

# PRERADA HRANE I NUTRITIVNE POTREBE MLADIH RUKOMETAŠA

---

**Samardžić, Sandro**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:411564>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ**  
**PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA**  
**PIVARSTVO**

SANDRO SAMARDŽIĆ

**PRERADA HRANE I NUTRITIVNE POTREBE MLADIH**  
**RUKOMETAŠA**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, VELJAČA 2024.

**Veleučilište u Karlovcu**

Stručni prijediplomski studij Prehrambena tehnologija

Pivarstvo

Sandro Samardžić

**Prerada hrane i nutritivne potrebe mladih rukometaša**

Završni rad

Mentor: nasl. doc. dr. sc. Sandra Zavadlav, prof. struč. stud.

Broj indeksa studenta : 0314616071

Karlovac, veljača 2024.

*Velika hvala !!!*

## IZJAVA O AUTENTIČNOSTI ZAVRŠNOG RADA

Ja, **Sandro Samardžić** ovime izjavljujem da je moj završni rad pod naslovom „Prerada hrane i nutritivne potrebe mladih rukometaša“ rezultat vlastitog rada i istraživa te se oslanja se na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši autorska prava.

Sadržaj ovoga rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Karlovac, 12. veljače 2024.

---

Sandro Samardžić

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Veleučilište u Karlovcu

Odjel prehrambene tehnologije

Stručni prijediplomski studij Prehrambena tehnologija

Završni rad

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### PRERADA HRANE I NUTRITIVNE POTREBE MLADIH RUKOMETAŠA

*Sandro Samardžić*

Rad je izrađen u Sportskom rukometnom klubu i na Veleučilištu u Karlovcu

Mentor: *nasl.doc. dr.sc. Sandra Zavadlav*

#### Sažetak

Područje sportske prehrane tema je kojom se bavi premalo stručnjaka. Posebice je slabo zastupljeno područje prehrane mlađih dobnih kategorija sportaša. Pristup prehrani sportaša treba biti gotovo pa individualan, odnosno ovisi o sportu, dobi i broju treninga. Danas, u mlađim dobnim kategorijama sportaša, informacije o prehrani moguće je dobiti samo preko eventualno educiranih trenera ili edukacijom na internetu, što nije kontrolirano. Stoga može se ustanoviti kako je provedba edukacije na svim razinama društva ili sportskih klubova poželjna odnosno nužna i treba postati obavezna.

Cilj predmetnog rada bio je provesti istraživanje po pitanju prehrane mlađih rukometaša i utjecaj prehrane na njihovu spremnost za intenzivne treninge, te koja prerađena hrana je poželjna na jelovnicima kako bi se zadovoljile nutritivne i energetske potrebe uz eventualne dodatke prehrani.

**Broj stranica: 30**

**Broj slika: 2**

**Broj tablica: -**

**Broj literaturnih navoda: 100**

**Broj priloga: -**

**Jezik izvornika: hrvatski**

**Ključne riječi:** mladi sportaši, nutrijenti, prehrana, prerada hrane, rukometaši

**Datum obrane: .2.2024.**

#### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. *Marko Prahović, prof., v. pred.*
2. *dr. sc. Jasna Halambek, v. pred.*
3. *dr. sc. Sandra Zavadlav, prof. struč. stud.*
4. *Tamara Fehervari, prof., pred. (zamjena)*

Rad je pohranjen u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Hrvatska.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Karlovac University of Applied Sciences  
Department of Food Technology  
Professional Study of Food Technology**

**Final paper**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**

**Scientific Field: Food Technology**

### **FOOD PROCESSING AND NUTRITIONAL NEEDS OF YOUNG HANDBALL PLAYERS**

*Sandro Samardžić*

**Final paper performed at Handball sports club and at Karlovac University of Applied Sciences**

**Supervisor:** *Ph.D. Sandra Zavadlav, college prof.*

**Abstract:** The field of sports nutrition is a topic that is dealt with by too few experts. The area of nutrition for younger age categories of athletes is particularly poorly represented. The approach to nutrition for athletes should be almost individual, that is, it depends on the sport, age and number of training sessions. Today, in the younger age categories of athletes, information about nutrition can only be obtained through possibly educated trainers or through education on the Internet, which is not controlled. Therefore, it can be established that the implementation of education at all levels of society or sports clubs is desirable or necessary and should become mandatory.

The aim of the subject work was to conduct research on the nutrition of young handball players and the influence of nutrition on their readiness for intensive training, and which processed foods are preferred on menus in order to meet nutritional and energy needs with possible nutritional supplements.

**Number of pages: 30**

**Number of figures: 2**

**Number of tables: -**

**Number of references: 100**

**Original in:** Croatian

**Key words:** food processing, handball players nutrients, nutrition, young athletes

**Date of the final paper defense: .2.2024.**

**Reviewers:**

1. *Marko Prahović, sen. lecturer*
2. *Ph.D. Jasna Halambek, sen. lecturer*
3. *Ph.D. Sandra Zavadlav, college prof.*
4. *Tamara Fehervari, lecturer (substitute)*

**Final paper deposited in: Library of Karlovac University of Applied Sciences, Square J.J. Strossmayer 9, 47000 Karlovac, Croatia.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	2
2. TEORIJSKI DIO .....	4
2.1. Podjela sporta .....	4
2.2. Rukomet.....	5
2.2.1. Povijest rukometa.....	5
2.2.2. Povijest hrvatskog rukometa.....	7
2.2.3. Osnovna pravila igre .....	9
2.2.4. Teren za rukomet .....	10
2.2.5. Trajanje rukometne utakmice.....	10
2.2.6. Broj igrača i zamjene .....	10
2.2.7. Osnovni rukometni elementi .....	11
2.2.8. Moderni rukomet-igra - 7 na 6.....	11
2.2.9. Fizički zahtjevi rukometne igre .....	12
2.3. PRERAĐENA HRANA U KORELACIJI S AEROBNIM ENERGETSKIM KAPACITETOM.....	14
2.3.1. Ugljikohidrati kao izvor energije .....	14
2.3.2. Masti kao izvor energije.....	14
2.3.3. Proteini kao izvor energije .....	15
2.3.4. Dijagnostika aerobne izdržljivosti .....	15
2.4. PRERAĐENA HRANA U KORELACIJI S ANAEROBNIM ENERGETSKIM KAPACITETOM.....	16
2.4.1. ATP kao izvor energije .....	16
2.4.2. Glikogen kao izvor energije .....	16
2.4.3. Dijagnostika anaerobne izdržljivosti.....	17
2.4.4. Pravilna prehrana i umor kod sportaša.....	17
2.5. UTJECAJ KONZUMACIJE PRERAĐENE HRANE MLADIH RUKOMETAŠA NA SPREMNOST ZA INTENZIVNE TRENINGE .....	18
3. RASPRAVA.....	21
4. ZAKLJUČCI .....	23
LITERATURA.....	24



## 1. UVOD

O pravilnoj i izbalansiranoj prehrani ne ovisi samo zdravstveno stanje populacije ili pojedinca već i rezultati koje mladi sportaši npr. mladi rukometaši postižu na treninzima i takmičenjima. Prilikom planiranja prehrane mladih sportaša potrebno je voditi računa o utjecaju nekoliko bitnih faktora:

1. energetske potrebe mladih sportaša (rukometaša) su veće od potreba osoba istoga doba, tjelesne mase i visine koje se ne bave sportom ili se bave manje fizički zahtjevnim sportom (npr. šahom, jahanjem ili golfom),
2. zbog intenzivnog rada mišića dolazi do nagomilavanja produkata metabolizma odnosno kisele reakcije dovode do narušavanja kiselo-bazne ravnoteže u krvi i tkivima te takav ishod ima za posljedicu smanjenje funkcionalne sposobnosti mišića u toku treninga ili takmičenja,
3. u toku takmičenja organizam gubi velike količine vode, a zajedno s vodom i mineralne tvari i vitamine topive u vodi. Ovaj tip gubitaka mora se nadoknaditi kroz obogaćen obrok ili kroz dodatke prehrani.

Obzirom na jedan od najznačajnijih parametara, koji utječe na uspjeh mladog sportaša, kao što je pravilna prehrana, stručnjaci kontinuirano proučavaju prehrambene potrebe mladih sportaša i u sinergiji s tehnolozima pripremaju recepture za proizvodnju hrane koja zadovoljava prehrambene potrebe mladih sportaša. Redovitim praćenjem prehrambenih potreba sportaša te poznavanjem bromatologije dolazi se do značajnih i nevjerojatnih uspjeha u sportu.

Bromatologija je znanost o hrani (broma, = grč. hrana), a proučava sastav, strukturu i svojstva prehrambenih namirnica, kao i njihove promjene pri skladištenju, pripremi, preradi ili konzerviranju te kako tehnologija utječe na izmjenu bazičnih svojstava namirnice.

Bromatologija proučava sve što se odnosi na prehrambene namirnice odnosno obuvača praćenje hrane do unošenja u organizam. Osnovni zadatak bromatologije je da ispituje organoleptička svojstva, sastav i higijensku ispravnost namirnica i da na osnovu dobivenih rezultata i zakonom propisanim normi ocjenjuje njihovu upotrebljivost za prehranu ljudi i za stavljanje u promet. Važan zadatak bromatologije je i da aktivno učestvuje u podizanju nivoa obrazovanja ljudi i formiranju stručnih kadrova na polju prehrane te prehrane specifičnih grupacija ljudi kao što su sportaši dok znanost o prehrani proučava način iskorištavanja hrane u organizmu čovjeka kao i njegovo ponašanje prema balastnim sastojcima hrane i onim koji nastaju njenom razgradnjom u organizmu te načine na koje hrana ima najbolji efekat na

zdravlje, razvoj, radnu i mentalnu sposobnost. Dvije spomenute znanosti u sinergiju pružaju informacije o pravilnom unosu potrebnih nutrijenata u organizam mladog sportaša i stoga je neophodan multidisciplinarni tim stručnjaka koji se bavi upravo adekvatnom prehranom vrhunskih sportaša sastavljen od prehrambenog tehnologa, nutricionista, liječnika i sportskog stručnjaka za pojedini sport.

Ukoliko se vratimo na benifite pravilne prehrane možemo reći da izgradnja tkiva iz potrebnih sastojaka hrane naziva se anabolizam, a njihova razgradnja kao i razgradnja tkiva organizma katabolizam i kontinuirano se odvijaju u zdravom organizmu. Očigledno je da rast i regeneracija organizma ne bi se mogla obavljati bez hrane: („iz ničega se ne može stvoriti nešto“).

Kvaliteta i upotrebljivost namirnica zavise od njihovog sastava, stanja (očuvanosti) i higijenske ispravnosti. Vratimo li se na sport i važnost prehrane za postizanje rezultata, možemo reći da je rukomet sport koji zahtijeva jakost, čvrstinu, ali i okretnost, brzinu, agilnost, skočnost, ravnotežu te izražen timski duh te da se radi o sportu u kojem se brzo izmjenjuju napadi i obrane te se sastoji od kratkih, intenzivnih i eksplozivnih perioda igre i kojima se troši nevjerovatno puno energije koja se mora kontinuirano stvarati metaboličkim procesima. Uz izgrađene trenažne sposobnosti, nutritivna strategija je u rukometu iznimno važna i igra presudnu ulogu u održavanju visoke razine energije tijekom cijeloga treninga, odnosno utakmice. Kao i kod drugih sportova, nutritivna strategija u rukometu sastoji se od primjerene prehrane, dodataka prehrani i hidracije.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Podjela sporta

Sport se može klasificirati i podijeliti na više načina, ovisno o kriterijima podjele. Neki od osnovnih načina podjele sporta su prema: individualnim/ekipnim sportovima, natjecateljskim/rekreativnim sportovima, olimpijskim/neolimpijskim sportovima, sportovima snage/izdržljivosti i slično. Ova podjela nije konačna niti strogo određena, već se sportovi mogu klasificirati na više načina (Erculj i Bračić, 2010).

Jedna od temeljnih podjela sportova je na individualne (pojedinačne) i ekipne (momčadske). Individualni sportovi su oni u kojima sportaš nastupa sam za sebe i ne ovisi o suigračima. Primjeri individualnih sportova su tenis, golf, boks, skijanje i drugi. S druge strane, ekipni sportovi zahtijevaju suradnju više igrača unutar jedne ekipe ili momčadi kako bi postigli zajednički cilj. Najpoznatiji primjeri ekipnih sportova su nogomet, košarka, rukomet, odbojka i slično (Baechle i Earle, 2008).

Sljedeća važna podjela sportova je prema kriteriju natjecanja odnosno rekreacije. Natjecateljski sportovi uključuju treniranje i pripremu sportaša s ciljem postizanja što boljih rezultata na službenim natjecanjima. Ovdje postoje precizna pravila i mjerenje rezultata. S druge strane, rekreativni sportovi imaju prvenstveno cilj aktivnog provođenja slobodnog vremena, druženja i održavanja psihofizičke kondicije, bez natjecateljskog karaktera (Petrović i sur., 2019).

Najpoznatiji način klasifikacije je podjela na olimpijske i neolimpijske sportove. Olimpijski sportovi su oni koji su na programu ljetnih i zimskih Olimpijskih igara, kao najvećeg globalnog sportskog natjecanja. Trenutno ih je 33 ljetna i 15 zimskih olimpijskih sportova. Neolimpijski sportovi nisu dio službenog programa Igara, iako neki od njih imaju veliku popularnost kao što su : šah, ragbi, squash, biljar i drugi (Bloyce i sur., 2008).

Prema dominantnim motoričkim sposobnostima koje zahtijevaju, sportovi se mogu podijeliti na one snage, izdržljivosti, brzine, koordinacije, preciznosti i slično. Primjeri sportova snage su dizanje utega, hrvanje, bacanje kugle i sl. Sportovi izdržljivosti su : trčanje, plivanje, veslanje. Sportovi brzine uključuju sprint, kratke utrke, skijaške alpske discipline i drugo.

Koordinaciju i preciznost zahtijevaju sportovi poput gimnastike, streljaštva, golf i slično (Bompa i Buzzichelli, 2015).

Prema prostoru izvođenja također se sportovi mogu podijeliti na zatvorene (dvoranske) i otvorene (vanjske). Zatvoreni sportovi uključuju odbojku, košarku, rukomet, kuglanje i druge

koji se izvode u zatvorenim prostorima poput dvorana i stadiona. Otvoreni sportovi odvijaju se na otvorenim terenima kao što su nogomet, tenis, atletika, skijanje i drugi (Doupona Topić i Coh, 2010).

S obzirom na složenost strukture kretanja, može se govoriti o sportovima s acikličkim (neponavljajućim) i cikličkim (ponavljajućim) gibanjima. Aciklički sportovi poput gimnastike ili borilačkih vještina zahtijevaju raznolika i nepredvidiva kretanja. Ciklički sportovi kao što su trčanje, plivanje ili veslanje se sastoje od ponavljanja istih pokreta (Cardinale i sur., 2011). Prema razini kontakta između sudionika sportove dijelimo na kontaktne i nekontaktne. Kontaktni sportovi dozvoljavaju izravan fizički kontakt između natjecatelja, kao što su : hrvanje, džudo, karate i slično. Nekontaktne sportovi isključuju izravan kontakt, poput tenisa, stolnog tenisa, golf i drugih (Kordić, 2014).

Nadalje, prema složenosti strukture i pravila, sportovi mogu biti jednostavni i složeni. Jednostavniji sportovi imaju manje igrača, jednostavnija pravila i lako ih je naučiti (npr. tenis, badminton). Složeniji sportovi uključuju više igrača, zahtjevnija pravila i strategije (npr. nogomet, rukomet, košarka) (Bompa i Carrera, 2005).

Dakle, vidljivo je da postoje brojni kriteriji prema kojima se sportovi mogu klasificirati i podijeliti u različite skupine ili kategorije. Ova podjela pomaže u boljem razumijevanju prirode pojedinih sportova i njihovih osnovnih karakteristika. Međutim, valja naglasiti kako granice između pojedinih vrsta sportova nisu uvijek strogo određene, već se neki sportovi mogu svrstati u više kategorija.

## **2.2. Rukomet**

### **2.2.1. Povijest rukometa**

Rukomet je relativno mlad timski sport koji se razvio iz starijih igara s loptom poput hazene. Iako postoje indicije da su se slične igre igrale još u starom Egiptu, Danskoj i Francuskoj, prvi pravi koraci u razvoju moderne verzije rukometa dogodili su se krajem 19. stoljeća u Danskoj i Njemačkoj (Naul, 2008).

Preteča moderne rukometne igre bila je danska hazena, koja se počela igrati oko 1890. godine. Prema izvorima, hazena se prvi put spominje 1898. godine, kada danski gimnastički instruktor Holger Nielsen u članku opisuje pravila ove igre namijenjene zimi kao alternativa nogometu (Nielsen, 1898). Nielsen, 1898. je smatrao da je hazena korisna za opću tjelesnu spremnost. Igra se sastojala od dvije ekipe sa po sedam igrača koji su pokušavali postići pogodak

bacanjem lopte u gol protivničke ekipe. U Njemačkoj se paralelno razvijala slična igra nazvana raffball ili reffball, čiji se korijeni mogu pratiti do igara poput Königsberger Ballespiels koje su se igrale još 1870-ih (Witzig, 2006). Prva službena pravila raffballa/reffballa objavio je 1906. godine njemački tjelesni odgojitelj Max Heiser, definiravši dimenzije igrališta, broj igrača i veličinu gola (Heiser, 1906).

Međunarodna hazena federacija (IHF) osnovana je 1928. godine na inicijativu Danskog gimnastičkog saveza, sa ciljem standardizacije pravila i organizacije međunarodnih natjecanja (Hoff, 1995). Prvo službeno europsko prvenstvo za muškarce održano je 1938. u Njemačkoj, dok je prvo svjetsko prvenstvo održano 1954. godine u Švedskoj za muškarce i 1957. godine u Jugoslaviji za žene Đurković, 2011).

Jedan od ključnih trenutaka u povijesti rukometa bio je kada je 1936. godine u Njemačkoj uvedeno pravilo da se lopta mora voditi, a ne samo bacati, što je igri dalo dinamičniji karakter. Od tada se smatra da se razvio moderni rukomet kakav je danas poznat (Sego, 1998). Standardizirana pravila rukometne igre usvojena su na kongresu IHF-a 1954. godine, uključujući dimenzije igrališta 40 x 20 metara, trajanje utakmice 2x30 minuta i broj igrača 7+7 (IHF Statutes and Regulations, 2018).

Rukomet se ubrzo proširio i u druge zemlje, poput Češke i Švedske tijekom 1920-ih. Švedski rukometni savez osnovan je 1934. godine (Olsson, 2019). Prva službena rukometna utakmica u Hrvatskoj odigrana je 1930. godine između reprezentacija Zagreba i Ljubljane (Horvat, 2011). Šezdesete i sedamdesete godine 20. stoljeća smatraju se "zlatnim dobom" rukometa, kada je ovaj sport doživio veliki procvat i popularnost, posebno u europskim zemljama poput Istočne Njemačke, Mađarske i Rumunjske. Počinju se organizirati velika međunarodna natjecanja na kojima dominiraju ekipe Istočnog bloka. Mnogi poznati rukometaši tog doba postali su prave sportske zvijezde u svojim zemljama (Bădău, 2012). Od 1970-ih dolazi do daljnje profesionalizacije rukometa. Osnovane su jake nacionalne lige širom Europe, posebice u Njemačkoj i Francuskoj. Rukomet postaje važan dio programa na Olimpijskim igrama, gdje dominiraju ekipe poput Sovjetskog Saveza i Jugoslavije. Krajem 1970-ih i početkom 1980-ih sve više jačaju i skandinavske rukometne velesile poput Švedske i Danske (Sego, 1995). U ženskom rukometu vodeću ulogu od samih početaka imale su ekipe iz Istočnog bloka, ponajviše Sovjetski Savez i Jugoslavija, koje su dominirale sve do 1990-ih. Od tada jačaju i reprezentacije poput Norveške, Danske i Francuske (Kozarčanin, 2019). Devedesete godine obilježio je uspon španjolske rukometne škole, čija je muška reprezentacija osvojila nekoliko uzastopnih svjetskih i europskih naslova. Španjolska liga postala je jedna od najjačih u Europi, uz njemačku Bundesligu (O'Donoghue, 2010).

Od 2000 - ih sve više jača rukomet u azijskim zemljama poput Južne Koreje i Katara, gdje ovaj sport dobiva na popularnosti (Lim, 2019).

Danas je rukomet globalni sport koji se aktivno igra u preko 150 zemalja diljem svijeta, pod okriljem Međunarodne rukometne federacije koja broji preko 200 nacionalnih saveza. Najveća svjetska rukometna natjecanja redovito privlače višemilijunsku televizijsku publiku. Prema podacima IHF-a, u svijetu je registrirano preko 19 milijuna aktivnih rukometaša (Annual Report 2018, 2019). Unatoč relativno kratkoj povijesti u usporedbi s drugim sportovima, rukomet je danas čvrsto etabliran kao jedan od najpopularnijih ekipnih sportova na svijetu.

### **2.2.2. Povijest hrvatskog rukometa**

Opisujući njemačku igru *schleuderball* u časopisu Sokol 1904. Franjo Bučar prvi je put na teritoriju Hrvatske upotrijebio riječ „rukomet“. Međutim, kada je riječ o počecima rukometne igre u Hrvatskoj, često se u povijesnim zapisima spominje Slavonija kao njezina kolijevka. Tako je kod nas rukomet bio prisutan već 1920. Prema Mikiću (2017), rukomet je došao u Slavoniju tako što je u Brodu na Savi krajem 1919. osnovan Prvi đlački nogometni klub Olimpija. Nekoliko mjeseci kasnije, u proljeće 1920. god. Arnold Hofmann uputio ih je u pravila nove igre. Iako je „nova igra“ isprva bila namijenjena ženskoj populaciji, počeli su je igrati i dječaci. Posljedično je u novoosnovanom Prvom đlačkom nogometnom klubu Olimpija osnovana rukometna sekcija.

U Varaždinu 29.5.1930., učenici Realne gimnazije učinili su povijesni korak i po prvi puta odigrali javnu rukometnu utakmicu. Nakon ovog velikog pothvata zainteresiranost za rukomet postajala je sve veća te se u Zagrebu u I. realnoj muškoj gimnaziji osniva rukometna momčad koja u lipnju 1935. zajedničkim snagama s ostalim školama odigrava utakmicu protiv svojih vršnjaka iz Slovenije. Godinu dana kasnije, dolazi do osnutka prvog rukometnog prvenstva na kojem su se imale priliku natjecati srednje škole iz grada Zagreba. Prva povijesna utakmica odigrana je u Hrvatskoj 1939. god. od strane studentskih reprezentacija Zagreba i Graza. Hrvatska je doživjela poraz rezultatom 2:11 (Jajčević, 2010).

Veliku ulogu u počecima hrvatskog rukometa odigrao je isprva „Rukometni savez Hrvatske“ osnovan 1948., a kasnije, 1992. god. „Hrvatski rukometni savez“. Tijekom Drugog svjetskog rata, „Rukometni savez Hrvatske“ organizirao je rukometna natjecanja te je na taj način bio podrška igračima rukometa. Neka od poznatih imena koja su dio velikih uspjeha reprezentacije Jugoslavije su : Saračević, Horvat, Vidović, Pribanić. Sa vremenom se razvijaju rukometni klubovi među kojima su najistaknutiji zagrebački Klubovi Zagreb i

Medveščak Zagreb kao i Partizan Bjelovar. Osamostaljenjem Hrvatske „Rukometni savez Hrvatske“ postaje „Hrvatski rukometni savez“, a iste godine postaje članom Svjetske rukometne federacije (IHF) te Europske rukometne federacije (EHF) (Kramer i Pinević, 2009).



Slika 1: Logo Hrvatskog rukometnog saveza, Izvor: <https://hrs.hr/>

Koliko je hrvatska muška rukometna reprezentacija uspješna, govore mnogobrojne medalje osvojene na različitim međunarodnim natjecanjima. Riječ je o njih 14, od čega su tri medalje s olimpijskih natjecanja, pet sa svjetskih i šest s europskih prvenstava. Pobjedom protiv Danske na Europskom rukometnom prvenstvu 1994. god. Hrvatska je osigurala prvu brončanu medalju. Ta pobjeda bila je samo uvertira u sve uspjehe koji slijede u nadolazećim godinama. Naime, godinu dana kasnije hrvatski reprezentativci odlaze na Svjetsko prvenstvo na Island gdje igraju svoje prvo finale te osvajaju srebro. Već iduće godine na Olimpijskim igrama u Atlanti Hrvatska osvaja prvo rukometno zlato. Nakon razdoblja od sedam godina bez osvojenih medalja, Hrvatska 2003. god. na Svjetskom prvenstvu u Portugalu osvaja zlato te ponovno otvara vrata novim pobjedama. Slijedi osvojeno zlato na Olimpijskim igrama u Ateni 2004. god., srebro na Svjetskom prvenstvu u Tunisu 2005. god., srebro na Europskom rukometnom prvenstvu u Norveškoj 2008. god., srebro na Svjetskom prvenstvu u Hrvatskoj 2009. god., srebro na Europskom prvenstvu u Austriji 2010. god., bronca na Olimpijskim igrama u Londonu 2012. god., bronca na Europskom prvenstvu u Srbiji 2012. god., bronca na Svjetskom prvenstvu u Španjolskoj 2013. god., bronca na Europskom prvenstvu u Poljskoj 2016. god. te srebro na Europskom prvenstvu u Austriji, Norveškoj i Švedskoj 2020. god. (Jajčević, 2010).

O tome koliko je hrvatski rukomet velik, govore i uspjesi pojedinih igrača. Naime, Ivano Balić proglašen je 2010. god. najboljim rukometašem svih vremena, dok je 2013. god. Domagoj Duvnjak proglašen najboljim igračem svijeta za tu godinu.



Slika 2. Europsko rukometno prvenstvo u Portugalu, 1994. god. / hrvatski reprezentativci osvojili brončanu medalju (privatni album)

### 2.2.3. Osnovna pravila igre

Rukomet je ekipni sport koji se igra između dva tima po sedam igrača (6 igrača u polju + golman) na pravokutnom igralištu s golom na svakoj strani (International Handball Federation, 2016). Osnovna pravila rukometne igre definirana su od strane Međunarodne rukometne federacije (IHF), koja je i službeno tijelo zaduženo za ovaj sport.

Pravila obuhvaćaju dimenzije i obilježja terena, trajanje utakmice, broj igrača, dozvoljene akcije i prekršaje (Šimenc i sur., 1998). Poznavanje osnovnih pravila neophodno je za razumijevanje rukometne igre.



#### **2.2.4. Teren za rukomet**

Prema pravilima IHF-a, rukometno igralište je pravokutnog oblika i iznosi 40 x 20 metara. Dozvoljena odstupanja su od 38 do 42 metra dužine i od 18 do 22 metra širine (Šimenc i sur., 1998). Podloga može biti od drva, umjetne trave ili sintetičkog materijala, a preporučena boja je svijetlozelena. Teren je podijeljen u dvije jednake polovice, gdje svaka ekipa napada na jednoj i brani se na drugoj polovici. Središnja linija razgraničava polja za napad i obranu. Bočne i gol-aut linije zatvaraju teren. Na sredini svake gol-aut linije nalazi se gol dimenzija 3 x 2 metra (Späte, 2015). Na terenu su obilježena područja gola, slobodnih bacanja, kaznenih bacanja i ostala relevantna područja bitna za provedbu pravila. Sve linije su dio prostora kojeg omeđuju (International Handball Federation, 2016). Oko terena mora biti minimalno 1 metar prostora bez prepreka radi sigurnosti igrača.

#### **2.2.5. Trajanje rukometne utakmice**

Službena rukometna utakmica sastoji se od dva poluvremena u trajanju od po 30 minuta. Između poluvremena je odmor od 10 minuta (International Handball Federation, 2016). Čisto igrano vrijeme je 60 minuta, bez zaustavljanja sata. Vrijeme se zaustavlja samo kod "time-outa" (ekipni minuti odmora), nakon postignutog pogotka, izvršenog sedmerca, disciplinskih mjera ili po odobrenju sudaca u posebnim situacijama. Vrijeme posljednje minute oba poluvremena je "čisto" (sat se ne zaustavlja) (Sertić, 2004). Utakmica može završiti neriješeno ili pobjedom jedne ekipe. Pobjednik je ekipa s više postignutih pogodaka. Ako je rezultat neriješen, može se odigrati produžetak od 2x5 minuta ili izvoditi sedmerci (International Handball Federation, 2016).

#### **2.2.6. Broj igrača i zamjene**

Svaki tim se sastoji od najviše 16 igrača. Od toga 7 igrača aktivno sudjeluje u igri (6 u polju + 1 golman), dok preostali čine zamjenske igrače.

Tijekom utakmice dozvoljeno je neograničeno mnogo izmjena između igrača iz polja, ali se moraju vršiti unutar vlastitog prostora za zamjene (Šimenc i sur., 1998). Golmani se mogu mijenjati s bilo kojim suigračem iz polja, ali to također mora biti izvedeno u prostoru za zamjene dok je igra zaustavljena. Igrači u polju i golmani moraju nositi dresove različitih boja (International Handball Federation, 2016). Identifikacijski brojevi od 1-99 obavezni su na dresovima.

### **2.2.7. Osnovni rukometni elementi**

Vođenje lopte je osnovni način kretanja s loptom i dozvoljeno je samo jednom rukom. Igrač smije napraviti najviše tri koraka s loptom u ruci, nakon čega mora loptu odbaciti (dodati ili uputiti na gol). Vođenje je dozvoljeno ponovno nakon što lopta dodirne drugog igrača ili gol (Wagner i Müller, 2009). Dodavanje je sljedeći osnovni tehnički element i može se izvesti iznad glave, u visini prsa (gurajući kroz zrak) ili odbijanjem od podloge (Čavala i Katić, 2010). Cilj dodavanja je proslijediti loptu suigraču. Šutiranje ili uputa na gol je osnovna akcija s ciljem postizanja pogotka. Postoje razne vrste udaraca na gol poput poluvisokih, visokih, odbitih, u skoku i drugih. Šutira se rukom iznad glave u pravcu gola (Taborsky, 2013). Obrana je također ključna, bilo da se radi o blokiranju šuta, presijecanju dodavanja ili preuzimanju lopte. Vratar brani gol od protivničkih napada i važan je član obrane (Rogulj, 2000). Fizički kontakt je dozvoljen unutar pravila. Prekršaji se kažnjavaju isključenjem igrača, sedmercem, slobodnim bacanjem i nastavkom igre. Disciplinske kazne su žuti, crveni i plavi kartoni. Cilj je fer i regulirana borba u duhu sporta (International Handball Federation, 2016).

Zaključno, osnovna pravila rukometa definiraju teren standardnih dimenzija sa golovima, trajanje utakmice od 2x30 minuta, broj igrača je 16 po ekipi, te dozvoljene tehničko-taktičke elemente. Poznavanje i poštivanje pravila od strane igrača i službenih osoba preduvjet je za regularnost i ljepotu rukometne igre.

### **2.2.8. Moderni rukomet-igra - 7 na 6**

Tipična rukometna ekipa na svome terenu ima sedam igrača koji se nalaze na sljedećim pozicijama: vratar, desno i lijevo krilo, desni i lijevi vanjski igrač, srednji vanjski igrač te pivot (International Handball Federation, 2016). Međutim, kako bi se rukomet podigao na novu razinu i učinio što atraktivnijim gledateljima, dolazi do nadopunjavanja pravila igre. U 2016. jedno od donesenih pravila je pravilo „7 na 6“ u kojem se koristi dodatni igrač na terenu u zamjenu za vratara, odnosno dopuštenje igračkim timovima da igraju na „prazan gol“. Ovim potezom onaj tim koji je u fazi napada ima igrača više te samim time povećava mogućnost za pogotkom. Igrač koji ulazi najčešće staje na poziciju drugog pivota. Ova strategija koristi se uglavnom u situacijama brojčane inferiornosti poput dvominutnog isključenja jednog od igrača. Jedna očita prednost ove strategije je da je, u teoriji, jedan ofenzivni igrač uvijek otvoren i nečuvan od strane obrane (International Handball Federation, 2016).

Kao nedostatak ove strategije često se navodi upravo prazan gol na drugom kraju terena. U slučaju kontranapada, velika je vjerojatnost da će protivnička ekipa postići lagan gol. Jedan od primjera je utakmica Hrvatske protiv Brazila na Svjetskom rukometnom prvenstvu 2019. u kojoj je Hrvatska zbog primjene ovog pravila na taj način u praznu mrežu primila šest pogodaka te si ujedno osigurala gubitak utakmice (Prudente i sur. 2022).

Prema istraživanju Sousa i sur. (2021) pokazalo se da je 58 % rukometnih trenera bilo za pravilo „7 na 6“ prije njegova uvođenja. Preostalih 42 % su mu se prilagodili te su svoje momčadi pripremili na uspješnu provedbu ovog pravila.

Istraživanje Prudente i sur. (2022) pokazalo je da trenutni rezultati tijekom utakmice utječu na odluku o korištenju pravila „7 na 6“. Drugim riječima, većina ekipa koristi ovo pravilo ovisno o tome jesu li u nepovoljnijem položaju te jesu li bliže kraju utakmice. Autori to objašnjavaju kao očajnički pokušaj promjene rezultata u ključnim trenucima.

Na Svjetskom rukometnom prvenstvu koje je održano 2017. u Francuskoj, prve četiri rangirane ekipe u 12 utakmica, ovo pravilo primijenilo je sveukupno 19 puta. S druge strane, 2020. godine na Europskom rukometnom prvenstvu u uzorku od 12 rangiranih ekipa i 28 utakmica pravilo „6 na 7“ upotrijebljeno je 123 puta. Hrvatska koja je na tom natjecanju osvojila srebrnu medalju ovu taktiku koristila je 25 puta, a brončana Norveška dva puta. Zanimljivost leži u činjenici da Španjolska, koja je osvojila zlatnu medalju, tijekom finalne utakmice nije niti jednom iskoristila prazan gol Prudente i sur. (2022).

### **2.2.9. Fizički zahtjevi rukometne igre**

Rukomet spada u skupinu kompleksnih polistrukturalnih acikličkih sportova koji od sportaša zahtijevaju visoku razinu pripremljenosti kako bi mogli odgovoriti na brojne fizičke izazove tijekom igre (Sporiš i sur., 2010). Fizičke sposobnosti igrača ključne su za uspješno rješavanje raznolikih motoričkih zadataka, bilo u fazi napada, obrane ili tranzicije (Manchado i sur., 2013). Istraživanja pokazuju kako rukometaši tijekom utakmice pretrče od 3 do 7 kilometara, ovisno o poziciji u momčadi (Šibila i sur., 2004). Većina kretnji je intenziteta submaksimalnog opterećenja od 70 do 90% maksimalne potrošnje kisika, uz veliki udio promjena smjera, ubrzanja i usporavanja (Rannou i sur., 2001). Stoga su razvijene aerobne i anaerobne sposobnosti neophodne. Póvoas i sur. (2012) su utvrdili kako rukometaši prosječno provedu 18% vremena hodajući, 36% trčeći polagano, 25% trčeći brzo te 21% sprintajući. Najviše vremena sprintaju vanjski igrači. Stoga su nužni razvijeni aerobni i anaerobni energetske procesi. Maksimalna potrošnja kisika ( $VO_{2max}$ ) vrhunskih rukometaša iznosi

prosječno 55 do 65 ml/kg/min (Gorostiaga i sur., 2005). Rukometaši izvode veliki broj eksplozivnih pokreta poput skokova, startova, promjena smjera, šutiranja i kontakata, stoga je razvijena brzinsko-eksplozivna snaga od velike važnosti (Marques i González-Badillo, 2006). Maksimalna jakost donjih ekstremiteta omogućuje snažne odraze pri skok-šutevima, dok jakost trupa i ramenog pojasa doprinose efikasnijem dodavanju i šutiranju (Sporiš i sur., 2010).

Zbog velikog broja dodavanja, hvatanja i vođenja lopte, rukometaši trebaju imati dobru koordinaciju pokreta ruku i nogu, spretnost baratanja loptom, prostornu orijentaciju i sposobnost brzog reagiranja (Zapartidis, 2009). Specifična izdržljivost mišića ramenog pojasa i prstiju važna je zbog ponavljanih naprezanja pri vođenju i dodavanju lopte (Gorostiaga i sur., 2005). S obzirom da se radi o kontaktnom sportu, rukometaši moraju razviti i određenu razinu mišićne mase i snage kako bi izdržali duele sa protivnicima, borbu za pozicije i odupiranje prilikom blokade šuta (Granados, 2007). No, pretjerani mišićni volumen može negativno utjecati na izdržljivost i pokretljivost. Gibanja rukometaša karakteriziraju česte promjene ritma i tempa kretanja. Istraživanja pokazuju da se prosječno svakih 5 do 15 sekundi izvode akcije maksimalnog ili submaksimalnog intenziteta, nakon čega slijedi razdoblje oporavka (Chelly, 2010). Stoga su nužni razvijeni aerobni i anaerobni energetske procesi, kao i sposobnost brzog oporavka između ponavljanih naprezanja velikog intenziteta. To zahtijeva dobru razinu specifične kardiorespiratorne izdržljivosti rukometaša (Rannou i sur., 2001).

S obzirom na dinamičnost igre i potrebu za brzim reakcijama i donošenjem odluka, kognitivne sposobnosti poput percepcije, anticipacije, koncentracije i pažnje od velike su važnosti za uspješnost u rukometu (Karcher i Buchheit, 2014). One omogućuju pravovremeno i ispravno čitanje situacija tijekom igre.

Rukomet karakteriziraju izrazito složeni i raznovrsni oblici kretanja koji stavljaju velike zahtjeve pred fizičke i mentalne sposobnosti igrača. Da bi izdržali fizičke napore tijekom cijele utakmice, rukometaši moraju biti vrhunski pripremljeni u pogledu izdržljivosti, snage, brzine, koordinacije, agilnosti i kognitivnih sposobnosti. Stoga je potrebno dobro isplanirati i programirati trenajni proces kako bi se optimalno razvile sve relevantne sposobnosti.

## **2.3. PRERAĐENA HRANA U KORELACIJI S AEROBNIM ENERGETSKIM KAPACITETOM**

Aerobni energetska kapacitet odnosi se na sposobnost organizma da koristi kisik za proizvodnju adenozin-trifosfata (ATP) putem oksidativnih procesa razgradnje hranjivih tvari poput ugljikohidrata, masti i proteina. To omogućuje dugotrajnu mišićnu aktivnost umjerenog do visokog intenziteta, odnosno aerobnu izdržljivost (Wilmore i sur., 2008). Ključni čimbenici koji određuju aerobni kapacitet su maksimalna potrošnja kisika ( $VO_{2max}$ ), anaerobni prag i ekonomija pokreta (Joyner i Coyle, 2008). Kako bi aerobni energetska kapacitet bio optimalan prerađena hrana koju konzumiraju mladi sportaši treba biti pravilno izbalansirana te bogata aktivnim bioraspoloživim tvarima koje se pažljivo štite blagim uvjetima u procesima konzerviranja

### **2.3.1. Ugljikohidrati kao izvor energije**

Mišićni glikogen i glukoza iz krvi glavni su izvori ugljikohidrata koji se aerobno metaboliziraju za potrebe mišićne kontrakcije (Jeukendrup, 2003). Zalihe glikogena u mišićima i jetri ograničene su i mogu podržati intenzivnu aktivnost u trajanju od 60 do 90 minuta (Hawley i sur., 1997). Glikoliza je glavni aerobni metabolički put razgradnje glukoze do piruvata, koji ulazi u mitohondrije i oksidira se u ciklusu limunske kiseline do  $CO_2$  i  $H_2O$ . Time se oslobađa energija za sintezu ATP-a (Wilmore i sur., 2008). Brzina iskorištavanja glukoze i mišićnog glikogena raste s povećanjem intenziteta vježbanja. Unos ugljikohidrata prehranom ili suplementacijom prije i za vrijeme dugotrajnih aerobnih aktivnosti važan je za održavanje razine glukoze u krvi i odgađanje iscrpljenja mišićnog glikogena (Coggan i Coyle, 1991). Preporuča se unos 30-60 grama ugljikohidrata na sat aktivnosti (Thomas i sur., 2016). Obzirom na ove preporuke, recepture u industriji se prilagođavaju individualnim potrebama mladih sportaša (npr. rukometaša).

### **2.3.2. Masti kao izvor energije**

Masti predstavljaju bogat izvor energije i imaju ključnu ulogu u aerobnom metabolizmu pri umjerenim intenzitetima vježbanja (Achten i Jeukendrup, 2004). Masne kiseline se oslobađaju iz adipocita i transportiraju vezane za albumin do mišića, gdje ulaze u stanicu. Unutar mitohondrija odvija se  $\beta$ -oksidacija masnih kiselina do acetil-CoA, koji ulazi u ciklus limunske kiseline (Jeukendrup, 2003). Masti mogu zadovoljiti većinu energetska potreba pri

aktivnostima umjerenog intenziteta (<65%  $VO_{2max}$ ), čime se štede zalihe ugljikohidrata. Međutim, pri višim opterećenjima udio masti u ukupnoj potrošnji energije opada (Romijn i sur., 1993). Treniranost povećava sposobnost mišića da koriste masti za gorivo, što doprinosi uštedi glikogena i poboljšanju izdržljivosti (Hurley i sur., 1986). Unos zasićenih masti prehranom treba ograničiti zbog rizika od ateroskleroze (Wilmore i sur., 2008). Obzirom na opasnost od pojave ateroskleroze, koncept prehrane mladih rukometaša treba usmjeriti prema balansiranom unosu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, što se unosi kombinacijom mesa sisavaca i ribe.

### **2.3.3 Proteini kao izvor energije**

Aminokiseline nastale razgradnjom proteina mogu se aerobno metabolizirati do piruvata i dalje u ciklusu limunske kiseline, ali imaju relativno malu ulogu kao izvor energije (Lemon i Mullin, 1980). Mišićni proteini služe prvenstveno za građu i popravak mišića, a ne toliko za proizvodnju energije. Međutim, u uvjetima niskih zaliha ugljikohidrata i masti, kao što je pri dugotrajnom vježbanju bez unosa hrane, povećava se udio proteina u energetske metabolizmu. To dovodi do razgradnje mišićnih proteina i gubitka mišićne mase (Phillips, 2012). Stoga je važno unositi dovoljno ugljikohidrata i masti, kako bi se sačuvala mišićna masa te je izuzetno bitno i tijekom treninga konzumirati prerađevine bogate ugljikohidratima te zasićenim i nezasićenim masnim kiselinama uz dodatke kao što su vitamini i minerali.

### **2.3.4. Dijagnostika aerobne izdržljivosti**

Maksimalna potrošnja kisika ( $VO_{2max}$ ) najčešće se koristi kao pokazatelj aerobnog kapaciteta i sposobnosti transporta i iskorištavanja kisika u mišićima (Saltin i Åstrand, 1967). Izražava se u mililitrima kisika po kilogramu tjelesne mase u minuti (ml/kg/min).  $VO_{2max}$  se može izmjeriti izravnim testiranjem analizom izdahnutih plinova pri radu na pokretnoj traci ili bicikl ergometru do otkaza uz progresivno povećanje opterećenja (Yoon i sur., 2007). Neizravno se može procijeniti terenskim testovima trčanja na određene udaljenosti ili vremena.

Anaerobni ili ventilacijski prag označava intenzitet vježbanja pri kojem dolazi do značajnog porasta omjera ugljikovog dioksida i kisika ( $V(CO_2)/V(O_2)$ ) u izdahnutom zraku i laktata u krvi (Wasserman i sur., 1973). Smatra se prijelaznom točkom između aerobnog i anaerobnog metabolizma. Ekonomija trčanja odnosi se na energetske potrošnju pri određenoj brzini

kretanja. Bolja ekonomija znači manju potrošnju kisika pri istoj brzini (Saunders i sur., 2004). Može se procijeniti mjerenjem  $V(O_2)$  pri standardiziranim submaksimalnim brzinama trčanja. Laktatni prag označava intenzitet vježbanja pri kojem koncentracija laktata u krvi naglo poraste iznad bazalne razine od  $\sim 2$  mmol/L (Faude i sur., 2009). Utvrđuje se testom opterećenja uz uzimanje uzoraka krvi i analizu laktata. Aerobni energetska kapacitet ovisi o sposobnosti iskorištavanja kisika i oksidacije glavnih hranjivih tvari. Mjerenjem parametara poput  $VO_{2max}$ , ventilacijskog i laktatnog praga može se procijeniti razina aerobne izdržljivosti sportaša. Time se dobivaju važne informacije za programiranje treninga.

## **2.4. PRERAĐENA HRANA U KORELACIJI S ANAEROBNIM ENERGETSKIM KAPACITETOM**

Anaerobni energetska kapacitet odnosi se na sposobnost stvaranja energije bez prisustva kisika, putem anaerobnih glikolitičkih i fosfagenih procesa. To omogućuje kratkotrajnu intenzivnu mišićnu aktivnost do 2-3 minute (Gaitanos i sur., 1993). Glavni čimbenici anaerobnog kapaciteta su razina ATP-a i mišićnog glikogena te aktivnost enzima glikolize (Bogdanis i sur., 1996).

### **2.4.1. ATP kao izvor energije**

Adenozin trifosfat (ATP) je izravni izvor energije za mišićnu kontrakciju. Zalihe ATP-a u mišićima vrlo su ograničene i dostatne za održavanje maksimalnog rada svega nekoliko sekundi (Gastin, 2001). ATP se obnavlja fosfagenim putem, razgradnjom kreatin-fosfata do kreatina, pri čemu se oslobađa energija za resintezu ATP-a iz ADP-a. Fosfageni sustav dominantan je u prvih 5-10 sekundi eksplozivne aktivnosti kao što su : sprint, skokovi i bacanja. Zalihe kreatin-fosfata također su ograničene i mogu podržati rad maksimalnog intenziteta oko 10 sekundi (Trump i sur., 1996). Suplementacija kreatinom može povećati zalihe kreatin-fosfata u mišićima i poboljšati sposobnost obnavljanja ATP-a fosfagenim putem, što rezultira većim anaerobnim kapacitetom (Kreider, 2003).

### **2.4.2. Glikogen kao izvor energije**

Nakon što se iscrpe zalihe ATP-a i kreatin-fosfata, glavni izvor energije postaje anaerobna glikoliza razgradnje glikogena do laktata. To omogućuje rad visokog intenziteta u trajanju od

30 sekundi do 2-3 minute (Spencer i sur., 2005). Glikogen je pohranjeni oblik glukoze u mišićima i jetri. Anaerobnom glikolizom jedna molekula glukoze daje 2 molekule ATP-a. Međutim, pri tome nastaje i laktat koji snižava pH mišića i doprinosi umoru (Fitts, 1994).

Veće zalihe mišićnog glikogena odgađaju nastup umora i poboljšavaju anaerobni kapacitet. Razina glikogena može se povećati unosom ugljikohidrata dan-dva prije aktivnosti i izbjegavanjem iscrpljujućih treninga (Hawley i sur., 1997).

### **2.4.3. Dijagnostika anaerobne izdržljivosti**

Jedan od najčešćih testova za procjenu anaerobnog kapaciteta je Wingate anaerobni test koji se izvodi na bicikl ergometru (Bar-Or, 1987). Ispitanik 30 sekundi pedalira maksimalnom brzinom uz opterećenje od 7,5% tjelesne mase. Mjeri se maksimalna i prosječna snaga.

Test anaerobnog praga provodi se do otkaza na pokretnoj traci ili biciklu uz progresivno povećanje intenziteta do postizanja maksimuma. Određuje se vrijeme do dostizanja anaerobnog praga na temelju naglog porasta omjera dišnih plinova i laktata (Foxdal i sur., 1994).

Maksimalni test na 400 metara trčanja koristi se za procjenu anaerobnih sposobnosti atletičara. Mjeri se vrijeme potrebno da se pretrči 400 metara maksimalnom brzinom (Duffield i sur., 2004). Kraće vrijeme ukazuje na veći anaerobni kapacitet.

Testiranje maksimalne snage vrši se pomoću skoka iz čučnja na tenziometrijskoj platformi. Mjeri se maksimalna visina skoka, a iz nje se izračunava maksimalna snaga nogu (Markovic i Jaric, 2007). Veća vrijednost ukazuje na jače mišiće i anaerobni kapacitet.

Mjerenje koncentracije laktata u krvi nakon anaerobnog napora poput sprinta ili treninga pliometrije daje uvid u sposobnost podnošenja laktacidoze (Baldari i sur., 2004). Veći porast laktata ukazuje na niži anaerobni kapacitet.

### **2.4.4. Pravilna prehrana i umor kod sportaša**

Sportaši se često susreću s umorom tijekom treninga i natjecanja. Umor je reverzibilno privremeno smanjenje sposobnosti obavljanja tjelesnog i mentalnog rada (Abbiss i sur., 2005). Može imati perifernu ili centralnu komponentu ovisno o mjestu nastanka. Periferni umor nastaje u mišićima uslijed poremećaja procesa stvaranja energije i akumulacije nusprodukata poput laktata i H<sup>+</sup> iona (Allen i sur., 2008). Smanjuje se mišićna jakost i izdržljivost.



Centralni umor posljedica je nedostatka motivacije i promjene u središnjem živčanom sustavu koje dovode do subjektivnog osjećaja iscrpljenosti (Davis i Bailey, 1997). Mentalni umor manifestira se osjećajem tjeskobe, nedostatkom koncentracije i povećanom percepcijom napora. Čest je kod sportova izdržljivosti (Marcora i sur., 2009). Umor utječe na koordinaciju, brzinu reakcije, preciznost i taktičko razmišljanje.

Sportaši se mogu oporaviti od umora pravilnom prehranom, hidracijom i odmorom (Cheuvront i sur., 2004). Bitno je razlikovati normalni trening umor od pretreniranosti i prekomjernog umora koji zahtijevaju duži oporavak.

#### **2.4.5. Prekomjerno opterećenje kod sportaša**

Prekomjerno opterećenje u sportu događa se kada trening premašuje fiziološke mogućnosti sportaša, što dovodi do pada u formi umjesto napretka (Budgett, 1998). Najčešći uzroci su preveliki volumen i intenzitet treninga uz nedovoljan odmor. Simptomi su umor, slabiji rezultati, česte ozljede i bolest. Prekomjerno opterećenje može dovesti do pretreniranosti ako se nastavi duže vrijeme. Pretreniranost karakterizira trajnije smanjenje sportske sposobnosti uz poremećaje neuroendokrinog i imunološkog sustava (Nederhof i sur., 2006). Oporavak može trajati mjesecima.

Strategije prevencije uključuju postupno povećanje opterećenja, periodizaciju treninga, praćenje oporavka i znakova upozorenja. Individualni pristup i odmor od ključne su važnosti. Bitna je suradnja sportaša, trenera i stručnog tima (Soligard i sur., 2016). Anaerobni energetske kapacitet ovisi o ATP-u, kreatin-fosfatu i glikogenu. Testovi maksimalne snage i izdržljivosti uz laktat daju uvid u anaerobne sposobnosti. Umor i prekomjerno opterećenje mogu negativno utjecati na sportaše i zahtijevaju adekvatno upravljanje oporavkom.

### **2.5. UTJECAJ KONZUMACIJE PRERAĐENE HRANE MLADIH RUKOMETAŠA NA SPREMNOST ZA INTENZIVNE TRENINGE**

Adekvatna prehrana izrazito je važna za mlade rukometaše kako bi mogli podnijeti zahtjevne trenažne procese i natjecanja. Potrebe za energijom i hranjivim tvarima značajno su veće nego kod netreniranih vršnjaka (Petrie i sur., 2004).

Osim osiguravanja dovoljnog unosa energije, prehrana mora sadržavati optimalne količine ugljikohidrata, proteina, vitamina, minerala i tekućine. Time se postiže maksimalna sportska sposobnost i spremnost za intenzivne treninge (Aerenhouts i sur., 2011).

Ukupne energetske potrebe mladih rukometaša ovise o spolu, dobi, tjelesnoj masi i intenzitetu tjelesne aktivnosti. Istraživanja pokazuju da aktivni adolescenti troše između 2500 i 4500 kcal dnevno, ovisno o spolu i intenzitetu treninga (Aerenhouts i sur., 2013). Premali unos energije može negativno utjecati na rast, razvoj i sportske sposobnosti (Malina, 2006). Ključno je pratiti tjelesnu masu i kompoziciju te prilagođavati unos energije kako bi se održala optimalna masa mišića i masnog tkiva. Preporuča se unos od 40-50 kcal po kg tjelesne mase za mlade rukometaše (Petrie i sur., 2004). Raspodjela unosa treba biti 55-60% ugljikohidrata, 25-30% masti i 10-15% proteina (Desbrow i sur., 2014).

Zbog velikog volumena treninga, mladi rukometaši trebaju unositi veće količine ugljikohidrata kako bi nadoknadili potrošene zalihe glikogena u mišićima. Preporuke se kreću između 6-10 g/kg dnevno (Aerenhouts i sur., 2008). Namirnice bogate ugljikohidratima su : žitarice, riža, tjestenina, kruh, voće i povrće. Unos ugljikohidrata prije, za vrijeme i nakon treninga poboljšava izdržljivost i oporavak. Preporuča se 1-2 g/kg 1-4 sata prije treninga te 0,5-1,5 g/kg tijekom i unutar 30 minuta nakon završetka treninga (Burke i sur., 2011).

Budući da intenzivni treninzi potiču sintezu mišićnih proteina i pojačavaju metabolizam, unos proteina kod mladih rukometaša treba biti 1,5-2 puta veći nego kod netreniranih vršnjaka (Boisseau i sur., 2007). Preporučeni dnevni unos je 1,2-1,7 g/kg tjelesne mase (Petrie i sur., 2004). Namirnice bogate proteinima su : meso, riba, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi. Preporuča se unos 20-40 g proteina nakon treninga za optimalan oporavak i hipertrofiju mišića (Hoffman i sur., 2011). Veći unos proteina od preporučenog nije nužno bolji za sportsku izvedbu (Tarnopolsky, 2004).

Iako su masti važan izvor energije, prekomjeran unos zasićenih masti može negativno utjecati na zdravlje i smanjiti osjetljivost na inzulin kod mladih sportaša (Aerenhouts i sur., 2013). Preporučeni udio masti u prehrani je 25-30% ukupnog energijskog unosa (Desbrow i sur., 2014). Treba koristiti nezasićene masti iz masline, avokada, orašastih plodova i riba.

Zbog povećanog metabolizma i oksidativnog stresa pri intenzivnom treniranju, mladi rukometaši imaju povećane potrebe za antioksidativnim vitaminima poput C i E te mineralima cinkom, željezom i selenom (Clarkson i Haymes, 1995). Nedostaci ovih mikronutrijenata mogu narušiti imunitet i sportsku izvedbu. Preporučuje se dodatak multivitaminskih preparata (Petrie i sur., 2004).

Budući da se tijekom intenzivnog treninga može izgubiti i više od 2 litre znoja po satu, kontinuirana hidracija je ključna za održavanje volumena plazme i termoregulacije (Sawka i sur., 2007). Preporuča se unos 0,5-1 L tekućine svaka 2 sata prije, za vrijeme i nakon treninga (Meyer i sur., 2007). Pravilna prehrana s dovoljnim energetske unosom i optimalnim količinama makro i mikronutrijenata nužna je za postizanje vrhunskih sportskih sposobnosti mladih rukometaša te spremnosti za podnošenje zahtjevnih trenažnih procesa i natjecanja.

### 3. RASPRAVA

U knjizi autora Štalića, 2008. može se pročitati da prehrambeni standardi imaju brojne primjene koje se mogu svrstati u dvije kategorije: procjena i planiranje unosa. Rani standardi su definirali količinu koja sprječava nutritivni manjak, a noviji imaju za cilj spriječiti posljedice manjka i pridonijeti prevenciji bolesti. Autor kaže da se prehrambeni standardi mijenjaju u skladu sa znanstvenim spoznajama o povezanosti prehrane i zdravlja, a iz iskustva znamo da su sportaši posebna kategorija konzumenata prema osobnim potrebama odnosno prema stilu i načinu treninga i sporta kojim se intenzivni bave. Kod sportaša su povećane potrebe za esencijalnim nutrijentima. Danas se oko 45 nutrijenata smatra esencijalnim za čovjeka, a esencijalni nutrijenti su oni koje tijelo nije u stanju sintetizirati uopće ili nije u stanju sintetizirati dovoljnu količinu pa ih je potrebno osigurati hranom. Jedan od problema kod napornih i dugih treninga mladih sportaša je i dehidriranost koja povećava rizik od ozljeđivanja, povećava iscrpljenost, dovodi do pregrijavanja tijela, otežane dopreme kisika i glukoze u mozak, a u izuzetno opasnim situacijama može dovesti do kolapsa, pa i do smrti. Uz navedeno dehidriranost je usko vezana uz nedostatka elektrolita što uzrokuje velike poremećaje u organizmu. Konzumacija napitaka koji su obogaćeni suplementima je jednako bitno kao i konzumiranje nutritivno izbalansirane prerađene hrane. Prema definiciji prerađena hrana kao takva je hrana ili svaka tvar ili proizvod prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen, a namijenjen je da ga ljudi konzumiraju ili se može očekivati da će ga ljudi konzumirati. Takva hrana osigurava energiju i hranjive tvari (nutrijente) koji su potrebni za očuvanje zdravlja, normalan rast i razvoj te reprodukciju i naravno spremnost sportaša na izazove i napore kojima su izloženi. Interakcije hrane i živog organizma koji se bavi sportom je neizostavna i svakodnevno se ta interakcija proučava od strane multidisciplinarnog tima stručnjaka.

Tjelesna je masa u pravilu dobar pokazatelj adekvatnosti unosa energije, ali ne i nutrijenata. Tijelo raspolaže energetske rezervama, ponajprije u obliku masnog tkiva. U tijelu postoje rezerve pojedinih nutrijenata (npr. zalihe B12 dostatne su za nekoliko godina, kosti su tjelesna banka kalcija itd.), dok se vitamini topljivi u vodi moraju redovito unositi u organizam. Nenutritivne tvari su komponente hrane koje se ne mogu svrstati u jednu od šest skupina nutrijenata: proteini, masti, ugljikohidrati, vitamini, mineralne tvari i voda (npr. alkohol, fitokemikalije, pigmenti, aditivi i drugi). Šest skupina nutrijenata dijelimo na makronutrijente i mikronutrijente. Makronutrijenti uključuju vodu te nutrijente koji daju energiju: proteine, masti i ugljikohidrate. Alkohol daje energiju, ali nije nutrijent jer nije nužan za životne

funkcije. Vitamini i mineralne tvari čine mikronutrijente, a glavne funkcije nutrijenata su 1) osigurati energiju, 2) izgraditi tjelesna tkiva i organe te 3) regulirati metabolizam.

Standardi za unos nutrijenata određuju se uzimajući u obzir brojne parametre poput najvažnijih prehrambenih izvora nutrijenta u svakodnevnoj prehrani, iskoristivost nutrijenata, rezultate metaboličkih studija koje otkrivaju minimalan unos koji sprječava kliničku manifestaciju manjka, period potreban za pražnjene tjelesnih rezervi, unos koji omogućuje prevenciju bolesti i energetska spremnost za fizički i psihički napor. Kod koncepta hrane za sportaše sve navedene parametre treba obavezno uzimati u obzir uz specifičnosti pojedinog sporta. Obzirom da rukomet spada među najnapornije sportove posljedično je prehrana od ključne važnosti za održavanje zdravlja i spremnosti organizma pa se koncept pravilne prehrane za mlade rukometaše treba dalje razvijati i proaktivno promovirati te analizirati.

#### 4. ZAKLJUČCI

1. Rukomet je među najnapornijim sportovima, koji od igrača zahtijeva jakost za izdržati kontakte sa suparničkim igračima, ali i izdržljivost, koordinaciju, ravnotežu i skočnost, ali i fokus i mentalnu snagu do zadnje minute trajanja utakmice.
2. Mladim rukometašima je potrebno ponuditi kontrolirano nutritivno izbalansiranu prerađenu hranu u svakodnevnoj prehrani uz ciljane dodatke prehrani želi li se postići dobar rezultat.
3. Pravilna i izbalansirana prehrana važna je za kvalitetan život, a sportašima je jedna od najvažniji stavki za uspjeh. Prehrana sportaša razlikuje se od vrste sporta, ali i od uloga u samoj igri, kao i od vrste treninga.
4. Koncept dobro osmišljene, individualizirane prehrane doprinosi postizanju željenih sportskih rezultata. Dovoljno uskladištene energije u mišićima i jetri prije treninga/natjecanja, preduvjet je za kvalitetan trening, odnosno, sportski nastup. Dovoljna, ali ne prekomjerne, prisutnost bjelančevina u prehrani neophodna je za mišićnu snagu.
5. Sportašima koji se oporavljaju od prijeloma, prehrana mora biti adekvatna po pitanju unosa antioksidansa, vitamina C, bjelančevina te kalcija i ostalih minerala.
6. Tijekom treninga preporučuje se konzumacija proizvoda za nadopunu prehrane sportaša; ugljikohidratni gelovi, energetske pločice, napici s elektrolitima i ugljikohidratima, energetske napitci te ostala prerađena i izbalansirana hrana prema potrebama sportaša i/ili aktivne molekule kao dodaci prehrani; kreatin, kofein, bjelančevine sirutke što se konzumira u dogovoru sa trenerom, liječnikom i sportskim nutricionistom.

## LITERATURA

- Abbiss, C.R., & Laursen, P.B. (2005). Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine*, 35(10), 865-898.
- Achten, J., & Jeukendrup, A.E. (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*, 20(7-8), 716-727.
- Aerenhouts, D., Deriemaeker, P., Hebbelinck, M., & Clarys, P. (2011). Energy and macronutrient intake in adolescent sprint athletes: A follow-up study. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 73-82.
- Aerenhouts, D., Hebbelinck, M., Poortmans, J.R., & Clarys, P. (2008). Nutritional habits of Flemish adolescent sprint athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(5), 509-523.
- Aerenhouts, D., Van Cauwenberg, J., Poortmans, J.R., Hauspie, R., & Clarys, P. (2013). Influence of growth rate on nitrogen balance in adolescent sprint athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(4), 409-417.
- Aerenhouts, D., Van Cauwenberg, J., Poortmans, J.R., Hauspie, R., & Clarys, P. (2013). Nutritional habits of Flemish adolescent sprint athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(5), 509-523.
- Allen, D.G., Lamb, G.D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanisms. *Physiological Reviews*, 88(1), 287-332.
- International Handball Federation. (2019). Annual Report 2018.
- Bădău, D. (2012). Handball – The Game, The Passion. *Palestrica of the third millennium civilization & sport*, 13(1), 78-79.
- Baechle, T.R., & Earle, R.W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J., & Guidetti, L. (2004). Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1-2), 224-230.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4(6), 381-394.

- Bloyce, D., Smith, A., Mead, R., & Morris, J. (2008). 'Playing the Game (Plan)': A Figurational Analysis of Organisational Change in Sports Development in England. *European Sport Management Quarterly*, 8(4), 359-378.
- Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Boobis, L.H., & Lakomy, H.K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 876-884.
- Boisseau, N., Vermorel, M., Rance, M., Duché, P., & Patureau-Mirand, P. (2007). Protein requirements in male adolescent soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 100(1), 27-33.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Bompa, T., & Carrera, M. (2005). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.
- Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: The overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 32(2), 107-110.
- Burke, L.M., Hawley, J.A., Wong, S.H., & Jeukendrup, A.E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S17-S27.
- Cardinale, M., Newton, R., & Nosaka, K. (2011). *Strength and Conditioning: Biological Principles and Practical Applications*. John Wiley & Sons.
- Chelly, M.S., Hermassi, S., & Shephard, R.J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1480-1487.
- Chevront, S.N., Carter, R., Kolka, M.A., Lieberman, H.R., Kellogg, M.D., & Sawka, M.N. (2004). Branched-chain amino acid supplementation and human performance when hypohydrated in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 97(4), 1275-1282.
- Clarkson, P.M., & Haymes, E.M. (1995). Exercise and mineral status of athletes: Calcium, magnesium, phosphorus, and iron. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(6), 831-843.
- Coggan, A.R., & Coyle, E.F. (1991). Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: Effects on metabolism and performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 19, 1-40.
- Čavala, M., & Katić, R. (2010). Biomechanical characteristics of jumping shot in handball. *Collegium Antropologicum*, 34(2), 61-66.
- Davis, J.M., & Bailey, S.P. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(1), 45-57.



- Desbrow, B., McCormack, J., Burke, L.M., Cox, G.R., Fallon, K., Hislop, M., Logan, R., Marino, N., Sawyer, S.M., Shaw, G., Star, A., Vidgen, H., & Leveritt, M. (2014). Sports Dietitians Australia position statement: Sports nutrition for the adolescent athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(5), 570-584.
- Doupona Topič, M., & Coh, M. (2010). *Kineziologija - Povezanost vježbanja i sporta s tjelesnim vježbanjem i sportom*. Univerzitet u Ljubljani.
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 22(3), 299-307.
- Đurković, T. (2011). 85 godina rukometa u Hrvatskoj. *Hrvatski rukometni savez*.
- Erculj, F., & Bračić, M. (2010). Differences between various types of sport. *Science of Gymnastics Journal*, 2(3), 53-60.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469-490.
- Fitts, R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 74(1), 49-94.
- Foxdal, P., Sjödin, A., Sjödin, B., & Östman, B. (1994). The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal endurance running capacity. Dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test. *International Journal of Sports Medicine*, 15(2), 89-95.
- Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 712-719.
- Gastin, P.B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741.
- Gorostiaga, E.M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225-232.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibañez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E.M. (2007). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 351-361.
- Hawley, J.A., Schabort, E.J., Noakes, T.D., & Dennis, S.C. (1997). Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. *Sports Medicine*, 24(2), 73-81.
- Heiser, M. (1906). *Vom Fußball zum Raffball*. Philipp Reclam jun.

- Hoff, J. (1995). Handball: History and Development. *Journal of Comparative Physical Education and Sport*, 17(1), 58-67.
- Hoffman, J.R., Ratamess, N.A., Kang, J., Falvo, M.J., & Faigenbaum, A.D. (2006). Effect of protein intake on strength, body composition and endocrine changes in strength/power athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3, 12-18.
- Horvat, H. (2011). 80 godina rukometa u Hrvatskoj. Rukometni savez Zagrebačke županije.
- Sertić, H. (2004). Osnove taktike rukometne igre. In D. Milanović & I. Jukić (eds.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, Zagreb, 21. i 22. veljače 2003.* (pp. 563-569). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Hurley, B.F., Nemeth, P.M., Martin III, W.H., Hagberg, J.M., Dalsky, G.P., & Holloszy, J.O. (1986). Muscle triglyceride utilization during exercise: Effect of training. *Journal of Applied Physiology*, 60(2), 562-567.
- International Handball Federation. (2018). IHF Statutes and Regulations.
- International Handball Federation. (2016). Rules of the Game: Handball. Retrieved from [https://www.ihf.info/sites/default/files/2017-10/09\\_Rules%20of%20the%20game\\_GB\\_2016%20IIHF\\_FINAL.pdf](https://www.ihf.info/sites/default/files/2017-10/09_Rules%20of%20the%20game_GB_2016%20IIHF_FINAL.pdf), (pristupljeno 26.8.2023).
- Jajčević, Z. (2010). 225 godina športa u Hrvatskoj. Osijek, Streljački savez Osječko – baranjske županije.
- Jeukendrup, A.E. (2003). Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. *Biochemical Society Transactions*, 31(6), 1270-1273.
- Joyner, M.J., & Coyle, E.F. (2008). Endurance exercise performance: The physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35-44.
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-Court Demands of Elite Handball, with Special Reference to Playing Positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797-814.
- Kordić, I. (2014). Specifična kondicijska priprema vrhunskih sportaša u kontaktnim sportovima. *Zbornik radova 23. Ljetne škole kineziologa RH.*
- Kozarčanin, M. (2019). *Ženski rukomet u Srbiji (1945-1991).* Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Beograd.
- Kramer, F. i Pinević, D. (2009) *Hrvatski rukomet.* Zagreb, Topical.
- Kreider, R.B. (2003). Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 244(1-2), 89-94.

- Lemon, P.W., & Mullin, J.P. (1980). Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 48(4), 624-629.
- Lim, S.Y. (2019). A Study on the Popularization of Handball in Asia. International Handball Federation.
- Malina, R.M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: An evidence-based review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(6), 478-487.
- Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013). Performance factors in women's team handball: Physical and physiological aspects
- Marcora, S.M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 857-864.
- Markovic, G., & Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355-1363.
- Marques, M.C., & González-Badillo, J.J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 563-571.
- Meyer, F., O'Connor, H., & Shirreffs, S.M. (2007). Nutrition for the young athlete. *Journal of Sports Sciences*, 25 (Suppl 1), 73-82.
- Mikić, Z. (2017). Hazena u Đakovu - od rukometa do rukometa. *Zbornik Muzeja Đakovštine, Đakovi*, Vol. 13, No. 1, pp. 203 – 246.
- Naul, R. (2008). A short history of handball in Europe. International Handball Federation.
- Nederhof, E., Lemmink, K.A., Visscher, C., Meeusen, R., & Mulder, T. (2006). Psychomotor speed: Possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Medicine*, 36(10), 817-828.
- Nielsen, H. (1898). Haandbold – En Vainteridraet. *Dansk Idrætsblad*, 41.
- O'Donoghue, P. (2010). *Research methods for sports performance analysis*. Routledge.
- Olsson, U. (2019). 1934.–2019. Swedish Handball Federation 85 Years. Svenska Handbollförbundet.
- Petrie, H.J., Stover, E.A., & Horswill, C.A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 20(7-8), 620-631.
- Petrie, H.J., Stover, E.A., & Horswill, C.A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 20(7-8), 620-631.
- Petrović, K., Šiljak, V., & Parčina, I. (2019). *Osnove sportskog treninga*. Univerzitet Crne Gore.

Phillips, S.M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *The British Journal of Nutrition*, 108 (Suppl 2), 158-167.

Póvoas, S.C.A., Seabra, A.F.T., Ascensão, A.A.M.R., Magalhães, J., Soares, J.M.C. & Rebelo, A.N.C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.

Prudente JN, Cardoso AR, Rodrigues AJ, Mendes JN, Fernando C, Lopes H. & Sousa DF (2022) Playing 7 vs. 6 with an empty goal: Is it really an option for coaches? A comparative analysis between Portugal and the other teams during the Men's European Handball Championship 2020.

Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A. & Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 349-353.

Rogulj, N. (2000). Differences in situation-related indicators of the handball game in relation to the achieved competitive results of teams at 1999 World Championship in Egypt. *Kinesiology* 32(2): 63-74.

Romijn, J.A., Coyle, E.F., Sidossis, L.S., Gastaldelli, A., Horowitz, J.F., Endert, E. & Wolfe, R.R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*, 265(3), E380-E391.

Saltin, B., Åstrand, P.O. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. *Journal of Applied Physiology*, 23(3), 353-358.

Saunders, P.U., Pyne, D.B., Telford, R.D. & Hawley, J.A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, 34(7), 465-485.

Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-90.

Sego, F. (1995). A History of Team Handball. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 66(3), 42-47.

Sego, F. (1998). A History of Team Handball. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 69(4), 15-18.

Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J.M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H.P. & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030-1041.

- Sousa, D., Cardoso, A., Rodrigues, A., Lopes, H., Fernando, C., & Prudente, J. (2021b). "Team handball and empty goal (7 vs. 6) rule-the coaches' perception," in 6<sup>th</sup> EHF Scientific Conference. ed. J. Monteiro (Vienna, Austria: European Handball Federation), 149–153.
- Späte, D. (2015). Handball Rules, Regulations & Officials. SportsRec. Dostupno na: <https://www.sportsrec.com/5688128/handball-rules-regulations-officials>, (pristupljeno 1.9.2023).
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B. & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
- Sporiš, G., Vuleta, D., Vuleta Jr., D., & Milanović, D. (2010). Fitness Profiling in Handball: Physical and Physiological Characteristics of Elite Players. *Collegium Antropologicum*, 34(3), 1009-1014.
- Šibila, M., Vuleta, D., & Pori, P. (2004). Position-related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball. *Kinesiology*, 36(1), 58-68.
- Šimenc, Z., Pavlin, K., & Vuleta, D. (1998). Osnove taktike rukometne igre. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
- Taborsky, F. (2013). Cumulative indicators of team playing performance in handball (Olympic games tournament London 2012). *EHF Periodical*.
- Tarnopolsky, M.A. (2004). Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*, 20(7-8), 662-668.
- 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.
- Trump, M.E., Heigenhauser, G.J., Putman, C.T., & Spriet, L.L. (1996). Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. *Journal of Applied Physiology*, 80(5), 1574-1580.
- Wagner, H., & Müller, E. (2009). Individual techniques and tactics in team handball. In E. Tsamourtzis (ed.), *Scientific Research in Relation to Handball. Physical Training* (pp. 75-83). European Handball Federation.

- Wasserman, K., Whipp, B.J., Koyl, S.N., & Beaver, W.L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 35(2), 236-243.
- Wilmore, J.H., Costill, D.L., & Kenney, W.L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4<sup>th</sup> ed.). Human Kinetics.
- Witzig, R. (2006). *The First Fifty Years: A History of the International Handball Federation*. International Handball Federation.
- Yoon, B.K., Kravitz, L., & Robergs, R. (2007).  $VO_{2max}$ , protocol duration, and the  $VO_2$  plateau. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(7), 1186-1192.
- Zapartidis, I., Vareltzis, I., Gouvali, M., & Kororos, P. (2009). Physical Fitness and Anthropometric Characteristics in Different Levels of Young Team Handball Players. *Open Sports Sciences Journal*, 2, 22-28.