

# OPORAVAK SPORTAŠA NAKON NATJECANJA

---

**Kovačević, Davor**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:980696>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-30**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistar kineziologije)

**Davor Kovačević**

**OPORAVAK SPORTAŠA NAKON NATJECANJA**

Diplomski rad

**Mentor:**

**prof.dr.sc. Igor Jukić**

Zagreb, lipanj 2020.

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

Mentor:

---

prof.dr.sc. Igor Jukić

Student:

---

Davor Kovačević

## OPORAVAK SPORTAŠA NAKON NATJECANJA

### **Sažetak**

Moderni sport postavlja pred sportaše i sportske stručnjake velike zahtjeve i svakodnevne izazove. Vrhunski sportaši postaju svjesni koliko je potrebno ulagati u vlastiti razvoj kako bi zadržali sportsku izvedbu na vrhunskoj razini. To posebno dolazi do izražaja u profesionalnom ekipnom sportu gdje je kalendar natjecanja zgusnut i natjecanja se događaju svaka 3-4 dana. Treneri i sportaši u tim natjecanjima svjesni su važnosti oporavka te čine sve što je moguće da ubrzaju proces oporavka i vrate organizam u ravnotežno stanje. Za kontrolu procesa oporavka u praksi se koriste brojni markeri oporavka od kojih su neki jeftini i jednostavni za primjenu, a neki skupi i nepraktični. Nadalje, u literaturi se može pronaći, a i u praksi se koristi širok spektar različitih metoda koje se koriste kako bi se postiglo oporavak sportaša i kako bi sportaši bili na optimalnoj razini sposobnosti u što kraćem periodu nakon napora treninga ili natjecanja. Kombinacijom tih metoda znanstvenici i stručnjaci predlažu različite modele oporavka nakon natjecanja za koje vjeruju da ubrzavaju proces oporavka. Cilj ovog rada je pregledom znanstvene i stručne literature opisati markere oporavka te utvrditi da li i u kojoj mjeri određene metode oporavka sportaša u sportskim igrama imaju pozitivan učinak na organizam u vidu bržeg i učinkovitijeg oporavka sportaša te predstaviti modele oporavka nakon natjecanja.

**Ključne riječi:** umor, kontrola opterećenja, markeri, regeneracija, utakmica

## RECOVERY PROCESS AFTER COMPETITION

### **Abstract**

Modern day sport places big demands and daily challenges on athletes and professionals within sports. As a result of growing popularity, athletes are becoming more aware of how much time and energy they need to invest in themselves and work hard every day to stay at top level. This kind of mentality is especially evident in professional team sports where congested schedules demand athletes to play matches every 3-4 days. Coaches and athletes are aware of importance of recovery in those kind of professional setups and hence they do everything in their ability to speed up recovery process and return athletes organism to homeostatis. To monitor recovery process coaches in practice use many recovery markers, some of them are cheap and easy to apply, while others are expensive and impractical. Furthermore, in modern literature we will find that in practice coaches are using a wide spectrum of different methods that are used to accelerate recovery process. Scientists and experts are combining those methods and suggest different models for which they believe that are speeding up the recovery process. The aim of this paper is to describe recovery markers and to determine if certain recovery methods have positive effects on organism in form of faster and more efficient recovery, and also to present after-competition recovery models.

**Key words:** fatigue, monitoring, markers, regeneration, match

## Sadržaj:

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....                           | 1  |
| 2. MARKERI UMORA/OPORAVKA .....         | 6  |
| 2.1. Markeri tjelesnih sposobnosti..... | 6  |
| 2.2. Biokemijski markeri .....          | 10 |
| 2.3. Subjektivni markeri .....          | 13 |
| 2.4. Kognitivni markeri .....           | 13 |
| 3. METODE OPORAVKA .....                | 15 |
| 3.1. Masaža.....                        | 15 |
| 3.2. Ugljikohidrati .....               | 16 |
| 3.3. Kreatin.....                       | 17 |
| 3.4. Kompresijska odjeća .....          | 18 |
| 3.5. Imerzija hladnom vodom.....        | 19 |
| 3.6. Kriogena komora.....               | 20 |
| 3.7. Aktivni oporavak.....              | 21 |
| 3.8. San .....                          | 22 |
| 3.9. Elektrostimulacija.....            | 23 |
| 4. PREPORUČENI MODELI OPORAVKA .....    | 24 |
| 5. ZAKLJUČAK .....                      | 34 |
| 6. LITERATURA.....                      | 35 |

## 1. UVOD

Moderni sport postavlja pred sportaše i sportske stručnjake velike zahtjeve i svakodnevne izazove. Sport je postao popularan i masovan. Popularizacijom društvenih mreža ljudi su postali bliži samom sportašu i ekipi za koju navijaju jer svakodnevno mogu vidjeti njihove privatne fotografije i snimke te čime se bave i što rade poznati sportaši. Sve je to doprinijelo dolasku sponzora na vrata klubova i samih sportaša. To je između ostalog podiglo i vrijednost sportaša. Oni postaju obrazac ponašanja i uzori mlađim generacijama. U današnje vrijeme provode se brojna znanstvena istraživanja kako bi se napravila razlika koja je potrebna za ostvarenje dobrih sportskih rezultata. Također, s višim rangom natjecanja igrači su svjesniji koliko je potrebno raditi na vlastitom usavršavanju kako bi se zadržali na vrhunskoj razini. Stoga i oni sami sve više ulažu u svoj napredak, svoje zdravlje i oporavak. Međutim, sa sve višim rangom natjecanja dolazi i sve veći broj utakmica, pa tako na primjer igrači u najboljim nogometnim ligama igraju gotovo svaka 3-4 dana. Natjecateljski raspored u modernom nogometu je takav da su ekipe prisiljene igrati više utakmica zaredom s minimalnim periodom oporavka između uzastopnih utakmica (Brownstein i sur., 2017). Calleja-Gonzales i sur. (2016) tvrde da vrhunski igrači koji igraju nacionalne i internacionalne utakmice, u prosjeku igraju svaka 2.5 dana. Ekstrand i sur. (2004) navode kako su na Svjetskom prvenstvu u nogometu 2002. godine igrači koji su u prosjeku igrali 12.5 utakmica u 10 tjedana prije prvenstva podbacili na tom natjecanju. Dok su iznad očekivanja odigrali igrači koji su u istom periodu odigrali 9 utakmica. Također, Nedelec i sur. (2012) navode da su u sezoni 2009-2010 nakon svjetskog prvenstva, pojedini španjolski igrači odigrali do 70 utakmica. Za brojne sportaše tako veliki broj odigranih utakmica i minuta tijekom sezone predstavlja problem i potrebu za odgovarajućim i brzim oporavkom. U vrijeme tako zgusnutog rasporeda, metode oporavka služe da bi se smanjio ili ublažio umor uzrokovan utakmicom, smanjio rizik od ozljede i vratila razina sposobnosti (Calleja-González i sur., 2019). Da bi mogli odabrati adekvatnu metodu oporavka, moramo razumjeti što je umor, kako i zbog čega dolazi do njega te kakve promjene on izaziva u organizmu. Petković i suradnici (2014) pišu kako umor (i naročito osjećaj umora) predstavlja obrambenu reakciju koja štiti organizam od pretjeranog fizičkog opterećenja koje može ugroziti život. Također ističu kako umor utječe na fiziološke i biokemijske kompenzacijske mehanizme, stvarajući pretpostavke za proces obnavljanja i daljnje povećanje funkcionalnih mogućnosti i radne sposobnosti organizma. Tijekom utakmice sportaši izvode velik broj promjena smjera kretanja koje uključuju brojne

akceleracije i deceleracije, skokove, duele te brojne tehničke i taktičke zahtjeve u svrhu ostvarivanja optimalne izvedbe i željenog rezultata. Sve to ostavlja određene posljedice na organizam sportaša. Neizbježna posljedica takvih fizičkih zahtjeva je pojava umora, odnosno stanja organizma kojeg karakterizira smanjenje radne sposobnosti nastalo uslijed dugotrajnog i napornog rada (Petković i sur. 2014.) ili bilo kakvo smanjenje mišićne sposobnosti povezano s mišićnom aktivnošću (Nedelec i sur., 2012). Marqués-Jiménez i sur., (2017) navode kako su specifični zahtjevi u igri, koji su puni ekscentričnih komponenti, ti koji uzrokuju mišićna oštećenja i ostale fiziološke promjene organizma. Također ističu kako su nakon nogometne utakmice zabilježeni podaci o padu sposobnosti, mišićnom oštećenju koje je uzrokovano utakmicom, povećanoj razini mišićnih enzima i upalnih markera. Česta posljedica napornog treninga ili utakmice je pojava koja se naziva bolnost mišića. Intenzitet takve nelagode povećava se u prvih 24 sata nakon napora, a svoj vrhunac doseže između 24 i 72 sata nakon aktivnosti, dok postepeno nestaje 5-7 dana nakon aktivnosti (Cheung, Hume, i Maxwell, 2003). Isti autori pišu kako se takav fenomen naziva odgođena mišićna bol (DOMS) i da je to najčešća pojava u sportu. Neki od simptoma te pojave su smanjen opseg pokreta, smanjena fleksibilnost, smanjena proizvodnja sile te bolnost na dodir.

Minett i Duffield (2014) kažu kako sportaši iz timskih sportova doživljavaju različite razine akutnog i kroničnog umora za vrijeme intenzivnih treninga i utakmica. Sve više istraživanja dokazuje kako je taj umor kombinacija centralnih i perifernih faktora (Nedelec i sur., 2012) te da pad sposobnosti nakon utakmice proizlazi iz kombinacije nekoliko faktora od centralnog živčanog sustava do same stanice. Umor u konačnici utječe i na fizičku i na tehničku izvedbu, ali čini se kako je periferni umor u većem obujmu krivac za pad fizičkih sposobnosti sportaša, a centralni umor je taj koji utječe na pad tehničkih sposobnosti u igri (Marqués-Jiménez i sur., 2017). Brownstein i sur., (2017) u svom radu pišu da natjecateljska utakmica izaziva takve reakcije u središnjem živčanom sustavu za koje je potrebno 48 sati da se oporavi, dok je za živčano-mišićni umor potrebno 48-72 sata. Također su ustanovili smanjenu motivaciju za trening koja traje do 72 sata nakon utakmice. Međutim, umor i posljedično dužina oporavka ne ovise samo o trenažnom ili natjecateljskom podražaju, oni također ovise o brojnim vanjskim faktorima poput vlažnosti zraka, padalinama i temperaturi zraka.

Ovime se ukratko prikazuje kompleksnost umora i potreba za pronalaskom idealne metode oporavka nakon natjecanja od strane trenera za sportaše. Sposobnost brzog i adekvatnog oporavka nakon natjecanja glavni je cilj koji se mora staviti pred sportaša jer oni koji se oporave brže, mogu spremniji dočekati iduće natjecanje ili trening. Stoga, kako se oporaviti



brže nakon treninga ili natjecanja postaje glavno pitanje u košarci (Calleja-Gonzales i sur., 2016), a i u sportu općenito. Optimalan oporavak rezultira obnovom organizma i psihološkog stanja (Calleja-Gonzales i sur., 2016). Poznato je da u vrijeme odmora pojačavanje anaboličke razmjene doprinosi obnavljanju energetske rezervi potrošenih u procesu rada, kao i povećanju sinteze bjelancevina (Petković i sur., 2014). Također, autori tvrde da složeno morfološko i funkcionalno obnavljanje, koje se događa u razdoblju oporavka, omogućuje povećanje radne sposobnosti. Svima koji su dio stručnog stožera jasno je koliko je važan oporavak sportaša nakon natjecanja, međutim, manje je poznato koliko su sami sportaši svjesni važnosti oporavka i njegovog utjecaja na organizam. U jednoj studiji koju su Crowther i sur. (2017) izvodili na sportašima iz 59 sportskih ekipa u regiji Queensland, Australija, a koja se provodila od internacionalnih do lokalnih ekipa, utvrdili su da 57% sportaša nakon treninga ili natjecanja koristi neku od metoda oporavka. Taj podatak pokazuje da je većina sportaša svjesna da je oporavak sastavni dio treninga. Nedostatak ove studije je da je rezultat dobiven od ekipa s lokalne i internacionalne razine iz samo jedne regije u Australiji te bi bilo zanimljivo vidjeti kolika je razlika u svjesnosti i korištenju metoda oporavka između ekipa na različitim razinama natjecanja na razini cijele države i na različitim kontinentima. U istoj studiji je također utvrđeno da 100% sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini, a sudjelovali su u istraživanju, koriste masažu kao metodu oporavka, dok istu metodu oporavka koristi 63% sportaša na državnoj razini, a na lokalnoj razini samo 22%. Takva razlika u korištenju metode oporavka povezana je s dostupnošću stručnjaka za masažu u klubovima koji se natječu na međunarodnoj razini te je to ujedno i najčešća metoda oporavka koju sportaši na takvoj razini natjecanja koriste. Sportaši na toj razini ujedno smatraju masažu i san najboljim metodama oporavka.

Kako smo ranije u radu napomenuli, da bi odabrali adekvatnu metodu oporavka potrebno je znati kakav umor određena aktivnost stvara u organizmu. Calleja-González i sur. (2019) u svom radu navode kako je umor nakon natjecanja uglavnom povezan s dehidracijom, praznim glikogenskim rezervama, mišićnim oštećenjem i mentalnom iscrpljenošću. Stoga, većina metoda oporavka koje se koriste u današnje vrijeme pokušava umanjiti te posljedice naporne fizičke aktivnosti.

Dehidracija se definira kao prekomjerni gubitak tjelesne tekućine (Cheuvront i Sawka, 2003). Nedelec i sur. (2012) u svom radu pišu o tome kako razina dehidracije ovisi o klimatskim i atmosferskim uvjetima kao što su vjetar, temperatura zraka, vlažnost zraka, itd. Mohr i sur. (2010) objavljuju da je gubitak tekućine nakon utakmice pri visokoj temperaturi (31,2-31,6

stupnjeva Celzijevih) veći od 2%. U svom radu, Edwards i Noakes (2009) također pišu o 2% manjoj razini tjelesne tekućine u odnosu na razinu prije utakmice. Kako vidimo iz mnogih radova, smanjena razina tjelesne tekućine normalna je pojava nakon natjecanja, međutim, od krucijalne je važnosti u idućih 6 sati nadomjestiti manjak tekućine iz razloga što smanjen volumen unutarstanične tekućine smanjuje sintezu proteina i glikogena u stanici (Nedelec i sur., 2012). Isti autori također pišu kako smanjena razina tjelesnih tekućina negativno utječe na sposobnost izdržljivosti. Ako se na kratko odmaknemo od sporta i pogledamo radove koji istražuju utjecaj manjka tekućine na zdravlje, onda možemo naći podatke da dehidracija u organizmu sportaša može uzrokovati toplinski udar, akutno zatajenje bubrega pa sve do rambdomiolize (Cheuvront i Sawka, 2003). Ovo su pokazatelji da dehidracija u organizmu može prouzrokovati ozbiljne probleme po zdravlje čovjeka. Najjednostavniji i najjeftiniji način za kontrolu tjelesne tekućine je vaganje prije i nakon utakmice ili treninga te razliku koja je dobivena vaganjem nadomjestiti ispijanjem tekućine u toj količini (Cheuvront i Sawka, 2003).

Mišićni glikogen je vjerojatno najvažniji supstrat za proizvodnju energije i moguće da je njegovo smanjenje u mišićnim stanicama odgovorno za pad visoko intenzivnih aktivnosti za vrijeme treninga ili utakmice (Nedelec i sur., 2012). Krstrup i sur. (2011) u svom istraživanju na sedam danskih igrača iz prve i druge divizije koji su konzumirali hranu bogatu ugljikohidratima utvrdili su da je razina mišićnog glikogena odmah nakon utakmice 43% manja nego prije utakmice, dok je nakon 24 sata ta razina 27% manja nego kontrolna. Tek 48 sati nakon utakmice ta razlika nije statistički značajna. U studiji Jacobsa i sur. (1982) na vrhunskim švedskim nogometašima iz ekipe Malmö FF, utvrđeno je da je razina mišićnog glikogena 2 dana nakon utakmice niža za 50% u odnosu na razinu prije utakmice. Iz razloga što današnji profesionalni sportaši igraju gotovo svaka 2-3 dana, što pokazuju brojni radovi, a između tih utakmica postoje treninzi, upitno je da li se razina mišićnog glikogena uopće može u potpunosti vratiti na vrijednosti prije utakmice u tako kratkom vremenu. Zbog toga, moguće je da zbog smanjene razine mišićnog glikogena u pojedinim vlaknima dolazi do pada sposobnosti u ponavljanim sprintevima i u brzini jednog sprinta (Krstrup i sur., 2006). U kasnijem poglavlju ovog rada bit će razmotrene metode oporavka koje uključuju resintezu mišićnog glikogena.

Osim što utječu na fiziološku komponentu, sportska natjecanja također utječu i na psihološku komponentu ljudskog tijela. Za vrijeme natjecanja sportaš konstantno rješava različite kognitivne probleme, donosi odluke u odnosu na taktiku, položaj svojih suigrača ili protivnika

i mnoge druge. Rad na kognitivno zahtjevnom zadatku duže vrijeme može negativno utjecati na izvedbu (Nedelec i sur., 2012), iz razloga što mentalno umoran čovjek teže može zadržati koncentraciju i lakše mu je odvratiti misli te to ukazuje na probleme u fokusu i zadržavanju pažnje (Boksem, Meijman i Lorist, 2005). Neki autori navode kako je pogoršanje u izvedbi posljedica toga što sportaši u stanju umora teže i sporije prepoznaju cilj, odnosno rješenje u igri (Boksem i sur., 2005). Veći problem toga može se pojaviti u vrijeme kad sportaši imaju zgnusnuti raspored natjecanja i smanjeno vrijeme za idealan oporavak. To potencijalno može dovesti do smanjene motivacije i mentalnog izgaranja sportaša (Nedelec i sur., 2012). Pojedini autori pokušali su izolirano istražiti utjecaj mentalnog umora na izvedbu pa su tako Marcora i sur. (2009) u svom radu istraživali utjecaj kognitivno zahtjevnog zadatka kroz vremenski period od 90 minuta i gledanje emocionalno neutralnog dokumentarca 90 minuta na visoko intenzivnu vježbu na biciklu. Uspoređivali su dobivene rezultate (na testu vrijeme do otkaza na 80% vršne snage) i zaključili da kognitivno zahtjevan zadatak statistički značajno smanjuje vrijeme potrebno do otkaza u usporedbi s kontrolnom grupom za 15%. Ovo istraživanje pokazuje da je potrebna sve veća svjesnost trenera i sportaša o psihološkom oporavku nakon napornog perioda, ne samo iz razloga što mentalni umor potencijalno smanjuje performanse sportaša nego i sa psihološke strane da sportaš mentalno ne izgori i da se ne zasiti sporta. Jedna od najpouzdanijih karakteristika mentalnog umora je vrsta odbojnosti, tj. manjak motivacije za daljnjim ulaganjem napora u određeni zadatak (Boksem i sur., 2005).

U znanstvenoj literaturi opisuje se velik broj metoda koje potencijalno ubrzavaju proces oporavka. Korištenje svake od metoda ovisi o aktivnosti koja se provodila, vremenu do idućeg treninga ili utakmice, dostupnosti opreme i osoblja specijaliziranog za provođenje određene vrste oporavka (Calleja-Gonzales i sur., 2016). Najčešće metode oporavka koje se koriste u sportskim ekipama, a bit će objašnjene u idućem poglavlju, uključuju metodu aktivnog oporavka, statičko istezanje, imerziju vodom, kriogenu komoru, kompresijsku odjeću, masažu, elektrostimulaciju, važnost sna te prehrambene aspekte oporavka poput unosa ugljikohidrata, proteina i kreatina. Također, biti će predstavljeni modeli oporavka koji se koriste nakon natjecanja. Međutim, prije toga nabrojat ćemo i pojasniti važnost markera umora/oporavka koji se koriste nakon natjecanja da bi se procijenila ili izmjerila razina stvorenog umora i vrijeme potrebno za oporavak.

## **2. MARKERI UMORA/OPORAVKA**

Brojni markeri koji se koriste u praksi izazivaju dodatan umor koji posljedično dovodi do dužeg oporavka samog sportaša. Stoga, pregledom znanstvene literature pokušat ćemo objasniti neke od markera te utvrditi koji od njih daju najpreciznije rezultate koji se mogu iskoristiti u praksi. Neki od markera koji se koriste u praksi, a biti će objašnjeni u idućim poglavljima su: markeri tjelesnih sposobnosti, biokemijski markeri, subjektivni markeri (Marqués-Jiménez i sur., 2017) i kognitivni markeri.

### **2.1. Markeri tjelesnih sposobnosti**

Prednost markera tjelesnih sposobnosti je ta da je to najvažnija varijabla (Bishop, Jones i Woods, 2008) koja pokazuje da li je sportaš spreman za idući trening ili natjecanje, ili mu je potrebno dodatno vrijeme za odmor. Međutim, ovi markeri (pokazatelji) ne objašnjavaju sve procese koji se zbivaju u organizmu u tom trenutku (Bishop i sur., 2008). Isti autori također navode kako ponavljani maksimalni naponi nisu praktični za sportaše za vrijeme natjecateljske sezone.

#### **2.1.1. Skok s pripremom**

Mišićna snaga je sposobnost koja je od iznimne važnosti u današnjem nogometu (Svensson i Drust, 2005), ali i u sportu općenito. Ona se može ispoljavati na različite načine, no jedan od načina je definitivno skok. Sama izvedba vertikalnog skoka je u korelaciji s maksimalnom jakošću u izvedbi vježbe polučučanj ( $r = 0.78$ ;  $p < 0.02$ ), sa sprintom na 10 metara ( $r = 0.72$ ;  $p < 0.001$ ) te sprintom na 30 metara ( $r = 0.60$ ;  $p < 0.01$ ) (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones i Hoff, 2004). Dva najpoznatija testa su skok s pripremom i skok bez pripreme jer su jednostavni i brzi za provesti i lako ih je primijeniti u praksi za testiranje anaerobnih sposobnosti (Nedelec i sur., 2012). Za testiranje se koristi prijenosna platforma za mjerenje sile i kontakta s podlogom (Dias i sur., 2011), protokol mora biti standardiziran te samo zagrijavanje mora biti standardizirano i ne uključivati statičko istezanje (Nedelec i sur., 2012). Kao rezultat se koristi maksimalna visina skoka. Međutim, zanimljivo istraživanje napravili su Rowell, Aughey, Hopkins, Stewart i Cormack (2017), gdje su utvrdili da je omjer vremena

leta i vremena kontrakcije preciznija varijabla od maksimalne visine skoka kod testa skok s pripremom.

Nedelec i sur. (2012) u svom radu pišu kako nogometna utakmica sadrži brojne akcije koje uključuju ciklus istezanja-skraćivanja (SSC) te bi skok s pripremom iz tog razloga bio prikladniji za provjeru da li je igrač spreman za nove trenajne zahtjeve nakon natjecanja. Još 1996. godine Bobbert, Gerritsen, Litjens i Van Soest u svom radu pišu o tome kako skok bez pripreme uključuje jednu koncentričnu akciju, dok skok s pripremom uključuje ciklus istezanja-skraćivanja. Na temelju tog rada (Marqués-Jiménez i sur., 2017) zaključuju kako je skok s pripremom najprikladniji za kontrolu neuromuskularnog umora. Mnogi radovi danas pišu o tome kako niži rezultat u vertikalnom skoku ukazuje na to da sportaš još nije u potpunosti oporavljen od natjecanja (Doeven, Brink, Kosse i Lemmink, 2018). Taj niži rezultat u testu skok s pripremom može trajati do 48 sati (De Hoyo i sur., 2016), dok Magalhães i sur. (2010) pišu kako je rezultat u skoku s pripremom manji do 72 sata nakon natjecanja. Marqués-Jiménez i sur. (2017) pišu kako je 48 sati dovoljno da se vrijednosti vrate u normalno stanje. U studiji Pliauga i sur. (2015) utvrđeno je kako je košarkašima potrebno više od 48 sati da se vrijednosti normaliziraju, dok je to potvrđeno u radu Chatzinikolaou i sur. (2014) gdje je košarkašima bilo potrebno čak 96 sati za ujednačavanje vrijednosti. Duži tijekom oporavka kod košarkaša u odnosu na ostale sportove može se objasniti time da košarkaši imaju značajno više skokova za vrijeme utakmice od ostalih timskih sportova (Pliauga i sur., 2015).

### 2.1.2. Sprint

Sprint predstavlja vrlo važnu odrednicu u timskom sportu koja čini razliku u izvedbi na terenu (Nedelec i sur., 2012). Vrijeme istrčano u sprintu također se koristi kao pokazatelj oporavka u sportu (Doeven i sur., 2018). Isti autori pišu kako su najčešće dionice koje se testiraju 5, 10, 20, 30 i 40 metara. Nedelec i sur. (2012) navode kako je sprint na 20 metara najčešća udaljenost koja se testira u vrijeme oporavka nakon natjecanja. Na rezultat u sprintu i vremenski tijek oporavka u njegovom rezultatu utječe više faktora poput različitog sporta, vrijeme trajanja utakmice i vrste napora (Doeven i sur., 2018). Neke studije pišu kako je kod nogometaša potrebno više od 72 sata za oporavak rezultata i vraćanje na početne vrijednosti (Ispirlidis i sur., 2008), dok je za ostale sportove poput košarke i rukometa potrebno između 48 i 72 sata (Pliauga i sur., 2015). Razlika između sportova je takva jer je u nogometu puno

duže trajanje natjecanja te nema prekida igre i nije moguće više puta obaviti zamjenu igrača kao u košarci i rukometu. Wiig i sur. (2019) također pišu da je potrebno više od 72 sata da bi se vrijednosti nakon natjecanja normalizirale. Doeven i sur. (2018) u svom radu pišu o vrlo širokom vremenu oporavka između 24 i 96 sati, međutim, također navode kako su tako velike razlike u vremenskom tijeku oporavka zbog toga jer su istraživanja rađena na igračima s različitim razina natjecanja pa je vrlo vjerojatno da vremenski tijek oporavka ovisi o fizičkom stanju sportaša. Međutim, kako je prilikom izvedbe sprinta intenzitet maksimalan, postoji određeni rizik od ozljede i stvaranja dodatnog umora te zbog toga treba pažljivo koristiti ovu vrstu procjene umora i dužine oporavka.

### 2.1.3. Sposobnost ponavljanih sprinteva

Sposobnost ponavljanih sprinteva se također može koristiti nakon natjecanja za kontrolu umora uzrokovanog utakmicom ili za vrijeme oporavka da bi se prepoznalo igrače koji nisu sposobni nositi se sa zahtjevima igre (Marqués-Jiménez i sur., 2017). U literaturi se može pronaći mnogo testova koji se koriste u te svrhe poput: 6 puta 20 metara sa 15 sekundi pauze između sprinta; 6 puta 40 metara sa 20 sekundi pauze između sprinta (Nedelec i sur., 2012). Za srednju vrijednost ponavljanih sprinteva dokazano je da je u korelaciji sa visoko intenzivnim trčanjem (>19.8 km/h) ( $r=-0.60$ ,  $R^2=0.36$ ;  $p<0.01$ ) i sa sprintom (>25.2 km/h) ( $r=-0.65$ ,  $R^2=0.42$ ;  $p<0.01$ ) za vrijeme natjecanja (Rampinini i sur., 2007). Razlog bi se mogao pronaći kod metaboličkih karakteristika takvih testova koji su slični sa najintenzivnijim fazama tijekom nogometne utakmice (smanjenje razine pH, fosfokreatina, ATP-a te aktivacija anaerobne glikolize) (Rampinini i sur., 2007). Međutim, takvi testovi su fizički iscrpljujući te nisu praktični za korištenje jer stvaraju dodatan i nepotreban umor na već iscrpljen organizam nakon natjecanja. Korištenje manjeg broja sprinteva i kraće udaljenosti možda bi bilo jednostavnije za provesti u procesu oporavka (Nedelec i sur., 2012).

### 2.1.4. Test maksimalne voljne kontrakcije

Mišićni umor najčešće se očituje kao pad u proizvodnji maksimalne mišićne jakosti i snage (Marqués-Jiménez i sur., 2017). Taj pad javlja se kao kombinacija centralnog i perifernog umora, dok centralni umor dominantno utječe na pad maksimalne voljne jakosti mišića, a periferni umor očituje se kao pad razine glikogenskih rezervi, upalnih procesa i bolnosti

mišića (Robineau, Jouaux, Lacroix i Babault, 2012). Iako je nekoliko studija pokazalo da nema promjene u jakosti mišića nakon natjecanja ili specifičnih vježbi (Greig, 2008), većina studija je pokazala značajno smanjenje mišićne jakosti u usporedbi s početnim vrijednostima s time da je pad u jakosti fleksora zgloba koljena izraženiji nego kod ekstenzora zgloba koljena (Rampinini i sur., 2007; Robineau i sur., 2012). U jednom istraživanju, sila stvorena prilikom maksimalne voljne kontrakcije, a koja traje dulje od jedne sekunde, bila je smanjena 11% nakon utakmice te 10% 24 sata nakon utakmice u odnosu na početnu vrijednost, dok je vršna sila bila 9% manja odmah nakon te 8% manja 24 sata nakon utakmice u odnosu na kontrolne vrijednosti (Krustrup i sur., 2011). Marqués-Jiménez i sur. (2017) pišu kako je smanjenje u maksimalnoj voljnoj jakosti 72 sata nakon određene aktivnosti najvjerojatnije povezano s mišićnim oštećenjem koje je uzrokovano nekom aktivnošću. Warren, Lowe i Armstrong (1999) navode kako je maksimalna voljna kontrakcija najbolja metoda za određivanje oštećenja uzrokovanog aktivnošću s time da predlažu testove gdje je moguća izometrična kontrakcija kao najpreciznija metoda. Međutim, postoje dva nedostatka prilikom ovakvog testiranja. Prvi je taj da na izlazni moment utječe umor, a drugi je motivacija pojedinca (Warren i sur., 1999). Iz tog razloga treba biti oprezan prilikom interpretacije dobivenih rezultata ovim putem.

#### 2.1.5. Test aerobnih sposobnosti

Aerobni energetske sustav ima značajnu ulogu u nogometu (Dillern, 2017) i ostalim timskim sportovima te je zbog toga logično da su markeri ovog energetske sustava uključeni u proces oporavka. Rampinini i sur. (2007) u svom radu pišu kako je vršna brzina postignuta u progresivnom testu opterećenja u značajnoj korelaciji s ukupnom udaljenošću koja je prijeđena za vrijeme utakmice, visoko intenzivnim trčanjem (> 14.4 km/h) i s visoko intenzivnim trčanjem iznad 19.8 km/h. Ovi podaci ukazuju da je sposobnost postizanja većih udaljenosti na višim brzinama kretanja za vrijeme utakmice povezana s višom razinom aerobnog fitnesa. U studiji koju je proveo Dillern (2017) gdje je pokušao utvrditi da li je moguće odrediti razinu umora koristeći markere aerobnog energetske sustava i razinu oporavka 24 sata nakon aktivnosti, utvrdio je da je potrošnja kisika statistički značajno viša 24 sata nakon utakmice te zaključuje da taj vremenski okvir nije dovoljan za potpuni oporavak. Također, frekvencija srca je odmah nakon utakmice statistički značajno viša nego vrijednosti prije utakmice, dok je 24 sata nakon utakmica ona niža nego početne vrijednosti. Statistički

značajno nižu vrijednost ima i respiracijski koeficijent odmah nakon utakmice u odnosu na kontrolno mjerenje. Ovakav tip testova za procjenu umora i vremena oporavka može uzrokovati dodatni umor na organizam (Nedelec i sur., 2012) te je stoga potreban velik oprez prilikom uključivanja nekih od testova u praksu.

## **2.2. Biokemijski markeri**

Biokemijski markeri su molekule pomoću kojih se može objektivno mjeriti promjena stanja ili nekog procesa kroz određeno vrijeme, nakon pojedinog tretmana ili nakon treninga (Palacios, 2015). Izrazito su korisni kod istraživanja fizioloških procesa oporavka (Nedelec i sur., 2012). Biokemijski markeri ne bi trebali zamijeniti testove koji se koriste za procjenu tjelesnih sposobnosti, već bi se trebali koristiti zajedno sa njima (Marqués-Jiménez, Calleja-González, Arratibel i Terrados, 2016). Na njih utječu različiti faktori (Marqués-Jiménez i sur., 2016) tako da se rezultati trebaju interpretirati s oprezom i preporuča se korištenje različitih biomarkera za kontrolu procesa oporavka nakon natjecanja (Nedelec i sur., 2012).

### **2.2.1. Kreatin kinaza**

Kreatin kinaza se smatra pouzdanim i najboljim indikatorom propusnosti mišićne membrane jer se taj enzim nalazi isključivo u skeletnom i srčanom mišićju (Cleak i Eston, 1992). Oštećenje mišićnih vlakana omogućuje difuziju topljivih mišićnih enzima poput kreatin kinaze u međustaničnu tekućinu (Cheung i sur., 2003). Brancaccio, Limongelli i Maffulli (2006) pišu kako koncentracija kreatin kinaze u krvi doseže maksimalnu vrijednost između 6 i 24 sata nakon aktivnosti, dok se u normalno stanje vraća između 48 i 72 sata. Doeven i sur. (2018) pak navode kako je kod sportaša iz timskih sportova koncentracija kreatin kinaze povećana i 72 sata nakon utakmice te da najvišu razinu koncentracije u krvi dosežu nogometaši i ragbijaši. Taj podatak upućuje na to da su ti sportovi fizički vrlo zahtjevni te da proizvode veliko mišićno oštećenje zbog velike udaljenosti koja se prijeđe tijekom utakmice, brojnih kontakata te akceleracija i deceleracija. Nedelec i sur. (2012) pišu kako je za maksimalnu koncentraciju potrebno nešto više vremena, točnije između 24 i 48 sati, dok je za povratak na početnu vrijednost potrebno do 120 sati, ovisno o količini koncentracije u krvi. To sporije vraćanje razine kreatin kinaze na početne vrijednosti, dok su pojedini pokazatelji



tjelesnih sposobnosti već na normalnim vrijednostima, ukazuju da je mišićima potrebno dodatno vrijeme za oporavak (Doeven i sur., 2018). Ovaj podatak nam govori kako je poželjno koristiti više pokazatelja umora i donositi zaključke na temelju više rezultata, a ne samo na temelju jednog. Marqués-Jiménez i sur. (2017) u svom radu također pišu kako su visoke koncentracije kreatin kinaze u krvi zabilježene 24, 48 i 72 sata nakon utakmice. U studiji koju su proveli Souglis i sur. (2015) utvrđeno je da razlike po spolu u koncentraciji kreatin kinaze ne postoje te da oba spola postižu maksimalne vrijednosti nakon 24 sata, dok Mougios (2007) u svom radu pronalazi razlike u koncentraciji kreatin kinaze između spolova. Ovakve znatne individualne razlike mogle bi utjecati na samo korištenje kreatin kinaze kao markera za promatranje oporavka nakon natjecanja kao i cijena ovakvog tipa testiranja.

### 2.2.2. Urea

Koncentracija ureje u krvi je koristan biomarker za procjenu razine umora i adaptacije na trening kod sportaša (Marqués-Jiménez i sur., 2017). Urea nastaje u jetri kao produkt u razgradnji proteina (Palacios, 2015). Iz tog razloga povećanje koncentracije ureje može ukazivati na povećanje u katabolizmu proteina (Marqués-Jiménez i sur., 2016). Stoga, mjerenja koncentracije ureje omogućuje procjenu u kojoj se proteini koriste kao izvor energije, razinu napora pojedinog treninga ili utakmice i posljedično, razinu pretreniranosti sportaša (Palacios, 2015). Iz tog razloga, to je dobar parametar za kontrolu trenažnog opterećenja i procesa oporavka, posebno mišićnog glikogena (Marqués-Jiménez i sur., 2016). Izrazito dugi i naporni treninzi također uzrokuju povećanje koncentracije ureje u krvi, jetri, skeletnom mišićju, urinu i znoju (Palacios, 2015). Brojne studije ukazuju na značajno višu razinu ureje odmah nakon utakmice (Marqués-Jiménez i sur., 2016). Te visoke koncentracije zabilježene po završetku utakmice mogu se značajno smanjiti kvalitetno isplaniranom prehranom nakon natjecanja i dovoljnom hidratacijom organizma (Meyer i Meister, 2011). Hartmann i Mester (2000) navode ako se koncentracija ureje 24 sata nakon aktivnosti ne vrati na početnu vrijednost da je potrebno dodatno vrijeme za oporavak.

### 2.2.3. Interleukin 6

Interleukin 6 (IL-6) je protuupalni citokin koji regulira akutnu upalnu reakciju (Pedersen i sur., 2001). On se proizvodi u većoj količini nego bilo koji drugi citokin i ima bitnu ulogu u

mnogim reakcijama koje uključuju citokine (Ispirlidis i sur., 2008). IL-6 receptori se nalaze u masnom tkivu gdje povećavaju i potiču lipolizu, skeletnom mišićju gdje potiču glikogenolizu i jetri gdje poboljšavaju osjetljivost na inzulin (Pedersen i sur., 2001). To pokazuje da IL-6 vjerojatno ima jednu od glavnih uloga u regulaciji metabolizma za vrijeme vježbanja (Wolsk, Mygind, Grøndahl, Pedersen, i van Hall, 2010). Njegova koncentracija u krvi ovisi o intenzitetu i posebno o trajanju aktivnosti (Gokhale, Chandrashekar i Vasanthakumar, 2007). Pedersen i sur. (2001) su u svojoj studiji objavili kako intenzivan trening povećava koncentraciju IL-6 u plazmi do 100 puta, ukazujući na benefite tjelesne aktivnosti. Najviša koncentracija u krvi zabilježena je odmah po završetku utakmice (Souglis i sur., 2015), dok nakon toga slijedi nagli pad i vraćanje razine u početno stanje 24 sata nakon natjecanja (Ispirlidis i sur., 2008 ; Andersson i sur., 2010). Pozitivna korelacija je pronađena između koncentracije IL-6 nakon utakmice i udaljenosti prijeđene za vrijeme utakmice ( $r = 0.521$ ,  $p = 0.027$ ) (Romagnoli i sur., 2016).

#### 2.2.4. C-reaktivni protein

C-reaktivni protein (CRP) potječe iz jetre (Palacios, 2015) te se sintetizira primarno iz hepatocita (Kasapis i Thompson, 2005). Postoji mnogo stimulusa koji uzrokuju povećanje koncentracije CRP poput infekcije, operacije, kroničnih upalnih stanja i mnogih drugih, međutim, sa stajališta sporta, intenzivna tjelesna aktivnost također može uzrokovati takvo povećanje (Palacios, 2015). Razina c-reaktivnog proteina raste sa završetkom utakmice i doseže maksimalne vrijednosti do 24 sata nakon nje te su one do 120% više nego početne vrijednosti, dok se CRP koncentracija u krvi stabilizira 48 sati nakon natjecanja (Souglis i sur., 2015). Silva i sur. (2013) u svojoj studiji objavljuju kako se vršne vrijednosti c-reaktivnog proteina javljaju između 24-48 sati nakon natjecanja. Palacios i sur. (2015) pišu kako je viša razina CRP-a nakon treninga ili natjecanja povezana s nižom razinom prilagodbe na pojedini podražaj ili sa pretreniranošću. Taj podatak se može povezati s istraživanjem Souglisa i sur. (2015) gdje je utvrđeno da muškarci i žene koji se profesionalno bave nogometom imaju nižu početnu razinu c-reaktivnog proteina u krvi od kontrolne grupe. Tako su došli do zaključka da kontinuirano tjelesno vježbanje ima pozitivan utjecaj na smanjenje upalnih markera u mirovanju.

### **2.3. Subjektivni markeri**

Subjektivni markeri su vrste mjerenja koje su izrazito individualizirane naravi te služe da bi se pronašle promjene unutar pojedinca (Nedelec i sur. 2012). Oni su jeftini i jednostavni za svakodnevnu upotrebu. Međutim, ukoliko se koristi ovakav način procjene umora i oporavka sportaša, oni moraju biti u potpunosti upoznati s bilo kakvim oblikom ovakvog testiranja (Nedelec i sur. 2012). Mnogo je upitnika i testova ovakvog tipa koji se koriste u praksi, a uključuju subjektivnu procjenu kvalitete sna, umora, stresa, itd. Jedan od najpoznatijih je test za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja (SOO) (Halsen, 2014). Korištenje SOO-a se bazira na temelju toga da sportaš sam kontrolira vlastiti fiziološki stres uslijed pojedine vježbe i da osigura informaciju na temelju doživljenog nakon treninga ili utakmice (Halsen, 2014). Nekoliko upitnika koji se također koriste u praksi su Total Recovery Scale (TQR), Recovery-Stress Questionnaire for Athletes (REST-Q-Sport), Profile of Mood States (POMS) i Daily Analysis of Life Demands for Athletes (DALDA) (Marqués-Jiménez i sur., 2017). Sportaši u ovakvim testiranjima mogu manipulirati podacima i često pogrešno procijeniti trenažno opterećenje (Halsen, 2014) te je zbog toga potrebno oprezno interpretirati rezultate i po mogućnosti ih koristiti s nekim od ostalih markera objašnjenih u tekstu.

### **2.4. Kognitivni markeri**

Do sad smo zaključili da natjecanje stvara fiziološki umor na sportaša, međutim, ono stvara i često zanemaren mentalni umor. Marqués-Jiménez i sur. (2017) pišu kako nogometna utakmica ima brojne mentalne aktivnosti kako za igrače, tako i za golmane te da mentalni umor utječe i na kognitivne i na fizičke sposobnosti sportaša (Marcora, Staiano i Manning, 2009). Umor usporava vrijeme reakcije i povećava broj pogrešaka (Lorist, Boksem i Ridderinkhof, 2005). Marcora i sur. (2009) u svom eksperimentu zaključuju kako mentalni umor ograničuje toleranciju ljudi na trening tako da pojedinu aktivnost percipiraju težom nego što ona zapravo jest. Ova studija pruža jake dokaze kako funkcija mozga može ograničiti kratkotrajnu izdržljivost u termoneutralnim uvjetima. Percepcijske sposobnosti poput vremena potrebnog za reakciju, donošenje odluka za vrijeme igre, svijest o prostoru te predviđanje situacija su prijeko potrebne vještine za uspjeh u sportu (Nedelec i sur. 2012). Iz tog razloga zadaci psihomotorne brzine mogli bi biti relevantni kod ranog otkrivanja poremećene

ravnoteže stresa uzrokovanog natjecanjem (Nederhof, Lemmink, Visscher, Meeusen i Mulder, 2006). Isti autori pišu kako sportaši često prijavljuju smanjenu koncentraciju i slabije kognitivne sposobnosti za vrijeme umora. Psihomotorna brzina se najčešće procjenjuje brzinom reakcije na računalima i vizualnim zadacima te su takva testiranja vrlo lako dostupna (Halson, 2014). Testiranje psihomotorne brzine moglo bi pružiti uvid u kognitivno opterećenje uzrokovano natjecanjem i takva vrsta testiranja mogla bi se koristiti kao dodatan marker za praćenje procesa oporavka.

### 3. METODE OPORAVKA

Većina istraživanja fokusirana je na sami trening i na promjene koje proizvode pojedini treninzi, dok se većina promjena i adaptacija zapravo dešava za vrijeme oporavka. Oporavak je jedan od najmanje shvaćenih i istraženih područja vezanih uz trening i izvedbu iako sportaši provode puno više vremena u oporavku nego u samom treningu ili natjecanju (Bishop i sur., 2008). U literaturi, vrste oporavka koje se najčešće spominju su: trenutni oporavak, kratkoročni oporavak i oporavak nakon treninga ili natjecanja. Trenutni oporavak se dešava unutar samih ponavljanja, dok je kratkoročni oporavak onaj između pojedinih serija rada (Bishop i sur., 2008). Nas najviše zanima ovaj posljednji, oporavak koji se dešava nakon treninga ili natjecanja te između njih. U nastavku će biti opisane neke od najpopularnijih i najčešćih metoda koje se koriste s ciljem ubrzanja procesa oporavka.

#### 3.1. Masaža

Masaža je postala izrazito popularna metoda oporavka kod sportaša (Bishop i sur., 2008). Ona se često koristi jer se smatra kako ubrzava proces oporavka (Weerapong, Hume i Kolt, 2005) i ublažava umor nakon natjecanja povećanjem cirkulacije krvi (Overmayer, Tavares i Driller, 2018). Taj povećan protok krvi za vrijeme snažne masaže smanjuje oštećenje nastalo upalnim procesom (Cheung i sur., 2003). Također, povećana doprema kisika obnavlja ATP u mitohondrijima i transportira kalcij natrag u sarkoplazmatski retikulum (Armstrong, 1984). Bez obzira na takve opisane prednosti, u praksi je vrlo malo dokaza da masaža ubrzava proces oporavka (Bishop i sur., 2008). Weerapong i sur. (2005) pišu kako su rezultati podijeljeni kada se istraživao utjecaj masaže na odgođenu mišićnu bol. Dok Delextrat, Calleja-González, Hippocrate i Clarke (2013) u svom istraživanju dolaze do podataka da masaža primijenjena odmah nakon utakmice smanjuje razinu odgođene mišićne boli u odnosu na kontrolnu skupinu. Gulick, Kimura, Sitler, Paolone i Kelly (1996) nisu dokazali da je masaža efikasna u tom pogledu. Do takve različitosti u istraživanjima vjerojatno dolazi zbog primjene različitih tehnika masaže, različitih terapeuta koji je izvode te različitog vremenskog trajanja masaže. Cheung i sur. (2003) pak navode kako je u nekim radovima zabilježena niža koncentracija kreatin kinaze u skupini koja je primijenila masažu 2 sata nakon aktivnosti u odnosu na

kontrolnu grupu. Taj podatak mogao bi ukazivati na bitnost vremenskog roka u kojem se primjenjuje masaža nakon natjecanja.

U današnje vrijeme mnogi sportaši masažu smatraju bitnim dijelom oporavka te je stoga redovito koriste (Calleja-González i sur., 2016). Oni smatraju kako im masaža pomaže da budu učinkovitiji na treninzima, da podignu razinu svojih sposobnosti, smanjuje rizik od ozljeda i da ubrzava njihov oporavak (Calleja-González i sur., 2016). Samo vjerovanje sportaša u učinkovitost takve metode oporavka može imati benefite na njihovo psihološko stanje. Velik broj studija danas navodi brojne pozitivne psihološke efekte masaže na organizam nakon natjecanja (Weerapong i sur., 2005). Wiewelhove i sur. (2018) u svom radu pišu o pozitivnim efektima masaže na subjektivne pokazatelje umora i manjoj razini doživljene percepcije umora. Taj subjektivno dobar osjećaj koji sportaši doživljavaju nakon masaže mogao bi biti od iznimne važnosti kod oporavka razine sposobnosti nakon natjecanja (Wiewelhove i sur., 2018).

### 3.2. Ugljikohidrati

Konзумiranje ugljikohidrata nakon natjecanja ili treninga je vjerojatno jedna od najprepoznatljivijih metoda koje se koriste u procesu oporavka (Rattray, Argus, Martin, Northey i Driller, 2015). Uzrok tome može biti njihova uloga koju imaju u organizmu za vrijeme neke aktivnosti. Skeletni mišićni glikogen je vrlo učinkovit sustav za pohranu energije čija razgranata struktura omogućuje brzu dostupnost velikih količina glukoze koja je potrebna za izvedbu mišićne kontrakcije (Alghannam, Gonzalez i Betts, 2018). Ovo je bitan podatak koji dokazuje kako bi se velik dio prehrane sportaša trebao sastojati od ugljikohidrata iz razloga jer su oni dominantan izvor energije za vrijeme intenzivnog i dugotrajnog vježbanja (Thomas, Erdman i Burke, 2016). Unos ugljikohidrata zajedno s vodom možemo često vidjeti za vrijeme utakmice ili po završetku iste. Takav način njihovog unosa uključuje rehidraciju organizma zajedno s punjenjem glikogenskih rezervi (Calleja-González i sur., 2019). Za sportove poput košarke i ragbija stručnjaci navode kako bi ugljikohidrati i proteini trebali biti glavni sadržaj prehrane sportaša (Calleja-González i sur., 2016; Calleja-González i sur., 2019). Pošto su nakon natjecanja glikogenske rezerve ispražnjene, konzumacija ugljikohidrata zajedno s proteinima se pokazala kao dobra kombinacija koja pozitivno utječe na punjenje rezervi i mogla bi biti od pomoći sportašima kod bržeg povratka sposobnosti koje su narušene

natjecanjem (Beelen, Burke, Gibala i Van Loon, 2010). Neka istraživanja dokazuju kako ispiranje ustiju ugljikohidratima gotovo odmah povećava snagu i stvaranje sile (Gant, Stinear i Byblow, 2010). Rattray i sur. (2015) pak navode kako je istraživanje provedeno na sportašima iz sportova izdržljivosti dokazalo da oni koji su konzumirali ugljikohidrate za vrijeme aktivnosti imaju bolji rezultat od onih koji nisu konzumirali ugljikohidrate.

Obnova glikogenskih rezervi mogla bi biti od velike važnosti kod određivanja vremena potrebnog za oporavak (Jentjens i Jeukendrup, 2003). Goforth Jr i sur. (2003) pišu kako proces obnove glikogenskih rezervi počinje odmah nakon aktivnosti i da je najbrži u prvih 5 do 6 sati oporavka. Alghannam i sur. (2018) navode kako se to dešava u dvije faze. Prva faza traje prvih 30 do 60 minuta nakon aktivnosti i neovisna je o koncentraciji inzulina u krvi (Jentjens i Jeukendrup, 2003), dok je druga faza oko 80% slabija nego prva i ovisi o unosu glukoze (Alghannam i sur., 2018). Konzumacija makronutrijenata, dominantno ugljikohidrata s proteinima, preporuča se u omjeru 3-4:1 sa 1g/kg ugljikohidrata (Calleja-González i sur., 2019). Beelen i sur. (2010) preporučuju konzumaciju ugljikohidrata (i to 0.8g/kg) i proteina (0.2-0.4g/kg) po završetku treninga ili natjecanja i smatraju kako ta kombinacija maksimalno stimulira sintezu mišićnog glikogena nakon aktivnosti. Tu količinu bilo bi dobro unijeti svaki sat u prvih 4-6 sati oporavka (Jentjens i Jeukendrup, 2003). Takva rana obnova glikogenskih rezervi nakon natjecanja mogla bi biti od velike važnosti za sportaše koji igraju utakmice svakih nekoliko dana.

### 3.3. Kreatin

Kreatin je jedan od najpopularnijih dodataka prehrani na tržištu te ga koriste sportaši iz brojnih sportova (Terrados, Calleja-Gonzales, Jukić i Ostojić, 2009). Taj dodatak prehrani povećava mišićne sposobnosti u kratkotrajnim, visoko intenzivnim vježbama s opterećenjem gdje se kreatin fosfat dominantno koristi kao izvor energije (Hall i Trojian, 2013). Daling (2005) piše kako ubrzava oporavak i povratak sposobnosti nakon visoko intenzivnih napora u košarci. Chilibeck, Magnus i Anderson (2007) u svom radu utvrdili su da suplementacija kreatinom povećava mišićnu izdržljivost. Studija koju su proveli Cook, Crewther, Kilduff, Drawer i Gaviglio (2011) dokazala je da doza od 50 do 100mg/kg smanjuje opadanje sposobnosti nakon manjka sna. Znanstvena istraživanja sugeriraju kako suplementacija kreatinom može pomoći pri oporavku i vraćanju sposobnosti, pogotovo u sportu gdje postoje

ponavljani kratki sprintevi (Terrados i sur., 2009), a da je najčešća nuspojava nakupljanje vode tijekom početnih stadija suplementacije (Hall i Trojian, 2013). Također, može pomoći kod povećanja mišićne mase kada se koristi u kombinaciji s treningom s opterećenjem. Neke preporuke vezane uz konzumaciju kreatinom i najbrže povećanje njegovih zaliha su uzimanje otprilike 0.3 g/kg po danu i to prvih 5-7 dana, a nakon toga preporuča se uzimanje 3-5g po danu (Kreider i sur., 2017).

### 3.4. Kompresijska odjeća

Kompresijska odjeća prvotno se koristila u medicinske svrhe kod osoba s krvožilnim problemima te nakon toga postaje sve popularnija kod sportaša (Duffield i Portus, 2007). Oni najčešće koriste razne čarape i tajice (Calleja-González i sur., 2016) za koje se smatra da pritiskom kojeg stvaraju povećavaju filtraciju i cirkulaciju krvi (Partsch i Mosti, 2008). Kompresijska odjeća se može pronaći u različitim rasponima kompresije (Calleja-González i sur., 2016), ali u istraživanjima ih najčešće nalazimo između 15 i 35mmHg te se taj raspon smatra djelotvornim (Marqués-Jiménez i sur., 2016). Da bi se osigurala idealna postepena kompresija, kompresijska odjeća treba biti prilagođena individualno zbog širine i dužine udova (Marqués-Jiménez i sur., 2016). Iako se preporuča nošenje kompresijske odjeće odmah po završetku natjecanja i da to traje barem 72 sata (Kraemer, French i Spiering, 2004), benefiti takve metode oporavka su najizraženiji između 12 i 48 sati nakon natjecanja (Born, Sperlich i Holmberg, 2013). Iako istraživanja pokazuju različite rezultate, ova metoda oporavka pokazuje pozitivne rezultate kod pojedinih markera oporavka. U metaanalizi koju su proveli Marqués-Jiménez i sur. (2016) utvrđeni su benefiti u pokazateljima jakosti i snage i to 24 sata nakon završetka aktivnosti. Isti autori bilježe pozitivne efekte kod mišićne bolnosti i slabijeg oticanja mišića te percepcijskih sposobnosti gdje su benefiti najizraženiji 72 sata nakon aktivnosti. Međutim, iako neki autori pronalaze benefite i u tim pokazateljima, oni nisu pronađeni kod utjecaja kompresijske odjeće na frekvenciju srca, razinu laktata i kreatin kinaze u krvi. Sve u svemu, ova metoda je izrazito praktična za primjenu pošto se može koristiti odmah po završetku natjecanja, tijekom povratka s gostujućih utakmica i za vrijeme spavanja.



### 3.5. Imerzija hladnom vodom

Terapija ledom ili hladnom vodom prvotno se koristila kod akutnih ozljeda mekog tkiva, a danas je njezina uporaba široko rasprostranjena nakon treninga ili natjecanja kao sredstvo oporavka u timskim i kontaktnim sportovima te u borilačkim vještinama (Barnett, 2006). Imerzija hladnom vodom smanjuje upalni proces koji proizlazi iz mišićnog oštećenja time što izaziva vazokonstrikciju krvnih žila što u konačnici rezultira smanjenjem osjećaja boli i pritiska kojeg izaziva edem na nociceptore (Leeder, Gissane, van Someren, Gregson i Howatson, 2012). U istraživanjima možemo pronaći mnogo različitosti kada proučavamo trajanje ove metode oporavka i temperaturu vode koja se primjenjuje. Tako neki radovi predlažu da trajanje od minimalno 2 puta po 5min može smanjiti odgođenu mišićnu bol nakon natjecanja (Garcia, Da Mota, i Marocolo, 2016). Dok Delextrat i sur. (2013) u svom radu pišu o 5 puta po 2min (11.8°C) sa 2min sjedenja na sobnoj temperaturi (20.8°C) između imerzija vodom. Elias, Wyckelsma, Varley, McKenna i Aughey (2013) pak pišu kako 14min u komadu pomaže u normalizaciji tjelesnih sposobnosti kao i smanjenju mišićne bolnosti te subjektivnog osjećaja umora nakon utakmice. Poppendieck, Faude, Wegmann i Meyer (2013) navode kako je optimalna temperatura vode između 12 i 15°C. Iako brojna istraživanja pišu o mogućim pozitivnim efektima imerzije hladnom vodom na oporavak sportaša, pregledom literature vidljivo je mnogo različitosti u rezultatima istraživanja. Istraživanja pokazuju kako imerzija hladnom vodom ima analgetsko djelovanje, a Leeder i sur. (2012) zaključuju kako sportaši u prosjeku doživljavaju 16% manju bolnost nakon primjene ove metode oporavka. Isti autori pišu kako se ova metoda nije pokazala učinkovitom kod ubrzavanja oporavka mišićne jakosti, ali je učinkovita kod bržeg povratka snage. Delextrat i sur. (2013) također utvrđuju bolju izvedbu skoka 24 sata nakon aktivnosti i korištenja imerzije hladnom vodom. Iako se čini da ova metoda ima pozitivne efekte na pojedine aspekte oporavka, ti efekti se razlikuju između pojedinaca i različitih istraživanja (Bishop i sur., 2008). Također treba napomenuti istraživanje Fuchsa i sur. (2020.) u kojem su utvrdili kako imerzija hladnom vodom smanjuje sintezu proteina za 26% te nakon obroka za 20% u prvih 5 sati oporavka. Nadalje, isti autori pišu kako primjena ove metode na dnevnoj bazi kroz 2 tjedna smanjuje sintezu proteina za 12%. Iz tog razloga treba biti oprezan kod korištenja imerzije hladnom vodom nakon pojedinih podražaja kako ne bi izazvala negativne efekte kod adaptacije na trenajni podražaj.

### 3.6. Kriogena komora

Krioterapija u kriogenim komorama je relativno nova metoda koja se koristi za ublažavanje bolova kod upalnih stanja (Banfi, Lombardi, Colombini i Melegati, 2010) i u novije vrijeme postala je popularna kod sportaša koji ju koriste kao prevenciju od ozljeda i ubrzanje procesa oporavka (Selfe i sur., 2014). Ova metoda uključuje terapijsku primjenu izrazito hladnog i suhog zraka čija temperatura se kreće između  $-120^{\circ}\text{C}$  i  $-140^{\circ}\text{C}$  u trajanju između 2-3 minute (Banfi i sur., 2010). Selfe i sur. (2014) predlažu predhlađenje u trajanju od 30 sekundi na  $-60^{\circ}\text{C}$  i nakon toga hlađenje na  $-135^{\circ}\text{C}$  u trajanju od 2 minute. Navode kako su 2 minute dovoljne da izazovu fiziološke promjene u temperaturi kože i tijela te oksigenaciji tkiva. Također, pišu kako je za smanjenje upalne reakcije ovu metodu potrebno primijeniti odmah nakon aktivnosti u više ponavljanih izlaganja. Partridge, Cooke, McKune i Pyne (2019) navode kako krioterapija cijelog tijela smanjuje mišićnu bolnost i oštećenje uzrokovano određenom aktivnošću. Takav ishod je posljedica protuupalnog djelovanja ove metode (Lombardi, Ziemann i Banfi, 2017), preciznije zbog povišene koncentracije protuupalnog citokina IL-10 u krvi te smanjene koncentracije upalnog citokina IL-2 i kemocina IL-8 (Banfi i sur., 2010). Odmah po završetku treninga, samo jedan tretman krioterapije uzrokuje značajan pad koncentracije IL-6 u krvi (Dupuy, Douzi, Theurot, Bosquet i Dugué, 2018). Dupuy i sur. (2018) navode pozitivne efekte kod mišićnog umora, boli te bolje opće stanja nakon primjene ove metode oporavka, međutim, ova metaanaliza otkriva kako je smanjena mišićna bol zabilježena samo u prvih 6 sati nakon primjene kriogene komore. Isti autori pišu kako ova metoda u jednoj terapiji ne utječe na promjenu koncentracija kreatin kinaze i c-reaktivnog proteina u krvi nakon aktivnosti. Međutim, redovita upotreba krioterapije tjedan dana statistički značajno smanjuje koncentraciju kreatin kinaze u krvi (Banfi i sur., 2009), dok redovita upotreba ove metode također smanjuje i koncentraciju c-reaktivnog proteina u krvi (Pournot i sur., 2011). Terapija kriogenom komorom u sportu se najčešće koristi nakon visoko intenzivnih treninga ili natjecanja (Partridge i sur. (2019), a njezin najveći problem je nedostupnost i cijena samog tretmana.

### 3.7. Aktivni oporavak

Aktivni oporavak može se opisati kao nisko intenzivno vježbanje između treninga ili natjecanja za koje se vjeruje da ubrzava uklanjanje otpadnih tvari nakon natjecanja (Chan i sur., 2016). Aktivni oporavak povećava frekvenciju srca koja posljedično povećava protok krvi i ubrzava metabolizam što pridonosi ubrzavanju procesa oporavka (Bielik, 2010). Ova metoda može se koristiti odmah po završetku natjecanja ili idući trening (Rey, Padrón-Cabo, Barcala-Furelos, Casamichana i Romo-Pérez, 2018). Reilly i Ekblom (2005) navode kako postoje tri glavne tehnike koje se koriste u aktivnom oporavku, a one su: nisko intenzivna aerobna aktivnost (trčanje, vožnja bicikla, trčanje u vodi,...), istežanje te relaksacija (kroz vježbe mobilnosti te vježbe labavljenja i opuštanja miškulature). Aerobna aktivnost niskog intenziteta popularna je metoda za koju se smatra kako ima pozitivne efekte na eliminaciju mliječne kiseline iz krvotoka (Rey i sur., 2018). Isti autori navode kako većina istraživanja preporuča korištenje ove metode u trajanju od 12-30 minuta na 60% $\dot{V}O_2$ max. Međutim, rezultati povezani sa tim efektima nisu u potpunosti dokazani (Rey i sur., 2018). Stoga, da li ova tehnika ubrzava proces oporavka još uvijek stavlja upitnik iznad glava znanstvenika, ali sa sigurnošću se može reći da značajno poboljšava psihološki oporavak sportaša jer se oni osjećaju opuštenije nakon primjene ove metode (Suzuki i sur., 2004). Statičko istežanje pak je metoda koja se dugo vremena koristila prije i nakon treninga (Barnett, 2006), a danas se uglavnom koristi nakon treninga i natjecanja (Dadebo, White i George, 2004). Korištenje statičkog istežanja kao sredstva regeneracije i oporavka proizlazi iz istraživanja o mišićnoj boli nakon aktivnosti koja se bazira na teoriji mišićnog spazma (De Vries, 1967). Iako nedostaje istraživanja koja potvrđuju učinkovitost ove metode ona se i dalje koristi kao sredstvo oporavka (Rey i sur., 2018). Pretpostavka ove metode je da smanjuje edem nastao mišićnim oštećenjem za vrijeme pojedine aktivnosti i posljedično mišićnu bol, ali pojedina istraživanja ne potvrđuju tu tezu, dapače, pišu kako bi statičko istežanje čak moglo i pogoršati takvo stanje (Cheung i sur., 2003). Predloženi mehanizam koji bi mogao pomoći kod smanjenja subjektivnog osjećaja boli je povećanje praga boli što pruža analgetski efekt ove metode oporavka (Rey i sur., 2018). Mišićna relaksacija postaje sve popularnija metoda oporavka između vježbi i nakon aktivnosti. Može se izvoditi u paru gdje partner podiže noge drugome i protresuje ih (Rey i sur., 2018) ili individualno gdje osoba podiže noge na povišenje. Smatra se kako ova metoda ima pozitivan fiziološki učinak koji pomaže kod smanjenja mišićnog umora (Rey i sur., 2018). Calder (2003) navodi kako ova metoda ima

umirujući učinak te da pozitivno djeluje na neuralni umor. Međutim, mali je broj istraživanja koja su istraživala ovu metodu oporavka.

### 3.8. San

Sve se češće može čuti kako san ima vrlo bitnu ulogu kad je u pitanju ljudsko zdravlje, oporavak sportaša i optimalna razina sposobnosti na natjecanju (Bonnar, Bartel, Kakoschke i Lang, 2018). Ključni dio ravnoteže između stresa i oporavka je san, pogotovo za vrijeme intenzivnih treninga i natjecanja (Fullagar i sur., 2015). Samuels (2008) navodi kako postoje 3 čimbenika koja utječu na san, a oni su: trajanje sna, kvaliteta sna te vrijeme odlaska na spavanje. Idealno preporučeno trajanje sna je između 7 i 9 sati (Krystal i Edinger, 2008), dok vrijeme odlaska na spavanje utječe na cirkadijski ritam što može imati utjecaj na trajanje sna i njegovu kvalitetu (Samuels, 2008). Poremećaj u bilo kojem od ovih čimbenika može utjecati na proces oporavka (Samuels, 2008). Shearer, Jones, Kilduff i Cook (2015) u svojem istraživanju dokazali su kako je nedostatak sna negativno utjecao na oporavak, snagu i kognitivne funkcije. Mah, Mah, Kezirian i Dement (2011) pak navode kako spavanje od minimalno 10 sati vodi do poboljšanja u sprintu, preciznosti u izvođenju slobodnih bacanja i šuta na koš te zaključuju kako optimalan san omogućuje sportašima da postignu bolje osobne rezultate. Također, sportaši iz timskih sportova zbog zgusnutog rasporeda natjecanja, dugih putovanja i večernjih utakmica često imaju probleme sa snom, smanjenu kvalitetu i vrijeme spavanja (Fullagar i sur., 2015). Treneri bi trebali prilagoditi vrijeme treninga ili trenažne zahtjeve ukoliko su upoznati da neki od igrača imaju probleme sa snom ili su prošlu noć loše spavali. Poremećaji u snu mogli bi ozbiljno narušiti formu sportaša ukoliko se ponavljaju kroz duži vremenski period te dovesti do stanja pretreniranosti, ozljede i bolesti (Halson, 2008). Waterhouse, Atkinson, Edwards i Reilly (2007) su utvrdili kako je popodneвно spavanje nakon ručka u trajanju od 30 minuta dovelo do pozitivnih učinaka kod subjektivnog stanja budnosti te na sposobnost pamćenja i brzog donošenja odluke. Također, utvrdili su kako je vrijeme u sprintu na 2 i 20 metara bilo manje nego kod kontrolne grupe. Iako je mali broj istraživanja koja direktno procjenjuju stanje oporavka nakon spavanja, za spavanje postoje brojna istraživanja koja dokazuju njegovo pozitivno djelovanje na razinu sposobnosti. Stoga, povećanje svijesti sportaša o optimalnoj kvaliteti i kvantiteti sna je veoma važan dio oporavka koji može imati veliku ulogu u njihovoj karijeri.

### 3.9. Elektrostimulacija

Primjena elektrostimulacije kao sredstva oporavka u zadnjem desetljeću naglo je porasla (Calleja-González i sur., 2019). Ova metoda bazira se na prijenosu nisko frekventnih električnih impulsa (1-9 Hz) kroz površinske elektrode koje periferno stimuliraju motoričke neurone što rezultira mišićnim kontrakcijama (Barnett, 2006). Smatra se kako bi ova metoda mogla biti korisna u procesu oporavka zbog kontrakcija koje povećavaju protok krvi kroz mišić i posljedično smanjuju koncentraciju laktata i kreatin kinaze u krvi zbog čega osoba ima osjećaj opuštenosti i relaksacije, a drugi učinak je njezino analgetsko djelovanje (Babault, Cometti, Maffiuletti i Deley, 2011). Elektrostimulacija je pokazala pozitivan učinak kod uklanjanja laktata i kreatin kinaze, ali dokazi izravnih pokazatelja izvedbe poput mišićne jakosti još uvijek nedostaju (Babault i sur., 2011). Međutim, ova metoda je pokazala najveći učinak kod subjektivnih pokazatelja oporavka poput subjektne percepcije boli (Babault i sur., 2011) te može biti učinkovita kod subjektivno boljeg osjećaja nakon primjene elektrostimulacije (Tessitore i sur., 2008). Taylor i sur. (2015) navode kako je elektrostimulacija praktična metoda koja se lako koristi i može se primijeniti za vrijeme spavanja i putovanja. To može biti izrazito korisno nakon gostujućih utakmica gdje se odmah na povratku kući zrakoplovom ili autobusom ova metoda može koristiti.

#### **4. PREPORUČENI MODELI OPORAVKA**

Sportaši iz timskih sportova suočavaju se sa brojnim izazovima za vrijeme sezone (Heaton i sur., 2017). Zbog ograničenih mogućnosti između natjecanja te gustog rasporeda putovanja, treba vrlo promišljeno birati metode koje će se koristiti nakon i za vrijeme istih (Heaton i sur., 2017). Ugljikohidrati, proteini i unos dovoljne količine tekućine već su na veliko poznati kao veoma važna komponenta u procesu oporavka (Heaton i sur., 2017). Međutim, odabir namirnica i vremenski tijek unosa hrane u organizam možda su i ključni čimbenici u tom procesu (Ranchordas, Dawson i Russell, 2017). Glavni cilj obroka nakon natjecanja je osigurati obnovu mišićnog glikogena, potaknuti sintezu proteina i rehidraciju organizma (Heaton i sur., 2017). Jednom kad sportaš unese sve potrebne makronutrijente, nadopuna određenom suplementacijom može biti od dodatne koristi za oporavak (Heaton i sur., 2017). Rey i sur. (2018) na Slici 1 predlažu izvor, doziranje i benefite makronutrijenata i pojedinih dodataka prehrani.

| Nutrient                     | Dosage  | Best sources   | Benefits  | Strength of evidence <sup>a</sup> |
|------------------------------|---|--|---|-----------------------------------|
| Protein                      | 0.3 g/kg as soon as possible post-training  | Leucine-rich complete proteins: whey and milk  | Support muscle protein synthesis  | Good                              |
|                              | 0.3 g/kg/meal across 4–5 meals  | Complete proteins: lean meats, poultry, fish, eggs, milk, yogurt, soy, tofu, quinoa            | Support muscle repair and muscle remodeling   | Good                              |
| Carbohydrate                 | 1–1.2 g/kg within the first hour post-training  | Quickly digested and absorbed: sports drinks, bars, shakes, white bread                        | Replenish glycogen  | Good                              |
|                              | 5–7 g/kg/day spread throughout the day  | Whole grains, potatoes, sweet potatoes, brown or wild rice, fruits, vegetables, dairy products | Support immune function<br>Reduce risk of overtraining  | Good                              |
| Fluid                        | 1.0–1.5 L of fluid for each 1-kg body mass lost   | Chilled fluid with sodium (20–50 mmol/L)   | Restore body fluid balance and plasma volume  | Good                              |
| Creatine monohydrate         | 20 g/day for 5 days followed by 3–5 g/day to increase and maintain elevated muscle creatine   | Meat, poultry, fish  | Support training adaptations via increased expression of growth factors, reduced inflammation, and enhanced glycogen re-synthesis | Good                              |
|                              | Or<br>3–5 g/day for about 30 days to increase muscle creatine   |  |   |                                   |
| n-3 PUFA                     | ~3 g/day of EPA/DHA   | Cold water fatty fish (tuna, salmon), fish oils, krill oil                                     | Reduce inflammation<br>Support immune function<br>Support muscle repair and remodeling when protein intake is insufficient        | Fair                              |
| Vitamin D                    | RDA (adults) 600 IU/day<br>Vitamin D status (blood 25OHD) 20–50 ng/L  | Sunlight, supplements, fortified foods, fatty fish, egg yolk                                   | Support muscle repair and recovery  | Fair                              |
| Antioxidants                 | Individual antioxidant supplementation is not recommended<br><br>Aim to consume a balanced diet containing a variety of fruits and vegetables | Whole fruits and vegetables and 100% fruit and vegetable juices                                | Reduce inflammation   | Fair                              |
| Gelatin/collagen + vitamin C | ≥15 g of collagen hydrolysate with ≥50 mg of vitamin C delivered 1 h before training  | Gelatin, vitamin C-rich foods (e.g., oranges, raspberries, grapefruit), dietary supplements    | Promote collagen synthesis  | Fair                              |
| Curcumin                     | Dose dependent on bioavailability 0.4–5 g/day   | Turmeric, dietary supplements  | Reduce inflammation   | Limited                           |
| Bromelain                    | 900–1000 mg/day   | Pineapple, dietary supplements   | Reduce inflammation   | Limited                           |

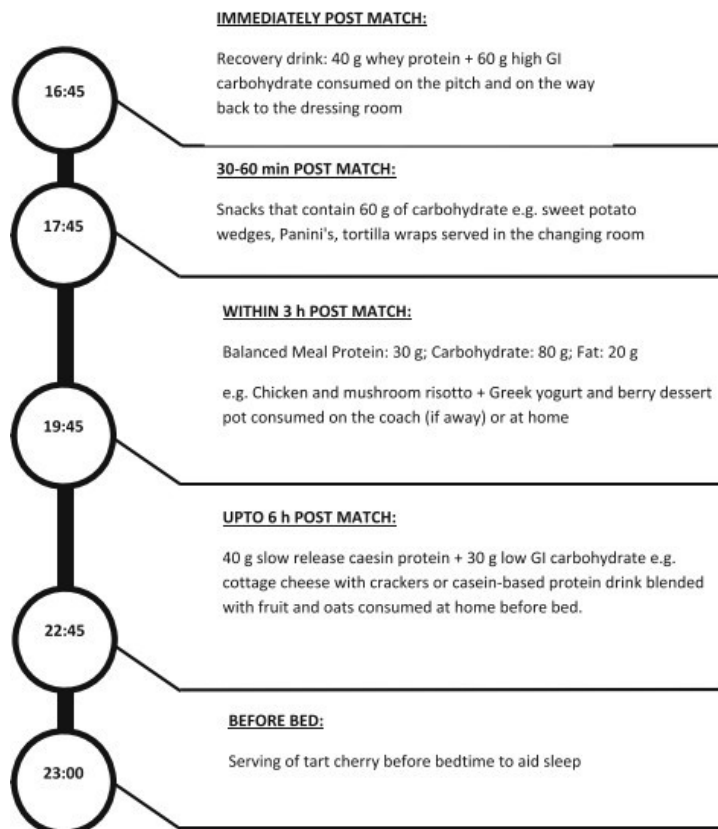
*DHA* docosahexaenoic acid, *EPA* eicosapentaenoic acid, *n-3 PUFA* omega-3 polyunsaturated fatty acids, *RDA* recommended dietary allowance, *25OHD* 25-hydroxyvitamin D

<sup>a</sup> Strength of evidence conclusion statements are assigned a grade by the authors based on the systematic analysis and evaluation of the supporting research evidence. Grade I = good; grade II = fair; grade III = limited; grade IV = expert opinion only; and grade V = not assignable (because there is no evidence to support or refute the conclusion). See grade definitions at <http://www.andevidencelibrary.com/>

*Slika 1. Popis makronutrijenata i dodataka prehrani s preporučenim doziranjem i benefitima (Rey i sur., 2018)*

Međutim, sportaši trebaju biti oprezni kod korištenja suplemenata i dodataka prehrani jer mogu sadržavati supstance koje su zabranjene od strane Svjetske antidopinške agencije (Heaton i sur., 2017). Ranchordas i sur. (2017) navode kako je jednostavno napisati prehrambene metode oporavka na papir, ali sama provedba toga u praksi i pridržavanje sportaša predstavlja problem. Uloga nutricionista ili osobe zadužene za oporavak u nekom klubu je provedba osnovnih principa oporavka i njihova prilagodba određenim ograničenjima

(Ranchordas i sur., 2017). Treneri i sportaši trebaju biti svjesni da primjena ispravnih strategija oporavka može smanjiti rizik od ozljede i ubrzati proces oporavka što je veoma važno za vrijeme zgnusnutog rasporeda natjecanja kad je vrijeme za oporavak ograničeno (Ranchordas i sur., 2017). Ranchordas i sur. (2017) u svom radu predlažu prehrambenu strategiju nakon natjecanja koja se nalazi na Slici 2.

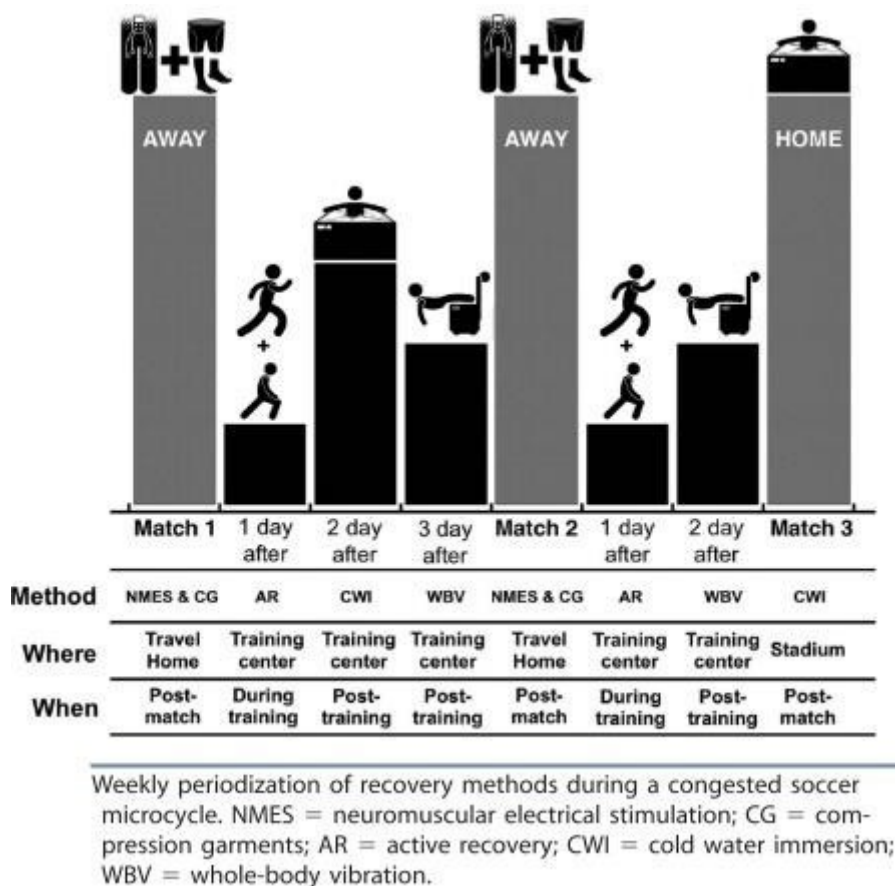


Slika 2. Prehrambena strategija nakon natjecanja (Ranchordas i sur., 2017)

Rey i sur. (2018) navode kako je iznimno važno primijeniti metode oporavka odmah po završetku natjecanja ili u najkraćem mogućem vremenu. Međutim, potrebe za oporavak razlikuju se između pojedinaca jer na stvoreni umor utječu i faktori poput toga da li je igrač počeo utakmicu ili je ušao s klupe te broj odigranih minuta (Rey i sur., 2018). Stoga, kontrola opterećenja i markera oporavka može biti koristan pokazatelj da li je pojedinom igraču potreban oporavak i u kojoj mjeri. Takav način rada može pružiti važnu povratnu informaciju trenerima, kondicijskim trenerima i igračima (Rey i sur., 2018).

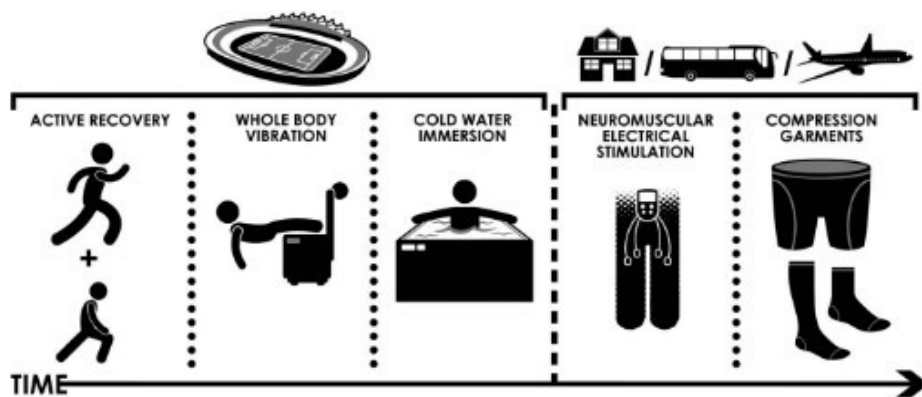


Upravljanje procesom oporavka zahtijeva multidisciplinarni rad i suradnju između stručnog stožera i medicinskog osoblja (Rey i sur., 2018). Stoga, program oporavka zahtijeva pažljivu analizu broja utakmica i mjesta odigravanja istih u nekom vremenskom periodu, resursa koje klub posjeduje u vidu prostora i opreme te motivaciju igrača za primjenu pojedinih metoda oporavka (Rey i sur., 2018). Taj isti program oporavka potrebno je prilagođavati na tjednoj bazi s obzirom na mikrociklus koji slijedi, kalendar natjecanja i razinu kondicijskih sposobnosti pojedinih igrača (Rey i sur., 2018). Oporavak sportaša tijekom zgusnutog rasporeda natjecanja je vjerojatno najveći izazov trenera (Ranchordas i sur., 2017). Stoga, Rey i sur. (2018) predlažu model oporavka tijekom zgusnutog rasporeda natjecanja koji je prikazan na Slici 3.



Slika 3. Model oporavka tijekom zgusnutog rasporeda natjecanja (Rey i sur., 2018)

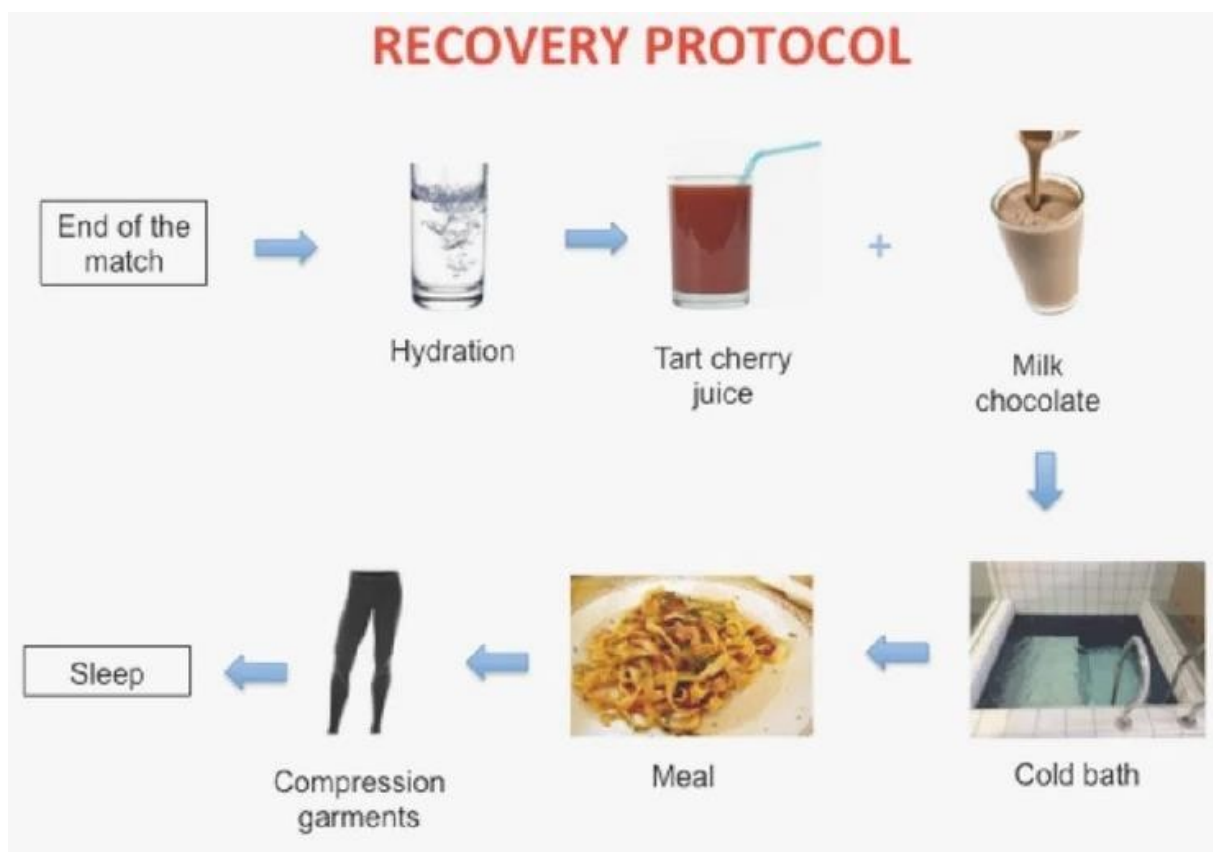
S obzirom na mjesto odigravanja utakmice, određene metode oporavka su praktičnije za provedbu. Nakon gostujućih utakmica te za vrijeme putovanja primjena elektrostimulacije i kompresijske odjeće najpraktičnija su sredstva za oporavak jer su male veličine te ne zauzimaju puno prostora i lako ih je koristiti (Rey i sur., 2018). Rey i sur. (2018) na Slici 4 također predlažu model oporavka nakon domaćih utakmica te metode koje je praktično primijeniti odmah na stadionu, a koje po povratku kući sa stadiona.



Suggested time line for recovery methods in soccer. Active recovery, whole-body vibration, and cold water immersion should be implemented progressively immediately after the match or training, and due to the needs of space and resources, these recovery strategies should be performed in the sports facility itself. Neuromuscular electrical stimulation and compression garments could be applied during the trip back home after the game or training or at the player's home.

*Slika 4. Model oporavka nakon domaće utakmice (Rey i sur., 2018)*

Abaïdia i Dupont (2018) navode kako bi masaža u trajanju od 5 do 12 minuta bila dobar izbor za strategiju oporavka nakon natjecanja. Isti autori predlažu jedan vrlo praktičan model oporavka koji ne zahtijeva velika financijska sredstva, a on je prikazan na Slici 5.



*Slika 5. Model oporavka nakon natjecanja (Abaidia i Dupont, 2018)*

Također, u praksi se može primijetiti da mnogo klubova prakticira korištenje skala s metodama oporavka u kojoj svaka metoda ima određenu bodovnu vrijednost, a cilj je skupiti određen broj bodova tako da se odabiru metode oporavka po vlastitom izboru. Jedna takva skala prikazana je na Slici 6.

# 100 BODOVA ZA OPORAVAK

SKUPI 100 BODOVA TIJEKOM OPORAVKA NAKON  
INTENZIVNOG TRENINGA

SVAKA OD SLJEDEĆIH AKTIVNOSTI  
NOSI ODREĐEN BROJ BODOVA. SKUPI  
BAREM 100 BODOVA I OSIGURAJ BRŽI  
OPORAVAK. NE ZABORAVI KOMBINIRATI  
I MIJENJATI AKTIVNOSTI.

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| <b>50</b><br>BODOVA | HLADNA / KONTRASTNA KUPKA<br>5' 12°C    3x 2' TOPLA 35°C +<br>2' HLADNA 12°C    |     |
| <b>50</b><br>BODOVA | 30 MINUTA<br>MASAŽA   |     |
| <b>40</b><br>BODOVA | 15 MINUTA<br>VOŽNJA BIKLOM<br>(AKTIVNI OPORAVAK)                                |     |
| <b>30</b><br>BODOVA | PROTEINSKI SHAKE I<br>SUPLEMENTI ZA OPORAVAK                                    |   |
| <b>30</b><br>BODOVA | 10 MINUTA<br>SAMOMASAŽA<br>SA ROLEROM   |   |
| <b>30</b><br>BODOVA | 10 MINUTA<br>STATIČKO ISTEZANJE   |   |
| <b>30</b><br>BODOVA | CJELOVITI OBROK BOGAT<br>SVIM NUTRIJENTIMA<br>(UGLJIKOHIDRATI, PROTEINI, MASTI) |   |
| <b>30</b><br>BODOVA | DNEVNI ODMOR / NOĆNI SAN<br>45 - 60'    8H +                                    |   |
| <b>20</b><br>BODOVA | NOŠENJE KOMPRESIJSKE<br>ODJEĆE (SKINS)<br>BAREM 1H                              |  |
| <b>20</b><br>BODOVA | HIDRATACIJA<br>(NADOKNADA TEKUĆINE)<br>BAREM 0,5 L                              |  |
| <b>10</b><br>BODOVA | ŠETNJA<br>15 MINUTA   |   |

Slika 6. Skala s bodovnim vrijednostima za oporavak

Na temelju pregleda literature vezane uz metode oporavka i preporučenih modela oporavka nakon natjecanja, izradili smo vlastiti model oporavka nakon domaće utakmice koji je prikazan u Tablici 1.

*Tablica 1. Model oporavka nakon domaće utakmice*

| <b>MODEL OPORAVKA NAKON DOMAĆE UTAKMICE</b> |  |
|---|--|
| +0 min                                      | Napitak 25-30g proteina i 60g ugljikohidrata (za osobu od 80kg)                            |
| +15 min                                     | Vožnja bicikla ili trčanje u vodi u trajanju 10-15 min                                     |
| +30 min                                     | Valjanje (5-10 min) + statičko istežanje (5-10min) + mobilnost kukova i gležnja (5-10 min) |
| +50 min                                     | Voće + hidratacija organizma vodom   |
| +60 min                                     | Masaža (10 min)  |
| +75 min                                     | Imerzija hladnom vodom (2x5 min)   |
| +90 min                                     | Tuširanje i oblačenje kompresijske odjeće  |
| +110 min                                    | Odlazak na zajednički ručak/večeru   |
| +3-4 sata                                   | Spavanje (8-10 sati)   |

Međutim, kad se utakmica igra u gostima nije moguće provesti isti protokol oporavka zbog toga jer opremu za provođenje nekih metoda oporavka nije moguće ponijeti na putovanje. Stoga, predlažemo sljedeći model oporavka prikazan u Tablici 2.

*Tablica 2. Model oporavka nakon gostujuće utakmice*

| <b>MODEL OPORAVKA NAKON GOSTUJUĆE UTAKMICE</b> |  |
|--|--|
| +0 min   | Napitak 25-30g proteina i 60g ugljikohidrata (za osobu od 80kg)                            |
| +15 min  | Valjanje (5-10 min) + statičko istežanje (5-10min) + mobilnost kukova i gležnja (5-10 min) |
| +40 min  | Voće + hidratacija organizma vodom   |
| +50 min  | Tuširanje i oblačenje kompresijske odjeće  |
| +70 min  | Odlazak na zajednički ručak/večeru   |
| +2-3 h   | Elektrostimulacija na putu kući (autobus/zrakoplov)  |
| Po povratku kući                               | Spavanje (8-10 sati)   |

Po povratku kući bio bi preporučljiv odlazak na stadion i obavljanje masaže, imerzije hladnom vodom ili hlađenje u kriogenoj komori. Međutim, sa psihološke strane to sportašima teško pada jer nakon povratka s gostovanja jedva čekaju otići kući svojim obiteljima. Ovo je jednostavnije za provesti odmah po dolasku u hotel ukoliko se ekipa ne vraća kući isti dan nego odsjeda u mjestu gdje su igrali utakmicu.

Zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti, sve veću primjenu u praksi imaju metode opuštanja poput slušanja glazbe, vježbe disanja, meditacija, biofotomodulacija, joga i mnoge druge. U studiji koju su proveli Savitha, Mallikarjuna i Rao (2010) dokazano je da glazba sporijeg tempa može poslužiti kao dobar alat kod opuštanja nakon tjelesne aktivnosti jer ubrzava povratak frekvencije srca i krvnog tlaka na normalne vrijednosti te pogoduje psihološkoj komponenti oporavka jer su ispitanici zabilježili osjećaj subjektivno bržeg oporavka nego u skupini koja je slušala glazbu s brzim tempom i skupini koja se opuštala u tišini. Također, brojne pozitivne fiziološke i psihološke učinke na organizam pokazuju različite tehnike disanja te se ova metoda opuštanja smatra jednom od najjednostavnijih i najučinkovitijih načina u kontroli anksioznosti i mišićne napetosti (Lewis, Williams i Olds, 2007). Ove tehnike su jednostavne i jeftine te su praktične za primjenu u klubovima koji se natječu na nižim razinama natjecanja ili u klubovima mlađih dobnih kategorija. U Tablici 3 predstaviti ćemo model oporavka koji ne zahtijeva velika financijska sredstva i koji mogu primijeniti klubovi na nižoj razini natjecanja te klubovi mlađih dobnih kategorija.

*Tablica 3. Model oporavka nakon natjecanja u klubovima niže razine natjecanja i mlađih dobnih kategorija*

| <b>MODEL OPORAVKA NAKON NATJECANJA U KLUBOVIMA NIŽE RAZINE NATJECANJA I MLAĐIH DOBNIH KATEGORIJA</b> |   |
|--|---|
| +0 min   | Voće (banane, datulje,..) + hidratacija organizma vodom   |
| +10 min  | Metode opuštanja (slušanje glazbe u ležanju s nogama na povišenju, tehnike disanja, meditacija,...) |
| +20 min  | Valjanje (5-10 min) + statičko istezanje (5-10min) + mobilnost kukova i gležnja (5-10 min)          |
| +40 min  | Imerzija hladnom vodom ispod tuša   |
| +60 min  | Zajednički ručak/večera   |
| +3-4 sata  | Spavanje (8-10 sati)  |

Neizostavan dio svakog modela oporavka nakon natjecanja je dovoljno trajanje i kvaliteta sna te redovito vrijeme odlaska na spavanje. Uredan ritam odlaska na spavanje i buđenja pomaže u sinkronizaciji cirkadijskog ritma što unaprjeđuje kvalitetu i kvantitetu sna (Malone, 2011). Međutim, nakon utakmice/natjecanja, zbog visoke razine tjelesne i emocionalne uzbuđenosti, san je kompromitiran. Zbog toga je neobično važno stvoriti uvjete u kojima će se sportaš što prije smiriti i zaspati. Dan prije natjecanja igrači se mogu osjećati zabrinuto i tjeskobno, pogotovo ako je natjecanje od većeg značaja (Fullagar i sur., 2015) pa korištenje tehnika poput meditacije može pomoći u kontroli nastalog stresa i zabrinutosti koji su povezani s poboljšanjem spavanja (Malone, 2011). Isto se događa i nakon utakmice. Veoma je važno odrediti idealne navike spavanja svakog pojedinca s obzirom da nepoznata okolina može smanjiti kvalitetu sna (Malone, 2011). Opće je poznato da proces prelaska iz stanja budnosti u san produljuju ekstremne temperature, svjetlost i buka te sportaši potvrđuju kako su buka i svjetlost dva najbitnija faktora koja utječu na kvalitetu njihova sna (Venter, 2014). Također, korištenje tehnologije (mobitel, TV, laptop,...) neposredno prije odlaska na spavanje inhibira lučenje melatonina i odgađa proces prelaska iz stanja budnosti u san (Malone, 2011). Stoga je preporučljivo izbjegavati korištenje tehnologije prije odlaska na spavanje (Malone, 2011). Ovo su samo neki od razloga pomoću kojih sportaši mogu podići kvalitetu života, a zadaća trenera je stalna edukacija o pravilnom stilu života koji može u značajnoj mjeri produljiti trajanje i kvalitetu karijere sportaša. Bez uredno složenog stila života koji uključuje profesionalan odnos svakog pojedinca prema svojim zadaćama i obavezama, vrlo je teško dostići maksimalne individualne mogućnosti i ciljeve koje pojedinac može i želi ostvariti.

## 5. ZAKLJUČAK

Oporavak sportaša nakon natjecanja jedan je od najbitnijih aspekata u samom upravljanju trenažnim procesom. Cilj ovog rada bio je predstaviti markere i metode oporavka te modele koji se koriste nakon natjecanja. Marker oporavka se koriste da bi se preciznije utvrdila razina umora i vrijeme koje je potrebno za oporavak. Pregledom literature utvrđen je velik broj onih koji se koriste u praksi. Neki nisu praktični za primjenu jer izazivaju dodatan umor koji je nepotreban i produžuje vrijeme oporavka, dok su neki preskupi većini klubova koji ih ne mogu priuštiti. Naše preporuke su da se u praksi treba koristiti kombinacija više različitih vrsta markera koje će svaki stručni stožer odabrati s obzirom na financijske mogućnosti. Klubovi slabijeg financijskog statusa mogu se više osloniti na subjektivne i kognitivne markere oporavka jer su jeftini i jednostavni za primjenu, a daju dovoljno precizne rezultate ukoliko su sportaši upoznati i educirani kako primijeniti ovakve testove. Provedbom testova trebalo bi se težiti tome da testovi budu individualizirani i nakon interpretacije tih rezultata trebalo bi individualizirano primjenjivati metode oporavka. Međutim, sam proces individualizacije jedan je od najzahtjevnijih zadataka u kontroli opterećenja, i u praksi općenito, ali je ključan te će se u budućnosti sve više težiti takvom načinu radu. Što se tiče metoda oporavka, pregledom literature zaključili smo da je najviše istraživanja suglasno s time da je brzi unos i dovoljna količina ugljikohidrata, proteina i tekućine od ključne važnosti nakon natjecanja. Također, istraživanja pokazuju da dovoljna količina i kvaliteta sna imaju pozitivne učinke na razinu sposobnosti, dok deprivacija sna ima izrazito negativne efekte na iste. Istraživanja za ostale metode oporavka pokazuju podijeljene rezultate na razinu oporavka što je moguće zbog različitih načina i protokola provedbe istraživanja, ali većina njih pokazuje pozitivne učinke na subjektivni osjećaj umora i percipirani osjećaj mišićne boli nakon njihove primjene. Taj pozitivan psihološki učinak može biti od velike važnosti u praksi jer u našem poslu radimo s ljudima i njihovo dobro psihološko stanje može dovesti do veće motivacije i pozitivne energije na idućem treningu ili natjecanju te možda baš taj detalj učini razliku u međuljudskim odnosima ili rezultatu. U budućim istraživanjima znanstvenici bi trebali obratiti pažnju i istražiti utjecaj kombinacije više metoda oporavka na organizam te usporediti više različitih modela i strategija oporavka na organizam.



## 6. LITERATURA

- Abaïdia, A. E., & Dupont, G. (2018). Recovery strategies for football players. *Swiss Sports & Exercise Medicine*, 66(4), 28-36.
- Alghannam, A. F., Gonzalez, J. T., & Betts, J. A. (2018). Restoration of muscle glycogen and functional capacity: role of post-exercise carbohydrate and protein co-ingestion. *Nutrients*, 10(2), 253.
- Andersson, H., Bøhn, S. K., Raastad, T., Paulsen, G., Blomhoff, R., & Kadi, F. (2010). Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72-h recovery. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(5), 740-747.
- Armstrong, R. B. (1984). Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(6), 529-538.
- Babault, N., Cometti, C., Maffiuletti, N. A., & Deley, G. (2011). Does electrical stimulation enhance post-exercise performance recovery?. *European journal of applied physiology*, 111(10), 2501.
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A., & Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine*, 40(6), 509-517.
- Banfi, G., Melegati, G., Barassi, A., Dogliotti, G., d'Eril, G. M., Dugué, B., & Corsi, M. M. (2009). Effects of whole-body cryotherapy on serum mediators of inflammation and serum muscle enzymes in athletes. *Journal of thermal biology*, 34(2), 55-59.
- Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. *Sports medicine*, 36(9), 781-796.
- Beelen, M., Burke, L. M., Gibala, M. J., & Van Loon, L. J. (2010). Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20(6), 515-532.
- Bielik, V. (2010). Effect of different recovery modalities on anaerobic power in off-road cyclists. *Biology of Sport*, 27(1).
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(11), 1402-1412.

- Boksem, M. A., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. *Cognitive brain research*, 25(1), 107-116.
- Brancaccio, P., Limongelli, F. M., & Maffulli, N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *British journal of sports medicine*, 40(2), 96-97.
- Bonnar, D., Bartel, K., Kakoschke, N., & Lang, C. (2018). Sleep interventions designed to improve athletic performance and recovery: a systematic review of current approaches. *Sports medicine*, 48(3), 683-703.
- Born, D. P., Sperlich, B., & Holmberg, H. C. (2013). Bringing light into the dark: effects of compression clothing on performance and recovery. *International journal of sports physiology and performance*, 8(1), 4-18.
- Brownstein, C. G., Dent, J. P., Parker, P., Hicks, K. M., Howatson, G., Goodall, S., & Thomas, K. (2017). Etiology and recovery of neuromuscular fatigue following competitive soccer match-play. *Frontiers in physiology*, 8, 831.
- Calder, A. (2003). Recovery strategies for sports performance. *USOC Olympic Coach E-Magazine*, 15(3), 8-11.
- Calleja-González, J., Mielgo-Ayuso, J., Ostojic, S. M., Jones, M. T., Marques-Jiménez, D., Caparros, T., & Terrados, N. (2019). Evidence-based post-exercise recovery strategies in rugby: a narrative review. *The Physician and sportsmedicine*, 47(2), 137-147.
- Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, J., Delextrat, A., Jukic, I., Vaquera, A., ... & Ostojic, S. M. (2016). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *The Physician and sportsmedicine*, 44(1), 74-78.
- Chan, Y. Y., Yim, Y. M., Bercades, D., Cheng, T. T., Ngo, K. L., & Lo, K. K. (2016). Comparison of different cryotherapy recovery methods in elite junior cyclists. *Asia-Pacific journal of sports medicine, arthroscopy, rehabilitation and technology*, 5, 17-23.
- Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Avloniti, A., Karipidis, A., Jamurtas, A. Z., Skevaki, C. L., ... & Papassotiriou, I. (2014). The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. *Journal of sports sciences*, 32(9), 870-882.
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33(2), 145-164.
- Cheuvront, S. N., & Sawka, M. N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Current sports medicine reports*, 2(4), 202-208.

- Chilibeck, P. D., Magnus, C., & Anderson, M. (2007). Effect of in-season creatine supplementation on body composition and performance in rugby union football players. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 32(6), 1052-1057.
- Cleak, M. J., & Eston, R. G. (1992). Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. *Journal of sports sciences*, 10(4), 325-341.
- Cook, C. J., Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Drawer, S., & Gaviglio, C. M. (2011). Skill execution and sleep deprivation: effects of acute caffeine or creatine supplementation-a randomized placebo-controlled trial. *Journal of the international society of sports nutrition*, 8(1), 2.
- Crowther, F., Sealey, R., Crowe, M., Edwards, A., & Halson, S. (2017). Team sport athletes' perceptions and use of recovery strategies: a mixed-methods survey study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 6.
- Dadebo, B., White, J., & George, K. P. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British journal of sports medicine*, 38(4), 388-394.
- Daling, S. (2005). Oligosaccharide and creatine supplementation on glucose and urea nitrogen in blood and serum creatine kinase in basketball athletes. *Journal of Huazhong University of Science and Technology [Medical Sciences]*, 25(5), 587-589.
- De Hoyo, M., Cohen, D. D., Sañudo, B., Carrasco, L., Álvarez-Mesa, A., Del Ojo, J. J., ... & Otero-Esquina, C. (2016). Influence of football match time–motion parameters on recovery time course of muscle damage and jump ability. *Journal of sports sciences*, 34(14), 1363-1370.
- De Vries, H. A. (1967). Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *Ins. Counsel J.*, 34, 455.
- Delextrat, A., Calleja-González, J., Hippocrate, A., & Clarke, N. D. (2013). Effects of sports massage and intermittent cold-water immersion on recovery from matches by basketball players. *Journal of sports sciences*, 31(1), 11-19.
- Dias, J. A., Dal Pupo, J., Reis, D. C., Borges, L., Santos, S. G., Moro, A. R., & Borges Jr, N. G. (2011). Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 2034-2039.
- Dillern, T. (2017). Markers of the aerobic energy-delivery system as measures of post-match fatigue and recovery in soccer: a repeated measures design.

- Doeven, S. H., Brink, M. S., Kosse, S. J., & Lemmink, K. A. (2018). Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: a systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, *4*(1), e000264.
- Duffield, R., & Portus, M. (2007). Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *British journal of sports medicine*, *41*(7), 409-414.
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in physiology*, *9*, 403.
- Edwards, A. M., & Noakes, T. D. (2009). Dehydration. *Sports Medicine*, *39*(1), 1-13.
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *British journal of sports medicine*, *38*(4), 493-497.
- Elias, G. P., Wyckelsma, V. L., Varley, M. C., McKenna, M. J., & Aughey, R. J. (2013). Effectiveness of water immersion on postmatch recovery in elite professional footballers. *International journal of sports physiology and performance*, *8*(3), 243-253.
- Fuchs, C. J., Kouw, I. W., Churchward-Venne, T. A., Smeets, J. S., Senden, J. M., van Marken Lichtenbelt, W. D., ... & van Loon, L. J. (2020). Postexercise cooling impairs muscle protein synthesis rates in recreational athletes. *The Journal of physiology*, *598*(4), 755-772.
- Fullagar, H. H., Duffield, R., Skorski, S., Coutts, A. J., Julian, R., & Meyer, T. (2015). Sleep and recovery in team sport: current sleep-related issues facing professional team-sport athletes. *International journal of sports physiology and performance*, *10*(8), 950-957.
- Gant, N., Stinear, C. M., & Byblow, W. D. (2010). Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain research*, *1350*, 151-158.
- Garcia, C. A., Da Mota, G. R., & Marocolo, M. (2016). Cold water immersion is acutely detrimental but increases performance post-12 h in rugby players. *International journal of sports medicine*, *37*(08), 619-624.
- Goforth Jr, H. W., Laurent, D., Prusaczyk, W. K., Schneider, K. E., Petersen, K. F., & Shulman, G. I. (2003). Effects of depletion exercise and light training on muscle glycogen supercompensation in men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *285*(6), E1304-E1311.

- Gokhale, R., Chandrashekara, S., & Vasanthakumar, K. C. (2007). Cytokine response to strenuous exercise in athletes and non-athletes—an adaptive response. *Cytokine*, *40*(2), 123-127.
- Greig, M. (2008). The influence of soccer-specific fatigue on peak isokinetic torque production of the knee flexors and extensors. *The American journal of sports medicine*, *36*(7), 1403-1409.
- Gulick, D. T., Kimura, I. F., Sitler, M., Paolone, A., & Kelly IV, J. D. (1996). Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of athletic training*, *31*(2), 145.
- Hall, M., & Trojian, T. H. (2013). Creatine supplementation. *Current sports medicine reports*, *12*(4), 240-244.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine*, *44*(2), 139-147.
- Halson, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of sport science*, *8*(2), 119-126.
- Hartmann, U., & Mester, J. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*(1), 209.
- Heaton, L. E., Davis, J. K., Rawson, E. S., Nuccio, R. P., Witard, O. C., Stein, K. W., ... & Baker, L. B. (2017). Selected in-season nutritional strategies to enhance recovery for team sport athletes: a practical overview. *Sports Medicine*, *47*(11), 2201-2218.
- Ispiridis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., ... & Alexiou, V. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *18*(5), 423-431.
- Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., & Houghton, B. (1982). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *48*(3), 297-302.
- Jentjens, R., & Jeukendrup, A. E. (2003). Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Medicine*, *33*(2), 117-144.
- Kasapis, C., & Thompson, P. D. (2005). The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*, *45*(10), 1563-1569.

- Kraemer, W. J., French, D. N., & Spiering, B. A. (2004). Compression in the treatment of acute muscle injuries in sport. *International SportMed Journal*, 5(3), 200-208
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., ... & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 18.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Krustrup, P., Ørtenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M., ... & Bangsbo, J. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *European journal of applied physiology*, 111(12), 2987-2995.
- Krystal, A. D., & Edinger, J. D. (2008). Measuring sleep quality. *Sleep medicine*, 9, S10-S17.
- Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., & Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med*, 46(4), 233-240.
- Lewis, L. K., Williams, M. T., & Olds, T. (2007). Short-term effects on outcomes related to the mechanism of intervention and physiological outcomes but insufficient evidence of clinical benefits for breathing control: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(4), 219-227.
- Lombardi, G., Ziemann, E., & Banfi, G. (2017). Whole-body cryotherapy in athletes: from therapy to stimulation. An updated review of the literature. *Frontiers in Physiology*, 8, 258.
- Lorist, M. M., Boksem, M. A., & Ridderinkhof, K. R. (2005). Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 199-205.
- Magalhães, J., Rebelo, A., Oliveira, E., Silva, J. R., Marques, F., & Ascensão, A. (2010). Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *European journal of applied physiology*, 108(1), 39.

- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011). The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep, 34*(7), 943-950.
- Malone, S. K. (2011). Early to bed, early to rise? An exploration of adolescent sleep hygiene practices. *The Journal of School Nursing, 27*(5), 348-354.
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of applied physiology, 106*(3), 857-864.
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel, I., Delextrat, A., & Terrados, N. (2016). Are compression garments effective for the recovery of exercise-induced muscle damage? A systematic review with meta-analysis. *Physiology & behavior, 153*, 133-148.
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel, I., Delextrat, A., & Terrados, N. (2017). Fatigue and recovery in soccer: evidence and challenges. *The Open Sports Sciences Journal, 10*(1).
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel, I., & Terrados, N. (2016). Relevant biochemical markers of recovery process in soccer. *Archivos de Medicina del Deporte, 33*(6):404-412
- Meyer, T., & Meister, S. (2011). Routine blood parameters in elite soccer players. *International journal of sports medicine, 32*(11), 875-881.
- Minett, G. M., & Duffield, R. (2014). Is recovery driven by central or peripheral factors? A role for the brain in recovery following intermittent-sprint exercise. *Frontiers in physiology, 5*, 24.
- Mohr, M., Mujika, I., Santisteban, J., Randers, M. B., Bischoff, R., Solano, R., ... & Krusturup, P. (2010). Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 20*, 125-132.
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British journal of sports medicine, 41*(10), 674-678.
- Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer: Part I-post-match fatigue and time course of recovery. Vol. 42. *Sports Medicine, 997*-1015.
- Nederhof, E., Lemmink, K. A., Visscher, C., Meeusen, R., & Mulder, T. (2006). Psychomotor speed. *Sports medicine, 36*(10), 817-828.

- Overmayer, R., Tavares, F., & Driller, M. W. (2018). Acute post-exercise recovery strategies in Cycling: A Review.
- Palacios, G., Pedrero-Chamizo, R., Palacios, N., Maroto-Sánchez, B., Aznar, S., González-Gross, M., & EXERNET Study Group. (2015). Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutricion hospitalaria*, 31(3), 237-244.
- Partsch, H., & Mosti, G. (2008). Thigh compression. *Phlebology*, 23(6), 252-258.
- Partridge, E., Cooke, J., McKune, A., & Pyne, D. B. (2019). Whole-body cryotherapy: potential to enhance athlete preparation for competition?. *Frontiers in physiology*, 10, 1007.
- Pedersen, B. K., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Ostrowski, K., & Schjerling, P. (2001). Exercise and cytokines with particular focus on muscle derived IL-6. *Exercise immunology review*, 7, 18-31.
- Petkovic, J., Bjelica, D., Popovic, S., & Doina Tanase, G. (2014). Fatigue and Recovery in Sport. In *Proceedings of 12th international annual conference "Conditioning of Sportmen"* (pp. 528-531).
- Pliauga, V., Kamandulis, S., Dargevičiūtė, G., Jaszczanin, J., Klizienė, I., Stanislovaitienė, J., & Stanislovaitis, A. (2015). The effect of a simulated basketball game on players' sprint and jump performance, temperature and muscle damage. *Journal of human kinetics*, 46(1), 167-175.
- Poppendieck, W., Faude, O., Wegmann, M., & Meyer, T. (2013). Cooling and performance recovery of trained athletes: a meta-analytical review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 227-242.
- Pournot, H., Bieuzen, F., Louis, J., Fillard, J. R., Barbiche, E., & Hausswirth, C. (2011). Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *PloS one*, 6(7).
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Bravo, D. F., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 28(03), 228-235.
- Ranchordas, M. K., Dawson, J. T., & Russell, M. (2017). Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 35.



- Rattray, B., Argus, C., Martin, K., Northey, J., & Driller, M. (2015). Is it time to turn our attention toward central mechanisms for post-exertional recovery strategies and performance?. *Frontiers in physiology*, 6, 79.
- Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *Journal of sports sciences*, 23(6), 619-627.
- Rey, E., Padrón-Cabo, A., Barcala-Furelos, R., Casamichana, D., & Romo-Pérez, V. (2018). Practical active and passive recovery strategies for soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 40(3), 45-57.
- Robineau, J., Jouaux, T., Lacroix, M., & Babault, N. (2012). Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 555-562.
- Romagnoli, M., Sanchis-Gomar, F., Alis, R., Risso-Ballester, J., Bosio, A., Graziani, R. L., & Rampinini, E. (2016). Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(10), 1198-1205.
- Rowell, A. E., Aughey, R. J., Hopkins, W. G., Stewart, A. M., & Cormack, S. J. (2017). Identification of sensitive measures of recovery after external load from football match play. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 969-976.
- Samuels, C. (2008). Sleep, recovery, and performance: the new frontier in high-performance athletics. *Neurologic clinics*, 26(1), 169-180.
- Savitha, D., Mallikarjuna, R. N., & Rao, C. (2010). Effect of different musical tempo on post-exercise recovery in young adults. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 54(1), 32-36.
- Selfe, J., Alexander, J., Costello, J. T., May, K., Garratt, N., Atkins, S., ... & Coley, A. (2014). The effect of three different (-135 C) whole body cryotherapy exposure durations on elite rugby league players. *PLoS One*, 9(1).
- Shearer, D. A., Jones, R. M., Kilduff, L. P., & Cook, C. J. (2015). Effects of competition on the sleep patterns of elite rugby union players. *European journal of sport science*, 15(8), 681-686.
- Silva, J. R., Ascensão, A., Marques, F., Seabra, A., Rebelo, A., & Magalhães, J. (2013). Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *European journal of applied physiology*, 113(9), 2193-2201.

- Smith, L. L., Keating, M. N., Holbert, D., Spratt, D. J., McCammon, M. R., Smith, S. S., & Israel, R. G. (1994). The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 19*(2), 93-99.
- Souglis, A. G., Papapanagiotou, A., Bogdanis, G. C., Travlos, A. K., Apostolidis, N. G., & Geladas, N. D. (2015). Comparison of inflammatory responses to a soccer match between elite male and female players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*(5), 1227-1233.
- Suzuki, M., Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Mashiko, T., & Sugawara, K. (2004). Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *British journal of sports medicine, 38*(4), 436-440.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of sports sciences, 23*(6), 601-618.
- Taylor, T., West, D. J., Howatson, G., Jones, C., Bracken, R. M., Love, T. D., ... & Kilduff, L. P. (2015). The impact of neuromuscular electrical stimulation on recovery after intensive, muscle damaging, maximal speed training in professional team sports players. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*(3), 328-332.
- Terrados, N., Calleja-Gonzales, J., Jukić, I., & Ostojić, S. M. (2009). Physiological and medical strategies in post-competition recovery—practical implications based on scientific evidence. *Serbian journal of sport science, 3*(1), 29.
- Tessitore, A., Meeusen, R., Pagano, R., Benvenuti, C., Tiberi, M., & Capranica, L. (2008). Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 22*(5), 1402-1412.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 116*(3), 501-528.
- Venter, R. E. (2014). Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *European Journal of Sport Science, 14*(sup1), S69-S76.
- Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports medicine, 27*(1), 43-59.

- Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2007). The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *Journal of sports sciences*, 25(14), 1557-1566.
- Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports medicine*, 35(3), 235-256.
- Wiewelhove, T., Schneider, C., Döweling, A., Hanakam, F., Rasche, C., Meyer, T., ... & Ferrauti, A. (2018). Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PloS one*, 13(11).
- Wiig, H., Raastad, T., Luteberget, L. S., Ims, I., & Spencer, M. (2019). External load variables affect recovery markers up to 72 h after semi-professional football matches. *Frontiers in physiology*, 10, 689.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.
- Wolsk, E., Mygind, H., Grøndahl, T. S., Pedersen, B. K., & van Hall, G. (2010). IL-6 selectively stimulates fat metabolism in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 299(5), E832-E840.