearnu povezanost između boje urina i specifične težine te između boje i kondukitvnosti. Urin je prihvatljiv način procjene stanja hidracije kada nije potrebna velika preciznost ili kada je samostalna procjena praktičnija.

Slika 3. Boja urina s obzirom na stanje hidriranosti (European hydration institute, 2016).




**Slina**

Stopa tečnosti sline, osmolalnost i sastav su identificirani kao potencijalni markeri stanja hidracije. Osmolalnost sline se povećava kod akutne dehidracije (4% smanjenje tjelesne mase) prilikom vježbanja u toplom okolišu, ali postoji velika varijabilnost među pojedincima. Na osmolalnost sline može se utjecati kratkim ispiranjem usta s vodom što je čini nepouzdanim markerom stanja hidracije (European hydration institute, 2016).

Šatalić i sur. (2016:206*) daju nam jasniji prikaz markera hidracije:

| **Biomarker** | **euhidracija** | **dehidracija** |
|---|---|---|
| Ukupna voda u tijelu (l) | < 1% | > ili jednako 3% |
| Osmolalnost plazme (mmol/kg) | < 290 | > ili jednako 297 |
| Specifična težina urina | < 1,02 | > ili jednako 1,025 |
| Osmolalnost urina (mmol/kg) | < 700 | > ili jednako 831 |
| Boja urina | < 4 | > ili jednako 5,5 |
| Tjelesna masa (kg) | < 1% | > ili jednako 2% |

## 5. RAVNOTEŽA VODE – ČIMBENICI GUBITKA I UNOSA VODE

Ravnoteža vode održava se pravilnim odnosom njezina unosa (hranom, pićem ili stvaranjem u metaboličkim procesima) i gubitka (urinom, fecesom, znojem, disanjem). Na temelju toga možemo zaključiti da na ravnotežu vode u tijelu utječu intenzitet i trajanje tjelesne aktivnosti, kondicija sportaša, njegova tjelesna masa, klimatski uvjeti (temperatura okoline, relativna vlažnost i cirkulacija zraka), vrsta odjeće i drugi čimbenici (Legović i sur., 2007).

### 5.1. ČIMBENICI GUBITKA VODE

Gubici tekućine raspodijeljeni su među ekstracelularnoj i intracelularnoj tjelesnoj tekućini (Mišigoj - Duraković, 1995).

Kada govorimo o dugotrajnoj tjelesnoj aktivnosti najznačajniji čimbenik gubitka tekućine iz tijela odnosi se na gubljenje tekućine znojenjem. Gubitak tekućine potrebno je što više uskladiti s njenim unosom.

Nekoliko čimbenika utječu na stopu kojom sportaš proizvodi znoj. Visoke temperature okoliša rezultiraju u većem potencijalu za proizvodnju znoja. Veća vlaga je isto tako odgovorna za veće znojenje, ali zbog teškoće evaporacije znoja u okruženju s visokom vlagom (stopa evaporacije znoja s kože je niska), potencijal za hlađenje je manji nego u okolišu s manje vlage (Bernadot, 2012:102*; vlastiti prijevod).

Prema Šataliću i sur. (2016:208*) ako znoj ne isparava nego kapa s tijela jer npr. nema vjetra ili je visoka vlažnost zraka, odnosno tjelesna aktivnost ne uključuje brzo kretanje, stopa znojenja se povećava kako bi se postigao isti učinak hlađenja.

Isti problem također postoji s odjećom koja zadržava znoj uz kožu. Takva odjeća rezultira smanjenom mogućnosti hlađenja što potiče veće stope proizvodnje znoja. Odjeća natopljena znojem nije znak da sportaš efikasno kontrolira tjelesnu temperaturu, već samo znači da gubi tekućinu. Neki noviji materijali napravljeni za sportaše apsorbiraju znoj s kože te poboljšaju učinkovitost evaporacije. Sportaši s velikom površinom tijela mogu imati povećani kapacitet proizvodnje znoja i veću mogućnost gubitka topline putem evaporacije. Međutim, takvi sportaši mogu primiti više topline iz okoliša putem radijacije i konvekcije u toplom okolišu.

Stanje treniranosti sportaša također čini razliku. Dobro pripremljeni sportaši imaju veći kapacitet obujma znoja što rezultira u povećanom kapacitetu za rashlađivanjem tijela. Međutim, više razine znojenja zahtjevaju veći unos tekućina tijekom aktivnosti da bi se izbjegli rizici toplinskog stresa. Prethodna ravnoteža tekućina u tijelu također igra ulogu. Što je bolja razina hidriranosti, veći je potencijal za znojenje tijekom aktivnosti. Kako sportaš postaje postepeno sve više dehidriran, stopa znojenja se smanjuje, a temperatura tijela se podiže. Maratonci koji se natječu po umjerenim temperaturama (10-12°C) gube između 1 i

5% ukupne tjelesne mase. Maratonci koji se natječu u toplijim vremenskim uvjetima mogu izgubiti oko 8% ukupne tjelesne mase ili između 12-15% ukupne vode u tijelu (Bernadot, 2012:102-104*; vlastiti prijevod).

Bubrezi reguliraju ravnotežu vode podešavanjem izlučivanja urina. Vrijednost izlučivanja urina kreću se približno između 20 i 1000mL/h. Tijekom aktivnosti i toplinskog stresa glomerularna filtracija i protok krvi kroz bubrege su značajno smanjeni, što rezultira smanjenjem izlučivanja urina. Gubici vode putem gastrointestinalnog sustava u normalnim okolnostima su između 100 i 200 mL/d) (Sawka i sur., 2007).

### 5.2. ČIMBENICI UNOSA VODE

Dobici vode odnose se na unos tekućina i hrane te proizvodnju metaboličke vode. Volumen metaboličke vode nastale staničnim metabolizmom (~0.13 g/kcal) je približno jednak gubicima vode putem respiracije (~0.12 g/kcal). Stoga ove dvije stavke ne dovode do značajnih promjena u ukupnoj količini tjelesne vode (Šatalić i sur., 2016:201*).

Ukupna količina vode u tijelu je regulirana unutar +0.2 do 0,5% ukupne tjelesne mase. Trenirani sportaši imaju relativno visoke vrijednosti ukupne tjelesne vode zahvaljujući većem postotku mišićne mase i manjoj količini masti. Punjenje ugljikohidratima kod pojedinaca može dovesti do malog povećanja ukupne tjelesne vode (Sawka i sur., 2007).

Dva glavna čimbenika koja utječu na unos tekućine su žeđ i okus. Žeđ je senzacija suhoće u ustima i grlu povezana s tjelesnim potrebama za dodatnom tekućinom. Okus je odgovor (bio prijatan ili neprijatan) na tvar u ustima. Poznato je da ljudi konzumiraju više onoga što vole, ili više onoga što im je ukusnije. Većina sportaša svojevoljno izaziva dehidraciju jer ne piju dovoljno čak i kada je konstantno dostupno dovoljno tekućine. Nedovoljna konzumacija tekućina od sportaša vjerojatno je uzrokovana nedostatkom osjeta žeđi. Pojava žeđi može biti rezultat navike, ili potrebe za zagrijavajućim (topli napitci) ili rashlađujućim (hladniji napitci) učinkom. Porast osmolalnosti plazme između 2 i 3% je potreban da se proizvede osjećaj žeđi, a osjetljivost na smanjenje obujma tekućine je sve manja, zahtjevajući gotovo 10 postotno smanjenje volumena krvi da nastupi osjećaj žeđi. Osjećaj žeđi, se često smatra odgođenim u sportaša zbog toga jer se pojavljuje kada sportaš već izgubi 1,5 do 2L tjelesne vode, i stoga je slab indikator potreba tekućine. Ta očita odgoda pri mehanizmu zaduženom za kontrolu žeđi je glavni razlog za sportaša da treningom stvara naviku uzimanja vode po rasporedu, bilo da osjeća žeđ ili ne (Bernadot, 2012:104-105*; vlastiti prijevod).

Neusklađenost gubitaka i nadoknade posljedica je fizioloških i bihevioralnih faktora. Pri tjelesnoj aktivnosti, manjak vode povećava tjelesnu temperaturu, ubrzava rad srca i povećava percepciju napora. U toplom okolišu, tjelesna temperatura povećava se za 0,1°C – 0,2°C za svaki gubitak tjelesne mase od 1% a rad srca ubrzava se za 3-5 otk/min (Šatalić i sur., 2016:202*).

## 6. AKLIMATIZACIJA, ADAPTACIJA I PRIPREMLJENOST SPORTAŠA

Ljudsko tijelo ima veliku mogućnost adaptacije. Sposobnost da se adaptira na niže razine koncetracije glukoze i veće ili manje stope unosa tekućine nisu iznimka. Čini se da sportaši mogu treninrati svoj potencijal za postizanjem optimalne hidracije. Svaki sportaš bi trebao započeti s općim preporukama za unos tekućine radi hidracije, a zatim napraviti modifikacije koje mu najbolje pristaju (Bernadot, 2012:106*; vlastiti prijevod).

Visoka razina aerobnog fitnesa te aklimatizacija mogu poboljšati termoregulaciju, ali dehidracija u toplom okolišu to poništava: zbog dehidracije (2% tjelesne mase) pri temperaturi zraka >30°C aerobna se izvedba smanjuje za 7-60%, a učinak je izraženiji za aktivnosti dulje od 90min (Šatalić i sur., 2016:203*).

Bernadot (2012:107*; vlastiti prijevod) tvrdi da je tolerancija na toplinu značajno pod utjecajem tjelesne spreme: slabija tjelesna sprema drastično povećava rizik od problema nastalih vezanih za toplinu i to podjednako kod muškaraca i žena. Poboljšana tolerancija na toplinu je djelom rezultat povećanog volumena znojenja. Slabo pripremljeni sportaši s većom količinom tjelesne masti imaju manju toleranciju na toplinu. Dobro pripremljeni sportaši s niskom razinom tjelesne masti moraju razvijati strategije hidracije konstantno povećavajući unos tekućine kako se njihova razina tjelesne spreme povećava, jer se razina znojenja povećava s boljom pripremljenosti.

Aklimatizacija na toplinu pojedincu omogućava da dostigne više i lakše održive stope znojenja. Aerobni trening ima umjereni učinak na poboljšanje stope znojenja. Drugi čimbenici poput vlažne kože i dehidracije smanjuju stope znojenja.

Žlijezde znojnice imaju mogućnost reapsorpcije natrija i klora. Aklimatizacija na toplinu poboljšava sposobnost te reapsorpcije, stoga pojedinci koji su aklimatizirani obično imaju manje koncentracije natrija u znoju (Sawka i sur. 2007). Sposobnost reapsorpcije natrija može biti prilično velika. Koncentracija natrija u znoju može biti >50% manja. Aklimatizacija tijekom 10 dana smanjuje gubitke natrija, ali ne kalcija, bakra, magnezija ili cinka (Šatalić i sur., 2016:209*).

Prilagodba tijela na aklimatizaciju prema Bernadotu (2012:106*; vlastiti prijevod):

- volumen plazme se povećava da bi se povećao ukupan volumen krvi
- srce je u mogućnosti slati više krvi u krvotok, više krvi protječe do mišića i kože
- manje količine mišićnog glikogena se koriste kao izvor energije tijekom aktivnosti
- žlijezde znojnice proizvode i do 30% više znoja, znojenje započinje s manjom temp. tijela
- natrij u znoju je smanjen oko 60%, što pomaže održati volumen plazme
- temperatura tijela ne raste tako naglo kao kod neaklimatiziranog sportaša
- psihološki osjećaj stresa je smanjen na određenoj razini vježbanja

## 7. UTJECAJ OKRUŽENJA - TOPLO, UMJERENO I HLADNO

Dehidracija tijekom tjelesne aktivnosti u toplom okolišu izaziva veće smanjenje izvedbe nego slična aktivnost u hladnijoj okolini, a razlike se pripisuju, barem djelomično, većem kardiovaskularnom i termoregulacijkom opterećenju povezanom s izlaganjem toplini.
Posljedica dehidracije se pogoršavaju povećanjem toplinskog stresa, trajanjem aktivnosti i intenzitetom aktivnosti. Primjeren unos tekućine tijekom aktivnosti ublažuje smanjenje volumena krvi, srčanog volumena, protoka krvi u mišićima i koži, pogoršanje izvedbe, te povećanje tjelesne temperature.
Cheuvront i sur. (2005) su pokazali da dehidracija od -3% tjelesne mase pogoršava izvedbu u umjerenom okolišu (20°C) ali ne i u hladnijem (2°C). Zadatak ispitanika sastojao se od 30min bicikliranja određenim tempom na 50%VO2 maks. nakon čega je slijedio rad do otkaza. Autori su zaključili da su veći minutni volumen srca i manja tjelesna temperatura tijekom vježbanja po hladnoći razlog zašto je dehidracija imala manji utjecaj na izvedbu. Međutim potrebna su daljnja istraživanja, samim time što su neki drugi istraživači dobili suprotne rezultate.
Čak i kada je prisutan blagi stres od topline (npr. >16°C) dolazi do porasta napora kardiovaskularnog sustava i čini težim održavanje protoka krvi do aktivnih mišića, kože i mozga (Murray, 2007; vlastiti prijevod). U tablici 7. može se vidjeti utjecaj okruženja na razne parametre važne za otpimalnu izvedbu sportaša.
Tablica 7. Prikaz promjena tijekom dugotrajne aktivnosti s i bez unosa tekućine u hladnom, umjerenom i toplom okolišu (Wiliams, 2013).

| | Hladno/Umjereno okruženje | | Toplo okruženje | |
|---|---|---|---|---|
| Fiziološki odgovor | S tekućinom | Bez tekućine | S tekućinom | Bez tekućine |
| Volumen plazme | ←←→→ | ←←→→ | ←←→→ | ↓↓↓↓ |
| Unutarnja temperatura tijela | ↑↑ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑↑↑ |
| Srčana frekvencija | ↑↑ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑↑↑ |
| Udarni volumen | ↓↓ | ↓↓↓↓ | ↓↓↓↓ | ↓↓↓↓↓↓ |
| Razina opaženog napora | ←←→→ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑ | ↑↑↑↑↑↑ |
| Izvedba | ↑↑ | ↓↓↓↓ | ↑↑ | ↓↓↓↓↓↓ |

←←→→: Nepromjenjivo, ↑↑: Mala promjena ↑↑↑↑: Umjerena promjena, ↑↑↑↑↑↑: Velika promjena

Prema von Duvillardu (2004) stres koji nastaje intenzivnim treningom i natjecanjem je pod utjecajem uvjeta okruženja u kojemu se natjecanje/treninga odvija, poput vrlo toplih ili hladnih temperatura i visine. Sportaši se s ovime problemima nose na način da se uz pravilno

provedenu hidraciju aklimatiziraju na uvjete kojih ih očekuju u uvjetima natjecanja. Hidriranost sportaša je nužna u takvim ekstremnim uvjetima kako bi se zadržala ravnoteža vode u tijelu. Tu dolazi do problema zbog pretpostavke da žeđ nije dobar pokazatelj stanja tekućine u tijelu i općenitio ga sportaši ne doživljavaju prije nego su već 2% tjelesne mase dehidrirani. Samim time smatra se da je dehidracija neizbježna tijekom napornog treninga ili natjecanja, osobito u toplom okolišu. Čovjek se znoji da bi regulirao tjelesnu temperaturu i smanjio mogućnost nastanka problema vezanih za povišenu tjelesnu temperaturu (hipertermija). Približno 80% sve topline odstranjene od tijela tijekom aktivnosti prenosi se znojem. Pod teškim tjelesnim naporima u toplom okolišu moguće je gubiti između 1,5 – 3L znoja po satu ili približno 2.5 -8% tjelesne mase na sat.

Prekomjerno znojenje zajedno s niskim unosom tekućine rezultirati će u smanjenom volumenu krvi i smanjenom protoku krvi prema koži, te dolazi do smanjenja znojenja. To onemogućuje daljnje odavanje topline i povećava mogućnost nastanka problema vezanih za povećanje temperature tijela.

Kapacitet vježbanja će biti smanjen ako je temperatura okoline povišena usprkos tome što rezerve ugljikohidrata u tijelu nisu znatno smanjene. To pokazuje da promjene u termoregulaciji mogu biti uzrok umora, i to osobito pri vježbanju na povišenoj temperaturi (Mišigoj - Duraković, 1995).

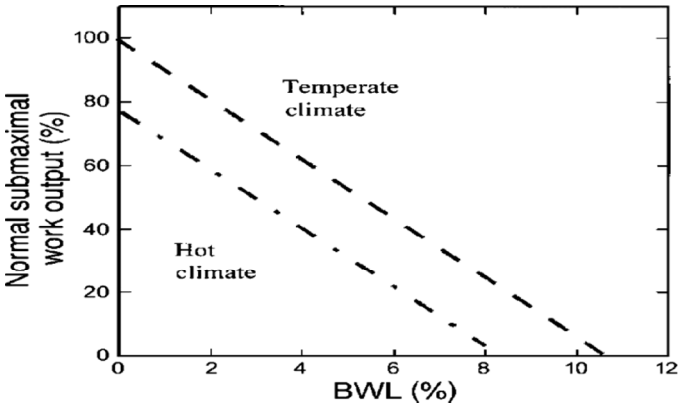
Vježbanje u uvjetima hladnoće može rezultirati hipohidracijom zbog smanjenog unosa tekućine, povećanog gubitka tekućine putem znoja i hladnoćom izazvanom diurezom, međutim to ne znači nužno i smanjenje izvedbe (Von Duvillardu, 2008).

Posljedice hipohidracije manje su izraženije u hladnijem okolišu: ukupna količina rada obavljena tijekom 30min bicikliranja bila je smanjena 8% pri hipohidraciji od 3% i temperaturi zraka od 20°C, a pri temperaturi zraka od 2°C nisu zamijećeni negativni učinci hipohidracije. Čini se da je temperatura od 20°C granica iznad koje dolazi do zamjetnog pogoršanja aerobne izvedbe. U istraživanju u kojem su ispitanici biciklirali 15min pri hipohidraciji od 4% aerobna izvedba bila je lošija za 3, 5, 12, odnosno 23% pri temperaturama 10, 20, 30 odnosno 40°C (Kenefick i sur., 2010. Cit. prema Šatalić i sur., 2016:203*).

Uz temperaturu zraka čimbenici koji određuju gubitke znojem uključuju relativnu vlažnost zraka, kretanje zraka, izloženost suncu, toplinu tla i odjeću. Primjerice, na visokoj nadmorskoj visini gubitci disanjem zbog vlaženja i zagrijavanja udahnutog hladnog zraka niske relativne vlažnosti mogu biti >1l/dan jer je relativna vlažnost izdahnutog zraka 100% (Šatalić i sur., 2016). Izlaganje visinama može u velikoj mjeri utjecati na ravnotežu vode u tijelu induciranjem akutne diureze, koja se izgleda pojavljuje kao zaštita od akutne visinske bolesti (Von Duvillard i sur., 2008).

Aktivnost mišića proizvodi metaboličku toplinu koja se prenosi od aktivnih mišića na krv a zatim u središte tijela. Povećana tjelesna temperatura olakšava prijenos topline iz srži tijela na okolinu preko kože. Razmjena topline između kože i okruženja je pod utjecajem temperature okoliša, vlažnosti, kretanja zraka, radijacije neba i zemlje, i odjeće. U umjerenim i hladnijim okolišima, visok kapacitet odstranjivanja topline (radijacijom i konvekcijom) smanjuje potrebe za hlađenjem putem evaporacije, tako da su gubici znoja relativno mali. Ako se znoj cijedi s tijela biti će potrebna veća stopa znojenja da bi se postigao isti učinak hlađenja evaporacijom. Suprotno, brzina kretanja zraka i vjetar će olakšati evaporaciju i minimizirati gubljenje znoja koji kaplje s tijela (Sawka i sur. 2007). Na slici 4. prikazan je utjecaj temperature okoliša i gubitka tjelesne mase na intenzitet aktivnosti.

Slika 4. Prosječno smanjenje submaksimalne izvedbe prilikom dehidracije (izraženo u postotcima gubitka tjelesne mase - BWL) u ovisnosti od uvjeta okoline (Sawka i sur. 2007).



## 8. STRATEGIJE HIDRACIJE PRIJE, TIJEKOM I NAKON AKTIVNOSTI

### 8.1. OPĆE PREPORUKE

Sa stajališta prehrane postoje 3 primarna razdoblja tijekom kojih treba obratiti pažnju na nutritivni unos; prije aktivnosti, tijekom i poslije aktivnosti. Svaki peirod ima svoje ciljeve. Prije aktivnosti nutritivni ciljevi su osigurati da sportaš unese dovoljno nutrijenata i tekućine u organizam i da njihov unos ne poremeti normalan fiziološki odgovor tijela na aktivnost. Tijekom aktivnosti važno je nadomjestiti potrošene tjelesne supstrate i tekućinu kako bi se spriječili nedostatci vode u tijelu zbog znojenja. Nakon tjelesne aktivnosti potrebno je opskrbiti tijelo s dovoljno nutrijenata za oporavak i adaptaciju te nadopunu izgubljene tekućine u tijelu (Jeukendrup, 2011).

Neki sportaši započinju tjelesnu aktivnost nedovoljno hidrirani, što nepovoljno utječe na samu izvedbu. To su potvrdili Casa i sur. (2010). pokazujući da akutan gubitak tjelesne mase od 2,3% značajno pogoršava izvedbu u trčanju naspram euhidriranosti.

Da bi se postigla euhidracija prije, tijekom i nakon natjecanja američki koledž za sportsku medicinu izdao je za to potrebne preporuke. Prema njima, treba uzimati nutricionistički uravnoteženu prehranu uz adekvatnu količinu tekućine 24 sata prije natjecanja, posebice u razdoblju koje uključuje obroke neposredno prije natjecanja. Trebalo bi unijeti 500ml tekućine, otprilike 2h prije vježbanja. Preporuka je da se izotonički napitci konzumiraju rashlađeni na 5–10°C u malim obrocima (nekoliko gutljaja), svakih 15 do 20min prije, tijekom i nakon treninga (natjecanja). Ako se ne može drukčije osigurati, temperatura tekućine treba biti niža od sobne, barem između 15 i 22°C, s okusom koji je sportašu prihvatljiv i po mogućnosti s odgovarajućom ambalažom koja se prilagođuje aktivnosti sportaša. Dodatak ugljikohidrata i elektrolita preporučuje se sportašima koji su izloženi intenzivnom naprezanju duljem od jednog sata. Tada se tekućini mogu dodati ugljikohidrati u količini 30–60g/h. To se može postići unosom 600–1200ml otopine koja sadrži 4–8% ugljikohidrata unutar jednog sata (glukoza, saharoza ili maltodekstrin), (Legović i sur., 2007. Cit. prema Sawka i sur., 2007). Važno je steći naviku pijenja i uravnotežiti unos tekućine s gubitkom.

### 8.1.1. NADOKNADA TEKUĆINE PRIJE AKTIVNOSTI

Cilj prehidracije je započeti tjelesnu aktivnost u stanju euhidriranosti s normalnim razinama elektrolita u plazmi. Prehidracijski program će pomoći ispraviti bilo kakve prethodno utvđene nedostatke tekućine i elektrolita prije same aktivnosti. Tijekom hidracije prije aktivnosti osoba bi trebala polako piti pića (npr. 5-7mL/kg tjelesne mase) najmanje 4 sata prije aktivnosti. Ako osoba ne proizvodi urin, ili je urin taman ili visoko koncetriran, trebala bi polako piti još veću količinu napitka (npr. dodatnih 3-5mL/kg tjelesne mase 2h prije natjecanja). Hidracijom nekoliko sati prije aktivnosti postoji dovoljno vremena da se izlučivanje urina vrati na normalnu razinu prije same aktivnosti. Konzumiranje pića s natrijem (20-50ml/L) ili hrane koja sadrži natrij (npr. manje količine slanih grickalica) tijekom obroka će pomoći stimulirati žeđ i zaržati unesenu tekućinu.

Hiperhidracija s tekućinom koja proširuje izvanstanični i unutarstančni prostor (npr. voda i glicerol) značajno će povećati vjerojatnost potrebe za mokrenjem tijekom natjecanja i ne pruža nikakvu fiziološku prednost u izvedbi naspram euhidriranosti. Uz to hiperhidracija može značajno razrijediti i smanjiti natrij u plazmi prije aktivnosti i time povećati rizik od hiponatremije, ako se tekućina agresivno nadomješta tijekom aktivnosti (Sawka i sur., 2007). Oni sportaši koji teško zadovoljavaju potrebe za tekućinom tijekom aktivnosti ili oni koji gube tekućinu visokom stopom mogu imati koristi od hiperhidracije. Hiperhidracija se preporuča da bi se poboljšala termoregulacija tijela i sama izvedba, osobito u toplijem okolišu (van Rosendal i sur., 2010. Cit. prema Jeukendrup, 2011). Naposljetku, plazma ekspanderi ili hiperhidracijski agensi poput glicerola su zabranjeni od strane svjetske anti-doping organizacije (Jeukendrup, 2011).

Još jedna od strategija hiperhidracije je unos napitaka s visokom koncetracijom soli nekoliko sati prije aktivnosti. Na taj način moguće je poboljšati termoregulaciju, povećati volumen plazme, povećati kapacitet i smanjiti percepciju napora tijekom aktivnosti, ipak treba biti na oprezu s obzirom da su potrebna daljnja istraživanja i na mogućnost pojave gastrointestinalnih smetnji, glavobolja i mučnine. Potencijalne korisne učinke hiperhidracije valja usporediti s nedostatcima poput veće tjelesne mase, što povećava potrošnju energije za istu aktivnost, smanjuje ubrzanje i smanjuje omjer „snage i mase“ (Šatalić i sur., 2016:210*).

Povećanje prihvatljivosti okusa unesene tekućine je jedan način promicanja unosa tekućine, prije, tijekom ili nakon aktivnosti. Prihvatljivost okusa je pod utjecajem nekoliko čimbenika uključujući temperaturu, sadržaj natrija i aromatiziranost. Preferirana temperatura vode je često između 15 i 21°C, međutim temperatura i aromatiziranost su čimbenici koje značajno variraju među pojedincima i kulturama (Sawka i sur., 2007).

Šatalić i sur. (2016:210*) iznose preporuke koje valja uzeti u obzir: Tekućina neposredno prije aktivnosti rezultira ekspanzijom želuca, pa je kasnije povoljnija brzina pražnjenja želuca. Voda je naprikladniji odabir napitka prije tjelesne aktivnosti. Napitak s visokom koncentracijom ugljikohidrata sporo napušta želudac, pa se ne preporučuje prije tjelesne aktivnosti.

### 8.1.2. NADOKNADA TEKUĆINE TIJEKOM AKTIVNOSTI

Cilj unosa tekućine tijekom aktivnosti je prevenirati prekomjernu dehidraciju (>2% tjelesne mase nastale deficitom vode) i prekomjerne promjene u ravnoteži elektrolita, da ne dođe do pogoršanja izvedbe.

Količina i stopa nadoknade tekućine ovisit će o individualnim stopama znojenja, trajanju aktivnosti, i prilikama da se unosi tekućina.

Treba voditi računa o utvrđivanju individualnih stopa nadoknade trekućine, pogotovo ako se radi o dugotrajnim aktivnosti u trajanju (>3h). Što je dulje trajanje aktivnosti veći je kumulativni učinak blagog nepodudaranja između potreba za tekućinom i njenom nadoknadom, što može imati za posljedicu prekomjernu dehidraciju ili hiponatremiju.

Generalno je teško dati specifičan plan unosa tekućine i elektrolita zbog različitih tipova aktivnosti (metaboličke potrebe, trajanje, odjeća, oprema), vremenskih uvjeta i ostalih faktora (npr. gentske predispozicije, aklimatizacija na toplinu, stanje treniranosti) koji utječu na individualne stope znojenja i koncentracije elektrolita u znoju.

Preporuča se da pojedinac prati promjene u tjelesnoj masi tijekom treninga kako bi procjenio gubitke znoja tijekom konkretne aktivnosti s obzirom na vremenske uvjete (Sawka i sur., 2007).

Prema Šatalić i sur. (2016.) gubitku tjelesne mase tijekom aktivnosti pridonose i gubici vode disanjem te oksidacija makronutrijenata. Ignoriranje ta 2 čimbenika može dovesti do precjenjivanja gubitaka znojem (5-15%), ali nije ih potrebno uzeti u obzir za aktivnosti u trajanju <3h. Zapravo je moguće da se znatan gubitak tjelesne mase (1-3%) ostvaruje bez hipohidracije zbog čimbenika koji utječu na metabolizam vode i tjelesnu masu: voda vezana za glikogen oslobađa se njegovim trošenjem, gubici vode disanjem pri znatnijem su naporu povećani, gubitak tjelesne mase događa se oksidacijom makronutrijenata, ali tu valja uzeti u obzir nastajanje metaboličke vode, trošenje kisika iz zraka i masu izdahnutog CO2.

Prema Jeukendrup (2011) unos ugljikohidrata tijekom aktivnosti može povećati kapacitet rada i poboljšati izvedbu. Potrebe ugljikohidrata za sportaše u različitim sportovima izdržljivosti prikazane su u tablici 8. S time u vezi, Pffeifeer i sur. (2011) su pokazali veliku varijaciju u unosu ugljikohidrata kod sportaša između i unutar natjecanja, s najvećim unosima kod biciklista i triatlonaca a najmanjim kod maratonaca. Kako bi se adekvatno nadomjestile

potrebe za tekućinom tijekom dugotrajnih aktivnosti Jeukendrup (2011) tvrdi da je potrebno pronaći ravnotežu između održavanja stanja hidriranosti i zadovoljavanja potreba ugljikohidrata aktivnih mišića.

Tablica 8. Preporuke za unos ugljikohidrata tijekom različitih natjecanja izdržljivosti (Jeukendrup, 2011).

| | Potrebe Ug za optimalnu izvedbu | Preporučen unos | Vrsta Ug | Jednostavni Ug | Višestruko prenosivi Ug |
|---|---|---|---|---|---|
| < 30 min | Nisu potrebni | - | - | - | - |
| 30 - 75 min | Male količine | Ispiranje usta | Većina vrsta Ug | • | • |
| 1–2 h | Male količine | Do 30g/h | Većina vrsta Ug | • | • |
| 2–3 h | Umjerene količine | Do 60g/h | Brzo oksidirajući Ug (glukoza, maltodekstrin) | o | • |
| >2.5 h | Velike količine | Do 90g/h | Samo višestruko prenosivi Ug | | • |

Napomena: •, optimalno; o, nije optimalno ali je prihvatljivo. Ove preporuke su namjenjene vrhunskim sportašima koji vježbaju intenzitetom >4 kcal/min.

### 8.1.3. NADOKNADA TEKUĆINE NAKON AKTIVNOSTI

Kako bi sportaš uspostavio stanje euhidriranosti nakon aktivnosti cilj je u potpunosti nadoknaditi nedostatke vode i elektrolita.

Tijekom tjelesne aktivnosti sportaši nadomjeste 30-70% gubitaka tjelesne tekućine, pa se po završetku tjelesne aktivnosti nalaze u blagoj ili umjerenoj dehidraciji (Šatalić i sur., 2016:214*). Podatci pokazuju da se po završetku aktivnosti nadoknadi otprilike 60% izgubljene tekućine. Cjelokupna nadoknada tekućine i elektrolita je relativno spor proces (>3h) i zahtijeva unos od 150% izgubljene tekućine i određenu količinu elektrolita (Shirreffs i sur., 1996. Cit prema von Duvillard i sur., 2008). Unos velikih količina tekućine smanjuje proizvodnju vazopresin arginina (hormon zadužen za reguliranje tekućine u tijelu) prije nego se volumen plazme i osmolalnost vrate u normalnu, uzrokujući povećano stvaranje urina (von Duvillard i sur., 2008). Nakon umjerene do teške hipohidracije potrebno je 4-24h za ponovno uspostavljanje ravnoteže tjelesnih tekućina (Šatalić i sur., 2016:214*).

Na koji način će se provesti rehidracija ovisi o vremenu u kojem rehidracija treba biti završena i količini gubitka tekućine i elektrolita. Ako vrijeme oporavka i prilike dopuštaju, unos redovitih obroka i međuobroka s dostatnom količinom obične vode dovesti će do euhidriranosti, pod uvjetom da hrana sadrži dovoljno natrija da se nadomjesti izgubljeni znojem. Ako je dehidracija značajna, s relativno malim vremenom za oporavak (<12h) potreban je agresivniji rehidracijski program (Sawka i sur., 2007). Šatalić i sur. (2016:214*) preporučuju agresivniju rehidraciju kod izraženije hipohidracije (>2%) te vrijeme oporavka <4 - 6h.

Neuspjeh da se u dovoljnoj mjeri nadoknadi gubitak natrija će spriječiti vraćanje u stanje euhidracije i može potaknuti prekomjernu proizvodnju urina. Unos natrija tijekom vremena oporavka će pomoći zadržati unesenu tekućinu i stimulirati žeđ. Nedostatci natrija su mnogo teži za mjerenje nego gubitci vode, i dobro je poznato da pojedinci gube elektrolite znojem značajno drugačijom stopom. Pića koja sadrže natrij poput sportskih napitaka mogu biti od pomoći, ali i hranom se mogu namiriti potrebni elektroliti. Malo soli može biti korisno dodati obrocima i tekućini za nadoknadu kada su gubici soli putem znoja veliki.

Osobe koje nastoje postići brzi i potpuni oporavak od dehidracije trebaju unositi 1,5L tekućine za svaki kilogram izgubljene tjelesne mase. Dodatna količina tekućine je potrebna da bi se kompenzirala proizvodnja urina koja prati nagli unos velike količine tekućine (Shirreffs i sur., 1998. Cit. prema Sawka i sur., 2007).

Šatalić i sur. (2016**)** iznose da nadomještanje volumena jednakog gubicima rezultira rehidracijom od 50-70% kroz razdoblje oporavka od 2-4h, dok volumen u iznosu 150% gubitaka tjelesne mase rezultira rehidracijom od 68%.

Kada je moguće, tekućine bi trebalo unositi tijekom vremena (s dostatnim elektrolitima) radije nego odjednom u velikim količinama, kako bi se povećalo zadržavanje tekućine.

Intravenozna nadoknada tekućine nakon aktivnosti može biti opravdana u osoba s teškom dehidracijom (>7% gubitak tjelesne mase), mučninom, povraćanjem, proljevom ili ako se iz nekih razloga ne može oralno unositi dovoljno tekućine. U većini slučajeva, intravenozna nadoknada ne nudi prednost naspram pijenja tekućine tijekom rehidracije (Sawka i sur., 2007).

Nakon tjelesne aktivnosti često je nedovoljna nadoknada tekućine, čak i kada su napici dostupni. To nazivamo dobrovoljnom dehidracijom iako je bolji termin nenamjerna dehidracija, jer je posljedica izostanka želje za tekućinom. Moguća je tijekom i nakon aktivnosti. Pritom su važni i bihevioralni i društveni čimbenici te genetska sklonost manjem ili obilnijem pijenju (Šatalić i sur., 2016:214*).

Kada je gubitak tjelesne mase >1kg potreban je plan rehidracije. Pri gubicima >2kg potreban je natrij zbog zadržavanja vode i smanjivanja gubitaka urinom (npr. 2-5 g soli/L). Voda pomaže utažiti žeđ ali nije najdjelotvorniji način rehidracije.

Drugi čimbenici koje treba uzeti u obzir tijekom rehidracije su stopa pražnjenja želuca i osmolalnost konzumiranih napitaka (Gisolfi i sur.,1995. Cit. prema Von Duvillard i sur., 2008). Istraživan je utjecaj tekućina različite toničnosti (0.9% naspram 0.45% NaCl) tijekom perioda rehidracije. Rehidracija sa 0.45% ili 0.9% otopine natrijevog klorida rezultirala je sličnoj retenciji tekućine, sličnim kardiovaskularnim i termoregulacijskim odgovorom te sličnim rezultatom izvedbe, a pokazala se boljom od ne unošenja tekućine (Kenefick i sur., 2007. Cit. prema Von Duvillard i sur., 2008).

Napitak za razdoblje oporavka trebao bi sadržavati 50mmol/L natrija (sportski napitci obično sadrže 10-25mmol/L) te ugljikohidrate jer napitci s ugljikohidratima i elektrolitima mogu u većoj mjeri nadomjestiti gubitke nego samo pijenje vode. Hipertonični napitci s ugljikohidratima ili s kombinacijom ugljikohidrata i proteina mogu reducirati stvaranje urina, čime se ubrzava oporavak od dehidracije. Dodavanje kalija (25mmol/L) napitku za rehidraciju također rezultira zadržavanjem vode, ali se ne postiže dodatna korist od dodavanja kalija, a nadomještanje natrija je prioritet (Šatalić i sur., 2016:215*).U tablici 9. koja slijedi prikazane su preporuke za hidraciju prije, tijekom i nakon aktivnosti prema Peronnetu (2010).

Tablica 9. Preporuke za hidraciju prije, tijekom i nakon aktivnosti (Peronnet, 2010).

| Kada | Koliko | Što |
|---|---|---|
| 4 h prije aktivnosti | 5-7 mL/kg Tjelesne mase<br>Do 10 mL/kg Tjelesne mase ako je tijelo dehidrirano | Voda, blago zasoljena (1g/L Na) ili sa slanim grickalicama ili obrocima da potakne unos i zadržavanju tekućine |
| Tijekom aktivnosti | 0.4 - 0.8 L/h ovisno o stopi znojenja | Voda, blago zasoljena (0.5 g/L Na) da potakne unos<br>Nema potreb za soli ili UG za akitvnosti <90min |
| Nakon aktivnosti | 1.5 L za svaki izgubljeni 1kg tjelesne mase | Voda, sa soli ili uz zasoljenu hranu |

## 8.2. SPECIFIČNE PREPORUKE

### 8.2.1. MARATON

Metabolički zahtjevi trčanja maratona mogu zahtjevati veliki prijenos topline na okoliš u obliku evaporacije znoja te samim time rezultirati značajnim gubitkom znoja i razinama dehidracije konzistentnim s kompromitiranom izvedbom. Preporuka je da se individualizira unos dovoljno tekućine kako bi se prevenirao gubitak više od 2% tjelesne mase.

Potrebe za tekućinom tijekom maratona ovisit će o međusobnom utjecaju intenziteta aktivnosti, mase tijela i uvjetima okoline. Čimbenici poput genetske predispozicije i aklimatizacije na toplinu će također ujecati na stope znojenja i doprinjeti varijabilnosti.

Okruženje većine maratona je dovoljno suho i omogućuje dovoljan gubitak topline evaporacijom znoja. Termoregulacija putem znojenja se povećava s povećanjem intenziteta aktivnosti i ukupnim toplinskim opterećenjem (Cheuvront, Montain, & Sawka, 2007).

Maratonci koji se utrkuju 4-6 sati ili dulje pod rizikom su za razvoj hiponatremije i obično ne moraju unositi više od jedne šalice (90ml za one s otprilike 45kg, i 180ml za one s otprilike 90kg) tekućine na 1,5km utrke. Nebi trebali dobivati na tjelesnoj masi tijekom natjecanja. Stopu unosa tekućine treba prilagoditi tempu utrke, npr. sporiji tempo utrke obilježava manje stope pijenja, s maksimalnom količinom 500ml/h (120 -180ml svakih 20min) za trkače sa vremenom potrebnim za završetak utrke >5h (tempo 6 min/km). Slijedi prikaz tablice za unos tekućine prema vremenu završetka i tempa utrke (Lewis, 2006).

Tablica 10. Unos tekućine prema tempu izvedbe i vremenu potrebnom za završetak maratona (Lewis, 2006).

| Vrijeme završetka<br>Tempo utrke | Stopa unosa tekućine | Ukupan unos tekućine |
|---|---|---|
| < 4 h | 300-350 ml/20min | 3.5-4.0 L |
| < 5min/km | 900-1050 ml/h | |
| | | |
| | | |
| 4-5 h | 240 ml/20min | 3.0-3.5 L |
| 5,5 - 6 min/km | 750 ml/h | |
| | | |
| | | |
| > 5 h | 120-180 ml/20min | 2.5- 3.0 L |
| > 6 min/km | 500-600 ml/h | |
| | | |

Procjena stope znojenja je generalno prihvaćena strategija za nadomještanje tekućine. Nakon što je odredio stopu znojenja u različitim okruženjima sportaš može preciznije odrediti vlastite potrebe za unosom tekućine. Praktično je podijeliti dobivenu stopu znojenja na sat sa 4 i tako odrediti potrebe unosa svakih 15min tijekom utrke. No, ne treba zanemariti ni fiziološke znakove za unos tekućine (žeđ, koncetrirani taman urin, gubitak tjelesne mase) ili smanjenje unosa (razrijeđeni ili bistri urin, osjećaj napuhnutosti, povećanje tjelesne mase) tijekom natjecanja (Lewis, 2006;vlastiti prijevod).

Kao što je prikazano u tablici 11. za vrhunskog trkača koji trči tempom od 2h10min u toplom okolišu unos tekućine 0,5L/h rezulirati će dehidracijom većom od 2% tjelesne mase sa značajnim dijelom utrke pred njim. Unos 1L/h kod istog će rezultirati održavanjem gubitka tjelesne mase na 1,7%. U hladnijem okolišu stopa unosa od 0,5L/h će biti dovoljna da se prevenira dehidracija od 2% i više.

Tabica 11. Procjenjenje stope znojenja i postotak dehidracije tijekom 2h10min maratona u toplom (28°C) i hladnom (14°C) okolišu bez i s unosom tekućine (0,5L/h, 1L/h) (Cheuvront, Montain, & Sawka, 2007).

| Tj.masa | Količina tekućine | Topla temperatura | | | Hladna temperatura | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (kg) | (L/h) | Sz (L/h) | –2% Deh (km) | Deh (na kraju %) | Sz (L/h) | –2% Deh (km) | Deh (na kraju%) |
| | | | | | | | |
| 60 | 0 | 1.47 | 15.8 | –5.3 | 0.91 | 25.6 | –3.3 |
| | 0.5 | 1.47 | 24.0 | –3.4 | 0.91 | NR | –1.5 |
| | 1.0 | 1.47 | NR | –1.7 | 0.91 | NR | 0.3 |

NR = nema rezultata, Deh=dehidracija, Sz=stopa znojenja

U tablici 12. Možemo vidjeti da maratoncu koji se natječe sporijim tempom (npr. maraton od 4h), 0,5 L/h neće biti dovoljno da se prevenira prekomjerna dehiracija u toplom okruženju osim ako se radi o trkaču tjelesne mase 50kg. Unos 1L/h tekućine će izazvati povećanje tjelesne mase maratonca tjelesne mase 50-90kg. U hladnijem okruženju stope unosa od 0,5 L/h će održati stanje hidriranosti kod trkača 70-90kg tjelesne mase, ali će rezultirati preopterećenjem tekućinom kod natjecatelja s 50kg. Stope unosa od 1L/h u hladnijem okolišu će rezultirati nakupljanjem vode kod svih natjecatelja.

Tabica 12. Procjenjene stope znojenja (sz) i postotak dehidracije (deh) trkača različite tjelesne mase u toplom (28°C) i hladnom (14°C) okolišu bez i s unosom tekućine (0,5L/h, 1L/h) tijekom 4h maraton (Cheuvront, Montain, & Sawka, 2007).

| Tjelesna masa | Količina tekućine | Topla temperatura | | | Hladna temperatura | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (kg) | (L/h) | Sz (L/h) | –2% DEH (km) | Deh (po završetku%) | Sz (L/h) | –2% Deh (km) | Deh (po završetku %) |
| | | | | | | | |
| 50 | 0 | 0.570 | 18.4 | –4.6 | 0.172 | NR | –1.4 |
| | 0.5 | 0.570 | NR | –0.6 | 0.172 | NR | 2.6 |
| | 1.0 | 0.570 | NR | 3.4 | 0.172 | NR | 6.6 |
| 70 | 0 | 0.855 | 17.2 | –4.9 | 0.391 | 37.6 | –2.2 |
| | 0.5 | 0.855 | 41.5 | –2.0 | 0.391 | NR | 0.6 |
| | 1.0 | 0.855 | NR | 0.8 | 0.391 | NR | 3.5 |
| 90 | 0 | 1.140 | 16.5 | –5.1 | 0.625 | 30.3 | –2.8 |
| | 0.5 | 1.140 | 29.3 | –2.9 | 0.625 | NR | –0.6 |
| | 1.0 | 1.140 | NR | –0.6 | 0.625 | NR | 1.7 |

NR = nema rezultata; rh = relativna vlažnost ; 30% prilikom 28°C i 70% prilikom 14°C

Potrebe za tekućinom su jako varijabilne i maratonci često vlastitim izborom unose količine tekućine koje rezultiraju dehidracijom većom od 2% tjelesne mase. Po pitanju aplikacija laboratorijskih istraživanja na realne uvjete u praksi neki istraživači iznose da je brzina cirkulacije zraka u laboratorijskim uvjetima nerealno mala s obzirom na terenske uvjete, samim time potencijalno se precijenjuje gubitak znoja i tekućine, te termoregulacijski napor. Međutim utjecaj te konvekcije na fiziološke varijable se smanjuje s hladnijim okruženjem, uobičajenima za maraton (Cheuvront, Montain, & Sawka, 2007).

Prema Sawki i sur. (2007) moguće polazište predloženo za maratonce (koji su euhidrirani na početku) je da piju po volji između 0.4 do 0.8 L/h, s višim stopama za brže i teže pojedince koji se natječu u toplijem okolišu i manjim stopama za sporije, lakše sportaše koje se natječu u hladnijem okolišu.

Tablica 13. prikazuje približne stope znojenja za pojedince različlite mase i različite brzine kretanja u hladnom, umjerenom i toplom okolišu. Stope znojenja su u rasponu 0.4-1.8L/h, a treba uzeti i obzir razlike u individualnim stopama znojenja u datim uvjetima. Ovi podatci mogu pomoći pojedincima da razviju plan rehidracije na temelju vlastitih potreba.

Tablica 13. Procjenjene stope znojenja (L/h) prilikom trčanja 8.5-15km/h u hladnom, umjerenom (18°C) i toplom okruženju (28°C) (Sawka i sur., 2007).

| Tj. masa (kg) | Okruženje | 8.5 km/h | 10 km/h | 12.5 km/h | 15 km/h |
|---|---|---|---|---|---|
| 50 | Hladno/umjereno | 0.43 | 0.53 | 0.69 | 0.86 |
| | toplo | 0.52 | 0.62 | 0.79 | 0.96 |
| 70 | Hladno/umjereno | 0.65 | 0.79 | 1.02 | 1.25 |
| | toplo | 0.75 | 0.89 | 1.12 | 1.36 |
| 90 | Hladno/umjereno | 0.86 | 1.04 | 1.34 | 1.64 |
| | toplo | 0.97 | 1.15 | 1.46 | 1.76 |

U tablici 14. su prikazane tri stope nadomještanja tekućine (0,4, 0,6, 0,8 L/h). Ova analiza uključivala je stope znojenja iz tablice 13. Pijenje 0.8L/h tekućine će kod lakših trkača rezultirati prekomjernim unosom (dobitkom tjelesne mase), dok će unos od 0,4l/h kod trkača velike tjelesne mase rezultirati dehidracijom (3% tjelesne mase). Tablica jasno pokazuje da je neprimjereno koristiti jednu stopu nadomještanja tekućine za sve trkače, međutim specifičnosti pojedinih aktivnosti moguće je nadograditi na opće smjernice.

Tablica 14. Predviđene promjene u tjelesnoj masi nakon maratona po umjerenoj temperaturi (18°C) za osobe različite tjelesne mase i različitih brzina kretanja 8.5–15 km/h uz unos 400-800 ml/h. (Sawka i sur., 2007).

| Tjelesna masa | Unos tekućine | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (kg) | (mL/h) | 8.5 km/h | 10 km/h | 12.5 km/h | 15 km/h |
| 50 | 400 | -0.4 | -1.1 | -2.0 | -2.6 |
| | 600 | *1.6* | *0.6* | -0.6 | -1.5 |
| | 800 | *3.6* | *2.2* | *0.7* | -0.3 |
| 70 | 400 | -1.8 | -2.3 | **-3.0** | **-3.4** |
| | 600 | -0.4 | -1.1 | -2.0 | -2.6 |
| | 800 | *1.1* | *0.1* | -1.0 | -1.8 |
| 90 | 400 | -2.6 | **-3.0** | **-3.5** | **-3.9** |
| | 600 | -1.5 | -2.1 | -2.8 | **-3.2** |
| | 800 | -0.4 | -1.1 | -2.0 | -2.6 |

Vrijednosti označe kurzivom prikazuju prekomjeran unos tekućine u odnosu na stopu znojenja i povećani rizik za hiponatremijom. Podebljanje vrijednosti prikazuju dovoljno veliku dehidraciju (3% je uzeto kao kriterij) da značajno pogorša izvedbu.

### 8.2.2. TRIATLON

Razne vrste triatlona (prikaz u tablica 15.) uključuju različite udaljenosti s različitim vremenom potrebnim za završetak triatlona u rasponu <1h do cijelodnevnih natjecanja.

Tablica 15. Udaljenosti pojedinih disciplina triatlona s obzirom na vrstu triatlona (AIS Sports Nutrition, 2009).

| Triatlon | Plivanje | Biciklizam | Trčanje |
|---|---|---|---|
| Sprint | 500 m | 20 km | 5 km |
| Olipmpijska udaljenost | 1500 m | 40 km | 10 km |
| Polu Ironman (70.3) | 1900 m | 90 km | 21.1 km |
| Long Course | 3000 m | 120 km | 30 km |
| Ironman | 3800m | 180km | 42.2 km |

Olimpijski triatlon, koji se sastoji od 1500m plivanja, 40km vožnje biciklom i 10km trčanja, najpopularniji je triatlon u svijetu. Kao takav, u službenom je rasporedu natjecanja Olimpijskih igara od 2000. godine (Olimpijske igre u Sydneyu) (Pavliša i sur., 2009).

Slijede preporuke nadoknade tekućine i ugljikohidrata za trening triatlonaca.

<u>2-4h prije treninga:</u>

- Unesti najmanje 480ml tekućine
- Konzumirati visoko ugljikohidratni obrok s malo masti i umjerenom količinom proteina
- Izabrati hranu na koju tijelo naviklo
- Konzumirati oko125-300g ugljikohidrata

<u>30-60 minuta prije treninga</u>

- Unesti oko 0.3 – 0.5g ugljikohidrata na 0.5kg tjelesne mase npr. 0.3 g ugljikohidrata za 75kg triatlonca - 1 mala banana, 480 ml sportskog napitka
- Konzumirati hranu na koju je sportaš navikao
- Konzumirati hranu s niskim udjelom vlakana
- Popiti 240-480ml tekućine 15 min prije aktivnosti

Tijekom treninga duljeg od 1h

- Piti 120-240ml tekućine svakih 15min
- 4% – 8% koncetracija ugljikohidrata, 0.5 – 0.7g natrija po litri
- Unesti 30-60 g/h ugljikohidrata
- Npr. 480ml sportskog napitka, 2 velike banane, većina energetskih pločica.

Oporavak nakon treninga

- Prehrana bogata ugljikohidratima, s niskom razinom masti i umjerenom količinom proteina
- 0.45g ugljikohidrata na pola kilograma tjelesne mase odmah po završetku

Preporuke unosa tekućine

Unutar 2h aktivnosti - 400-650ml

Unutar 10-20min od početka aktivnosti - 200-300ml

Tijekom aktivnosti – 180-350ml svakih 15-20 min.

Nakon aktivnosti - 750ml za svakih pola kg izgubljene tjelesne mase.

Aktivnosti dulje od 60min – konzumirati vodu s ugljikohidratima i elektrolitima (npr. sportski napitak) (Maurer, 2006).

Tijekom olimpijskog triatlona korisna strategija je imati sportski napitak u jednoj flaši i vodu u drugoj. Ovo je osobito važno tijekom toplih i/ili vlažnih dana kada su povećane potrebe za unosom tekućine. Naprimjer, sportaš može konzumirati minimalne količine sportskog napitka (npr. 300-400ml) a zatim dodatno popiti vode kako bi zadovoljio potrebe specifične za okoliš. Tijekom utrka u toplom okolišu može biti potrebno dodatnih 400-600ml vode dok će u hladnijem okolišu možda trebati samo 100-300ml.

Preporuča se konzumirati 400-600ml tekućine (npr. voda, sportski napitak, zamjenski obrok u tekućem stanju) s obrokom prije natjecanja kako bi se osigurala adekvatna hidracija prije aktivnosti. Prilikom situacija kada se predviđaju veliki gubici tekućine treba unositi 200-300ml sportskog napitka ili vode (ili kombinaciju obojeg) 10-15min prije početka plivanja, kako bi se promoviralo pražnjenje želuca tijekom utrke (SDA Sports Dietitians Australia, 2016).

Slijedeći savjeti za hidraciju prije, tijekom i nakon triatlona preuzeti su iz knjige „Final 7 Days to Your Best Triathlon“ (Regensburg, 2010).

**Jutro na dan utrke:**

1. Doručak bi trebao biti uobičajeni obrok prije dugotrajnog treninga, sa otprilike 500-1000kalorija, moguće i više ako je sportaš naviknut. Neki sportaši više preferiraju tekuće jutarnje obroke na dan utrke nego čvrstu hranu. U tome slučaju postoji mnogo zamjenskih obroka za popiti kao piće. Doručak bi se trebao sastojati i od nešto proteina ali unos vlakana treba biti minimalan.

2. Odmah po buđenju treba krenuti s hidracijom tijela uz elektrolite i nastaviti regularno s tom praksom. Hidraciju provoditi sa sportskim napitcima sve do 1h prije natjecanja tako da urin bude svijetlo žut.
3. Po potrebi se može konzumirati manji obrok 1h prije natjecanja. Nakon toga ne treba ništa konzumirati do 10min prije početka, kada bi trebalo popiti nešto vode (1 čaša vode-250ml)

**Prije utrke**:

1. Pojesti obrok nečega na što je sportaš naviknut 2-3h prije utrke, a ako je moguće unesti i manju količinu proteina unutar obroka. Proteini će pomoći ujednačiti apsorpciju i time iskoristivost ugljikohidrata tijekom duljeg perioda vremena.
2. Unesti (500-750 ml) tekućine s ugljikohidratima ili vode 2-3 h prije natjecanja
3. Jedan sat prije utrke konzumirati manji obrok (npr. energetska pločica ili sportski napitak) i 250-500ml vode.

**Savjeti za hidraciju tijekom natjecanja**:

Tijekom natjecanja konzumirati 200-250ml napitka s koncetracijom 6-8% ugljikohidrata i elektrolitima svakih 15-20min. Podatci sugeriraju da se gotovo pola izgubljene tekućine triatlonca izgubi tijekom faze trčanja zbog povećane aktivnosti mišića i smanjenog hlađenja zraka naspram bicikliranja. Stoga sportaši trebaju voditi računa o dobroj hidraciji tijekom bicikliranja i ne bi trebali izbjegavati stanice za vodu tijekom trčanja.

**Nakon utrke:**

1. Pojesti visoko glikemijski obrok s ugljikohidratima i proteinima unutar 30min nakon aktivnosti (provjeriti dostupnost hrane na cilju).
2. Nadomjestiti gubitak tekućine i elektrolita odmah po završetku aktivnosti. Konzumirati 600-700ml tekućine s elektrolitima.
3. Nastaviti puniti zalihe glikogena manjim obrocima bogatim ugljikohidratima svakih 2-3h nakon aktivnosti

Većina sportaša gubi između 800 i 4000mg natrija na sat (Rehrer, 2001. Cit. prema Peterson, 2014). Preporuke za elektrolite tijekom triatlona odnose se na koncetracije natrija u napitcima između 30-50mmol/L (1.7 – 2.9g/L soli) (Rehrer, 2001. Cit. prema Peterson, 2014). Važna napomena vezana za unos tekućina i elektrolita je upoznavanje sportaša s različitim napitcima prije triatlona. Time se izbjegavaju gastointestinalni problemi povezani sa konzumacijom nepoznatih proizvoda (Pfeiffer i sur., 2012. Cit. prema Peterson, 2014).

### 8.2.3. BICIKLIZAM

Klasična cestovna utrka cestovna utrka s konačnim ciljem je najčešći oblik biciklističkog natjecanja. Natjecanja se odvijaju na cesti od točke A do točke B ili na kružnoj stazi sa startom i ciljem na istom mjestu. Tipično ovakve utrke traju do 120km za bicikliste juniore, do 180km za mlade bicikliste i do 250km za bicikliste elitne kategorije. Od ostalih vrsta natjecanje u biciklizmu koje treba spomenuti s obzirom na trajanje je etapna utrka. Višednevna utrka koja se sastoji od klasičnih utrka, a može uključivati i nekoliko kronometara kao i kriterija. Na etapnim utrkama smiju nastupati samo ekipe i kada to dozvoljavaju propisi miješane ekipe (Durlen & Segnan, 2016). Vremena ostvarena u svim etapama (pojedinačnim utrkama) se zbrajaju i pobjednik je onaj koji ostvari najmanje ukupno vrijeme. Etapne utrke mogu trajati od nekoliko dana pa sve do tri tjedna kao Grand Tour utrke. U taj tip utrka spada i Tour de France, najpoznatija svjetska biciklistička utrka. Druge dvije Grand Tour utrke su Giro d'Italia i Vuelta a Espana (Kresonja, 2011).

O kakvim se utrkama radi po pitanju trajanja natjecanja govori podatak da je ovogodišnji pobjednik Giro d'Italie Vincezno Nibali završio natjecanje s ukupnim vremenom od 86h 32min i 49sec. Natjecanje se odvijalo od 6. - 29.5. kroz 21 etapu (UCL Union Cycliste Internationale, 2016).

Duljine jednodnevnih utrka koje su zanimljive za ovaj rad su slijedeće: Olimpijske igre i svjetsko prvenstvo elitnih muškaraca od 250 do 280km, a elitnih žena od 120 do 140km. Kontinentalna prvenstva i regionalne igre za elitne muškarce voze se do 240km a ze elitne žene do 140km. Zatim UCI ProTour čiju udaljenost određuje UCI ProTour vijeće, UCI Continental Utrke koje se voze najviše do 200km za elitne muškarce i svjetske utrke za elitne žene do 140km (Durlen & Segnan, 2016).

U natjecanjima ili etapama koje nisu dulje od 150km, preporučljivo je da natjecatelji dobivaju okrepu samo iz ekipnih vozila. Natjecatelji moraju doći do svojeg ekipnog vozila i vođa ekipe ih mora opskrbiti iz vozila. Hrana i piće se smiju dodavati samo iza sudačkog vozila i ni u kojem slučaju u grupi ili iza grupe. U drugim natjecanjima ili etapama organizator može osigurati okrepu u posebnim zonama. Opskrbna mjesta moraju biti označena i dovoljno duga da omoguće glatko obavljanje okrepe za sve ekipe i natjecatelje. Okrepa je zabranjena na usponima, spustovima, prvih 50 i zadnjih 20 km utrke. Sudački odbor može smanjiti početnih 50km, a to će ovisiti o atmosferskim prilikama, tipu i duljini utrke. Za vrijeme svjetskog prvenstva i olimpijskih igara okrepa je dozvoljena jedino sa stalnog opskrbnog mjesta (pit) koji je smješten duž staze i to samo u vremenu koje je odredio UCI za svaku stazu posebno (Durlen & Segnan, 2016).

Jedna od najvažnijih stvari o kojoj biciklisti moraju voditi računa je konzumacija dovoljne i adekvatne tekućine, prije, za vrijeme i nakon treninga i utrka. Biciklisti konzumiraju 3-5L tekućine dnevno, a na nekim težim natjecanjima (Tour de France) i po 10L na dan. Preporučljivo je koristiti tekućinu koja u sebi ima 8-10% ugljikohidrata (glukozni polimeri, malo glukoze, fruktoze), uz dodatak elektrolita. Pravilna hidracija potrebna je i prije treninga, odnosno natjecanja, s time da se neposredno prije treninga/utrke popije oko pola litre napitka, a tijekom napora trebalo biti uzimati oko 600ml/h tekućine. Također odmah po završetku sportske aktivnosti, obavezna je dodatna konzumacija tekućine, da se nadoknadi izgubljeno (Desnica, 2000).

Dovoljan unos tekućine važan je za postizanje maksimalnih sposobnosti. Isparavanje tekućine kroz znojenje i dah je često neprimjetno, naročito u hladnim uvjetima. Na većim temperaturama gubi se više tekućine. Tjelesna tekućina je od ključne važnosti za sposobnost podnošenja napora. Biciklist mora steći naviku stalnog ispijanja tekućine dok je na biciklu. Važno je da dobra hidracija bude sprovedena već prije samog početka utrke jer razlika u sposobnostima pri visokom intenzitetu može biti vidljiva već nakon 15 minuta vožnje. Sat vremena prije vožnje ili utrke potrebno je unijeti u organizam 3-5dl tekućine, a ako su visoke temperature hidraciju treba započeti već 2 sata prije vožnje. Pri normalnoj brzini pražnjenja u vožnji je moguće popiti dva bidona (plastične boce) na sat. Veći unos tekućine najčešće dovodi do mučnine (Kresonja, 2011).

Preporučljivo je 2-3 dana prije natjecanja biti na visoko-ugljikohidratnoj prehrani, kako bi došlo do punjenja energetskih depoa, uz dovoljan unos tekućine. Za vrijeme svake utrke koja traje jedan sat ili duže, izuzetno je važna adekvatna prehrana i hidracija jer se time poboljšava efikasnost izvedbe, i odgađa umor natjecatelja (Desnica, 2000).

Unos ugljikohidrata tijekom bicikliranja pokazuje da iskorištavanje glikogena iz mišića ostaje nepromjenjeno. Dok prilikom trčanja postoje naznake da je smanjena razgradnja glikogena u mišićima, posebno mišićnim vlaknima tipa 1. Unos ugljikohidrata rezultirat će poboljšanjem izvedbe kod biciklista i trkača, samo mehanizam kojim se ostvaruje poboljšanje ne mora nužno biti isti. Oksidacija egzogenih ugljikohidrata je podjednaka u trkača i biciklista, stoga bi i preporuke trebale biti slične (Jeukendrup, 2011). Po hladnijem vremenu i lakšoj stazi lakše je jesti čvrstu hranu. Tekuću hranu lakše je probaviti prilikom višeg intenziteta. Tijekom dugih vožnji čvrsta hrana održava apetit. Ako se izgubi apetit riskira se uzimanje nedovoljne količine hrane i iscrpljenost. Čvrsta hrana mogu biti manji sendviči s marmeladom, kremastim sirom ili šunkom, štrudle sa smokvama, kao i pite. Ovo je moguće samo ako je želudac naviknut na takvu prehranu tijekom vožnje na biciklu. Na biciklu treba imati naviku stalno jesti i piti. Piti 4 puta na sat, jesti 2-3 puta na sat po 20-30g ugljikohidrata (otprilike pola banane ili energetske pločice) (Kresonja, 2011).

Nakon iscrpljujućeg natjecanja nužno je što prije nadoknaditi izgubljenu tekućinu i popuniti energetske rezerve ugljikohidrata. Sinteza glikogena vrlo je brza u prvih 4-6 sati (najbrža u prva dva sata), a onda znatno sporija u slijedeća 24 sata (Desnica, 2000).

### 8.2.4. PLIVANJE NA OTVORENOM

Uvođenjem prvih Fininih programa natjecanja 1991. u Perthu u Australiji (25-km maraton) i 2008. u Pekingu na olimpijskim igrama (utrka na 10km) povećao se interes za plivanjem na otvorenom. Natjecanja od 5 - 25km su dio istaknutog FINA Svjetskog prvenstva, a međunarodni krug utrka sastoji se od natjecanja duljine 5 - 88km.

Trajanje većine natjecanja u plivanju na otvorenom (1-6h) predstavlja posebne fiziološke zahtjeve na termoregulaciju, hidraciju i zalihe energenata. Promjenjivi čimbenici okruženja, uključujući varijabilnu temperaturu vode i zraka, vlažnost, solarnu radijaciju i nepredvidljive valove specifični su za plivanje na otvorenom. Plivači utrka na otvorenom većinu svojih treninga odrađuju u kontroliranim uvjetima u bazenima koje nadopunjuju s plivanjem na otvorenom. Prema podatcima VanHeesta i sur. (2004. Cit. prema Shaw i sur. 2014). vrhunski plivači na otvorenom tjedno prelaze udaljenost oko 6km na treninzima, dok je prosječan iznos plivača u bazenima 40-70km tjedno. Maksimalan primitak kisika plivača na otvorenom iznosi 88ml/min/kg za muškarce i 66ml/min/kg za žene (Shaw i sur. 2014).

Prema definiciji United States Master Swimming natjecanja u plivanju na daljinu su ona koja se plivaju najmanje 1508.8m ili ona u trajanju 1h i više. Natjecanja se mogu održavati na bilo kojim vodama, prirodnim ili umjetnim. Plivači na otvorenom se susreću s različitim zahtjevima na dan utrke. Ne samo što moraju otplivati određenu udaljenost i održavati određeni tempo utrke već se moraju nositi s hladnoćom određeno vrijeme i općim vremenskim uvjetima, posebice vjetrom. Ako nadomještanje ugljikohidrata 30-60g/h nije moguće tijekom velikih udaljenosti u plivanju na ovorenom punjenje ugljikohidratima je slijedeća najbolja opcija. To je bolje postići čestim unosom manjih obroka nego unošenjem velike količine hrane noć prije ili tijekom jutra na dan natjecanja.

Slijede preporuke za natjecanje u plivanju na otvorenom dobivene uz pomoć prestižnih natjecatelja Karen Burtona (dvostruki pobjednik maraton plivanja) i Tobie Smitha (bivši svjetski prvak na 25km u plivanju na otvorenom) (Eberle, 2007:254*; vlastiti prijevod).

1. **Prije utrke: Utrku treba započeti u euhidriranom stanju i s popunjenim zalihama ugljikohidrata.**

Zalihe glikogena treba puniti najmanje 3 dana prije utrke hranom i napitcima (50 - 70 g/240ml) bogatim ugljikohidratima. Ako se sportaš osjeća letargično i više pospano nego inače potrebni su kratki odmori tijekom dana**.** Treba piti mnogo tekućine kako se bliži natjecanje. Smith predlaže konzumaciju usitnjene hrane koja se lakše probavlja noć prije

natjecanja. Sportaši ne bi trebali večer prije natjecanja „preskakati“ obrok i treba planirati obrok ujutro na dan natjecanja (Eberle, 2007:254*; vlastiti prijevod).

Da je potrebno započeti dugotrajnu aktivnost s popunjenim zalihama glikogena potvrđuje nam rad Costila i sur. (1988) koji su zabilježili da plivanje 5,5km visokim intenzitetom značajno smanjuje zalihe glikogena što rezultira smanjenjem pređene udaljenosti po zaveslaju (Costill i sur., 1988), odnosno smanjenjm efikasnosti zaveslaja. Zamparo i sur., (2005) iznose da je efikasnost zaveslaja važna determinanta utroška energije kod plivača na otvorenom, stoga je važno održavati endogene zalihe ugljikohidrata kod istih (Shaw i sur. 2014).

**2. Tijekom utrke: Konstantan unos prema rasporedu.**

Standaran raspored unosa je 240ml tekućine s elektrolitima svakih 15min. Ugljikohidrate treba unositi 20g po obroku ili 70-80g/h. Tijekom plivanja u toplim vodama pića na brodu bi trebala biti blago rashlađena**,** ali ne jako hladna. Piće s okusom je posebno osvježavajuće kada se pliva u slanoj vodi, jer se u ustima i na jeziku stvara slina i moguće je žarenje u grlu zbog slane vode. U hladnijim vodama topliji napitci mogu pomoći kao izolacija iznutra prema van. Treba izbjegavati unos samo vode ako je natjecanje dulje od 90min, jer su tada potrebni ugljikohidrati i elektroliti koje možemo dobiti iz sportskih napitaka (Eberle, 2007:254-255*; vlastiti prijevod).

Prema Shawu i sur. (2014) po ulasku u prostor za nadoknadu hrane i pića plivači koriste jednu od dvije tehnike nadoknade: Zaustavljaju se, pronalaze osobu zaduženu za svoju nadoknadu i unose potrebnu hranu i/ili piće, ili održavajući brzinu kretanja plivajući na leđima unose potrebne nutrijente i tekućinu te se potom okreću i nastavljaju dalje plivati. Svaka od ovih tehnika zahtjeva određeno vrijeme koje može utjecati na ritam plivanja, što više dolazi do izražaja kod kraćih utrka.

Nije preporučljivo preskakanje mjesta za nadoknadu, osobito kada se sportaš osjeća dobro i sve ide prema planu. Tijekom treninga treba eksperimentirati s pićima koja se namjeravaju koristiti tijekom utrke. Treba planirati unos većine potrebnih kalorija putem pića. Dobar znak da se pije dovoljno tekućine je uriniranje svakih 30-ak minuta, iako će ovaj vremenski interval zavisiti od temperature vode. Potrebe za uriniranjem su veće prilikom plivanja u hladnoj vodi nego prilikom plivanja u toploj kada je uriniranje rijeđe (Eberle, 2007:254-255*; vlastiti prijevod).

**3. Ponesti čvrstu hranu kao rezervu energije**.

Kolačići, energetske pločice (narezane u manje dijelove), konzervirano voće, banane, i slatkiši na brodu su neke opcije podizanja energije sredinom utrke kada to sportaš najčešće treba. Ove kalorije bi trebale biti zamjena kalorijama koje se unose pićem. Ako se sportaš osjeća slabo trebao bi smanjiti vrijeme nadoknade na 10-12min ili čak i manje. Niska razina šećera u krvi se može manifestirati kao slabost i gubitak snage (Eberle, 2007:255*; vlastiti prijevod).

4. **Nakon utrke: Nadoknaditi zalihe glikogena**

Oporavak treba započeti sa unosom 1L tekućine s visokom koncetracijom ugljikohidrata. Obrok bi trebalo konzumirati unutar 2h po završetku utrke. Tijekom sezone plivanja na otvorenom pliva se 3-4 vikenda za redom, stoga je oporavak od izuzetne važnosti. Za očekivati je da će apetit porasti prvih nekoliko dana nakon utrke, stoga treba biti pripremljen i imati nužnu hranu pri ruci (Eberle, 2007:255*; vlastiti prijevod).

5. **Budite osjteljivi na temperaturu zraka i vode.**

Plivanje na otvorenom se može održavati u uvjetima 16 C° vode uz 10 C° temperature zraka sve do 28 C° vode i 32 C° zraka. Generalno je potreban dodatan unos tekućine i obroka u oba ekstremna uvjeta. Postoji povećan rizik od dehidracije u toplom okolišu. U hladnijem okolišu veći je utrošak energije zbog potrebe održavanja tjelesne temperature. U toplom okolišu prijedlog je povećati učestalost nadoknađivanja na svakih 6 do 8 min ili povećati unos na način da se pije jedna čaša vode zajedno s čašom tekućine s elektrolitima. Tijekom natjecanja u toplom okolišu poželjno je imati rashladni uređaj (hladnjak) da se tekućina održi rashlađenom tijekom utrke. Za natjecanja u hladnom okolišu treba ponjeti toplu vodu. (Eberle, 2007:255-256*; vlastiti prijevod).

Jedan od preporučenih načina regulacije termalnog stresa je unos hladnih napitaka (<4 °C) i/ili smjesa leda (malih komadića leda i tekućine) prije aktivnosti. Jedno istraživanje provedeno na skupini plivača na otvorenom je pokazalo da unos hladne vode značajno smanjuje tjelesnu temperaturu i osjećaj termalnog stresa, osobito tijekom treninga navečer u toplom bazenu (29 °C); (Hue i sur., 2013; Cit. prema Shaw i sur. 2014). Ove strategije se mogu razmatrati kod plivanja na otvorenom kada su temperature vode iznad 30 °C i u trajanju duljem od 2h (Shaw i sur. 2014).

6**. Budite svijesni simptoma hipotermije koja se može pojaviti kako u toploj tako i hladnoj vodi.**

Treba imati na umu da sportašima koji su trenirali u bazenima s temperaturama iznad 27°C može biti hladno prilikom natjecanja u vodi od 21°C. Rani znakovi uključuju osjećaj hladnoće (osobito dužinom leđa), nemogućnost držanja spojenih prstiju prilikom plivanja i drhtanje.

Trener ili sudac na brodu bi trebali donositi odluku kada će se izvući plivač iz vode. Ta odluka ne bi trebala biti na plivaču. Plivač u nevolji nije u mogućnosti plivati ravno kao po liniji, čini se plav, teško priča i može biti dezorijentiran. Kada je u sumnji, sudac postavlja nekoliko provokativnih pitanja za razmišljanje kao naprimjer ime nekog člana obitelji ili traži od plivača da broji unazad 20 sekundi. (Eberle, 2007:256*; vlastiti prijevod).

S obzirom da se toplina tijela prenosi na vodu i to 60 puta brže nego u zrak, hladna voda može predstavljati opasnost u jako kratkom vremenu. Receptori za toplinu na licu reagiraju refleksno na hladnu vodu i sužavaju krvne žile u ekstremitetima kako bi se topla krv zadržala tamo gdje je najpotrebnije, u trupu i glavi. Dolazi do zadihanosti i na trenutak zadržavanja daha. Smanjuje se frekvencija srca, krvni tlak se podiže a zatim slijedi hiperventilacija. Ove reakcije su poznate kao šok hladne vode. Tijelo se ubrzo adptira na razinu koja „ne izaziva alarm“ i moguće je krenuti plivati (Shaw i sur. 2014).

Protokol za navikavanje na hladnu vodu:

- 6 uzastopnih dana vježbe,
- 3 minute uranjanja u vodu do vrata bez odijela,
- voda na 16 °C ili hladnija (Shaw i sur. 2014).

7. **Veza tjelesne mase i postotka tjelesne masti**.

Nešto više kilograma tjelesne mase i veći postotak masnog tkiva može biti prednost za plivače na otvorenom zbog plovnosti i bolje tolerancije hladne vode. Generalno, treba voditi računa o prehrani uglavnom ugljikohidratima i adekvatnim količinom proteina i masti te dozvoliti tijelesnoj masi da se smjesti tamo gdje joj je mjesto.

8. **Spremnost na izazove međunarodnih utrka**

Ponesti sa sobom svu hranu i pića koja se namjeravaju koristiti tijekom utrke. Postoji mogućnost da tim potpore nije sa sportašem stoga treba razgovarati sa nadležnima na brodu o rasporedu nadoknade. Sportaš može postaviti alarm na svakih 15min kao podsjetnik za nadoknadu. Kako se sportaš nebi razbolio, prije natjecanja treba slijediti standardne mjere opreza za jelo i piće u stranoj zemlji (Eberle, 2007:256*; vlastiti prijevod).

## 9. ZDRAVSTVENI PROBLEMI PRI SPORTOVIMA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

### Dehidracija

Jednostavnim riječima, dehidracija se pojavljuje kada je više vode izgubljeno nego uneseno u tijelo. Prema definiciji dehidracija znači da je količina tjelesne vode ispod optimalne. Već je navedeno da iznos od 2% gubitka tjelesne vode rezultira značajnim smanjenjem sportske izvedbe. Uobičajeni rizici za dehidraciju uključuju: povraćanje, proljev, neadekvatan nadomjestak tekućine, velike stope znojenja, laksativi, diuretici, prehrambene restrikcije, stanje groznice. Jedini način da se izbjegne dehidracija uz pretpostavku da postoji konstantno gubljenje vode je unos jednake količine tekućine. Važno je da sportaš prepozna znakove dehidracije. Žeđ je očigledan znak, ali sportaši bi trebali naučiti nadzirati urin radi boje i volumena. Niska koncetracija i tamna boja urina su oboje znaci dehidracije koja može prethoditi osjetu žeđi. Neki sportaši ne uspijevaju nadomjestiti tekućine čak i kada im je ona lako dostupna (odnosi se na dobrovoljnu dehidraciju): drugi pak postaju dehidrirani kao rezultat naporne aktivnosti posebno u toplim i vlažnim okolišima, kada je teško adekvatno nadoknaditi tekućinu (odnosi se na nenamjernu dehidraciju). Bez obzira na uzrok, sportaši bi trebali biti svjesni da će dehidracija rezultirati negativno u smislu rezultata izvedbe i smanjenim mentalnim funkcijama (Benardot, 2012:98*; vlastiti prijevod).

Smanjenje volumena plazme koje slijedi dehidraciju može znatno utjecati na radnu sposobnost. Dotok krvi prema mišićima treba biti održan na visokoj razini kako bi bili opskrbljeni dovoljnom količinom kisika i energenata. Međutim, potreban je i velik dotok krvi prema koži kako bi se toplina prenijela na površinu tijela, s koje se prenosi u okolinu. Kada je temperatura okoline visoka, a volumen krvi smanjen zbog gubitka tekućine znojenjem, dolazi do smanjenja protoka krvi kroz kožu kako ne bi došlo do promjena u centralnom venskom tlaku i protoku krvi kroz mišiće. To međutim uzrokuje smanjenje gubitka topline kroz kožu i uzrokuje porast tjelesne temperature (Mišigoj-Duraković, 1995). Za primjer uzmimo rad Gonzale`z-Alonsa i sur. (1995; Cit. prema Péronnet, 2010) koji su u kontroliranim uvjetima pokazali razliku u temperaturi 39.5°C naspram 38°C. Zbog povećanja tjelesne temperature i manjka tekućine u tijelu, osobito u cirkulacijskom sistemu, teže je bilo održati intenzitet aktivnosti kao što je i zabilježeno višom razinom percepcije napora (Péronnet, 2010).

Hipohidracija i hipertermija degradiraju kognitivne funkcije, pri čemu je izraženiji utjecaj hipertermije nego blage hipohidracije, ali ta su dva stanja usko povezana pri tjelesnoj aktivnosti u toplom okolišu. Vo2 maks. smanjuje se za 2,9% za svaki postotak gubitka tjelesne mase nakon granice od 3,1% (Šatalić i sur., 2016:204*).

Utjecaj dehidracije na kardiovaskularne i termoregulacijske funkcije je mjerljiv tijekom aktivnosti (unutar 30min) sa smanjenjem tjelesne mase od približno 1%; kako se razina dehidracije povećava, pogoršanje fizioloških funkcija progresivno raste. Naprimjer

progresivna dehidracija do 4,9% tjelesne mase tijekom 2 sata bicikliranja u toplim uvjetima (65%vo2maks; 35°C) uzrokuje da se frekvencija srca, tjelesna temperatura, i predodžba napora konstantno povećavaju tijekom vremena, dok se volumen krvi, udarni volumen, minutni vulmen srca, i protok krvi kroz kožu smanjuju (Murray, 2007).

Slične rezultate su dobili Montain i Coyle (1992.) koji su pokazali da su razine dehidracije od -1%, -2%, -3% i -4% tjelesne mase progresivno sve više štetne za kardiovaskularnu i termoregulacijsku funkciju.

Ovi i drugi podatci su doveli Cheuvronta i sur. (2003) do zaključka da dehidracija potiče preuranjen umor tijekom održavanja intenziteta aktivnosti povećavajući termoregulacijski stres, kardiovaskularni napor, negativne promjene u vidu mišićnog metabolizma (npr. povećanje stope iskorištavanja glikogena) i promjene u funckioniranju središnjeg živčang sustava (npr. smanjena motivacija i napor).

Ebert i sur. (2007.) su objavili rad napravljen da odredi de li će gubitak tjelesne mase povezan s dehidracijom poboljšati izvedbu u bicikliranju uzbrdo na način „da se smanji teret“ zbog gubitka mase tijela, i time smanji potrošnja energije bicikliranja ili povećanjem omjera snage i mase tijela. Bilo koji od ova 2 parametra bi teoretski trebao rezultirati u boljoj izvedbi. Ispitivanje se sastojalo od 2h kontinuirane vožnje biciklom na 53% ranije određene maksimalne aerobne snage ispitanika te nakon toga bicikliranja do iscrpljenosti. Na kraju 2h vožnje ispitanici s niskim unosom tekućine su bili dehidrirani u prosjeku -2,5% početne tjelesne mase; dok je dehidracija prevenirana režimom visokog unosa tekućine (u prosjeku +0,3% promjene u tjelesnoj masi). Nakon cjelokupne izvedbe ispitanici s niskim unosom tekućine bili su dehidrirani u prosjeku 3,6% tjelesne mase a ispitanici s visokim unosom tekućine 1,3% tjelesne mase. Svaki ispitanik s niskim unosom tekućine je bio lošiji u izvedbi. Prosječno vrijeme do iscrpljenosti bilo je 5,6min kraće, s relativno lošijom izvedbom od 28,6%. Autori su zaključili da hipertermija izazvana dehidracijom nadmašuje teoretske koristi utjecaja smanjenja tjelesne mase na povećanje omjera snage i mase tijela i utroška energije tijekom bicikliranja (Murray, 2007).

Goublet (2012) tvrdi da je radna uspješnost dugotrajne aktivnosti maksimizirana kada je osmolalnost plazme, ne i tjelesna masa, optimalno regulirana tijekom aktivnosti. Senzacija žeđi je primarno, ali ne i u potpunosti, regulirana razinom osmolalnosti plazme i smještena je u rasponu koji je prihvatljiv i normalan za ovu varijablu (280 – 296mOsmol/kg). Konstantno nadoknađivanje i zadovoljavanje žeđi tijekom aktivnosti bi trebalo održati homeostazu izvanstanične tekućine i maksimizirati izvedbu izdržljivosti. Senzaciju žeđi nije lako definirati, vjerojatno zato jer se stupnjevito razvija. Osmotski potaknutu žeđ karakterizira osjećaj suhoće, ljepljivosti i gustine u ustima, na jeziku, i u ždrijelu. Ovi simptomi brzo nestaju po adekvatnom nadomještanju tekućine (Goublet, 2012).

Simptomi dehidracije prema postotku gubitka tjelesne tekućine:
0% --- bez simptoma, optimizirana izvedba, normalna regulacija topline u tijelu
1% --- stimulirana je žeđ, dolazi do promjene u regulaciji tjelesne topline, izvedba je slabija
2% --- dodatno pogoršanje regulacije topline u tijelu, smanjuje izvedbu, povećana žeđ
3% --- manje ili jednako pogoršanje izvedbe
4% --- smanjena izvedba za 20-30%
5% --- glavobolja, razdražljivost, umor
6% --- slabost, značajan pad termoregulacije
7% --- najvjerojatnije kolaps ako se ne prestane s aktivnošću
10% -- koma
11% -- smrt
(Grandjean & Ruud, 1994).

Kako ne bi došlo do prekomjerne dehidracije sportaši trebaju voditi računa o vlastitim potrebama za tekućinom. Jedan od praktičnih načina određivanja individualnih potreba je mjerenje gubitka tjelesne mase. Girard Eberle (2007) iznosi slijedeću formulu za izračunavanje stope znojenja po satu.
Tjelesna masa prije vježbanja – tjelesna masa nakon vježbanja (u kilogramima) + unos tekućine tijekom vježbanja (u litrama) = Individualne stopa znojenja po satu
Bilješke
1. Zabilježiti tjelesnu masu prije i nakon vježbanja bez odjeće
2. Svaki izgubljeni kg jednak je 1L tekućine
3. Ova formula ne pretpostavlja izlučivanje urina
Na primjeru to izgleda ovako:
Tjelesna masa prije vježbanja: 60kg
Tjelesna masa nakon vježbanja: 58.5kg
Količina konzumirane tekućine tijekom aktivnosti: 1L (1kg)
Trajanje vježbanja: 2h
1. Deficit tekućine u tijelu: 60kg – 58.5kg =1.5kg
2. Ukupan izgubljeni znoj: 1.5L + 1L (unesena tijekom vježbanja)= 2.5L
3. Stopa znojenja na sat= 2.5L/2h = 1,25L/h
4. Potrebe za tekućinom da bi se nadomjestili gubitci znojem= 310ml svakih 15min
Postoji nekoliko načina kako prepoznati dehidraciju. Neobjašnjujući porast srčane frekvencije, porast percepcije napora (aktivnost se čini teža nego što bi trebala biti), male količine tamnog urina, vrtoglavice i glavobolje, grčevi u mišićima (Fluid First-Hydration in Sports, 2016; vlastiti prijevod).

Prema Murrayu (2007) u uvjetima kada se značajna dehidracija ne može izbjeći npr. kod sportaša s obilnijim znojem ili kada tekućina nije dostupna, cilj bi trebao biti smanjiti dehidraciju unosom količine tekućina koliko je moguće podnjeti, i iskorištavanjem svake prilike da se smanje stope znojenja (vrijeme zagrijavanja svesti na minimum, skidanjem odjeće i opreme, češćim pauzama, smanjenjem intenziteta vježbanja i korištenjem prednosti gubljenja topline povezanog s izloženosti povjetarcima i povećanom radijacijom topline u hladu).

Ukratko dehidracija može negativno utjecati na široki raspon fizioloških funkcija, čiji je kombinirani utjecaj lošija izvedba. Tijekom aktivnosti može doći do dehidracije 1-8% tjelesne mase s obzriom na to koliko se adekvatno nadoknađuje tekućina

**Gastrointestinalne smetnje**

Česte su pritužbe na gastrointestinalne smetnje kod trkača na duge staze, triatlonaca i drugih sportaša (Jeukendrup i sur., 2005; Cit. prema Holmes, 2008).

Simptomi koji se prijavljuju uključuju mučninu, povraćanje, nadutost ili osjećaj napuhanosti, grčeve u trbuhu, proljev i vrtoglavicu.

Istraživana je prisutnost gastrointestinalnih poremećaja kod trkača maratona 1986. na Belfast maratonu. Od 471 trkača koji su bili ispitani njih 83% prijavilo je da je imalo jednu ili više gastrointestinalnih smetnji tijekom ili nakon maratona (Riddock i sur., 1988. Cit. prema. Holmes, 2008; vlastiti prijevod). U jednom istraživanju na triatloncima 92% od 33 ispitanika prijavilo je barem jednu smetnju tijekom natjecanja (Jeukendrup i sur., 2000. Cit. prema Holmes, 2008; vlastiti prijevod).

Rehrer i sur. (1992. Cit prema Jeukendrup, 2011) u istraživanju iznose raspon od 10% - 95% ovisno o natjecanju, uvjetima okoliša i metodologiji korištenoj za procjenu gastointestinalnog stresa. Pfeiffer i sur. (2011. Cit prema Jeukendrup, 2011) su zabilježili teške gastrointrestinalne smetnje u rasponu od 4% kod maratonaca i biciklista sve do 32% u Iroman natjecanjima. Postoji velika korelacija između gastrointestinalnih simptoma i prethodnih gastrointestinalnih problema, što je možda djelomično vezano uz genetiku. Prema Rehreru i sur. (1992. Cit prema Jeukendrup, 2011) tijekom polu ironman triatlona gastointestinalne smetnje uzokovane su ingestijom vlakana, masnoća, proteina i koncetriranim ugljikohidratnim otopinama. Čini se da su napitci s visokom osmolalnosti bili uzrok djela zabilježenih smetnji. Bez obzira na veličinu smetnji, blage ili teške, etiologija gastointestinalnih smetnji u sportaša izdržljivosti još uvijek nije u potpunosti shvaćena (Jeukendrup, 2011).

Čimbenici koji utječu na gastrointestinalne smetnje:

a) Status treniranosti: Slabo trenirani sportaši su više podložni.

b) Unos hrane prije natjecanja: Obrok bogat vlaknima, mastima ili proteinima će vjerojatno izazvati smetnje, osobito ako se konzumira neposredno prije aktivnosti

c) Intenzitet vježbanja: Vrhunski sportaši koji se natječu velikim naporima češće prijavljuju ove probleme.

d) Razina dehidriranosti: Pražnjenje crijeva je sporije ako je sportaš dehidriran, takvi sportaši prijavljuju značajno više gastrointestinalnih simptoma nego dobro hidrirani sportaši.

e)Konzumacija sportskih napitaka: Neka istraživanja govore da koncentrirana hiperosmotična sportska pića mogu izazvati smetnje (Holmes, 2008).

**Toplinski grčevi**

Bolni spazmovi u nogama i području trbuha su obično rezultat nedostatka tekućine i elektrolita uzrokovanog značajnom dehidracijom. Najčešće se pojavljuju kod ljudi koji se jako znoje i koji gube više nego je uobičajeno natrij i ostale elektrolite (uključujući kalij, kalcij i magnezij) u znoju. Za njih je adekvatno pijenje napitaka s natrijem tijekom aktivnosti posebno značajno. Na prvi znak nehotičnog grčenja mišića sportaš bi trebao konzumirati 480ml sportskog napitka nadopunjenog žličicom soli. Nakon toga bi trebao nastaviti s konstantnim unosom sportskih napitaka nadopunjenih natrijem do kraja aktivnosti. Naznake sportaša sklonih grčevima: Povijest toplinskih grčeva, neadekvatno konzumiranje natrija (prehrana s ograničenim unosom soli), izdašno znojenje rano tijekom aktivnosti, loše navike hidracije tijekom vježbanja, znoj bogat sa soli, vidljivi (nalik na kredu) tragovi soli na tijelu i odjeći, neprilagođenost na topli i okoliš s visokom vlagom, obiteljska povijest cistične fibroze (Bernadot, 2012:109*; vlastiti prijevod).

**Toplinska iscrpljenost**

Simptomi toplinske iscrpljenosti uključuju slabost, hladnoću i ljepljivu kožu, osjećaj nesvjestice, zamor, mučninu i slab puls. Moguće je da se osoba s velikim nedostatkom vode u tijelu prestane znojiti te da se koža čini suhom. Ovi simptomi su povezani s nedovoljnim protokom krvi prema mozgu, sa stradalcem još uvijek nogama na tlu ali u polusvjesnom stanju. Simptomi često dobro reagiraju na brzo hlađenje, tako da bi žrtve toplinske iscrpljenosti trebalo hladiti sa svim mogućima sredstvima. Primjena mokre, ledeno-hladne odjeće na tijelo i stavljanje stradalca u hladnu kupku su oboje učinkoviti. Nakon povratka pune svijesti, sportašu se mogu dati gutljaji rashlađene tekućine, ali ovo ne treba forsirati jer može izazvati mučninu. Sportaš koji je pretrpio toplinsku iscrpljenost ne bi se trebao vratiti tjelesnoj aktivnosti toga dana. Umjesto toga osoba bi trebala provesti ostatak dana hladeći se i hidrirajući pićima s nešto natrija, poput sportskih napitaka. Sportaš ni pod

kojim uvjetima nakon što se prestao znojiti nebi trebao nastaviti s aktivnošću jer to može uzrokovati nagli i opasni porast tjelesne temperature (Bernadot, 2012:109*; vlastiti prijevod)

**Toplinski udar**

Toplinski udar je vrlo opasno stanje, karakterizirano visokom tjelesnom temperaturom (obično iznad 40.5 °C), vrućom i suhom kožom, i ubrzanim pulsom. Isto tako je moguće da sportaš gubi i ponovo dolazi ka svijesti. Prvo što treba napraviti u slučaju toplinskog udara (hipertermije) je pozvati hitnu pomoć. Potom treba učiniti sve što je u moći da se rashladi sportaša (skidanje odjeće, hladna voda, kupka spužvom, rashlađivanje ventilatorom, kupka u hladnoj vodi). Vodu ne treba davati sportašu dok ne dođe svijesti (Bernadot, 2012:110*; vlastiti prijevod).

Najvažniji čimbenici koji određuju rizik za toplinski udar su stopa kojom sportaš proizvodi toplinu i mogućnost okruženja da primi toplinu. Stopa proizvodnje topline u sportaša je određena njegovom stopom proizvodnje energije što je rezultat njegove tjelesne mase i brzine kretanja. Rizik za toplinski udar je veći kod sportaša koji trče utrke na 10km nego za maratonce, zbog bržeg tempa utrke. Teži sportaši su pod većim rizikom od problema vezanih za toplinu od lakših (Noakes, 2003. Cit prema Duvilard i sur., 2004; vlastiti prijevod).

Prema Bernadotu (2012) rizični čimbenici za toplinski udar su:
Povećano endogeno opterećenje toplinom **-** prenaprezanje, lijekovi
Povećano egzogeno opterećenje toplinom - temperatura, izlaganje suncu
Smanjeni prijenos topline u okolinu:
Egzogeno - vlažnost, nepropusna odjeća i previše odjeće
Endogeno - dehidracija, neaklimatiziranost, zaliječene opekline, lijekovi
Ostalo: Trenutni zdravstveni problemi (npr. infekcije gornjeg dijela dišnog sustava, gastroenteritis) i prethodni toplinski udar (Bernadot, 2012:110*; vlastiti prijevod).

**Hiponatremija**

Dugotrajna tjelesna aktivnost može uzrokovati niske razine natrija u krvi, odnosno hiponatremiju. Riječ hiponatremija doslovno znači niska (hipo) razina natrija (Na) u krvi (emia). Do toga stanja može doći zbog prekomjerne količine unosa vode, koja može razrijediti koncetraciju natrija u krvi. Razrijeđenost natrija kao rezultat vodi smanjenom volumenu krvi, što je uzrok simptoma hiponatremije (Bernadot, 2012:110-111*; vlastiti prijevod).

Zbog niske koncetracije natrija inducira se premještanje vode iz izvanstanične tekućine u stanicu: dolazi do oticanja pluća, mozga, ugroženo je funkcioniranje živčanog sustava (Šatalić i sur., 2016).

Neadekvatan unos natrija kod visoke stope gubljenja tekućine i natrija putem znoja također može uzokovati hiponatremiju. Stoga je poželjno je konzumirati nadomjesne tekućine koje sadrže adekvatnu koncetraciju natrija kada je to potrebno.

Niska koncetracija natrija u krvi najčešće se pojavljuje u sportaša koji gube velike količine natrija kroz znojenje tijekom dulje aktivnosti. Ograničavanje svakodnevnog unosa natrija u prehrani može također uzokovati ovo potencijalno pogubno stanje.

Osim ako ne postoje kontraindikacije a sportaš je pod nadzorom liječnika, dodavnje soli jelima i pićima je poželjna strategija za izbjegavanje niske razine elektrolita u krvi i smanjenje rizika od hiponatremije.

Znakovi i simptomi niskog natrija u krvi uključuju sljedeće: glavobolja, natečenost prstiju i gležnjeva, napuhnutost, konfuzija, plućni edem, mučnina, grčevi, koma.

Neposredno prije maratona u Bostonu 2003., organizacija USA Track & Field je objavila smjernice za nadomještanje tekućine za trkače na duge staze koje su napravljene kako bi smanjile rizik od hiponatremije. Prethodne smjernice poticale su trkače da unose što više tekućine i tako "ostanu ispred" žeđi, dok novije savjetuju da se pije onoliko tekućine koliko se izgubi znojenjem tijekom utrke, i ne više od toga (Bernadot, 2012:112-113*; vlastiti prijevod).

Čimbenici rizika za hiponatremiju prema Šatalić i sur. (2016:205*):

- pretjeran unos tekućine
- povećanje tjelesne mase >4% tijekom aktivnosti
- niska tjelesna masa
- ženski spol
- sporo trčanje, trajanje aktivnosti >4h
- neiskusan trkač
- lako dostupna tekućina
- ekstremne temperature okoliša

Prema Bernadotu (2012:112-113*; vlastiti prijevod) sportaši s povećanim rizikom za hiponatremiju su oni:

• koji uzimaju NSAID (ljekovi);
• s niskim unosom natrija putem prehrane;
• koji piju vodu ili druga pića bez natrija tijekom vježbanja;
• koji nisu aklimatizirani na toplo vrijeme ili su slabo trenirani;
• kojima treba dulje od 4 sata za završetak aktivnosti.

Najveći rizik od hiponatremije imaju sportaši koji proizvode velike količinu znoja s relativno visokom koncentracijom natrija i koji konzumiraju velike količine obične vode (koji ne sadrži natrij). Većina sportaša s prosječnom stopom znojenja i prosječnim koncentracijama natrija u znoju koji konzumiraju sportske napitke i izbjegavaju konzumiranje obične vode kod aktivnosti duljeg trajanja je sigurna od ovog problema. Ako sportaš jede tijekom natjecanja/treninga, slana hrana, kao što su grickalice mogu biti dobar izbor za nadoknadu natrija. Sportski napitci također su dobar izvor natrija, vode i ugljikohidrata. Dehidracija tijekom duljeg vježbanja je ipak mnogo češći problem od niske razine natrija u krvi (Bernadot, 2012:112-113*; vlastiti prijevod).

Hiponatremija se povremeno bilježi kod triatlonaca na duge staze (ironman i polu ironman). Najčešće je slučaj kod sporijih natjecatelja u triatlonu i ultra-maratonskim utrkama. Razlog je gubitak natrija putem znoja zajedno s visokim unosom vode ili drugih tekućina s niskom razinom natrija. Simptomi se obično prepoznaju kod serumske razine natrija od 126-130mmo/L. Ispod 126mmol/L može doći do konvulzija, kome i smrti.

Sportaši u sportovima izdržljivosti mogu razviti hiponatremiju bez prethodnih simptoma. Do hiponatremije može doći u stanju euhidracije ili čak dehidracije ali je generalno povezana s prekomjernim unosom tekućine. Da bi spriječili hiponatremiju sportaši moraju biti upoznati s potencijalnim opasnostima od prekomjenrog unosa vode ili napitaka s malom količinom natrija (Jeukendrup, 2011).

Hiponatremija se može pojaviti u maratonaca, ultramaratonaca, vojnika ali i među rekreativcima. Između 0,3 i 13% maratonaca završava utrku u stanju hiponatremije te se predviđa povečanje učestalosti. Istraživanje na približno 200 trkača pokazuje da njih 57% količinu tekućine određuje prema osjećaju žeđi (preporučen način), a obilježja onih koji imaju plan hidracije veća su dob, veće iskustvo i brzina (Šatalić i sur., 2016:205*).

## 10. SPORTSKI NAPITCI, ENERGETSKA PIĆA, GELOVI I PLOČICE, VOĆE

### Sportski napitci

Općenito govoreći, sportski su napitci napravljeni i uzimaju se s ciljem da se ispuni jedan ili više sljedećih uvjeta:

- da nadoknade energiju potrebno za mišićni rad - uglavnom u obliku glukoze koja štedi ograničene rezerve tjelesne energije i na taj način poboljšava sportsku aktivnost;
- da osiguraju vodu koja će zamijeniti onu izgubljenu znojenjem i na taj način smanjiti problem dehidracije i hipertermije;
- da nadoknade elektrolite koji će zamijeniti one izgubljene znojenjem.

Vrsta uzetog napitka ovisi o trajanju sportske aktivnosti, o klimatskim uvjetima te o fiziološkim značajkama pojedinca. Ti faktori imaju važnu ulogu u određivanju optimalnog sastava napitka koji će sportaš konzumirati. Treba naglasiti da nijedno piće nije isto za dva pojedinca, ali niti za jednoga sportaša u različitim uvjetima (Mišigoj-Duraković, 1995).

Osnovni čimbenici koji utječu na brzinu iskorištavanja unesene tekućine su brzina pražnjenja želuca i stupanj njene apsorpcije koji se odvija kroz stijenku crijeva. Potrebno je približno 30min da se pijenjem unesena količina tekućine raspodijeli po organizmu. Stupanj reapsorpcije ovisi i o osmolalnosti napitaka u odnosu na osmolalnost krvne plazme. Napitke prema osmolalnosti dijelimo na hipotonične, izotonične i hipertonične.

Primjerice istom se brzinom prazne iz želuca izotonični napitci obogaćeni sa 6-8% ugljikohidrata i voda. Što se više tekućine nalazi u želucu veća je njegova brzina pražnjenja. Hipotonični napitci čija je osmolalnost niža nego krvnoj plazmi, osiguravaju adekvatnu količinu tekućine uz vrlo mali udio ugljikohidrata i zato su povoljni za sportaše koji imaju potrebu održati minimalnu tjelesnu masu ili ostati u granicama propisane kategorije natjecanja. Izotonični napitci, čija je osmolalnost jednaka kao i krvnoj plazmi, koriste se za brzo nadoknađivanje izgubljene tekućine. Hipertonični napitci imaju veću osmolalnost nego krvna plazma, a njihova je zadaća većinom usmjerena na osiguranje dovoljne količine energije za rad mišića, tako da se uglavnom ne koriste tijekom vježbanja i natjecanja.

Osnovno je obilježje izotoničnih napitaka brza resorpcija iz probavnog sustava zbog izjednačenosti njihove osmolarnosti i osmolarnosti tjelesnih tekućina i krvne plazme (300+/-10 mOsm/l).

Bezalkoholna pića kao što je Coca-Cola, i druga negazirana bezalkoholna pića, sadrže minimalnu količinu natrija (1–3 mmol/l), a zbog visoke koncentracije šećera i kiselina svrstavaju se u hipertonične napitke. Ako napitci sadrže tako male količine natrija, povećat će se diureza i tekućina se neće zadržavati u organizmu. Energetska pića, primjerice

RedBull, ne koriste se za nadoknadu tekućine i elektrolita i nebi se trebale zamijeniti sa sportskim napitcima (Legović i sur., 2007).

Konzumacija sportskih pića tijekom atkivnosti je preporučena da bi se nadomjestile potrebe ugljikohidrata, vode i izgubljenih elektrolita. Tijekom dugotrajnih aktivnosti nadoknada natrija i kalija je esencijalna da bi se održao volumen plazme i hidriranost. Količina i tip sportskih pića unesenih tijekom aktivnosti može utjecati na izvedbu. Sadržaj ugljikohidrata i elektrolita, okus, prijatnost, boja, miris, temperatura i tekstura sportskih napitaka mogu povećati unos tekućine prije, tijekom i nakon aktivnosti (Von Duvillard i sur., 2008).

Čini se da sportaši preferiraju rashlađena pića s blago slatkim okusom. Visoko zaslađena pića (oko 12% otopine ugljkikohidrata) nisu podnošljiva tijekom aktivnosti kao pića sa 6-7% otopine ugljikohidrata. Sportaše treba potaknuti da utvrde najpoželjnija pića za aktivnost tijekom samog vježbanja, jer je okus hrane i pića tijekom aktivnosti drugačiji (Bernadot, 2012:105*; vlastiti prijevod).

Sportski napitci poboljšavaju izvedbu tako što podižu razinu glukoze u krvi, poboljšavaju oksidaciju ugljikohidrata i smanjuju osjećaj umora. Generalno sadrže niske koncentracije (4-8%) ugljikohidrata koje treba unositi konzistentno s gubljenjem znoja. Koncentracije od 10 do 12% mogu izazvati abdominalne grčeve, mučninu i dijareju, jer dolazi do tendencije izvlačenja tekućine iz organizma zbog dužeg zadržavanja u probavnom traktu tijekom intenzivnih napora. Obično je postotak ugljikohidrata u gaziranim pićima oko 11%, što usporava apsorpciju tekućine, pa se takvi napitci ne preporučuju prije natjecanja, a treba ih izbjegavati i na treningu (Legović i sur., 2007). Natrij u sportskim pićima pomaže apsorpciji vode i ugljikohidrata u tankom crijevu a važan je kod rehidracije tijekom vježbanja u toplim okolišima (von Duvillard i sur., 2008).

Obično se u napitcima nalazi sol (NaCl). Sol djeluje tako da povećava apsorpciju vode iz crijeva te u središnjem živčanom sustavu potiće žeđ što znači da stimulira pijenje tekućine. Također djeluje u bubrezima tako što smanjuje tvorbu urina i na taj način se voda čuva u tijelu. No, ukoliko je volumen tekućine adekvatan i bubrežna funkcija uredna, u trenutku kada bubrezi uspostave ravnotežu svaki višak natrija izbacit će se iz organizma (Zirdum i sur., 2009).

Natrij je u sportskim napitcima prisutan u koncentraciji od 10 do 25 mmol/l (otopine za oralnu rehidraciju sadrže 30– 90 mmol/L). Što je koncentracija natrija viša, napitak je manje pitak i slabijeg je okusa. Dodajući aditive (citrate), smanjujemo pH napitka, a to dovodi do usporavanja želučanog pražnjenja. Citrati i stabilizatori koji popravljaju okus piću mogu svojim erodirajućim djelovanjem izazvati oštećenje zubne površine (Legović i sur., 2007).

Kalij je važan u rehidraciji nakon aktivnosti radi povećanja zadržavanja tekućine u unutarstaničnom prostoru. Brojna su istraživanja potvrdila da tijekom dugotrajnih natjecanja

konzumacija tekućina s glukozom i elektrolitima poboljšava izvedbu više nego konzumacija isključivo vode. Dodatak glicerola ili magnezija sportskim pićima ima mali utjecaj na regulaciju tekućine tijekom rehidracije ili vježbanja. Ugljikohidrati dodani sportskim pićima ne olakšavaju rehidraciju, ali mogu blago poboljšati crijevnu apsorpciju vode i natrija. Jedno istraživanje na triatloncima je pokazalo da unos ugljikohidrata smanjuje reakciju hormona i imunosnog sustava te umanjuje štetne posljedice na razna tjelesna tkiva (Von Duvillard i sur., 2008).

Kod aktivnosti dulje od 60min napitci s ugljikohidratima mogu značajno povećati izdržljivost tijekom izvedbe. Prema nekim istraživanjima može se očekivati poboljšanje od 20% ili više tijekom aktivnosti duljih od 90min. Većina sportskih napitaka je mješavina izvora ugljikohidrata, poput šećera saharoze, glukoze, fruktoze i galaktoze. U nekim napicima je i maltodekstrin, složeni ugljikohidrat sastavljen od nekoliko jedinica glukoze. Neka istraživanja sugeriraju da mješavina ugljikohidrata u nekim sportskim napitcima poput glukoze i saharoze, može povećati količinu ugljikohidrata koji će na kraju doći do mišića za potrošnju, više nego samo jedna vrsta ugljikohidrata. Više različith vrsta ugljikohidrata u crijevima ima veću mogućnost apsorpcije s obzirom da se različiti ugljikohidrati apsorbiraju različitim putevima (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

Velike koncentracije natrija u napitcima izazivaju rizik da određeni napitak ne bude pitak, iako se okus i želja za natrijem mijenja u dehidriranih osoba i kod osoba s povišenom temperaturom tijela. Važno je naglasiti da pića koja se uzimaju tijekom i poslije vježbanja, moraju imati ugodan okus kako bi i na taj način stimulirala pojedinca na njihovo uzimanje (Mišigoj - Duraković, 1995).
Tjelesno aktivne osobe većinu elektrolita nadoknađuju iz hrane (Na, K,Cl, Mg, P) i zato se sve više preporučuju napitci sa sniženom količinom elektrolita, posebice natrija. Neki autori upozoravaju da je nadoknada elektrolita čak nepotrebna. Slažu se da je jedina indikacija intenzivna tjelesna aktivnost koja duže traje, više od 4h (npr. ultramaraton) (Legović i sur., 2007). Tablica 17. prikazuje sadržaj natrija i kalija te osmolarnost određenih napitaka.

Za uzeti u obzir o sportskim napicima:
- Većina sportskih napitaka sadrži mješavinu šećera: 4-9 % otopine, ili 13-19g ugljikohidrata na 230ml tekućine
- Unos jedne i pol čaše do 4 čaše na sat (s obzirom na količinu znojenja) će pružiti dovoljno tekućine i ugljikohidrata potrebno za dugotrajnu aktivnost
- Treba izabrati okus pića koji je ugodan kako bi se promovirao dovoljan unos (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

U tablici 16. prikazana je usporedba karakteristika sportskih napitaka i uobičajenih pića koje sportaši konzumiraju tijekom aktivnosti.

Tablica 16. Usporedba popularnih sportskih napitaka i uobičajenih pića konzumiranih tijekom aktivnosti.

| Sastojci u 240ml | Postotak ugljikohidrata | Ugh | Proteini | Kalorije | Natrij | Kalij | Kofein |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gatorade | 6% | 14 | 0 | 50 | 110 | 30 | NE |
| Accelerade Ready to Drink | 6% | 15 | 4 | 80 | 120 | 15 | NE |
| Gatorade Endurance | 6% | 14 | 0 | 50 | 200 | 90 | NE |
| Powerade | 7% | 17 | 0 | 64 | 53 | 32 | NE |
| Amino Vital | 3% | 8 | G1 g | 35 | 10 | 35 | NE |
| Cytomax | 5% | 13 | 0 | 50 | 55 | 30 | NE |
| Propel Fitness Water | 1% | 3 | 0 | 10 | 35 | 0 | NE |
| Bottled water | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NE |
| Vitamin water* | 5% | 13 | 0 | 50 | 0 | 70 | 0-75 mg |
| Life Water | 5% | 13 | 0 | 50 | 120 | 20 | NE |
| Soda, cola | 25% | 25 | 0 | 100 | ? | ? | DA |

Vitamin water, sadrži 75mg kofeina (von Duvillard i sur., 2008).

Tablica 17. Osmolarnost pojedinih napitaka koji se koriste za nadoknadu izgubljene tekućine (Mišigoj-Duraković, 1995).

| | K+ (mmol/l) | Na+ (mmol/l) | Osmolarnost |
|---|---|---|---|
| "Isostar" | 4 | 24 | 296 |
| "Gatorade" | 3 | 23 | 349 |
| "Coca-Cola" | 0 | 3 | 650 |
| "WHO-ORS" | 20 | 90 | 331 |
| "Lucozodesport" | 4 | 23 | 280 |

**Energetski gelovi**

Lako su prenosiv izvor energije koji obično stane u džep sportaša. Dolaze u malim paketićima za jedan obrok. Jednostavni su za uporabu jer je dovoljno da se otkine vrh paketa i istisne gel u usta. Gelovi sadrže saharozu i maltodekstrin koji se lako probavljaju. Mnogi gelovi sadrže i elekrolite da bi pomogli održati ravnotežu tekućina u tijelu. Neki gelovi

imaju dodatke poput đinsenga i drugih biljaka, amino kiselina, vitamina, i koenzima Q10. Istraživanja ne pokazuju da ovi dodatci pridonose bilo kakvim koristima u izvedbi, ali su vjerojatno prisutni u količinama koje su previše male da bi predstavljale bilo kakav rizik. Neki gelovi sadže i kofein u različitim količinama. Stoga je potrebno provjeriti etikete i konzultirati se s proizvođačem kako ne bi bilo neželjenih reakcija (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

Količina gela koja se konzumira ovisit će o trajanju same aktivnosti, mase trkača te njegovog metabolizma i kondicijske pripremljenosti. Ne postoji jedan univerzalni energetski gel koji će biti najbolji za svakoga. S obzirom da su polutekući, organizam ih lakše apsorbira nego čvrstu hranu.

Tipičan sastav gela**:** masa 32g**,** energetska vrednost 100 kalorija**,** ukupni ugljikohidrati 25g**,** šećer 5g, natrij 125mg, kalij 55mg, kalcij 80mg, Histidin, Leucin, Valin, Izoleucin, ketoglutarat 480mg, kofein 35mg. Pored spomenutog gel obično sadrži i maltodekstrin, vodu, fruktozu, limunsku kiselinu, aromu, kuhinjsku sol i konzervanse.

Neki od gelova na tržištu:

Gu energy gel, Roctane ultra endurance energy gel, Powerbar energy gel, ClifShot energy gel, Hammer gel, Carb boom energy gel, e-gel energy gel, Cytomax gel, Accel gel (Vujičić, 2010).

Za uzeti u obzir po pitanju energetskih gelova:

- Većina energetskih gelova sadrži 100 kalorija, odnosno 25g ugljikohidrata
- preporuča se unos od 1 do 3 paketa svakih sat vježbanja
- Gelovi dolaze u raznim okusima poput vanilije i jagoda. Potrebno je pronaći odgovarajući okus te unositi gelove sa 120 - 240ml vode.
- Nije preporučljivo eksperimentirati s gelovima tijekom natjecanja (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

**Energetske pločice**

Postoje razne vrste, poput onih s visokim udjelom proteina kao i one osmišljene za žensku populaciju. Visoko ugljikohidratne energetske pločice čine dobar izbor za „punjenje“ugljikohidrata prije i nakon utrke. Pločice obično sadrže 70% kalorija u obliku šećera (sirup smeđe riže i saharoza) i žitarica (čips od zobi ili riže). Većina pločica ima visok glikemijski indeks. Pločice sa visokim glikemijskim indeksom su najbolje za korištenje tijekom vježbanja jer brzo otpuštaju ugljikohidrate u krvotok i tako pružaju mišićima brzi izvor energije. Pločice s niskim glikemijskim indeksom je najbolje koristiti prije vježbanja jer rezultiraju postepenim otpuštanjem šećera u krvotok i time pružaju dugotrajan izvor energije. Pošto se različite vrste ugljikohidrata probavljaju i ulaze u krvotok različitim tempom teško je

predvidjeti glikemijski indeks pločice na temelju njezinih sastojaka. Sadržaj proteina i masti u pločicama također utječu na apsorpciju.

Za uzeti u obzir:

- Izabrati pločicu s oko 25-40g ugljikohidrata i manje od 15g proteina
- Provjeriti sadržaj masti, jer neke pločice sadrže visok udio masti, koja usporava probavu i nema koristi od nje tijekom aktivnosti.
- Preporuča se konzumirati jednu pločicu oko 1h prije aktivnosti
- Ako je tjelesna aktivnost dulja od 1h unjeti 1 pločicu po satu vježbanja uz mnogo vode (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

**Voće**

Voće također može poslužiti kao izvor energije tijekom aktivnosti. Voće, bilo svježe ili suho, snabdjeva ugljikohidrate koji se lako probavljaju. Suho voće se lagano prenosi i pohranjuje.

Za uzeti u obzir:

- Većina voća snabdjeva oko 15g ugljikohidrata po obroku. Obrok suhog voća je jednak ¼ šalice svježeg voća npr. dvije polovine nektarine ili 4 suhe šljive.
- Konzumirati 1 do 2 porcije prije i 2-3 tijekom aktivnosti svakih 1h.
- Konzumirati s dovoljno vode (American college of sports medicine, 2011; vlastiti prijevod).

## 11. PRIMJERI IZ PRAKSE - JELOVNIK VRHUNSKOG SPORTAŠA

33-godišnji amerikanac Ryan Hall rekorder u polumaratonu i najbrži američki maratonac obično jede nutritivno bogate obroke, ali dan prije natjecanja drži se podalje od hrane bogate vlaknima. Evo primjera jelovnika koji je konzumirao prije maratona na olimpijskim igrama 2012. (Grotewold, 2015).

Večera dan prije utrke - pasta od smeđe riže s maslinovim uljem i kolač „musle milk“ s okusom maslaca (podjeljen u dva obroka)

Doručak na dan utrke - „muscle milk“ napitak sa dodatkom ugljikohidrata u prahu u omjeru 3:1 ugljikohidrata naspram bjelančevina

Prije samog starta utrke jedan energetski gel

Nadopuna tijekom utrke - 6 boca sportskog napitka unesenih u manjim količinama (150-250ml)

Nakon utrke - rolice s cimetom, voće i „sve čega se mogu dočepati – puno hrane“

Primjer jednodnevnog jelovnika od 9000kcal biciklista utrke Tour de France 2008.

Doručak: Banana (1 kom), muesli (150g), tjestenina (150g), croissant sa čokoladom (1 komad), kava (250ml), sojino mlijeko (300g), razno voće (200g), sok od naranče (300ml)

Obrok prije utrke: Tjestenina (150g), voda (500ml)

Tijekom utrke: energetske pločice (4 kom), voćni kolač (100g), sportski napitak (4L), energetski gel (4kom), Coca-Cola (400ml), sendvič s mesom od purećih prsa (2kom), voda (1L)

Nakon utrke: Napitak za oporavak (500ml), sendvič s mesom od purećih prsa (1kom), energetska pločica (1kom), Coca-Cola (330ml), voćni kolač (100g), voda (400ml)

Večera: Razno povrće (200g), tjestenina (200g), meso pilećih prsa (350g), preljev (100g), jogurt (350g), razno voće (150g), voda (800ml).

Pred spavanje: Slatkiši (100 g), čokolada (25g), voda (500ml) (Jakovljević, 2012).

Primjer cjelodnevnog jelovnika na dan uoči natjecanja triatlonca koji teži 70kg:

Doručak: 80g müslija + 250ml obranog mlijeka, 1 banana, 250ml gustog voćnog soka (marelica, naranča), kao međuobrok pecivo s medom i 500ml sportskog napitka.

Ručak: 2 sendviča (4 šnite kruha) sa šunkom, 200ml malomasnog voćnog jogurta

Međuobrok:Frape složen od banane, 250ml malomasnog mlijeka i 1 žlica meda + energetska pločica od žitarica

Večera: 250g kuhane tjestenine + 150ml umaka od rajčice, 3 šnite prepečenog kruha namazanog češnjakom, 2 čaše bezalkoholnog piva

Međuobrok: Pecivo s džemom, 500ml sportskog napitka (Kulier, 2004).

## 12. ZAKLJUČAK

Ravnoteža tjelesne tekućine i elektrolita esencijalni su segmenti optimalne fiziološke funkcije organizma. Poznato je da treniranje i natjecanje u različitim uvjetima okoliša dovodi do promjena u funkcioniranju tjelesnih sustava. Dehidracija, termoregulacija, ravnoteža vode i elektrolita, promjene rada kardiovaskularnog i živčanog sustava samo su neki pojmovi koje vežemo za tjelesnu aktivnost, a pogotovo za one duljeg trajanja o kojima je bilo riječ u ovom radu. Mnogo je radova napisano o tome da gubitak tjelesne tekućine vodi prema lošijoj izvedbi, osobito ako se ona odvija u toplom okolišu. Pitanje hidracije nije samo stvar fiziološke potrebe već ona ima svoju veliku važnost u optimalnoj sportskoj izvedbi i smanjenju rizika nastanka mogućih zdravstvenih problema povezanih s izvjesnim stupnjem dehidracije.

Praktična vrijednost ovog rada ogleda se u davanju konkretnih preporuka prvenstveno vezanih za unos tekućine. U radu su prezentirane opće smjernice za sve sportaše i one specifične za sportaše koji sudjeluju u dugotrajnim aktivnostima sportova maraton, biciklizam, triatlon i plivanje na otvorenom. Stoga je svrha ovoga rada pomoći sportašima i možda još važnije njihovim trenerima, na koje se često oslanjaju a čije je znanje prema nekim istraživanjima ponekad nedovoljno, da uz pomoć danih preporuka lakše izdrade vlastiti plan nadoknade tekućine, elektrolita i ugljikohidrata prema osobnim potrebama, preferencijama i u specifičnim uvjetima treninga i natjecanja. Teško je donijeti opće preporuke koje će vrijediti za sve sportaše u svim uvjetima, budući da tjelesne potrebe za unosom vode i elektrolita variraju u ovisnosti o brojnim čimbenicima.

Sportaš bi trebao odrediti vlastite gubitke znojem, preporučeno vaganjem prije i nakon treninga u uvjetima specifičnim za natjecanje, i unutar mogućnosti svoga sporta nastojati postići optimalan stupanj hidracije. Tijekom treninga i natjecanja valja se pobrinuti za dostupnost rashlađenih i ukusnih sportskih napitaka koji će sportaše potaknuti na adekvatnu nadoknadu. Važnost uravnoteženog unosa tekućine na kojeg treba poticati sportaše ogleda se i u smanjenju rizika za razvoj hiponatremije.

Pravilna nadoknada tekućine je uz ostale čimbenike sportskog uspjeha, poput tjelesne spremnosti, pravilne prehrane i adekvatnog odmora, jedan od ključnih preduvjeta za ostvarivanje optimalnog sportskog rezultata.

**13. POPIS LITERATURE:**


1. AIS Sports Nutrition (2009). Triathlon. Vlastiti prijevod s adrese: http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/factsheets/sports/triathlon

2. American college of sports medicine (acsm) (2011). Selecting and effecticly using sports drinks, carbohydrate gels, and energy bars. Preuzeto 15.5.2016. s adrese: http://www.acsm.org/docs/brochures/selecting-and-effectively-using-sports-drinks-carbohydrate-gels-and-energy-bars.pdf

3. Benardot, D. (2012). Advanced Sports Nutrition-2nd Edition. Human Kinetics Publishers: Champagne, IL.

4. Fitness.com.hr. (2009). Biciklizam - krenite u prirodu, trošite kalorije i zabavite se! Preuzeto s interneta 16.5.2016. s adrese: http://www.fitness.com.hr/sport/outdoor-sportovi/Biciklizam.aspx

5. Brouns, F. (1991). Heat-sweat-dehydration-rehydration: a praxis oriented approach. J. Sports Sci. 9 Spec No:143–152.

6. Burke, L. (2001). Nutritional practices of male and female endurance cyclists. Sports medicine (Auckland, N.Z.)., 31(7), 521–32.

7. Casa, D. J., Stearns, R. L., Lopez, R. M., Ganio, M. S., McDermott, B. P., Yeargin, S. W., … Maresh, C. M. (2010). Influence of hydration on physiological function and performance during trail running in the heat.,45(2).

8. Cheuvront SN, Carter R 3rd, Sawka MN (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. Curr Sports Med Rep 2:202–208,

9. Cheuvront SN, Carter R 3rd, Castellani JW, Sawka MN (2005). Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. J Appl Physiol 99:1972–1976.

10. Cheuvront, S. N., Montain, S. J., & Sawka, M. N. (2007). Fluid replacement and performance during the marathon. Sports Medicine, 37(4), 353–357. doi:10.2165/00007256-200737040-00020

11. Coombes JS, Hamilton KL. The effectiveness of commercially available sports drinks. Sports Med. 2000;29:181Y209.

12. Costill, D.L., Flynn, M.G., Kirwan, J.P., Houmard, J.A., Mitchell, J.B., Thomas, R., & Park, S.H. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 20, 249–254. PubMed doi:10.1249/00005768-198806000-00006

13. Costill, D.L., Hinrichs, D., Fink, W.J., & Hoopes, D. (1988). Muscle glycogen depletion during swimming interval training. Journal of Swimming Research, 4, 15–18.

14. Coyle, E.F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. J. Sports Sci. 22:39Y55.

15. Desnica, N. (2000). Biciklizam kao natjecateljski sport. Dokument preuzet 30.5.2016. s adrese: http://www.kaliper.hr/article.php?kat=publikacije&sub=popularne
16. Durlen, M., Segnan, R. (2016). UCI pravila - poglavlje 2. Cestovni biciklizam. Preuzeto 22.5.2016. s adrese: http://www.hbs.hr/mdocuments-library/?mdocs-cat=mdocs-cat-11.
17. Eberle, S. G., (2007). Endurance Sports Nutrition, 2nd ed. Human Kinetics.
18. Ebert TR, Martin DT, Bullock N, Mujika I, Quod MJ, Farthing LA, Burker LM, Withers RT (2007). Influence of hydration status on thermoregulation and cycling hill climbing. Med Sci Sports Exerc 39: 323–329.
19. European hydration institute, (2016). Assessing hydration status. Preuzeto 1.6.2016. s adrese: http://www.europeanhydrationinstitute.org/human-hydration/assessing-hydration-status/
20. Fink, N. H., Mikesky, A., & Burgoon, L. (2011). Practical applications in sports nutrition. Sudbury, Mass. : Jones & Bartlett Learning.
21. SportMedBC, (2016). Fluid First-Hydration in Sports. Dostupno na: https://sportmedbc.com/article/fluid-first-hydration-sports. [Preuzeto 3. 6. 2016.].
22. Gonzale`z-Alonso, J., Mora-Rodriguez, R., Below, PR., Coyle, EF., (1995). Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. J Appl Physiol. 79:1487Y1496
23. Goulet, EDB., (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. Nutr. Rev. 70 Suppl 2:S132–136.
24. Grandjean, A., & Ruud, J. (1994). Nutrition for cyclists. Clinics in sports medicine., 13(1), 235–47.
25. Grotewold, S. (2015). Fuel Up: What The Elites Eat. Prevedeno 10.5.2016. s adrese http://running.competitor.com/2013/08/nutrition/fuel-up-what-the-elites-eat_55730/4
26. Helou, E., Tafflet, M., Berthelot, G., Tolaini, J., Marc, A., Guillaume, M., Toussaint, J. (2012). Impact of environmental parameters on marathon running performance. PloS one., 7(5),
27. Holmes, N. (2008). Fluid requirements of endurance athletes. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/268415268_fluid_requirements_of_endurance_athletes. [Preuzeto 28.5.2016].
28. Hue, O., Monjo, R., Lazzaro, M., Baillot, M., Hellard, P., Marlin, L., & Jean-Etienne, A. (2013). The effect of time of day on cold water ingestion by high-level swimmers in a tropical climate. International Journal of Sports Physiology and Performance, 8, 442–451. PubMed.
29. Jakovljević, P. (2012). Primjer jednodnevnog jelovnika od 9000 kalorija za biciklistu na Tour de France. Preuzeto 11.5.2016. s adrese: http://sportska-prehrana.com/pages/posts/primjer-jednodnevnog-jelovnika-od-9000-kalorija-za-biciklistu-na-tour-de-france21.php

30. Jeukendrup, A.E., Vet-Joop, K., Sturk, A., Stegen, JH., Senden, J., Saris, WH., Wagenmakers, AJ. (2000). Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long distance triahtlon in highly trained men. Clinical Science, 98: p. 47-55.
31. Jeukendrup, A.E., R.J. Jentjens, and L. Moseley, (2005). Nutritional Considerations in triathlon. Sports Med, 35(2): p. 163-181.
32. Jeukendrup, A.E. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling, Journal of Sports Sciences, 29:sup1, S91-S99.
33. Kenefick RW, Cheuvront SN, Palombo LJ, Ely BR & Sawka MN (2010). Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. J Appl Physiol109, 79-86.
34. Kolac, M. (2013). Triatlon - najbrže rastući sport na svijetu. S mreže skinuto 15.5. 2016. s adrese https://www.fitness.com.hr/sport/outdoor-sportovi/Triatlon.aspx
35. Kresonja, J. (2011). Biciklistički priručnik. Preuzeto 20.5.2016. s internet adrese: http://www.na2kotaca.net/wp-content/uploads/2014/12/biciklisti%C4%8Dki_priru%C4%8Dnik_HBS_izdanje.pdf
36. Kulier, I. (2004). Prehrana za ekstremne sportove. Preuzeto 1.5.2016. s adrese: http://www.coolinarika.com/magazin/clanak/prehrana-za-ekstremne-sportove/
37. Legović, D., Lopac, D., Šantić, V., Jurdana, H., Gulan, G., Tudor, A. (2007). Sportski napitci i umor sportaša. Medicina Fluminensis 43 215-223.
38. Lewis G. M., Hew, T., Siege, A., Adner, M.,Adams, B., Pujol, P. (2006). How much fluid should i drink during endurance events? Immda's revised fluid recommendations for runners & walkers. Vlastiti prijevod s internet adrese: http://aims-worldrunning.org/guidelines_fluid_replacement.htm
39. Maurer, J. (2006). TriDiet: Triathlon Nutrition for Peak Performance. Prevedeno 17.5.2016.s adrese: http://www.trismarter.com/2006/07/20/tridiet-triathlon-nutrition-for-peak-performance/
40. Mišigoj – Duraković, M. (1995). Osnove prehrane u športu. U: Športska medicina. Odabrana poglavlja. Ur. Pećina M i Heimer S. Naprijed, Zagreb.
41. Montain SJ, Coyle EF (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physiol 73:1340–1350.
42. Murray, B. (2007). Hydration and physical performance. Journal of the American College of Nutrition, 26 (5), 542S-548S.
43. Noakes, T. (2003). Fluid replacement during marathon running. Clin J Sport Med. 13:309.
44. Pavliša, D., Ivezić, I., Vučetić, V. (2009). Trening trčanja u Olimpijskom triatlonu. Zbornik radova 7. godišnje međunarodne konferencije «Kondicijska priprema sportaša 2009 – Trening izdržljivosti» Zagreb: KF, UKTH, 270-276.

45. Pavlović, R., Vrcić, M., Raković, A., & Stanković, D. (2015). U Kapidžić, A. (ur), Antropološki parametri trkača maratona. 8. međunarodni simpozijum "Sport i zdravlje", zbornik naučnih i stručnih radova (str. 11-17). Tuzla: Fakultet za tjelesni odgoj i sport.
46. Péronnet, F. (2010). Healthy Hydration for Physical Activity. Nutrition Today 45:S41-4.
47. Peterson, K., Docken, K. (2014). Nutrition Requirements for the Triathlete. Preuzeto 19.5.2016. sa adrese: https://billionbooksbaby.org/pdf-high-performance-triathlete.html
48. Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Hodgson, A. B., Randell, R., Pöttgen, K., Res, P., Jeukendrup, AE. (2012). Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. Medicine and Science in Sports and Exercise, 44(2), 344-351.
49. Regensburg, P. (2010). Race week: The final 7 days to your best Triathlon. Maidenhead: Meyer & Meyer Sport (UK).
50. Rehrer, N. J., Brouns, F., Beckers, E. J., Frey, W. O., Villiger, B., Riddoch, C. J. et al. (1992). Physiological changes and gastrointestinal symptoms as a result of ultra-endurance running. European Journal of Applied Physiology, 64, 1–8.
51. Rehrer, N. J. (2001). Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. Sports Medicine, 31(10), 701-715.
52. Riddoch, C., T. Trinick, (1988). Gastrointestinal disturbances in marathon runners. Brit J Sports Med, 22(2): p. 71-74
53. Santos, S. (2008). ITU Competative Coaching Course, 3-10 October, Medulin 2008.
54. Sawka, M.N., L.M. Burke, E.R. Eichner, et al. (2007). American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacement. Med. Sci. Sports Exerc. 39:377Y390.
55. SDA Sports Dietitians Australia, (2016). Triathlon. Vlastiti prijevod 20.5.2016. s adrese: https://www.sportsdietitians.com.au/factsheets/food-for-your-sport/triathlon/
56. Sekulić, D. (2007). Prehrana - dijelovi iz predavanja. Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i kineziologije, Split. Preuzeto 20.5.2016. s adrese: http://www.kifst.hr/~dado/index_files/P1.pdf
57. Shaw, G., Koivisto, A., Gerrard, D., & Burke, L. M. (2014). Nutrition considerations for open-water swimming. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 24(4),.doi:http//dx..org/10.1123/ijsnem.2014-0018
58. Shirreffs, S.M., A.J. Taylor, J.B. Leiper, et al. (1996). Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. Med.Sci. Sports Exerc. 28:1260Y1271.
59. Shirreffs, S. M., and R. J. Maughan. (1998). Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. Am. J. Physiol. 274:F868–F875.

60. Shirreffs, S. M., and R. J. Maughan. (1998). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. Med. Sci. Sports Exerc. 30:1598–1602.
61. Sjodin, B. & Svedenhag, J. (1995). Apllied physiology of marathon running. Sports Medicine, 2:83-89.
62. Šatalić, Z., Sorić, M., Mišigoj-Duraković, M. (2016). Sportska prehrana, Znanje, Zagreb.
63. UCL Union Cycliste Internationale, (2016). Results – Cycling - Road 2016; Men Elite Giro d'Italia (ITA/UWT); 06 May-29 May 2016 - General classification: Apeldoorn – Turin. Preuzeto 1.6.2106. s adrese: http://www.uci.ch/road/results/
64. Van Rosendal, S. P., Osborne, M. A., Fassett, R. G., & Coombes, J. S. (2010). Guidelines for glycerol use in hyperhydration and rehydration associated with exercise. Sports Medicine, 40, 113–129.
65. VanHeest, J.L., Mahoney, C.E., & Herr, L. (2004). Characteristics of elite open-water swimmers. Journal of Strength and Conditioning Research, 18, 302–305. PubMed
66. Von Duvillard, S.P., W.A. Braun, M. Markofski, et al. (2004). Fluids and hydration in prolonged endurance performance. Nutrition. 20:651Y656.
67. Von Duvillard, SP., Arciero, PJ., Tietjen-Smith, T., Alford, K. (2008). Sports drinks, exercise training, and competition. Curr Sports Med Rep ;7(4):202–8. [PubMed]
68. Vučetić, V., Šentija, D., Babić, V. (2006). Kontrola kvalitete individualnog trenažnog rada triatlonaca. Zbornik radova 15. Ljetne škole kineziologa RH, Rovinj: Hrvatski kineziološki savez, 363-369.
69. Vujičić, I. (2010). Energetski gelovi. Preuzeto 12.5.2016. s adrese: http://www.trcanje.rs/ishrana/energetski-gelovi/
70. William M. Adams , MS, ATC and Douglas J. Casa, PhD, ATC (2013).The Influence of Hydration on Endurance Exercise. Preuzeto 15.5.2016.s internet adrese: http://ksi.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/1222/2015/04/Influence-of-Hydration-on-Endurance-Performance.pdf
71. Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., Milan, A., Sardella, F., Schena, F., & Capelli, C. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. European Journal of Applied Physiology, 94, 697–704. PubMed doi:10.1007/s00421-005-1337-0
72. Zirdum, M., Matković, B., Rupčić, T. (2009). Znanje trenera o hidraciji. Hrvatski športskomedicinski vjesnik, 24(1), 20-25.